



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

SHEILA CELIA MONDRAGÓN CONTRERAS

**RESTAURAÇÕES DIRETAS COM MATERIAIS BIOATIVOS:
observações clínicas, *in vitro* e revisão sistemática**

2022

SHEILA CELIA MONDRAGÓN CONTRERAS

**RESTAURAÇÕES DIRETAS COM MATERIAIS BIOATIVOS:
observações clínicas, *in vitro* e revisão sistemática**

Tese apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS APLICADAS À SAÚDE BUCAL.

Área: Dentística. Linha de pesquisa: Desempenho de materiais e técnicas em odontologia restauradora.

Orientadora: Profa. Dra. Taciana Marco Ferraz Caneppele

São José dos Campos

2022

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2022]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Contreras, Sheila Celia Mondragón

Restaurações diretas com materiais bioativos: observações clínicas, in vitro e revisão sistemática. / Sheila Celia Mondragón Contreras. - São José dos Campos : [s.n.], 2022.
160 f. : il.

Tese (Doutorado em Ciências Aplicadas à Saúde Bucal) - Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Saúde Bucal - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2022.
Orientadora: Taciana Marco Ferraz Caneppele.

1. Cimento de ionômero de vidro. 2. Resina composta. 3. Materiais bioativos. I. Caneppele, Taciana Marco Ferraz, orient. II. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. III. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. IV. Universidade Estadual Paulista (Unesp). V. Título.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Associada Taciana Marco Ferraz Caneppele (Orientadora)

Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Prof. Adjunto Alvaro Hafiz Curi

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Faculdade de Odontologia do Amazonas (FAO)

Instituto Amazonas de Ensino Superior (IAES)

Profa. Titular Renata de Oliveira Guaré

Universidade Cruzeiro do Sul (UnicSul)

Campus Liberdade

Prof. Assoc. Eduardo Bresciani

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Profa. Assistente Dra. Maria Filomena Huhtala

Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

São José dos Campos, 04 de Agosto de 2022.

DEDICATÓRIA

À minha filha:

Nayra Mondragón Lepre, por me proporcionar aquele amor inexplicável que se transforma em fortaleza quando as dificuldades aparecem, em energia quando o cansaço quer vencer e em alegria quando a saudade quer prevalecer.

AGRADECIMENTOS

A *Deus*, pela guia e proteção proporcionado em todo meu caminho.

A meu marido *Bruno Braz Lepre* meu companheiro de vida, pela paciência e amor que foi muito valioso e significativo no transcurso desta etapa, cada palavra de animo, cada momento de felicidade, cada mostra de carinho sempre foi motivo para me fortalecer cada dia, minha admiração por você só aumenta com o tempo.

A minha mãe *Carmen Contreras*, meu primeiro amor, meu exemplo de luta e perseverança, pelo carinho e apoio de sempre. Apesar da distância você sempre consegue estar presente em mim.

A meu pai *Wilder Mondragón*, meu porto seguro, meu amor incondicional, pelo incentivo e carinho de sempre. Suas palavras de conforto e conselhos sempre acompanham minha caminhada.

Aos meus irmãos *Favio e Massiel*, meus amores de toda a vida, pela confiança e carinho que fizeram esta jornada mais leve. Sempre estarei orgulhosa de vocês e de suas conquistas, juntos passamos por muitos momentos transcendentais que marcaram nossa existência e fortaleceram nossos laços.

Minha família brasileira *Sonia e Ronnie Lepre* pelo recebimento, pelo suporte e amor proporcionado durante minha estadia no Brasil.

Minha prima, irmã e colega *Patricia Claudio Contreras*, pelo carinho e a torcida que ajudaram a continuar o caminho.

À minha orientadora *Taciana Marco Ferraz Caneppele* pela dedicação e confiança que fez possível a realização deste trabalho.

À UNESP, pela oportunidade concedida para minha formação profissional.

Aos meus colegas e amigos que estiveram me mostrando seu carinho e apoio constante. A todo o corpo docente do programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora.

As empresas GC e IVOCLAR pela doação dos materiais restauradores utilizados nas pesquisas.

À CAPES pela concessão da bolsa (período Setembro de 2019 à Julho de 2022, número de processo 88882.434260/2019-01).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 Cárie secundária.....	18
2.2 Biofilme dental	20
2.3 Características dos materiais restauradores bioativos	24
2.4 Informações técnicas dos materiais bioativos Cention N e EQUIA Forte	24
2.5 Evidência clínica dos materiais bioativos EQUIA Forte e Cention N.....	25
2.6 Estudos <i>in vitro</i> dos materiais bioativos EQUIA Forte e Cention N.....	28
3 OBJETIVO	32
3.1 Pesquisa clínica.....	32
3.2 Estudo <i>in vitro</i>	32
3.3 Revisão sistemática	33
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
4.1 Pesquisa clínica.....	34
4.1.1 Aspectos éticos	34
4.1.1.1 Riscos	34
4.1.1.2 Benefícios	34
4.1.2 Caracterização da pesquisa	35
4.1.3 Cálculo amostral	35
4.1.4 Seleção da amostra.....	36
4.1.5 Abordagem da população	37
4.1.6 Procedimento para a coleta de dados	37
4.1.6.1 Divisão dos grupos	37
4.1.6.2 Randomização e segredo de alocação	38
4.1.6.3 Cegamento	38
4.1.6.4 Procedimentos operatórios	40
4.1.7 Avaliação das restaurações	44
4.1.7.1 Identificação de lesões cariosas.....	50
4.2 Estudo <i>in vitro</i>	51

4.2.1 Desenho de estudo.....	51
4.2.1.1 Unidades experimentais	51
4.2.1.2 Fatores de estudo	51
4.2.1.3 Variáveis resposta.....	51
4.2.2 Preparação dos corpos de prova.....	52
4.2.3 Divisão dos grupos experimentais	53
4.2.4 Procedimento restaurador.....	55
4.2.5 Envelhecimento artificial por desgaste térmico	58
4.2.6 Preparação dos meios de cultivo bacteriano	58
4.2.7 Produção de lesões cariosas	59
4.2.8 Identificação de lesões cariosas.....	60
4.2.8.1 Avaliação da microdureza superficial.....	60
4.2.8.2 Avaliação da microdureza de subsuperfície	62
4.2.8.3 Análise por microscópio de luz polarizada.....	64
4.2.9 Análises dos dados.....	66
4.3 Revisão sistematica	67
4.3.1 Desenho do estudo	67
4.3.2 Registro da revisão sistematica.....	67
4.3.3 Definição da questão de pesquisa.....	67
4.3.3.1 Definição de PICO.....	68
4.3.4 Critérios de elegibilidade.....	68
4.3.4.1 Critérios de Inclusão	68
4.3.4.2 Critérios de não inclusão.....	69
4.3.5 Amostragem.....	69
4.3.5.1 Fontes de informação	69
4.3.5.2 Estratégia de Busca	70
4.3.5.3 Gerenciamento dos dados.....	77
4.3.5.4 Seleção dos ensaios clinicos randomizados.....	77
4.3.5.5 Extração de dados.....	78
4.3.5.6 Desfechos	78
4.3.5.7 Avaliação da qualidade dos estudos incluídos	78
4.3.5.8 Síntese dos resultados	80

5 RESULTADOS	82
5.1 Pesquisa clínica.....	82
5.1.1 Análise estatística descritiva.....	84
5.1.2 Propriedades estéticas	86
5.1.3 Propriedades funcionais.....	86
5.1.4 Propriedades biológicas.....	86
5.2 Estudo <i>in vitro</i>	87
5.2.1 Microdureza superficial.....	87
5.2.2 Microdureza de subsuperfície	90
5.2.3 Análise por microscópio de luz polarizada	93
5.3 Revisão sistemática	97
5.3.1 Seleção dos estudos	96
5.3.2 Características dos estudos.....	99
5.3.3 Avaliação do risco de viés.....	106
5.3.3.1 Processo de randomização	106
5.3.3.2 Desvios das intervenções pretendidas	106
5.3.3.3 Ausência de dados de desfecho	106
5.3.3.4 Mensuração do desfecho.....	107
5.3.3.5 Seleção do resultado relatado.....	107
5.3.3.6 Viés geral.....	107
5.3.4 Meta-análise em rede e análise SUCRA.....	110
5.3.4.1 Perda de retenção de restaurações classe I e II	116
5.3.4.2 Perda de retenção de restaurações classe III	118
5.3.4.3 Perda de retenção de restaurações classe V.....	120
6 DISCUSSÃO	122
6.1 Discussão da pesquisa clínica	122
6.2 Discussão do estudo <i>in vitro</i>	122
6.3 Discussão da revisão sistematica	127
7 CONCLUSÃO	130
7.1 Conclusões da pesquisa clinica	121
7.2 Conclusões do estudo <i>in vitro</i>	131
7.3 Conclusões da revisão sistemática	132

REFERÊNCIAS.....	133
ANEXO.....	149
APÊNDICES.....	150

RESUMO

Contreras SCM. Restaurações diretas com materiais bioativos: observações clínicas, *in vitro* e revisão sistemática [tese]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2022.

O objetivo do ensaio clínico foi avaliar o desempenho clínico de 2 materiais bioativos (Cention N e EQUIA Forte) em comparação a resina composta. O estudo *in vitro* teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de lesões de cárie induzida por desafio cariogênico bacteriano na margem de restaurações em esmalte e dentina com Cention N com e sem adesivo, EQUIA Forte e resina composta. A revisão sistemática teve como objetivo responder a seguinte pergunta: A avaliação clínica de restaurações em dentes permanentes com materiais bioativos evidencia maior sucesso do que restaurações com materiais não bioativos? Para o estudo clínico foram selecionados 120 participantes aleatoriamente divididos em 3 grupos (n=40), TC: Tetric N-Ceram, EF: EQUIA Forte, CN: Cention N. O preenchimento das cavidades foi realizado seguindo as indicações do fabricante. Foi utilizado o dispositivo de fluorescência DIAGNOdent™ Pen para avaliação da recorrência de cárie. No estudo *in vitro* foram confeccionados 100 espécimes a partir de dentes bovinos. Foram divididos em 5 grupos (n=20) metade em esmalte e metade em dentina: Cention N sem adesivo (CN), Cention N com adesivo (CA), EQUIA Forte (EF); Tetric N-Ceram (TC); e sem restauração (SR). Foram submetidos a envelhecimento térmico; leitura de microdureza Knoop (KHN) inicial, esterilizados e expostos a um desafio cariogênico com *Streptococcus mutans* por 28 dias. Lesões de cárie artificial foi quantificado por meio de KHN superficial e de subsuperfície, e análise com microscopia de luz polarizada. Os dados foram submetidos a ANOVA 1 fator e teste Tukey no esmalte e teste de Kruskal-Wallis na dentina. Em esmalte os grupos EF, CN, CA apresentaram menor porcentagem de perda da microdureza (%PMS) 57,85%, 63,88% e 66,65% respectivamente. Na dentina, EF, CN e CA apresentaram menores valores de %PMD sendo 31,7%, 34,1% e 40,8% respectivamente. Os valores mais altos de %PMS foram registrados para os grupos TC e SR tanto na dentina como no esmalte. Na revisão sistemática, com base na pergunta de pesquisa e estratégia PICO: P- Dentes permanentes, I- Restaurações (classe I, classe II, classe III, classe V) com materiais bioativos, C- Restauração com materiais não bioativos, O- Retenção; foi traçada a estratégia de busca. Após a obtenção dos estudos eles foram analisados por dois revisores independentes. No total foram 27 ensaios clínicos randomizados, com acompanhamento mínimo de 2 anos, foram os qualificados para realizar a revisão e meta-análise em rede. Os resultados de meta-análise em rede mostraram que em cavidades classe III cimento de ionômero de vidro modificado (CIV modificado), foi significativamente mais propenso a falhas do que a resina composta (RC), em restaurações classe I e II, o compômero foi significativamente mais propenso a falhas do que a RC e em restaurações classe V o cimento de ionômero convencional (CIV convencional) foi significativamente mais propenso a falhas do que o CIV modificado. No estudo *in vitro* foi evidente o maior potencial de inibição da desmineralização dos materiais bioativos. Na revisão sistemática ficou evidente que a maioria de materiais

bioativos apresentam um bom comportamento, em relação as taxas de retenção e desempenho clínico.

Palavras-chave: cimento de ionômero de vidro; resina composta; materiais bioativos.

ABSTRACT

Contreras SCM. Direct restorations with bioactive materials: clinical observations, in vitro and systematic review [doctorate thesis]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2022.

*The objective of the clinical trial was to evaluate the clinical performance of 2 bioactive materials (Cention N and EQUIA Forte) compared to composite resin. The in vitro study aimed to evaluate the development of caries lesions induced by bacterial cariogenic challenge at the margin of enamel and dentin restorations with Cention N with and without adhesive, EQUIA Forte and composite resin. The systematic review aimed to answer the following question: Does the clinical evaluation of restorations in permanent teeth with bioactive materials show greater success than restorations with non-bioactive materials? For the clinical study, 120 participants were randomly selected and divided into 3 groups (n=40), TC: Tetric N-Ceram, EF: EQUIA Forte, CN: Cention N. The filling of the cavities was performed following the manufacturer's instructions. The DIAGNOdent™ Pen fluorescence device was used to assess caries recurrence. In the in vitro study, 100 specimens were made from bovine teeth. They were divided into 5 groups (n=20) half in enamel and half in dentin: Cention N without adhesive (CN), Cention N with adhesive (CA), EQUIA Forte (EF); Tetric N-Ceram (TC); and without restoration (SR). They were subjected to thermal aging; initial Knoop microhardness (KHN) reading, sterilized and exposed to a cariogenic challenge with *Streptococcus mutans* for 28 days. Artificial caries lesions were quantified using surface and subsurface KHN and analysis with polarized light microscopy. Data were submitted to 1-way ANOVA and Tukey test on enamel and Kruskal-Wallis test on dentin. In enamel, groups EF, CN, CA had the lowest percentage of microhardness loss (%PMS) 57.85%, 63.88% and 66.65% respectively. In dentin, EF, CN and CA presented lower %PMD values, being 31.7%, 34.1% and 40.8% respectively. The highest %PMS values were recorded for the TC and SR groups in both dentin and enamel. In the systematic review, based on the research question and PICO strategy: P- Permanent teeth, I- Restorations (class I, class II, class III, class V) with bioactive materials, C- Restoration with non-bioactive materials, O- Retention; the search strategy was designed. After obtaining the studies, they were analyzed by two independent reviewers. In total, 27 randomized clinical trials, with a minimum follow-up of 2 years, were qualified to perform the review and network meta-analysis. The results of network meta-analysis showed that in class III cavities modified glass ionomer cement (modified GIC) was significantly more prone to failure than composite resin (RC), in class I and II restorations, the compomer was significantly more prone to failure than RC and in class V restorations the conventional ionomer cement (conventional GIC) was significantly more prone to failure than the modified GIC. In the in vitro study, the greatest potential for inhibiting the demineralization of bioactive materials was evident. In the systematic review it was evident that most bioactive materials have a good behavior in relation to retention rates and clinical performance.*

Keywords: glass ionomer cements; composite resin; bioactive materials.

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por tratamentos restauradores dentais nas últimas décadas vem influenciando em avanços importantes na ciência dos biomateriais, na procura por atender exigências tanto quanto à estética, como no correto desempenho clínico, adotando conceitos atuais relacionados a prática odontológica minimamente invasiva.

Os biomateriais eram geralmente concebidos para serem inertes quando em contato com fluidos corporais ou estruturas anatômicas e foram utilizados por muito tempo até a invenção do biovidro por Larry Hench em 1967 (Jones, 2012), marcando o início da segunda geração referente a evolução dos biomateriais no desenvolvimento de materiais "ativos" em vez de materiais "inertes" (primeira geração) para restaurar ou substituir tecidos. Não muito tempo depois, abriu-se um caminho para a área da odontologia, gerando uma nova perspectiva vinculada à evolução dos materiais restauradores dentais, onde a definição do termo "bioatividade" descreve "um processo biológico benéfico ativo" (Price, Roulet, 2018).

Materiais restauradores dentários bioativos são definidos como materiais que em contato com o remanescente dentário tem um efeito biológico no tecido vivo, liberando ou contendo moléculas que inibam adesão bacteriana ou formação de biofilme, e induzindo a precipitação química de minerais como Flúor, Calcio, entre outros (Chen et al., 2013; Chan et al., 2018). Eles promovem uma resposta biológica do remanescente dentário, o que reforçaria os fatores relacionados ao sucesso das restaurações dentais (Sonarkar, Purba, 2015; Liang et al., 2019). O sucesso restaurador é dependente principalmente de três fatores, o primeiro relacionado ao paciente, considerando os desafios constantes e variantes do ambiente bucal a que são expostos os materiais restauradores, tais como atividades bioquímicas bacterianas e degradações por mudanças térmicas e de pH (Demarco et al., 2012; Pallesen et al., 2014), o segundo tem a ver com a execução correta da técnica por parte do operador e o terceiro está relacionado às propriedades físicas e mecânicas do material utilizado (Demarco et al., 2012).

O elevado índice de cárie secundária e fratura como causa de falha das restaurações em dentes posteriores com resina composta é preocupante (Opdam et al., 2014; Astvaldsdottir et al., 2015), o que pode estar relacionado com a presença de fendas na interface dente-restauração (Totiam et al., 2007), condição mais frequente nas restaurações de cavidades classe II em dentes posteriores (Gezawi, Al-harbi, 2010; Nedeljkovic, 2015). A cárie secundária é um problema multifatorial, porém existem questões críticas que merecem atenção especial durante o procedimento restaurador, como a sensibilidade da técnica restauradora e adesiva utilizada, a adaptação correta do material na cavidade, a contração por polimerização, a degradação mecânica e a biodegradação (Nedeljkovic I, Van Landuyt, 2018). Certas propriedades de um material restaurador podem interferir potencialmente no processo carioso e ou facilitá-lo, o que torna um material mais vulnerável ao desenvolvimento de cárie secundária, ou exibem um efeito cariostático (Buergers et al., 2009; Claro-Pereira et al., 2011).

Em contraste com as propriedades das resinas compostas, o cimento de ionômero de vidro evidencia menor quantidade de retenção de biofilme, o que está relacionado à liberação de agentes, como íons de flúor que atuam como interferência no processo cariogênico, modificando o biofilme quantitativa e qualitativamente (Svanberg et al., 1990; Fujimoto et al., 2010). Também é importante considerar que a possibilidade de inserir este material em incremento único nas cavidades reduz a incorporação de vazios e a contaminação entre camadas (Fronza et al., 2015). Cimentos de ionômero de vidro são considerados materiais restauradores autoadesivos devido a sua capacidade de formar uma ligação química com os tecidos duros dos dentes (Perondi et al., 2014). Por ser um material quimicamente ativado não sofre os problemas relacionados com a contração de fotopolimerização, como a formação de fendas marginais e subsequente infiltração de bactérias, determinantes para o desenvolvimento de lesões cariosas secundárias (Kuper et al., 2014; Montagner et al., 2016). Esta característica do cimento de ionômero de vidro está principalmente relacionada ao coeficiente de expansão térmica semelhante ao da estrutura dentária o que faz que eles se alterem dimensionalmente de maneira muito parecida à estrutura do dente, gerando menos tensões na interface o que garante um adequado selamento marginal, reduzindo a microinfiltração e suas possíveis

consequências (Carvalho, 1995). No entanto, os cimentos de ionômero de vidro ainda apresentam baixa estética e deficiências no seu desempenho clínico relacionados à sua baixa resistência a abrasão, não sendo adequados para restaurações amplas e com alto suporte de carga (Wilson, Lynch, 2013; Frankenberger et al., 2009).

Com o objetivo de superar algumas das limitações já mencionadas cimentos do ionômero de vidro convencionais foram modificados adicionando monômeros de metacrilato (2-hidroxietil metacrilato) e fotoiniciadores na sua composição o que além de melhorar propriedades mecânicas como a resistência a flexão (Momi et al., 1995), diminuiria o tempo de presa evitando contaminação salivar precoce (Kumari et al., 2019). Porém, em comparação com a resina composta a resistência ao desgaste permanece baixa e a liberação de flúor é menor quando comparado aos cimentos de ionômeros de vidro convencionais que ainda possuem um coeficiente de expansão térmica linear melhor do que dos CIV modificados por resina (Sidhu et al., 2004).

O novo sistema EQUIA Forte constituído por um cimento de ionômero de vidro de alta viscosidade encapsulado e um revestimento resinoso (EQUIA Coat), tem sido utilizado em tratamentos minimamente invasivos como no caso da remoção seletiva do tecido cariado em dentes decíduos (Schwendicke et al., 2018). Segundo o fabricante, este material possui um coeficiente de expansão térmica próxima à dentina, maior resistência ao desgaste e maior liberação de flúor do que os cimentos de ionômeros de vidro convencionais, além de uma ampla disponibilidade de cores (GC, 2015). Porém, estudos clínicos que validem o sucesso clínico a longo prazo deste material ainda são escassos (Balkaya, Arslan, 2020; Gurgan et al., 2020; Miletic et al., 2020; Koc Vural et al., 2020).

Ao longo do tempo muito esforço foi investido para produzir materiais restauradores dentais com propriedades bioativas. No início os compômeros, um tipo de material a base de resina modificados pela introdução de alguns dos componentes dos cimentos de ionômero de vidro foi idealizado para superar as características estéticas e mecânicas dos cimentos ionômeros de vidro (Hickel et al., 1998), mas a quantidade de liberação de flúor para induzir a remineralização do tecido dental remanescente assim como seu desempenho ao longo do tempo ainda gera controvérsias (Heintze et al., 2012; Nicholson et al., 2003; Geurtsen et al., 1999). Também surgiram como uma categoria de materiais restauradores bioativos, os

chamados GIOMERS, que contém partículas de carga de ionômero de vidro com superfície pré ativada (S-PRG) o que segundo o fabricante possibilita a liberação de íons tais como: BO_3^{3-} (Borato), Al^{+3} (Alumínio), Na^+ (Sódio), F^- (Fluoreto), Sr^{+2} (Estrôncio), SiO_3^{2-} (Silicato) e posterior recarga. Este tipo de material vem apresentando um bom desempenho em relação a resistência e um elevado nível estético em comparação com os cimentos de ionômeros de vidro (Nomura et al., 2018; McCabe, 2003). O grau de absorção de água dos GIOMERS é maior quando comparados com um material restaurador convencional (resina composta) ou materiais liberadores de íons de flúor (compômeros) (McCabe, Rusby, 2004; Gonulol et al., 2015). A capacidade de liberação de íons de flúor que beneficiem as estruturas dentais adjacentes promovendo a sua remineralização ainda é controversa por precisar de um agente adesivo (Gururaj et al., 2013; Walia et al., 2016) em comparação com os ionômeros de vidro que são considerados materiais restauradores "autoadesivos", devido a sua capacidade de formar uma ligação química (iônica) real com tecidos duros do dente (Van Meerbeek et al., 2003).

Recentemente também foi lançado no mercado o material restaurador bioativo Cention N. Este material, à base de dimetacrilato de uretano (UDMA) e cargas de vidro alcalino de dupla ativação (fluorosilicato de cálcio), também é indicado para aplicação em único incremento. Pode ser colocado em cavidades retentivas sem a aplicação de um adesivo ou com aplicação de adesivo em preparos minimamente invasivos. Além disso, esses materiais concentram-se nas propriedades bioativas e são projetados para liberar, além de íons de flúor, íons de hidróxido e cálcio neutralizadores de ácido para evitar a desmineralização dos dentes (Ilie, 2017). Este tipo de material é anunciado como uma nova categoria de material "alkasite", subgrupo da classe de material compósito. Segundo o fabricante a liberação de íons depende do valor do pH na cavidade oral. Quando o valor do pH é baixo (ácido), devido, por exemplo, a um biofilme ativo, isto é, bactérias cariogênicas altamente ativas, o Cention N libera uma quantidade significativamente maior de íons do que quando o valor do pH é neutro (Kasraei et al., 2021).

Estudos clínicos que validem o desempenho de materiais restauradores bioativos, em especial deste novo material com partículas alcalinas (Cention N), são escassos na literatura.

Sendo assim, realizamos um estudo clínico randomizado com o objetivo de determinar a longevidade de materiais bioativos em restaurações classe II, comparados a restaurações de resina composta, também um estudo *in vitro* com o objetivo de determinar o desenvolvimento de lesão de cárie induzida por *Streptococcus mutans* na margem de restaurações em esmalte e dentina com material bioativo da categoria alcasite com e sem adesivo, cimento de ionômero de vidro e resina composta. Adicionalmente foi realizada uma revisão sistemática com o objetivo de comparar o desempenho clínico de materiais bioativos ao de materiais não bioativos em busca de verificar se a performance de alguma das classes é superior, evidenciada por maior sucesso clínico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A elaboração desta revisão da literatura está baseada na abordagem de algumas das mais relevantes pesquisas que precederam este estudo. Para facilitar o entendimento dos estudos relatados a seguir, a revisão da literatura foi dividida em seis tópicos: cárie secundária, biofilme dental, características dos materiais restauradores bioativos, informações técnicas dos materiais bioativos Cention N e EQUIA Forte, evidência clínica dos materiais bioativos Cention N e EQUIA Forte e estudos *in vitro* dos materiais bioativos Cention N e EQUIA Forte.

2.1 Cárie secundária

O termo “cárie secundaria” vem sendo utilizado com frequência nos últimos anos, conforme a crescente demanda de restaurações dentais com resinas compostas. Este tipo de lesão também reconhecida como “cárie recorrente” ou “cárie de interface”, é definido como “lesões cariosas associadas a restaurações ou selantes” e tem como principal característica a sua localização nas margens de restaurações existentes (Mjor, Toffenetti, 2000; Askar et al., 2020). Existe uma controvérsia significativa sobre se essas lesões são um resultado da presença da restauração dentária ou simplesmente uma nova lesão primária que se forma na mesma região que uma lesão inicial que foi restaurado (Mjör, 1998). Considerando que o diagnóstico clínico de cárie recorrente constitui uma parte importante do tratamento odontológico é importante diferenciar cárie primária de cárie remanescente e cárie recorrente. A cárie primária começa e progride em uma superfície dentária intacta, previamente não restaurada. Lesões de cárie deixadas para trás, intencionalmente ou involuntariamente, durante o tratamento restaurador é referido como “cárie remanescente” ou “cárie residual”, que pode estar na margem da cavidade ou, mais comumente, na dentina sob uma restauração (Mjör, 2005). Cárie secundaria ou recorrente basicamente mantem conceitos teóricos que definem a

etiologia da cárie primária, onde o início do desenvolvimento da lesão começa com um desequilíbrio da microbiota oral originando uma dissolução localizada e perda mineral de tecidos dentários duros por ácidos produzidos pela atividade metabólica de bactérias acidogênicas e acidúricas, que possuem uma elevada capacidade de adesão às estruturas dentárias (Marsh, 1994). Por ser um processo multifatorial encontram-se envolvidos também características do hospedeiro que podem deixar os dentes mais susceptíveis ou não à doença cárie (Struzycka, 2014; Cunha-Cruz et al., 2013).

A cárie secundária, tem como característica principal sua localização adjacente às margens das restaurações. Portanto, as características da restauração e do material restaurador devem ser consideradas como uns fatores adicionais que podem influenciar significativamente no processo de desenvolvimento da cárie secundária, uma vez que muda consideravelmente o ambiente local em comparação com um dente intacto. Em relação à restauração, os fatores de risco são a localização, onde a região posterior geralmente é a mais atingida em comparação com a região anterior e o tipo ou classe de restauração devido a predominância de lesões cariosas secundárias em restaurações classe II (Nedeljkovic et al., 2015). Outro fator a considerar também seria o tamanho da restauração, uma vez que em cavidades extensas a sensibilidade da técnica adesiva e a adaptação do material podem ser afetados, o que em conjunto com fatores como os relacionados ao processo de polimerização, pode ocasionar a formação de fendas marginais e subsequente microinfiltração. Excesso de material restaurador também pode ser determinante para o acúmulo do biofilme e favorecer a degradação hidrolítica e enzimática (biodegradação) da interface adesiva. Além das enzimas salivares, espécies cariogênicas de *Streptococcus mutans* tem demonstrado a capacidade de participar da degradação na interface de dentes restaurados com resinas compostas (Bourbia et al., 2013). A degradação mecânica causada pela força exercida durante a mastigação e as diferentes atividades parafuncionais, assim como a degradação térmica por mudanças de temperatura intraoral podem causar a formação de fendas (Gale, Darvell, 1999).

Em relação à característica do material restaurador utilizado é importante considerar que existe uma relação entre a rugosidade da superfície e adesão

bacteriana. Superfícies mais lisas são conhecidas por acumular menos placa bacteriana (Park et al., 2012; Kurt et al., 2019). A polimerização incompleta ou deficiente do material pode estimular o crescimento de certas espécies bacterianas cariogênicas, como *Streptococcus sobrinus* e *Lactobacillus acidophilus* (Hansel et al., 1998). A falta de propriedades antibacterianas dos materiais restauradores comumente utilizados como as resinas compostas, assim como a falta de capacidade de aumentar o pH local na placa em direção valores mais neutros também representam um fator de risco relacionado ao material restaurador para favorecer a ocorrência de carie secundária (Nedeljkovic et al., 2016).

Nos últimos anos diversos estudos foram realizados para determinar o potencial antibacteriano de diversos materiais restauradores que incluem cargas antibacterianas na sua composição como por exemplo: clorexidina, flúor, óxido de zinco (ZnO) e prata (Ag) e capacidade de neutralizar o pH em situações críticas (Chen et al., 2020).

2.2 Biofilme dental

No interior da cavidade oral existe uma ampla diversidade de microorganismos. Estima-se que são mais de 700 espécies (Aas et al., 2005), o que associado a fatores favoráveis relacionados ao ambiente e tipo de superfície, eleva a possibilidade de formação de biofilme. Considerado como uma estrutura complexa e altamente dinâmica como resultado da colonização de bactérias, o biofilme é formado principalmente por bactérias do gênero *Streptococcus* sendo o *Streptococcus mutans* considerado como patógeno primário na etiologia da cárie e *Lactobacillus acidophilus* que contribui na evolução das lesões cariosas estabelecidas nos tecidos dentários (Struzycka, 2014).

A formação do biofilme na superfície dental é consequência de uma série de eventos. A base para seu desenvolvimento começa na aderência imediata de proteínas da saliva nas superfícies dentais, formando uma fina camada de material orgânico denominada película adquirida (Chen, Wen, 2011), considerada jovem nesta

primeira etapa. Em seguida, devido a interação dos agregados proteicos com a camada hidrofóbica presente nas proteínas aderidas inicialmente, é induzida mais lentamente a formação da película adquirida madura, caracterizada por permitir a incorporação de proteínas específicas e de pouca afinidade com a estrutura dental, além de proporcionar proteção a película adquirida precursora ou jovem contra a degradação proteolítica (Hannig, Joiner, 2006). É reconhecida a importância da película adquirida em relação à proteção da estrutura dental, predominando entre outras funções a regulação do processo desmineralização/remineralização (Fejerskov, Kidd, 2005; Hannig, Hannig, 2009). A adesão de microorganismos específicos através da interação dos receptores presentes na superfície microbiana e os componentes da película adquirida é considerada a primeira fase no processo de formação do biofilme dental. Posteriormente, a segunda fase consistirá na co-agregação de novos microrganismos denominados colonizadores secundários, encarregados de reforçar a colonização inicial, aumentando a densidade e complexidade do biofilme (Kolenbrander et al., 2010).

A composição do biofilme consiste em uma porção sólida e uma porção líquida; as células microbianas ocupam entre 5 e 35% do volume do biofilme, sendo o restante ocupado pela matriz extracelular constituída por polissacarídeos produzidos pelas bactérias e pela porção líquida do biofilme dental (fluido do biofilme) (del Pozo, Patel, 2007). O fluido do biofilme encarregado da permeabilização das células e matriz extracelular, representa uma parte importante deste. Apresentam maior concentração de íons de cálcio, fosfato e flúor do que na saliva devido a que recebe diretamente os íons dissolvidos da estrutura dental ou dos reservatórios presentes na porção sólida do biofilme (Tenuta, Cury, 2016).

A localização (supragengival ou subgengival) do biofilme tem um papel fundamental na distribuição e crescimento bacteriano, em associação a condições favoráveis como maior tempo de exposição a uma dieta alta em sacarose e higiene oral deficiente (Cury et al., 2000). A alteração da homeostase dos biofilmes supragengivais constituídos em maior porcentagem por bactérias gram-positivas, além da perda de minerais da estrutura dental causando a doença cárie, pode se espalhar por diversos materiais restauradores comumente utilizados, como no caso das resinas compostas, onde o biofilme supragengival pode se instalar causando uma

série de problemas nas restaurações tais como: degradação da superfície restaurada, inflamação da gengiva adjacente e cárie secundária na interface dente-restauração. Estes problemas geralmente são mais acentuados nas restaurações classe II (Cenci et al., 2006). Os patógenos em sua maioria gram-negativos envolvidos na formação do biofilme subgengival são os responsáveis pelo desenvolvimento de doenças periodontais (Díaz, Kolenbrander, 2009).

A cárie secundária é considerada como uma das principais causas de falha em uma restauração dental. Estudos relacionam a presença de microorganismos cariogênicos do biofilme instalado na superfície de restaurações dentais com a formação e progressão de lesões cariosas secundárias (Collins et al., 1998), levando em conta que a rugosidade superficial e composição química de uma superfície tem um papel fundamental no início da primeira fase para a formação de biofilme.

Segundo Bollen et al. (1997), a alta rugosidade da superfície de um material restaurador está relacionado com o aumento de biofilme, mas o crescimento de biofilme tem a capacidade de tornar a superfície da restauração ainda mais rugosa. Segundo Beyth et al. (2008), o crescimento de biofilme torna significativamente menos rugosa as resinas compostas com partículas de carga maiores (0,01-3,5µm) do que resinas compostas com partículas menores entre 0,04 e 0,2 µm.

Segundo Hansel et al. (1998), o dimetacrilato de etileno glicol (EGDMA) e o trietileno glicol dimetacrilato (TEGDMA) podem promover o crescimento bacteriano (*S. sobrinus* e *L. acidophilus*), enquanto o TEGDMA, o bisfenol-A glicidil metacrilato (Bis-GMA) e o UDMA podem aumentar a atividade da glicosiltransferase dos microorganismos cariogênicos.

O ionômero de vidro é considerado como material restaurador de alto poder cariostático pela liberação de íons de flúor o que contribui na remineralização e inibição do crescimento bacteriano (Wiegand et al., 2007). No entanto, estudos clínicos mostraram que a cárie secundária ainda era a principal razão da falha do cimento de ionômero de vidro (Manhart et al., 2002), indicando que muitas vezes a liberação de íons de flúor dos ionômeros de vidro convencionais não atingem valores adequados para restabelecer o equilíbrio físico-químico envolvido no processo de formação de lesões cariosas (Forss, Widstrom, 2004).

Em diversos estudos *in vitro* que utilizam métodos específicos para o desenvolvimento de lesões cárias artificiais, foi demonstrado que o método bacteriano tem a capacidade de formar lesões cárias muito semelhantes às aquelas que ocorrem naturalmente (Dummer et al., 1982; Gilmour et al., 1990; Gama-Teixeira et al., 2007). Esta possibilidade permite entender a atividade dos microorganismos com elevado potencial cariogênico frente a diferentes tipos de superfície (Gilmour et al., 1990; Gama-Teixeira et al., 2007).

Diferentes métodos de análises também são utilizados para determinar a real influência do biofilme sobre diferentes tipos de materiais restauradores. A técnica da contagem de unidades formadoras de colônia (UFC/mL) é geralmente utilizada, mas demanda maior quantidade de tempo e é considerado muitas vezes pouco precisa (Manoil et al., 2014). A observação mediante técnicas microscópicas ou ensaios de microdureza permitem determinar o grau de influência dos materiais restauradores e ao redor no crescimento de bactérias, e a sua relação com o desenvolvimento de cárie secundária (Schwendicke et al., 2019; LiLing et al., 2020).

Os microorganismos que compõem o biofilme dental apresentam uma elevada tolerância para componentes antimicrobianos (March et al., 2005). Por tal motivo as tentativas de minimizar o biofilme em materiais restauradores se concentram atualmente no desenvolvimento de materiais com condições desfavoráveis para a adesão e colonização de biofilmes.

2.3 Características dos materiais restauradores bioativos

A atual era da odontologia baseada em evidências permitiu a possibilidade de entender os desafios e riscos associados ao preparo dentário e o desempenho dos materiais restauradores em contato com a estrutura dental adjacente, valorizando o tecido dental e preconizando a prática odontológica conservadora ou de intervenção mínima para a preservação de estrutura dental sadia que, em conjunto com o surgimento de novas técnicas e a introdução de novos materiais restauradores bioativos, vem gerando mudanças na prática odontológica atual (Sonarkar, Purba,

2015; Tarle, 2018). A bioatividade se refere à propriedade inerente a alguns materiais de participarem em reações biológicas específicas (Jefferies, 2016).

Materiais restauradores dentários bioativos além de devolver a estrutura dental perdida promovem uma resposta biológica no tecido dental vivo, controle das interações com espécies microbiológicas, induzem à remineralização e alcalinização de um ambiente ácido diminuindo a possibilidade do desenvolvimento de cárie secundária (Xu et al., 2010; Mehdawi et al., 2013; Kasraei et al., 2021). É o resultado de uma adaptação química e microestrutural com o tecido dental, devido à incorporação de moléculas biologicamente ativas na sua composição. O contínuo melhoramento dos materiais restauradores para a prevenção de cárie secundária fazem que na atualidade além da liberação de flúor, os materiais restauradores bioativos liberem outros agentes que potencializam a remineralização da estrutura dental remanescente (Jefferies, 2014).

2.4 Informações dos materiais bioativos Cention N e EQUIA Forte

Segundo o fabricante (Ivoclar Vivadent, 2016) Cention N é um material restaurador da categoria “alkasite” que consiste em um pó e líquido embalados separadamente que são misturados manualmente antes do uso. O líquido compreende dimetacrilatos e iniciadores, enquanto o pó contém vários iniciadores e pigmentos de vidro. Alkasite refere-se a uma nova categoria de material restaurador, do mesmo modo que o compômero ou o material ormocer, representa um subgrupo da classe de materiais restauradores à base de resina composta.

Esta nova categoria utiliza partículas de vidro alcalinas na sua composição, que representa 24,6% em peso do material final (pó/líquido). As partículas alcalinas liberam níveis substanciais de íons flúor comparáveis aos liberados pelos ionômeros de vidro tradicionais, além disso libera íons de hidróxido e cálcio que podem ajudar ainda mais a prevenir a desmineralização do substrato dental. A liberação de íons depende do valor do pH na cavidade oral. Quando o valor de pH é baixo (ácido), devido, por exemplo, a um biofilme de placa ativa, é liberada uma quantidade

significativamente maior de íons do que quando o valor de pH é neutro. Cention N é um material indicado para restaurações diretas, disponível na cor do dente A2, é autopolimerizável, mas a fotopolimerização adicional é opcional. Como material de dupla polimerização, pode ser utilizado em grandes incrementos. Pode ser utilizado com ou sem um adesivo. Se estiver sem, então é necessária uma preparação retentiva e nenhum ataque com ácido fosfórico é realizado. Se for usado com um adesivo, então a cavidade é preparada de acordo com os princípios modernos de odontologia minimamente invasiva. O material restaurador Cention N está indicado para restaurar dentes decíduos e restaurações permanentes Classe I, II ou V.

Segundo o fabricante (GC, 2015) EQUIA forte é um ionômero de vidro baseado no sistema EQUIA, clinicamente comprovado ao longo de vários anos. É um material restaurador estético com aumento nas propriedades físicas, conseguidas através da introdução da nova tecnologia de partículas de vidro híbrido. Um novo vidro ultrafino e altamente reativo com função de acelerar e melhorar a formação da matriz após a mistura. Esta inovadora tecnologia de vidro híbrido aumenta a disponibilidade de íons e reforça a matriz o que proporcionaria um incremento das propriedades físicas, resistência ao desgaste e liberação de flúor. Não há necessidade de condicionamento ou aplicação de alguma técnica adesiva devido à tecnologia adesiva universal incorporada na sua composição. EQUIA Forte é tolerante à umidade e seu desempenho é igualmente bom para todas as superfícies, independentemente da idade dos dentes. Do esmalte jovem até dentina esclerótica.

EQUIA Forte Coat atua como um fino revestimento de brilho, que melhora a translucidez e a estética da restauração. Material fotopolimerizável que proporciona uma superfície lisa e selada com notável força e resistência ao desgaste.

2.5 Evidência clínica dos materiais bioativos EQUIA Forte e Cention N

Pesquisas clínicas de longo prazo envolvendo materiais restauradores bioativos, são escassos na literatura, principalmente materiais da categoria Alkasite (Cention N), devido que é uma classe bastante nova. Alguns resultados a curto prazo

foram publicados por Özcan et al. (2016), onde após 6 meses de avaliação seguindo critérios FDI (Federação Dentária Internacional) Cention N como material restaurador em cavidades classe I e II, evidenciaram um bom desempenho clínico. Em comparação com restaurações de amálgama (Valiant) após 6, 12 e 24 meses respectivamente, Cention N apresentou desempenho semelhante das restaurações com amálgama na região posterior, e quando associado a um sistema adesivo Cention N evidenciou um desempenho ligeiramente melhor (Burgess, Lawson, 2016; Lawson et al., 2018; Robles et al., 2019).

Considerado como material bioativo por possuir propriedades remineralizantes e biocompatíveis com o remanescente dentário, o ionômero de vidro passou por mudanças em relação a sua composição ao longo do tempo, na intenção de melhorar a suas propriedades mecânicas, e consequentemente garantir um bom desempenho clínico. Assim, dentro dos mais utilizados em tratamentos restauradores temos o ionômero de vidro convencional e o ionômero de vidro de alta viscosidade que possui maior dureza superficial, materiais que são utilizados na maioria dos estudos clínicos envolvendo a técnica de restauração atraumática (ART) em dentes decíduos, (de França Lopes et al., 2018; Freitas et al., 2018; Mobarak et al., 2019). No entanto, existem poucos estudos clínicos randomizados publicados indicando a taxa de desgaste e falha dos ionômeros de vidro utilizado como material restaurador definitivo em dentes permanentes, ou de qualquer comparação com outros materiais utilizados comumente para restaurações dentárias. Segundo Kirsten et al. (2018), a utilização de ionômeros de vidro em dentes permanentes é recomendada como materiais provisórios. No caso de cavidades classe II, devem ser utilizados apenas em cavidades pequenas e sem envolvimento da crista marginal.

O sistema de ionômero de vidro EQUIA Forte em contraste com seu antecessor EQUIA Fil é indicado para restaurações definitivas em cavidades profundas classe I, classe V e inclusive classe II devido ao melhoramento na sua composição (partículas de vidro ultra finas). Porém, um estudo clínico recente evidenciou uma taxa de sobrevivência de 54,3% em restaurações classe II confeccionadas com o sistema de ionômero de vidro EQUIA Forte em comparação com restaurações classe II feitas com uma resina composta micro-híbrida (Charisma Smart Composite, Heraeus Kulzer) ou resina de incremento único (Filtek Bulk fill

Posterior Restorative, 3M-ESPE) que apresentaram desempenho clínico semelhante e mais bem sucedido (taxa de sobrevivência de 100%) (Balkaya, Arslan, 2020). Conforme a Associação Dental Americana (ADA), um material restaurador destinado a ser utilizado nos dentes precisam ter uma taxa de retenção de pelo menos 90% após 18 meses de desempenho clínico para se tornar totalmente aceito como material restaurador definitivo (Hickel et al., 2010).

Um recente estudo clínico de 2 anos (108 restaurações / 32 pacientes) relatou taxas de sobrevivência (93,7%) semelhantes entre restaurações em cavidades extensas e profundas classe II com o sistema ionômero de vidro EQUIA Forte e resina composta micro-híbrida (G-ænial Posterior, GC), no entanto diferente da resina composta, EQUIA Forte evidenciou incompatibilidade significativa na cor (Gurgan et al., 2020). Em outro estudo clínico também de 2 anos onde um total de 360 restaurações foram confeccionadas em cavidades classe II com o sistema de ionômero de vidro EQUIA Forte ou resina composta nano-híbrida (Tetric EvoCeram, Ivoclar Vivadent) após as avaliações feitas seguindo os critérios da Fédération Dentaire Internationale (FDI), foram relatadas taxas de sobrevivência de 93,6% e 94,5 % respectivamente e não foram encontradas diferenças significativas em relação às propriedades estética, biológicas e funcionais (Miletić et al., 2020).

No caso de pacientes bruxômanos com lesões cervicais não cariosas (cavidades classe V), restaurações com o sistema de ionômero de vidro EQUIA Forte evidenciaram desempenho clinicamente aceitável semelhante a uma resina composta nano-particulada (Ceram.X One Universal, Dentsply) em um período de 2 anos de avaliação (Koc Vural et al., 2020). Em um estudo realizado por Hirani et al. (2018), foi feita a comparação entre Cention N, EQUIA Forte e ACTIVA BioACTIVE, em termos de sensibilidade pós-operatória, foi observado maior sensibilidade pós-operatória inicial, após 1 semana e 1 mês, nas restaurações confeccionadas com Cention N e EQUIA Forte.

Ainda é um número inconsistente de estudos clínicos envolvendo restaurações com Cention N e o ionômero de vidro EQUIA Forte para ter certeza do real desempenho clínico de ambos os materiais.

2.6 Estudos *in vitro* dos materiais bioativos EQUIA Forte e Cention N

Quando um volume considerável de material restaurador é colocado em áreas de alto suporte de carga, é necessário que o material possua boas propriedades mecânicas para garantir um desempenho clínico ideal. Estudos de laboratório vêm sendo realizados para determinar a eficiência dos materiais restauradores Cention N e EQUIA Forte.

Cention N é um material com propriedades bioativas por possuir partículas alcalinas na sua composição com um alto potencial de inibição de desmineralização em comparação com a resina composta convencional e ionômero de vidro modificado por resina (Donly, Liu, 2018). No geral, Cention N têm melhores propriedades mecânicas como resistência à flexão e resistência à fratura do que ionômeros de vidro convencionais e cimentos de ionômero de vidro modificado por resinas, ambos materiais de incremento único (Chole et al., 2018; Kaur et al., 2019; Panpisut, Toneluck, 2020; Balagopal et al., 2021). A liberação de íons de Flúor de Cention N é semelhante aos cimentos de ionômero de vidro modificado por resinas, mas Cention N liberou 5 vezes mais íons de cálcio (Panpisut, Toneluck, 2020; Kulkarni et al., 2018).

Cention N contém o fotoiniciador Ivocerin (derivado de dibenzoil-germânio) e um iniciador de óxido de acil-fosfina na sua composição, segundo o fabricante do material pode ser fotopolimerizado ou não, a utilização de um sistema adesivo também é opcional. Porém, a fotopolimerização do material acelera inicialmente a cinética de polimerização e pode ajudar a reduzir o tempo do procedimento restaurador (Ilie, 2018).

Com relação às propriedades mecânicas de resistência à flexão e módulo de elasticidade, Cention N tem comportamento semelhante independentemente de ser fotopolimerizado ou não, sendo ditas propriedades comparáveis às resinas compostas convencionais (Ilie, 2018; François et al., 2020). Mas segundo Panpisut e Toneluck (2020) quando fotopolimerizado Cention N exibe maior grau de conversão que uma resina composta nano-particulada (Filtek 350 XT, 3M ESPE). A força de adesão à dentina de Cention N quando fotopolimerizado e um sistema adesivo universal é utilizado, é semelhante a resina Surefil One (Dentsply Sirona) (Yao et al., 2020). Um

estudo realizado por Gupta et al. (2019), mostrou um maior potencial alcalinizante em pH ácido e uma maior liberação de íons de flúor quando Cention N é utilizado no modo autopolimerizável.

As propriedades bioativas do material podem resultar na baixa incidência de cárie secundária em restaurações dentais (Tiskaya et al., 2019). Ao analisar a microdureza de Cention N em comparação com uma resina composta nano-híbrida, amálgama de prata e cimento ionômero de vidro tipo II Mazumdar et al. (2018), relataram que Cention N apresentou melhores propriedades de microdureza, tornando-se uma opção clinicamente adequada para tratamentos minimamente invasivos.

Considerado como um aspecto importante para o sucesso clínico de restaurações dentais, a adaptação marginal eficaz é uma preocupação crítica em restaurações posteriores. A microinfiltração é um dos fatores contribuintes importantes na falha de restaurações com resina composta (Guo et al., 2016). A vedação marginal em restaurações diretas com resinas compostas envolve vários fatores: configuração da cavidade (Factor C), propriedades viscoelástica da resina composta (Han et al., 2016), a ligação adesiva (Geerts et al., 2012), a técnica de restauração e o método de cura (Van Ende et al., 2017).

Quando a cavidade apresenta toda a margem da superfície cavitária esculpida em esmalte sólido e consistente, o selamento da margem como o material restaurador é forte. No entanto, a área mais crítica das restaurações dentais é a próxima a parede gengival, onde a microinfiltração acontece com maior frequência (Poggio et al., 2013; Miletić et al., 2016).

Samanta et al. (2017), realizaram um estudo para comparar e avaliar a microinfiltração em cavidades classe V restaurados com resina composta de consistência fluida, cimento de ionômero de vidro ou Cention N. A resina composta exibiu maior microinfiltração, seguido pelo ionômero de vidro, e Cention N evidenciou menor microinfiltração.

Um estudo recente que avaliou a microinfiltração na interface esmalte-restauração e dentina-restauração de cavidades classe V restauradas com duas resinas compostas de consistência fluida diferentes (Tetric-N-Flow e Gaenial Universal Flo) e Cention N. Os autores observaram menor microinfiltração na interface

esmalte-restauração em restaurações com resina Tetric-N-Flow, seguida por Cention N, seguida por resina Gaenial Universal Flo. Na interface dentina-restauração Cention N mostrou melhor adaptação marginal (Meshram et al., 2018).

O sistema de ionômero de vidro EQUIA Forte é um material restaurador híbrido composto por partículas de vidro ultra-finas e altamente reativas, com propriedades de liberação de flúor. Dasgupta et al. (2018), verificaram o potencial superior de liberação de flúor de EQUIA Forte utilizando eletrodo íon-seletivo de fluoreto em comparação com a outros materiais bioativos comumente utilizados como um ionômero de vidro convencional (Fuji IX GP EXTRA, GC) e algumas resinas compostas com propriedades de liberação de flúor, característica que pode se associar ao aumento da resistência à cárie secundária. Entretanto, ao ser um material indicado para restaurações definitivas em cavidades com diferentes configurações e localizadas em áreas de alto suporte de carga, é preciso que ele possua boas propriedades físicas.

EQUIA Forte apresenta propriedades mecânicas como resistência à compressão e fratura suficientes como para ser utilizado em restaurações extensas nos dentes posteriores (Kutuk et al., 2019; Šalinović et al., 2019; Rajić et al., 2019). Segundo Moshaverinia et al. (2019), EQUIA Forte Fil é um material restaurador promissor com resistência à flexão e dureza superficial superior comparado com o seu antecessor, o Fuji IX GP e outros ionômeros de vidro disponíveis comercialmente. EQUIA Forte Coat, é um revestimento a base de resina que é colocado na superfície da restauração finalizada, o revestimento outorga um brilho claro e uma proteção adicional ao material restaurador. Segundo Buldur e Karaarslan (2019), após envelhecimento térmico, as amostras de EQUIA Forte com revestimento EQUIA Forte Coat apresentaram maiores valores de dureza superficial em comparação com as amostras sem o revestimento. Outro estudo realizado por Habib et al. (2021), evidenciou que a aplicação do revestimento EQUIA Forte Coat na superfície de restaurações com EQUIA Forte Fil impactam positivamente as propriedades físico-mecânicas. Em relação a microdureza transversal, amostras do sistema Equia forte (EQUIA Forte Fil + EQUIA Forte Coat) apresentou um bom desempenho frente a diferentes desafios testados (imersão em saliva, ciclagem de pH e Coca-Cola) por um

período de 15 dias em comparação com outros materiais restauradores utilizados convencionalmente (Oliveira et al., 2021).

O sistema EQUIA Forte pode ter uma ampla variedade de aplicações na prática odontológica como material restaurador dentário definitivo (Cosgun et al., 2019).

3 OBJETIVO

3.1 Pesquisa clínica

O objetivo da pesquisa clínica randomizado é avaliar o desempenho clínico de dois materiais restauradores bioativos (Cention N [Alkasite] e Equia Forte Fill [cimento de ionômero de vidro]) em comparação a resina composta, em restaurações classe II. O desfecho primário a ser considerado foi a retenção das restaurações.

3.2 Estudo *in vitro*

O estudo *in vitro* tem como objetivo avaliar a formação de cárie induzida por desafio cariogênico bacteriano (*Streptococcus mutans*) na margem de restaurações em esmalte e dentina com material bioativo da categoria alkasite com e sem adesivo, cimento de ionômero de vidro e resina composta.

As hipóteses de nulidade do estudo foram:

H01: as margens de esmalte em cavidades preenchidas com diferentes tipos de materiais restauradores e sujeitos à desafio cariogênico não apresentam diferentes valores de desmineralização medidas pela microdureza superficial;

H02: as margens de dentina em cavidades preenchidas com diferentes tipos de materiais restauradores e sujeitos à desafio cariogênico não apresentam diferentes valores de desmineralização medidas pela microdureza superficial;

H03: as margens de esmalte em cavidades preenchidas com diferentes tipos de materiais restauradores e sujeitos à desafio cariogênico não apresentam diferentes valores de desmineralização medidas pela microdureza subsuperficial;

H04: as margens de dentina em cavidades preenchidas com diferentes tipos de materiais restauradores e sujeitos à desafio cariogênico não apresentam diferentes valores de desmineralização medidas pela microdureza subsuperficial.

3.3 Revisão sistemática

Comparar o desempenho clínico de materiais bioativos ao de materiais não bioativos em busca de verificar se o desempenho de alguma das classes é superior, evidenciada por maior sucesso clínico.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Pesquisa clínica

4.1.1 Aspectos éticos

Em virtude da importância de considerações éticas no desenvolvimento de pesquisas que envolvem seres humanos, o presente trabalho foi submetido ao Comitê de Ética de Pesquisas envolvendo seres humanos via Plataforma Brasil (<http://aplicacao.saude.gov.br/plataformabrasil/login>), sendo aprovado em ago/2018. (ANEXO A). O protocolo de pesquisa foi registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC – www.ensaiosclinicos.gov.br) e seguiu os requisitos propostos pelo Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde, através da Resolução nº 466/2012 (Conselho Nacional de Saúde, 2012).

4.1.1.1 Riscos

O tratamento restaurador de cavidades classe II pode trazer alguns riscos que foram considerados como: sensibilidade pós-operatória, irritação pulpar ou gengival, alergias ao material empregado, entre outros. Porém, até o presente momento, não houve alguma manifestação da presença de algum desses sintomas.

4.1.1.2 Benefícios

Entre os benefícios está a recuperação da função e preservação dos dentes,

evitando uma perda antecipada do elemento ou má oclusão, melhorando assim a qualidade de vida do paciente. Para a ciência, esta pesquisa poderá trazer respostas de qual material melhor atende às necessidades de restaurações de cavidades Classe II no tocante à durabilidade da restauração e recidiva de cárie.

4.1.2 Caracterização da pesquisa

A pesquisa é de caráter experimental a partir de um ensaio clínico com seres humanos, longitudinal e randomizado.

4.1.3 Cálculo amostral

O tamanho da amostra foi determinado empregando-se um poder de 90% e um erro α de 5%, considerando como limite de equivalência 15%. A porcentagem de sucesso considerado foi em relação ao observado no trabalho de Gurgan et al. (2015) considerando nosso desfecho primário (retenção de restaurações classe II com cimento de ionômero de vidro em dentes permanentes), resultando em 96%. No site www.sealedenvelope.com realizou-se o cálculo de equivalência e obteve-se que necessitaríamos uma amostra de 37 voluntários para cada grupo (Figura 1). Assim levando em consideração perdas eventuais no transcurso do estudo, foram selecionados 40 pacientes para cada grupo.

Figura 1 – Cálculo amostral feito pelo software Sealed Envelope

Significance level (alpha)	5% ▼
Power (1-beta)	90% ▼
Percentage 'success' in both control and experimental group	96 %
Equivalence limit, d	15 %
Calculate sample size	
Sample size required per group	37
Total sample size required	74

Fonte: Sealed Envelope Ltd. (2012)

4.1.4 Seleção da amostra

Os voluntários foram selecionados na clínica do Departamento de Odontologia Restauradora, na clínica de Adolescentes (projeto de extensão universitária) e no pronto socorro, do Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos/ UNESP (Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”). Foram recrutados pacientes de sexo feminino e masculino, com lesões cariosas que precisam do tratamento restaurador classe II, e que obedecem aos critérios de inclusão (Quadro1).

Quadro 1 – Critérios de inclusão, não inclusão e exclusão

Critérios de Inclusão
• Pacientes de 12 a 80 anos conscientes capazes de fornecer informações válidas; • Ter pelo menos uma lesão cáriosa ativa ou necessidade de troca de restauração Classe II em dente permanente; • O dente selecionado para receber a restauração tem que ter antagonista e dente adjacente; • Sem desgaste excessivo dos dentes; • Sem distúrbios têmporo-mandibulares evidentes.
Critérios de Não Inclusão
• Estar realizando ortodontia • Ter mobilidade dental; • Ter doença periodontal; • Ter hábitos de bruxismo; • Fumantes.
Critérios de Exclusão
• Iniciar ortodontia durante o curso da pesquisa • Apresentar alergia a qualquer material utilizado na pesquisa

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.1.5 Abordagens da população

Cada paciente foi abordado individualmente e lhe foi explicada a importância e os procedimentos detalhados da pesquisa. Os pacientes que aceitaram participar da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A e B) e a partir desse momento foi iniciado o procedimento restaurador.

4.1.6 Procedimentos para coleta de dados

4.1.6.1 Divisão dos grupos

Para a realização do estudo foi necessária a seleção de 120 participantes, os quais foram divididos em três grupos de 40 pacientes cada, de acordo ao material restaurador utilizado (Quadro 2). Foi realizada uma restauração classe II por paciente com o material selecionado.

4.1.6.2 Randomização e segredo de alocação

A randomização foi realizada no site www.sealedenvelope.com, opção “Randomisation”. Foi realizada randomização por blocos (10 blocos de 12 participantes).

4.1.6.3 Cegamento

O operador não estava cego, pois a técnica operatória era diferente para cada material utilizado no estudo. Os participantes do estudo e o examinador estavam cegos para o procedimento e avaliação da restauração respectivamente.

Quadro 2 – Materiais restauradores utilizados no estudo

MATERIAL	COR	COMPOSIÇÃO		FABRICANTE
Cention N (CN)	A2	Pó	Vidro de fluorossilicato de cálcio, vidro de silicato Ba-Al, vidro de fluorossilicato de Ca-Ba-Al, IbF_3 e copolímeros.	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
		Líquido	UDMA, DCP, PEG-400 DMA Alifático aromático-UDMA.	
EQUIA Forte Fil (EF)	A2	Pó	Estrôncio fluoro alumino silicato de vidro, ácido poliacrílico.	GC, Tokyo, Japan.
		Líquido	Ácido poliacrílico aquoso	
EQUIA Forte Coat	-	Metacrilato de metilo, canforoquina.		GC, Tokyo, Japan.
Tetric N-Ceram (TC)	A2	Bis-GMA, UDMA/ Bário, vidro, IbF_3 , SiO_2 óxido misto, e copolímeros		Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Tetric N-Bond Universal	-	Metacrilatos, água, etanol, dióxido de silício altamente disperso, iniciadores y estabilizadores.		Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein

Legenda: Ba, Bário; Ca, Cálcio; Al, Alumínio; Si, Silício; IbF_3 , Trifluoreto de itérbio; UDMA, uretano dimetacrilato; DCP, Triciclodecano-dimetanol dimetacrilato; PEG-400 DMA, Polietilenoglicol 400 Dimetacrilato; DMA, Bis-GMA, bisfenolglidil metacrilato; TEGDMA, trietileno glicol dimetacrilato.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 3 – Unidade fotopolimerizadora utilizada no estudo

APARELHO	TIPO	MODO	IRRADIÂNCIA	COMPRIMENTO DE ONDA	FABRICANTE
Bluephase N	LED	Alta intensidade contínua	1200 mW/cm ²	380nm-515nm	Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.6.4 Procedimentos operatórios

Os procedimentos clínicos foram realizados na seguinte ordem: preenchimento do prontuário físico e eletrônico, preenchimento da ficha clínica da pesquisa (APÊNDICE C), leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, realização de radiografias, realização do índice de higiene oral, fotografia inicial, seleção e aplicação da técnica de anestesia. Na sequência foi realizada a remoção do material restaurador fraturado ou deficiente usando pontas diamantadas esféricas #1011-1014 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) acopladas em turbinas de alta rotação, (Kavo, Joinville, SC, Brasil), no caso de tecido cariado, foi utilizado brocas esféricas carbide # 1/2, 1, 2, ou 3 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) acopladas em turbinas de baixa rotação, (Kavo, Joinville, SC, Brasil). Após o preparo da cavidade foi realizado o isolamento absoluto utilizando dique de borracha, e grampos metálicos para molares # 200-205 ou para pré-molares # 206-209 (Duflex, SS White, MG, Brasil), sistema de matriz metálica e cunha Palodent V3 (Densply Sirona, USA). A seguir foi realizado o protocolo de restauração das cavidades conforme o grupo experimental:

-Grupo TC: Resina composta Tetric N-Ceram (grupo controle)

Após as manobras prévias, foi realizado o condicionamento seletivo do esmalte (aplicação de ácido fosfórico a 37% por 30 segundos nas superfícies de esmalte), a lavagem e secagem da cavidade; que foi então seguida pela aplicação do

sistema adesivo Tetric N-Bond Universal utilizando um aplicador microbrush, aplicando de forma ativa na cavidade por 20 segundos. Foi aplicado jato de ar por 5 segundos para espalhamento do adesivo e evaporação dos solventes. Logo após foi realizada a fotopolimerização por 10 segundos (Bluephase N, Potência de luz: 1200 mW/cm²). Em seguida, a resina composta foi inserida utilizando a técnica incremental de 2 mm. Cada incremento de resina composta foi fotopolimerizado por 20 segundos (Bluephase N, Potência de luz: 1200 mW/cm²). Após a finalização da colocação e fotopolimerização da resina, foi removido o sistema de matrizes e cunhas, bem como o isolamento absoluto. A oclusão foi checada, sendo realizados os desgastes necessários. Após 1 semana, foi realizado o acabamento com pontas diamantadas extra fina chama FG 3118 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) e broca multilaminada 30 lâminas agulha FG (Angelus Prima Dental, Londrina, PR, Brasil), o polimento da restauração foi feito com pontas borrachas de silicone abrasivas Optimize (TDV, Pomerode, SC, Brasil) e discos de feltro de lã natural impregnado com abrasivo extra fino Polimax (TDV, Pomerode, SC, Brasil).

Figura 2 – Restauração com resina composta Tetric N-Ceram



Legenda: A) Resina composta Tetric N-Ceram e sistema adesivo Tetric N-Bond Universal; B) Fotografia Inicial; C) Cavidade disto-oclusal preparada; D) Restauração finalizada.

Fonte: Elaborado pelo autor.

-Grupo EF: Sistema de ionômero de Vidro EQUIA Forte

Após as manobras prévias, foi realizada a aplicação de ácido poliacrílico a 20 % sobre a superfície da cavidade, e mantido por 10 segundos. Após esse tempo cavidade foi lavada com água, e o excesso removido com bolinhas de algodão. Em seguida, a cápsula contendo o ionômero de vidro foi ativada e colocada no misturador de amálgama por 10 segundos. Logo após, o material foi inserido na cavidade com auxílio do aplicador de cápsula GCIII, em incremento único. Após a inserção do material na cavidade, durante os primeiros 2,5 min, um especial cuidado foi tomado para evitar a contaminação. Após a geleificação do material, foi removido o sistema de matrizes e cunhas, bem como o isolamento absoluto. A oclusão foi checada, sendo

realizados os desgastes necessários utilizando ponta diamantada extra fina chama FG 3118 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil). Então, foi aplicado o selante EQUIA Forte Coat com ajuda de uma micro-ponta aplicadora sobre a superfície da restauração e com um fio dental nas superfícies proximais. Após isso foi realizada a fotopolimerização de todas as superfícies revestidas durante 20 segundos.

Figura 3 – Restauração com sistema de ionômero de Vidro EQUIA Forte



Legenda: A) Ionômero de vidro EQUIA Forte; B) Fotografia Inicial dente 45; C) Cavidade disto-oclusal preparada; D) Restauração finalizada.
Fonte: Elaborado pelo autor.

-Grupo CN: alkasite Cention N

Após as manobras prévias foi feita a mistura do pó e líquido, seguindo as instruções do fabricante, e a cavidade foi preenchida com ajuda de uma espátula. Após aguardar 4 min, foi removido o sistema de matrizes e cunhas, bem como o isolamento absoluto. A oclusão foi checada, sendo realizados os desgastes necessários, e o acabamento utilizando ponta diamantada extra fina chama FG 3118 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) e broca multilaminada 30 lâminas agulha FG (Angelus Prima Dental, Londrina, PR, Brasil), o polimento da restauração foi feito com pontas borrachas de silicone abrasivas Optimize (TDV, Pomerode, SC, Brasil).

Figura 4 – Restauração com alcasite Cention N



Legenda: A) Material restaurador da categoria alcasite Cention N; B) Fotografia Inicial dente 24; C) Cavidade disto-oclusal preparada; D) Restauração finalizada.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao término de cada restauração o paciente foi instruído em relação ao cuidado e preservação das restaurações, assim como o reforço nas instruções sobre em hábitos de higiene oral adequados.

4.1.7 Avaliação das restaurações

As restaurações foram avaliadas segundo os critérios FDI (Hickel et al., 2010) (Quadro 4). Cada restauração foi avaliada por um examinador. A calibração do examinador foi realizado utilizando casos clínicos como exemplos ilustrativos para critérios FDI.

De acordo com a avaliação FDI as restaurações foram categorizadas em:

- Clinicamente muito bom (escore 1)
- Clinicamente bom (escore 2)
- Clinicamente suficiente/satisfatório (escore 3)
- Clinicamente insatisfatório (escore 4)
- Clinicamente ruim (escore 5)

Sendo os escores 1, 2 e 3 consideradas como restaurações clinicamente aceitáveis enquanto os escores 4 e 5 são consideradas como restaurações clinicamente inaceitáveis resultando em falha ou insucesso.

Todas as avaliações foram feitas na clínica do Departamento de Odontologia Restauradora, do Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos/ UNESP. Em cada exame foi utilizado espelho bucal plano # 5 (Golgran, SP, Brasil), sonda exploradora # 5 e sonda periodontal (Golgran, SP, Brasil). Para a avaliação do contato proximal foi utilizada lâminas metálicas de diferentes espessuras e fio dental. A sensibilidade pós-operatória foi avaliada pela aplicação de jatos de ar por 10s com a seringa tríplice distante 2 cm da superfície dentária, além de perguntar ao participante por alguma queixa de dor pós-operatória. Foi também realizado um índice de higiene oral (Índice O' Leary), em cada consulta e orientações para o cuidado da saúde oral.

Os métodos empregados para a avaliação de cada propriedade do critério FDI considerada no estudo estão descritas no Quadro 5, as avaliações foram realizadas de acordo aos tempos estabelecidos no Quadro 6.

Quadro 4 – Critérios de avaliação do método FDI

(continua)

A. Propriedades estéticas	1. Brilho superficial	2. Manchamento a. superfície b. margem	3. Cor e translucidez	4. Forma anatômica estética
1. Clinicamente excelente / muito bom	1.1. Brilho semelhante ao esmalte.	2a.1 Sem manchas na superfície. 2b.1 Nenhuma mancha marginal.	3.1 Boa estabilidade de cor, sem alterações no matiz e / ou translucidez.	4.1 Forma é ideal.
2. Clinicamente bom (depois de polir provavelmente muito bom)	1.2.1 Levemente sem brilho, não perceptível a distância. 1.2.2 Alguns poros isolados	2a.2 Mancha de superfície menor, facilmente removível por polimento. 2b.2 Coloração marginal menor, facilmente removível por polimento.	3.2 Desvios menores na sombra e / ou translucidez	4.2 Forma é apenas ligeiramente desviada do normal.
3. Clinicamente satisfatório (pequenas deficiências, não efeitos inaceitáveis, mas não ajustáveis sem dano ao dente)	1.3.1 Superfície opaca, mas aceitável se coberto com saliva. 1.3.2 Poros múltiplos em mais de um terço da superfície.	2a.3 Mancha de superfície moderada que também pode apresentar em outros dentes, não esteticamente inaceitável. 2b.3 Coloração marginal moderada, não esteticamente inaceitável.	3.3 Desvio distinto, mas aceitável. Não afeta estética: 3.3.1 Mais opaco 3.3.2 Mais translúcido 3.3.3 Mais escuro 3.3.4 Mais brilhante	4.3 Forma se desvia do o normal, mas é esteticamente aceitável.
4. Clinicamente insatisfatório (mas reparável)	1.4.1 Superfície áspera, não pode ser mascarado pelo filme de saliva, polimento simples não é suficiente. Mais distante intervenção necessária. 1.4.2 Vazios.	2a.4 Manchamento de superfície inaceitável. Sendo necessário intervenção para melhoria. 2b.4 Mancha marginal pronunciada; intervenção importante necessária para melhoria.	3.4 Localizada clinicamente desvio que pode ser corrigido pela reparação: 3.4.1 Muito opaco. 3.4.2 Também translúcido. 3.4.3 Muito escuro. 3.4.4 Muito brilhante	4.4 Forma é afetada e inaceitável esteticamente. Intervenção / correção é necessário.
5. Clinicamente ruim (substituição necessária)	1.5 Muito áspero, superfície retentiva da placa inaceitável.	2a.5 Manchamento de superfície severa e / ou manchamento subsuperficial, generalizada ou localizado, não acessível para intervenção. 2b.5 Manchamento marginal profundo, não acessível para intervenção.	3.5 Inaceitável. Substituição necessária.	4.5 Forma é insatisfatória e / ou perdida. Reparo não viável / razoável, Substituição necessária.

Quadro 4 – Critérios de avaliação do método FDI

(continuação)

B.Propriedades funcionais	5. Fratura de material e retenção	6. Adaptação marginal	7. Contorno oclusal e desgaste a) qualitativamente b) quantitativamente	8. Forma anatômica proximal a. ponto de contato b. contorno	9. Exame radiográfico	10. Opinião do paciente
1. Clinicamente excelente / muito bom	5.1 Sem fraturas / rachaduras	6.1 Interface harmoniosa, sem fendas, sem linhas brancas ou descoloridas	7a.1 Desgaste fisiológico Equivalente ao do esmalte. 7b.1 Desgaste correspondente a 80-120% de esmalte.	8a.1 Ponto de contato normal (fio dental ou metal de 25 µm lâmina pode passar) 8b.1 Contorno normal.	9.1 Sem patologia transição entre restauração e dente harmoniosa.	9.1 Inteiramente satisfeito com a estética e função.
2. Clinicamente bom	5.2 Linha fina pequena de fratura.	6.2.1 Fenda Marginal (<150 µm), linhas brancas. 6.2.2 Pequena fratura marginal removível por polimento.	7a.2 Desgaste normal com pequena diferença para o esmalte. 7b.2 50-80% ou 120-150% de desgaste em comparação com o esmalte.	8a.2. Contato um pouco forte demais mas sem desvantagem (fio dental ou metal de 25 µm lâmina só pode passar com pressão). 8b.2 contornos deficientes.	9.2.1 Aceitável excesso material presente. 9.2.2 Positivo negativo degrau presente em margem <150 µm.	9.2 Satisfeito 9.2.1 Estética. 9.2.2 Função.
3. Clinicamente satisfatório (pequenas deficiências, não efeitos inaceitáveis, mas não ajustáveis)	5.3 Dois ou mais ou maiores rachaduras e / ou que não afeta a integridade marginal ou o contato proximal.	6.3.1 Fenda <250µm não removível. 6.3.2. Várias fraturas pequenas marginais. 6.3.3 Várias irregularidades	7a.3 Desgaste diferente à taxa de esmalte, mas dentro do biológico. 7b.3 <50% ou 150-300% do desgaste correspondente ao esmalte.	8a.3. Contato fraco, não indicação de dano ao dente, gengiva ou estruturas periodontais; lâmina de metal de 50 µm pode passar 8b.3 Visível contorno deficiente	9.3. 1 Fenda marginal <250 µm. 9.3. 2 Negativo degraus visíveis <250 µm Sem efeitos adversos. 9.3.3 Radiopacidade ruim.	9.3 Crítica menor, mas nenhum efeito adverso. 9.3.1 Estética deficiente. 9.3.2 Alguma falta de conforto. 9.3.3 Procedimento de tratamento desagradável.
4. Clinicamente insatisfatório (mas reparável)	5.4.1 Fraturas que causa,dano marginal ou qualidade do contato proximal 5.4.2 Fraturas grandes com perda parcial.	Fenda> 250µm ou dentina / base exposto. 6.4.2. Fraqueza severa ou fraturas marginais. 6.4.3 Maiores irregularidades ou fendas (reparo necessário).	7a.4 Desgaste que excede consideravelmente o normal desgaste do esmalte; ou pontos de contato oclusais são perdidos. 7b.4 Restauração> 300% do desgaste ou antagonista do esmalte> 300%.	8a.4 Muito fraco e possíveis danos devido a comida impactação; lâmina de metal de 100µm passa 8b.4 Contorno inadequado reparo possível.	9.4.1 Fenda Marginal > 250 µm. 9.4.2 excesso de material. 9.4.3 Degraus Negativos > 250µm e reparável	9.4 Desejo por melhoria 9.4.1 Estética. 9.4.2 Função, por exemplo, irritação da língua Remodelação de forma anatômica ou renovação é possível.
5. Clinicamente ruim (substituição necessária)	5.5 (Parcial ou completa) perda de restauração ou múltiplas fraturas.	6.5.1 Restauração (completa ou parcial) é solto mas in situ. 6.5.2 Grandes lacunas ou irregularidades.	7a.5 O desgaste é excessivo. 7b.5 Restauração ou antagonista> 500% de esmalte correspondente.	8a.5 Muito fraco e / ou claro dano devido a impactação de alimentos e / ou dor / gengivite. 8b.4 Insuficiente contorno requer substituição	9.5.1 Cárie secundária, grandes fendas, grandes saliências 9.5.2 Patologia apical 9.5.3 Fratura / perda de restauração ou dente.	9.5 Completamente insatisfeito e / ou efeitos adversos, incl. dor.

Quadro 4 – Critérios de avaliação do método FDI

(conclusão)

C. Propriedades biológicas	11. Sensibilidade pós operatoria e vitalidade	12. Recorrência de cárie, erosão e abfração	13. Integridade do dente (esmalte rachaduras, fraturas)	14. Resposta periodontal	15. Mucosa adjacente	16. Saúde oral e geral
1. Clinicamente excelente / muito bom	10.1 Não há presença de hipersensibilidade, vitalidade normal.	11.1 Não existe presença de cárie secundária ou cárie primária	12.1 Integridade completa.	13.1 Sem placa, sem inflamação, não bolsas.	14.1 Mucosa adjacente à restauração saudável.	15.1 Não existe presença de sintomas orais ou sintomas gerais.
2. Clinicamente bom	10.2 Leve hipersensibilidade para um período de tempo limitado, vitalidade normal.	11.2 Pequeno e localizado 1. Desmineralização 2. Erosão ou 3. Abração	12.2.1 Pequena fratura do esmalte marginal (<150 µm). 12.2.2 Linha de fratura no esmalte (<150 µm).	13.2 Pequena quantidade de placa, sem inflamação (gingivite), não existe desenvolvimento de bolsas 13.2.1 sem 13.2.2 com Saliências, fendas ou inadequada forma anatômica.	14.2 Saudável depois de remoção mecânica mínima de irritações (placa, cálculo afiado bordas etc.)	15.2 Menor sintomas de curto duração; local ou generalizado
3. Clinicamente satisfatório (pequenas deficiências, não efeitos inaceitáveis, mas não ajustáveis sem dano ao dente)	10.3.1 Moderada hipersensibilidade 10.3.2 Demorada / leve sensibilidade; sem reclamações subjetivas, sem necessidade de tratamento.	11.3 Áreas maiores de desmineralização 2. Erosão ou 3. Abrasão / abfração sobre dentina não apenas exposto Medidas preventivas necessárias.	12.3.1 Defeito marginal em esmalte <250µm 12.3.2 Rachadura <250µm. 12.3.4 Múltiplas rachaduras	13.3 Diferença para cima a um grau em gravidade do PBI comparado com linha de base e comparado com dente de controle. 13.3.1 sem 13.3.2 com saliências, lacunas ou inadequada forma anatômica.	14.3 Alteração de mucosa, mas não suspeita de causalidade relacionamento com material restaurador.	15.3 Transientes sintomas, locais e / ou geral.
4. Clinicamente insatisfatório (mas reparável)	10.4.1 Hipersensibilidade intensa. 10.4.2 Menores sintomas. 10.4.3 Sensibilidade sem detecção clínica. Intervenção necessário, mas não requer substituição.	11. 4.1 Cárie com cavitação. 11.4.2 Erosão em dentina 11.4.3 Abrasão /abfração em dentina. Localizada e acessível pode ser reparado.	12.4.1 Grandes defeitos em esmalte marginal ou dentina fenda> 250µm ou dentina 12.4.2 Grande rachaduras> 250 µm sonda penetra. 12.4.3. ampla lascas esmalte ou fratura de parede	13.4 Diferença de mais de um grau de PBI em comparação com dente de controle ou aumento de profundidade da bolsa> 1mm exigindo intervenção. 13.4.1 sem 13.4.2 com saliências, lacunas ou inadequada forma anatômica	14,4 Suspeita de Alergia leve, ou reação tóxica	15.4 Persistindo local ou sintomas gerais de contato oral estomatite ou líquen plano ou alérgico reações. Intervenção necessário, mas não substituição.
5. Clinicamente ruim (substituição necessária)	10.5 Dor Intenso, agudo, pulpito ou dente não vital. Tratamento endodôntico é necessário e restauração tem que ser substituída.	11.5 Cárie ou dentina exposta que não é acessível para reparo de restauração.		13.5 Grave / agudo gengivite ou periodontite 13.5.1 sem 13.5.2 com saliências, lacunas ou inadequada forma anatômica	14.5 Suspeita de alergia severa, ou reação toxica.	15,5 Sintomas Agudo / grave local e / ou geral.

Fonte: Hickel et al. (2010).

Quadro 5 – Métodos empregados para a avaliação de cada propriedade considerada no estudo

PROPRIEDADES CONSIDERADAS	MÉTODO EMPREGADO
Propriedades estéticas	
Brilho superficial	Exame visual
Manchamento	Exame visual
Cor e translucidez	Exame visual
Forma estética e anatômica	Exame visual
Propriedades funcionais	
Fratura do material e retenção	Exame visual e exame com explorador
Adaptação marginal	Exame visual e exame com explorador
Contorno oclusal e desgaste	Exame visual, imagens escaneadas dos modelos em gesso e analisadas no software GOM inspect
Forma anatômica proximal	Exame visual, fio dental, lâminas metálicas de diferentes espessuras.
Exame radiográfico	Radiografia periapical
Opinião do paciente	Consulta ao paciente sobre a satisfação ou insatisfação da restauração
Propriedades biológicas	
Sensibilidade pós-operatória	Estímulo com ar
Recorrência de cárie	Exame visual, fluorescência com o dispositivo DIAGNOdent Pen
Integridade dental	Exame visual
Resposta periodontal	Índice O´ Leary
Mucosa adjacente	Exame visual
Saúde oral e geral	Exame visual

Fonte: Elaborada pelo autor.

Quadro 6 –Tempo de avaliação e grupos avaliados

Tempo de avaliação	Grupos avaliados
T0 (tempo inicial – baseline)	CN, EF e GC
T1 (após primeira semana)	CN, EF e GC
T2 (após 6 meses)	CN, EF e GC
T3 (após 12 meses)	CN, EF e GC
T4 (após 18 meses)	CN, EF e GC
T5 (após 24 meses)	CN, EF e GC

Fonte: Elaborada pelo autor.

Com o objetivo de auxiliar na avaliação clínica cada restauração foi fotografada em cada retorno do paciente. Foi utilizada uma câmera digital (Canon EOS Rebel T5i, Japão), lente macro (Canon EF 100 mm f/28, Japão), e flash circular (Yongnuo YN-14EX-C, China), a câmera foi configurada no modo manual, diafragma F 32, velocidade 1/125, ISO 100.

4.1.7.1 Identificação de lesões cariosas

Foi utilizada uma técnica baseada em fluorescência com o dispositivo DIAGNOdent Pen, seguindo as instruções do fabricante. Depois de ajustar e calibrar a sonda óptica esta foi colocada em contato com o dente restaurado sem aplicar pressão e foi girado em torno de seu longo eixo para gravar o maior valor. A leitura obtida foi pontuada entre 0-99. Foi realizada três gravações consecutivas para cada local, sendo a média de estes três valores o valor final para cada local.

4.2 Estudo *in vitro*

4.2.1 Desenho do estudo

4.2.1.1 Unidades Experimentais

- 100 corpos de prova confeccionados a partir de dentes bovinos.

4.2.1.2 Fatores em estudo

a) Materiais restauradores:

- Cention N (**Ivoclar Vivadent**) (*material restaurador bioativo*);
- Cention N + Adesivo Tetric N-Bond Universal (**Ivoclar Vivadent**)
- Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent) (*resina composta*);
- EQUIA Forte (**GC**) (*ionômero de vidro*);
- Preparo sem restauração (*grupo controle*);

b) Local da restauração

- Esmalte
- Dentina

4.2.1.3 Variáveis Resposta

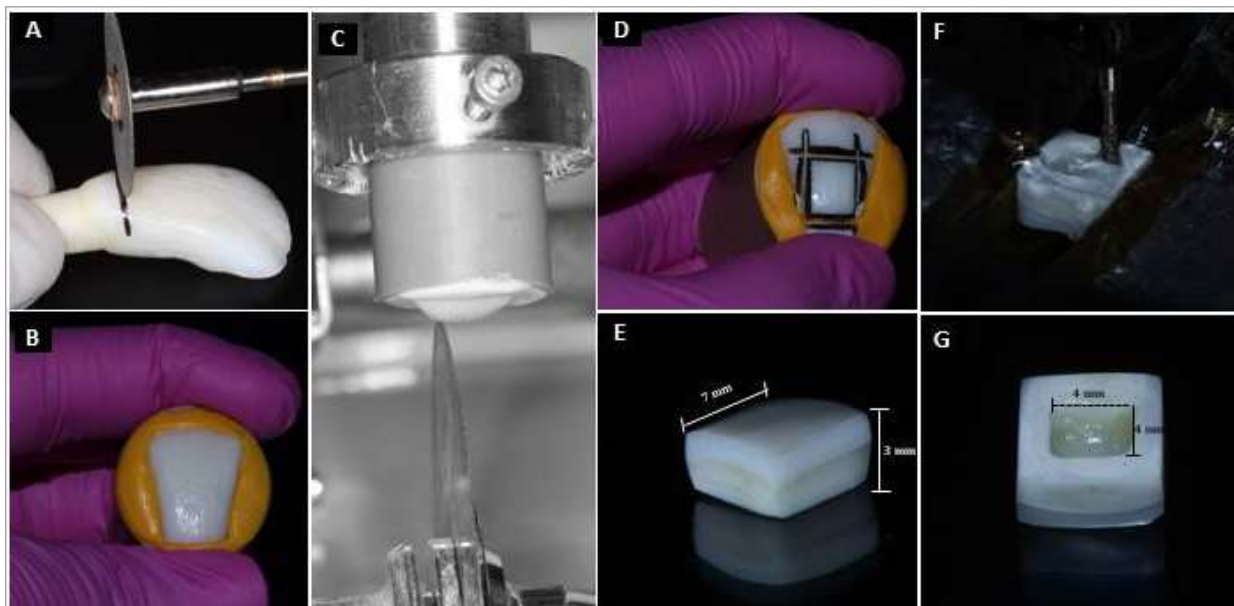
- a) Cárie na interface dente-restauração, avaliada por microdureza superficial, microdureza de subsuperfície e microscopia de luz polarizada.

4.2.2 Preparação dos corpos de prova

Foram selecionados 100 dentes incisivos bovinos que foram limpos e tiveram sua porção radicular removida (Figura 6A), apenas para facilitar sua inserção e seu correto posicionamento nos canos de PVC, que foram usados, usados para prender as amostras de maneira estável durante seu corte. Os canos foram parcialmente preenchidos por resina acrílica transparente ativada quimicamente (Jet-Clássico, São Paulo, SP, Brasil), deixando pelo menos 1/3 livre na sua extremidade. O espaço que sobrou após a polimerização da resina foi usado para prender o espécime utilizando a pasta densa do silicone de condensação (Optosil® Comfort Putty, Heraeus Kulzer, Hanau, Alemanha), para que sua remoção fosse facilitada após a realização dos cortes (Figura 6B). As coroas foram posicionadas nos canos de forma que sua superfície vestibular ficasse paralela ao solo, e o conjunto (dente envolto na pasta densa e adaptado no cano) foi fixado em uma cortadeira de precisão (Labcut, Extec, Enfield, CT, EUA) (Figura 6C) a fim de se obter corpos de prova (Figura 6D) quadrangulares de 7 X 7 mm, com 3 mm de espessura (Figura 6E). Depois de obtidos os 100 corpos de prova com as configurações mencionadas, os mesmos foram lixados com lixa de granulação P 600 adaptadas a uma politriz circular (DP-10, Panambra, São Paulo, SP, BR) a 300 rpm sob abundante refrigeração. Esse desgaste foi feito em esmalte e dentina com auxílio de um dispositivo metálico, empregado no intuito de deixar as superfícies planas e paralelas.

Após a obtenção dos corpos de prova foi feito o preparo da cavidade utilizando uma ponta diamantada tronco cônica FG 1148 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) acoplada a uma máquina que realiza preparos padronizados (Figura 6F), onde cavidades quadradas medindo 5 X 5 mm e com profundidade de 2 mm foram confeccionadas em todas as amostras (Figura 6G), tendo sido realizada na superfície de dentina em metade das amostras, e na superfície de esmalte na outra metade (n=50). Após a confecção dos preparos os espécimes foram colocados em uma cuba de ultrassom para que ficassem limpos, e fossem então armazenados a 4°C em gazes embebidas com água destilada até o momento da realização do procedimento restaurador.

Figura 6 – Confeção e preparo dos espécimes



Legenda: A) Recorte do dente bovino; B) Coroa posicionada no cano e preso com silicone; C) Conjunto posicionado na cortadeira de precisão; D) Amostra cortada; E) Amostra pronta para o preparo da cavidade; F) Preparo da cavidade; G) Cavidade pronta.

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2.3 Divisão dos grupos experimentais

Os 100 corpos de prova foram divididos em 5 grupos, dependendo do material restaurador:

CN: Cention N (**Ivoclar Vivadent**);

CA: Cention N + Adesivo Tetric N-Bond Universal (**Ivoclar Vivadent**);

TC: Tetric N-Ceram (**Ivoclar Vivadent**);

EF: EQUIA Forte (**GC**);

SR: Preparo sem restauração (**grupo controle**).

Todos os grupos foram divididos em dois subgrupos, sendo metade dos corpos de prova restaurados em esmalte e a outra metade em dentina (n=10). Todos os materiais, fabricantes, suas composições e lotes estão listados no Quadro 7.

Quadro 7 – Materiais utilizados, composições e fabricantes

MATERIAL	COR	COMPOSIÇÃO		FABRICANTE
Cention N (CN)	A2	Pó	Vidro de fluorossilicato de cálcio, vidro de silicato Ba-Al, vidro de fluorossilicato de Ca-Ba-Al, Ibf3 e copolímeros.	IvoclarVivadent, Schaan, Liechtenstein
		Líquido	UDMA, DCP, PEG-400 DMA Alifático aromático-UDMA.	
EQUIA Forte Fil (EF)	A2	Pó	Estrôncio fluoro alumino silicato de vidro, ácido poliacrílico.	GC, Tokyo, Japan.
		Líquido	Ácido poliacrílico aquoso	
EQUIA Forte Coat	-	Metacrilato de metilo, canforoquinona.		GC, Tokyo, Japão.
Tetric N-Ceram (TC)	A2	Bis-GMA, UDMA/ Bário, vidro, Ibf3, SiO2 óxido misto, e copolímeros		IvoclarVivadent, Schaan, Liechtenstein
Tetric N-Bond Universal	-	Metacrilatos, água, etanol, dióxido de silício altamente disperso, iniciadores y estabilizadores		IvoclarVivadent, Schaan, Liechtenstein

Legenda: Ba, Bário; Ca, Cálcio; Al, Alumínio; Si, Silício; Ibf3, Trifluoreto de itérbio; UDMA, uretano dimetacrilato; DCP, Triciclodecano-dimetanol dimetacrilato; PEG-400 DMA, Polietilenoglicol 400 Dimetacrilato; DMA, HEMA, 2-hidroxietil metacrilato; MDP, Metacriloiloxidecil di-hidrogenofosfato; HEDMA, hidroetil dimetacrilato; Bis-GMA, bisfenolglícidil metacrilato; TEGDMA, trietileno glicol dimetacrilato.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 8 – Unidade fotopolimerizadora utilizada no estudo

APARELHO	TIPO	MODO	IRRADIÂNCIA	COMPRIMENTO DE ONDA	FABRICANTE
Bluephase N	LED	Alta intensidade contínua	1200 mW/cm ²	380nm-515nm	Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.4 Procedimento restaurador

Após confecção dos preparos todas as cavidades foram submetidas ao seguinte protocolo de limpeza: profilaxia utilizando pasta a base de pedra pomes e água; lavagem e secagem das cavidades; aplicação de detergente aniônico (Tergencal-Biodinâmica) na cavidade com o auxílio de uma pinça clínica e uma bolinha de algodão, esfregando durante 5 segundos; e finalizando com a lavagem da cavidade com spray ar/ água por 20 segundos e secagem com bolinha de algodão.

As cavidades foram restauradas de acordo com o grupo ao qual a amostra pertencia, e separados de acordo com o material que seria usado, como mencionado anteriormente. O procedimento restaurador foi realizado de acordo com as recomendações e seguindo as instruções dos fabricantes.

-Grupo CN: Cention N (**Ivoclar Vivadent**)

Após misturar o pó com o líquido, seguindo as instruções do fabricante, a cavidade foi preenchida em um único incremento com o auxílio de uma espátula.

-Grupo CA: Cention N + Adesivo Tetric N-Bond Universal (**Ivoclar Vivadent**)

Foi realizado o condicionamento ácido seletivo do esmalte nos corpos de prova que possuíam o preparo na superfície do esmalte. O ácido fosfórico a 37% foi aplicado em esmalte por 30 segundos, seguida pela lavagem e secagem da cavidade. O sistema adesivo Tetric N-Bond Universal foi aplicado de forma ativa na cavidade por 20 segundos utilizando um aplicador microbrush. Em seguida foi aplicado um jato de ar por 5 segundos para promover espalhamento do adesivo e evaporação dos solventes, sendo então realizada a fotopolimerização deste por 10 segundos (Bluephase N, Potência de luz: 1200 mW/cm²).

O pó e o líquido que compõem o material foram então misturados, seguindo as instruções do fabricante, e a cavidade foi preenchida com a ajuda de uma espátula.

-Grupo TC: Resina composta Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent)

Foi realizado o condicionamento ácido seletivo do esmalte (aplicação de ácido fosfórico a 37% por 30 segundos nas superfícies de esmalte), a lavagem e secagem da cavidade, seguida pela aplicação do sistema adesivo Tetric N-Bond Universal, aplicado de forma ativa por 20 segundos utilizando um microbrush e aplicando, posteriormente, um jato de ar por 5 segundos para promover espalhamento do adesivo e evaporação dos solventes, finalizando com a fotopolimerização do adesivo por 10 segundos (Bluephase N, Potência de luz: 1200 mW/cm²).

O procedimento restaurador foi finalizado com a inserção da resina composta em um único incremento de 2 mm, e sua posterior fotopolimerização, por 20 segundos (Bluephase N, Potência de luz: 1200 mW/cm²).

-Grupo EF: EQUIA Forte (GC)

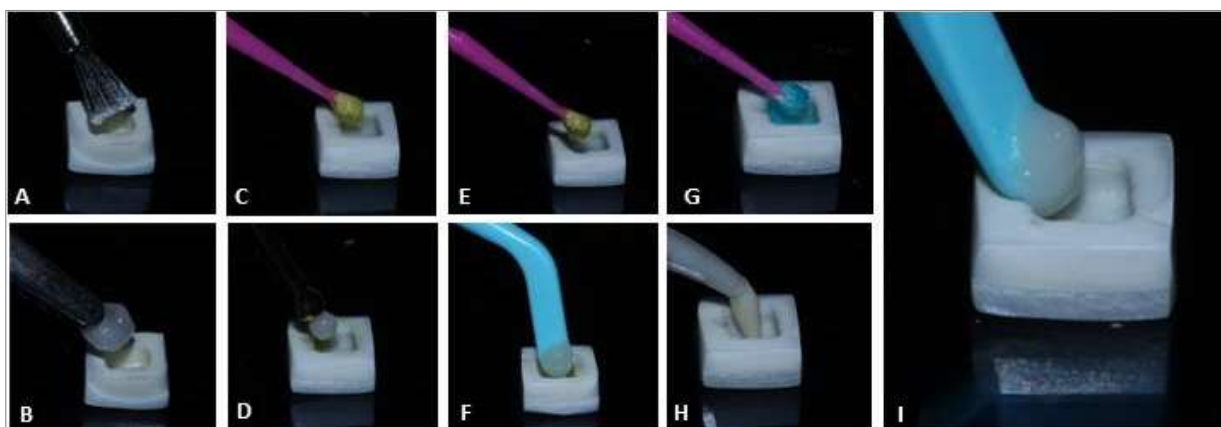
Ácido poliacrílico a 20% foi aplicado sobre a superfície da cavidade e deixado por 10 segundos. Após esse tempo a cavidade foi lavada com água em abundância e uma bolinha de algodão foi usada para remover os excessos de água, tomando cuidado para que a superfície ainda permanecesse úmida, não secando-a completamente. O cimento de ionômero de vidro foi ativado utilizando um misturador de amálgama por 10 segundos, e posteriormente aplicado na cavidade com auxílio de um aplicador de cápsula (GC III). Cuidados extras devem ser tomados durante os primeiros 2 minutos e 30 segundos após a ativação do material, pois nesse tempo ele se encontra mais susceptível a contaminação, que deve ser evitada ao máximo. O procedimento foi finalizado com a aplicação do EQUIA Forte Coat sobre a superfície

do material restaurador, utilizando uma micro-ponta aplicadora, e pela fotopolimerização deste, durante 20 segundos.

Para proporcionar o correto polimento e planificação da superfície externa da restauração, os espécimes de todos os grupos foram levados a uma politriz circular (DP-10, Panambra, São Paulo, SP, BR), onde foram posicionados com a ajuda de um dispositivo metálico e polidos usando lixas d'água de granulações decrescentes a 300 rpm, sob abundante refrigeração. A sequência de polimento usada foi: P1200 por 30 s, P2400 também por 30 s e P4000 por 2 min.

O procedimento restaurador de cada grupo se encontra representado na Figura 7.

Figura 7 – Procedimento restaurador dos espécimes



Legenda: A) Profilaxia utilizando pasta a base de pedra pomes e água; B) Aplicação de detergente aniônico (Tergental-Biodinâmica); C e D: restauração com resina; E e F: restauração com Cention N com sistema adesivo; G e H: restauração com EQUIA Forte; I) Restauração com Cention N sem sistema adesivo.

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2.5 Envelhecimento artificial por desgaste térmico

Devidamente restauradas e polidas, as amostras foram expostas ao envelhecimento artificial por desgaste térmico, sendo submetidas a 5.000 ciclos térmicos com banhos de água nas temperaturas de 5°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) e 55°C ($\pm 2^\circ\text{C}$), ficando

30 segundos submersas em cada temperatura e com um intervalo de 10 segundos entre cada banho.

4.2.6 Preparação dos meios de cultivo bacteriano:

Para esta parte do estudo foi utilizada cepa padrão de *Streptococcus mutans* (UA159), mantida em freezer a -80 °C no Laboratório de Microbiologia e Imunologia do Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos/UNESP. Para a ativação desse micro-organismo, a cepa foi cultivada em ágar Infuso Cérebro Coração (BHI, Himedia, Mumbai, Índia) por 48h a 37 °C em estufa Heal force, HF 212 UV (5 % de CO₂).

Após este período, as células microbianas foram centrifugadas a 5000 rpm durante 10 min, formando um sobrenadante e um sedimento. O sobrenadante foi desprezado, e o sedimento foi ressuspenso em 10 mL de tampão fosfato-salino (PBS). Esse procedimento foi repetido duas vezes. A padronização do micro-organismo foi realizada por meio do espectrofotômetro (B582, Micronal, São Paulo, Brasil) utilizando comprimento de onda de 0,398 nm e densidade óptica de 1,620, resultando na concentração de 10⁸ células/mL.

4.2.7 Produção de lesões cariosas

Os espécimes foram colocados em tubo Falcon com água destilada e levadas para esterilização por calor úmido através de autoclave (121°C, 30 min). Após sua esterilização, os corpos de prova foram posicionados, com o auxílio de uma pinça clínica estéril, nos poços das placas de 24 poços, com a face restaurada virada para cima. Foi então adicionado 2 ml de caldo BHI enriquecido com 5% de sacarose e 225 µL da suspensão padronizada de *S. mutans* (10⁸ células/mL) em cada poço. Essas placas foram então incubadas em estufa com 5% de CO₂ a 37 °C por 48 h. Após esse

período de incubação as placas foram retiradas da estufa e seus poços lavados três vezes utilizando 2 mL de PBS, no intuito de remover as células fracamente aderidas. Feito isso, 2 mL de caldo BHI com 5% de sacarose eram novamente adicionados a cada poço, e as placas foram novamente incubadas, nas mesmas condições (Figura 8). Todo esse processo foi feito no interior do fluxo laminar previamente descontaminado com álcool a 70% e luz ultravioleta (UV). Esse procedimento foi então repetido durante os 28 dias de incubação das amostras (Dummer et al., 1982; Gilmour et al., 1990).

Após este período os corpos de prova foram transferidos para tubos Falcon contendo 4 mL de PBS, onde o biofilme bacteriano aderido aos espécimes foi removido utilizando um homogeneizador ultra-sônico (Sonopuls HD2200, Bandelin Eletronic). Feito isso, os espécimes foram mantidos em microtubos tipo eppendorf em umidade relativa e armazenados a 4 °C.

Figura 8 – Espécimes cobertos de biofilme posicionados nos poços da placa



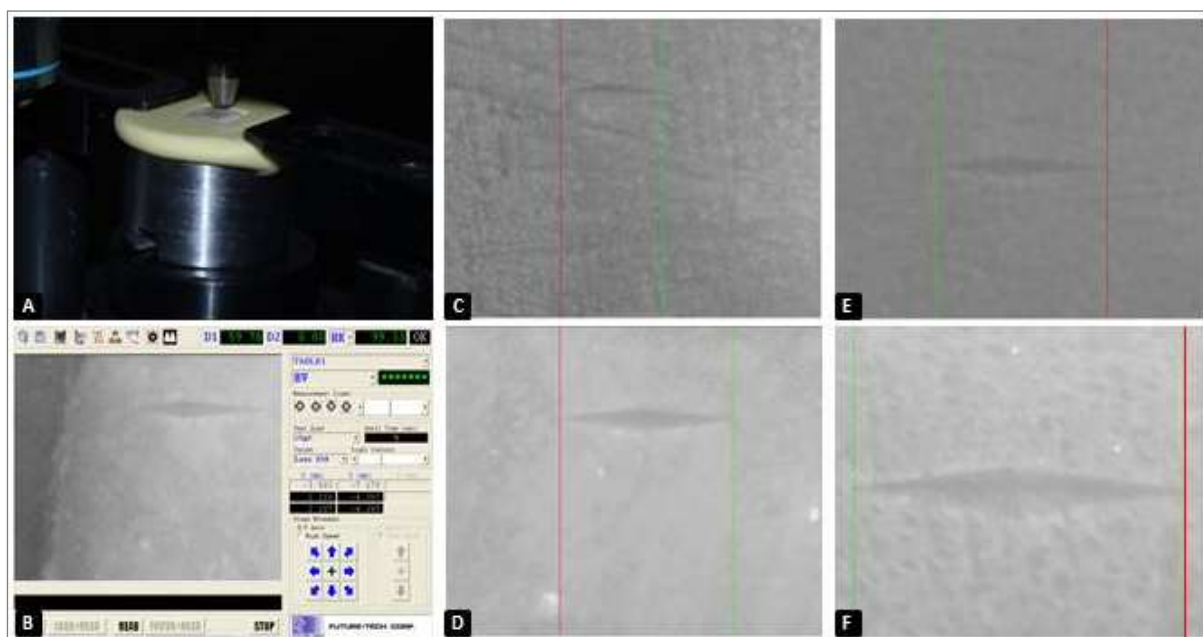
Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2.8 Identificação de lesões cariosas

4.2.8.1 Avaliação da microdureza superficial

Para a identificação de lesões cariosas foi realizada a avaliação da microdureza superficial dos espécimes, os quais foram posicionados em um molde de silicone que foi acoplado a um dispositivo metálico, permitindo assim que a superfície restaurada da amostra ficasse paralela ao solo e perpendicular à lente e a ponta indentadora do microdurômetro (Figura 9A), possibilitando sua adequada observação e leitura. O desenvolvimento das lesões de cárie artificial foi quantificado por meio de ensaios com um testador de microdureza Knoop (FM-700, Future Tech Company, Tóquio, Japão), na superfície de esmalte, ou de dentina, adjacente à restauração (Figura 9B). Os valores de dureza foram obtidos antes e depois da indução de cárie artificial, utilizando o penetrador Knoop com carga estática de 25 gramas aplicada por 5 segundos nas superfícies de esmalte (Argenta et al., 2003) (Figura 9C e 9D), e 10 gramas aplicada por 10 segundos nas de dentina (Turssi et al., 2006) (Figura 9E e 9F). Foram realizadas três endentações adjacentes à restauração, com o longo eixo do diamante posicionado perpendicular à superfície dentária.

Figura 9 – Avaliação da microdureza superficial



Legenda: A) Amostra posicionada no microdurômetro; B) Leitura da microdureza na estrutura dental adjacente a restauração; C) Leitura microdureza do esmalte antes do desafio cariogênico; D) Leitura microdureza do esmalte após do desafio cariogênico; E) Leitura microdureza da dentina antes do desafio cariogênico F) Leitura microdureza da dentina após do desafio cariogênico.

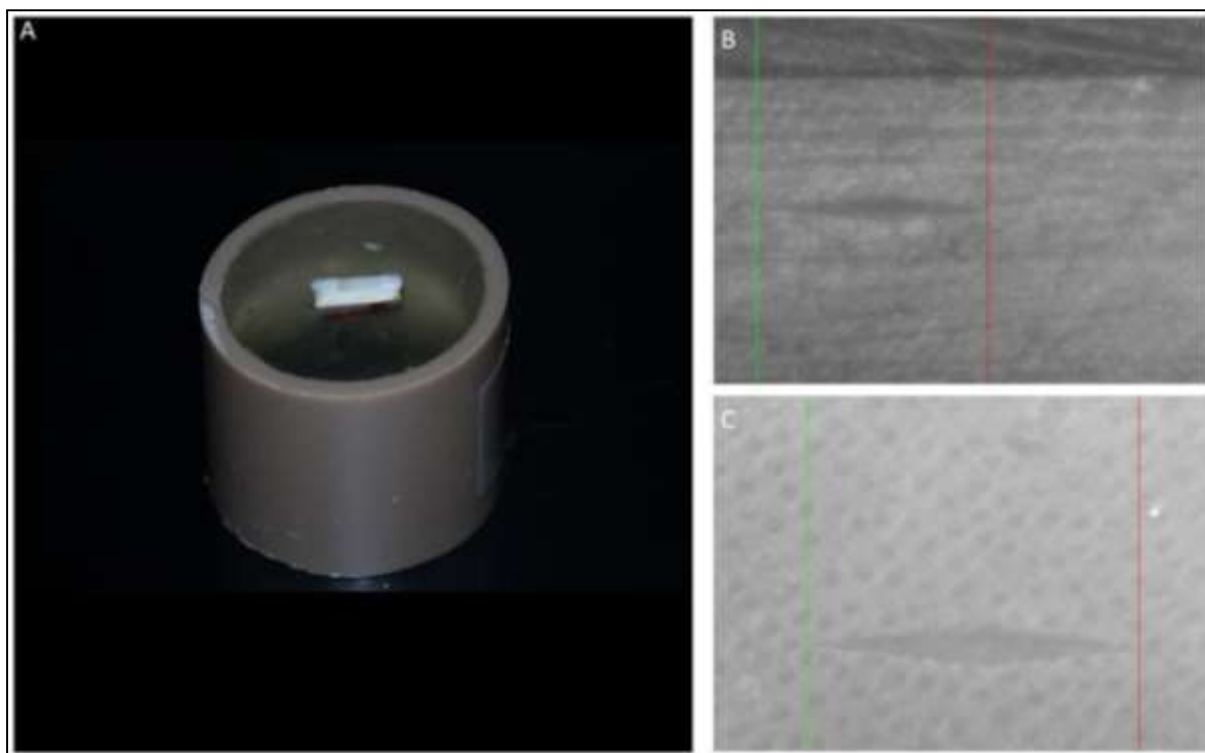
Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2.8.2 Avaliação da microdureza de subsuperfície

Para a avaliação da microdureza de subsuperfície uma das partes de cada espécime foi posicionada com a face de interesse (onde a amostra foi seccionada) para baixo sobre um molde de silicone com 10 poços, onde canos de PVC (Tigre, Rio Claro, SP, Brasil) de 25 mm de diâmetro e 10 mm de comprimento foram posicionados a fim de que as amostras fossem embutidas individualmente por meio do preenchimento destes com resina epóxi (Redelease, São Paulo, SP, Brasil). Após a polimerização completa da resina o conjunto (cano e espécime embutido com resina) foi levado ao microdurômetro, agora para a leitura da microdureza de subsuperfície da região ao redor da restauração, para com isso avaliar a profundidade da desmineralização sofrida pelos espécimes durante o desafio cariogênico. Para tal também utilizamos o penetrador Knoop, com seu longo eixo posicionado

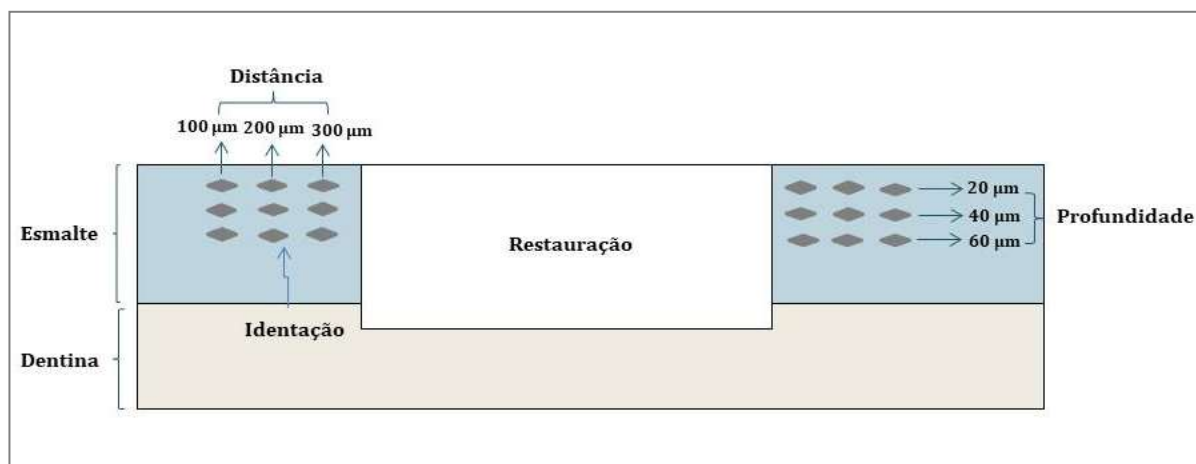
paralelamente à superfície dentária de interesse com carga estática de 25 gramas aplicada por 5 segundos para esmalte (Argenta et al., 2003) e 10 gramas aplicada por 10 segundos para dentina (Turssi et al., 2006). Foram realizadas um total de dezoito medidas (identações) adjacentes a restauração (9 no lado direito e 9 no lado esquerdo). As identações foram feitas na margem oclusal de cada restauração, e em 3 diferentes distâncias e profundidades anteriormente padronizadas (100, 200 e 300 μm de distância da margem oclusal da restauração e a 20, 40 e 60 μm de profundidade) e sempre com o longo eixo do diamante posicionado perpendicularmente à superfície dentária (Da Silva et al., 2010; Pedrosa et al., 2012) (Figura 10 e 11).

Figura 10 – Avaliação da microdureza de subsuperfície



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 11 – Avaliação da microdureza de subsuperfície



Legenda: A) Amostra posicionada para ser avaliada no microdurômetro; B) Leitura da microdureza no esmalte adjacente à restauração; C) Leitura microdureza na dentina adjacente à restauração.

Fonte: Elaborada pelo autor.

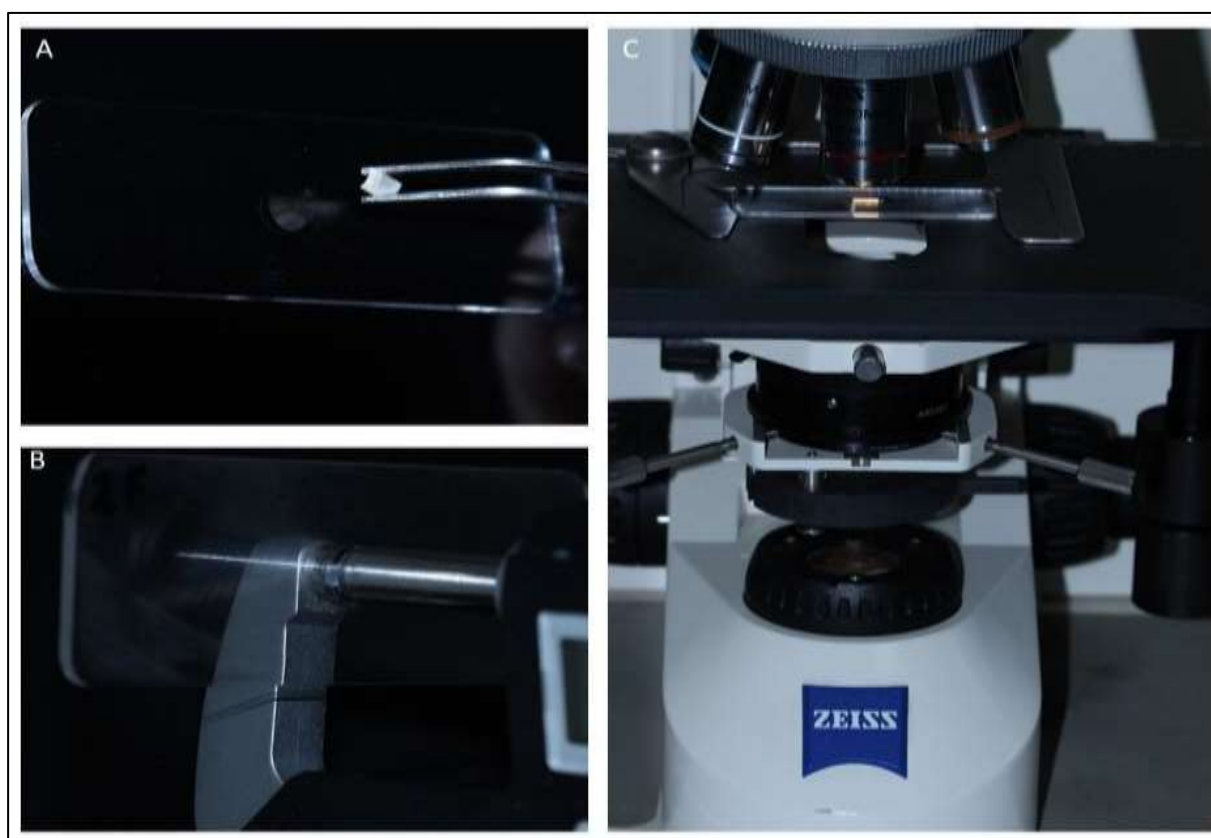
4.2.8.3 Análise por microscópio de luz polarizada

Após a obtenção da microdureza de subsuperfície ou transversal de todos os corpos de prova, a outra metade destes (que não estava embutida nos canos de PVC) foi seccionada usando uma cortadeira de precisão (Labcut, Extec, Enfield, CT, EUA) a fim de obter secções seriadas de aproximadamente 200 μm de espessura. Feito isso, a secção mais mediana e adequada de cada amostra foi escolhida e colada em lâminas de acetato para microscópio com cola instantânea a base de cianoacrilato (793, Tekbond Saint-Gobain, Embu das Artes, SP, Brasil) (Figura 12A) que serviram de apoio para que a espessura adequada das amostras pudesse ser atingida por meio do desgaste manual com lixas d'água (granulações 400, 600 e 1200) adaptadas a uma politriz circular (DP-10, Panambra, São Paulo, SP, BR) até a espessura final de 80 μm a 50 μm . O conjunto lâmina com a amostra colada e na devida espessura verificada utilizando micrômetro digital (MICROMAR 40 EXL, Mahr Inc, USA) (Figura 12B) foi então levado ao equipamento para que a amostra fosse analisada utilizando um microscópio de luz polarizada (Axioskop 40, Zeiss, Alemanha) (Figura 12C) em

meios de embebição de água destilada em busca de avaliar a ocorrência de lesões de cárie artificial nas margens das restaurações com os diferentes materiais

Essa ocorrência era atribuída à amostra na presença de lesão externa e/ou lesão de parede, já a ausência de lesão (inibição desta) era atribuída quando não ocorriam modificações na birrefringência do esmalte localizado entre a parede do preparo cavitário e o início do corpo da lesão.

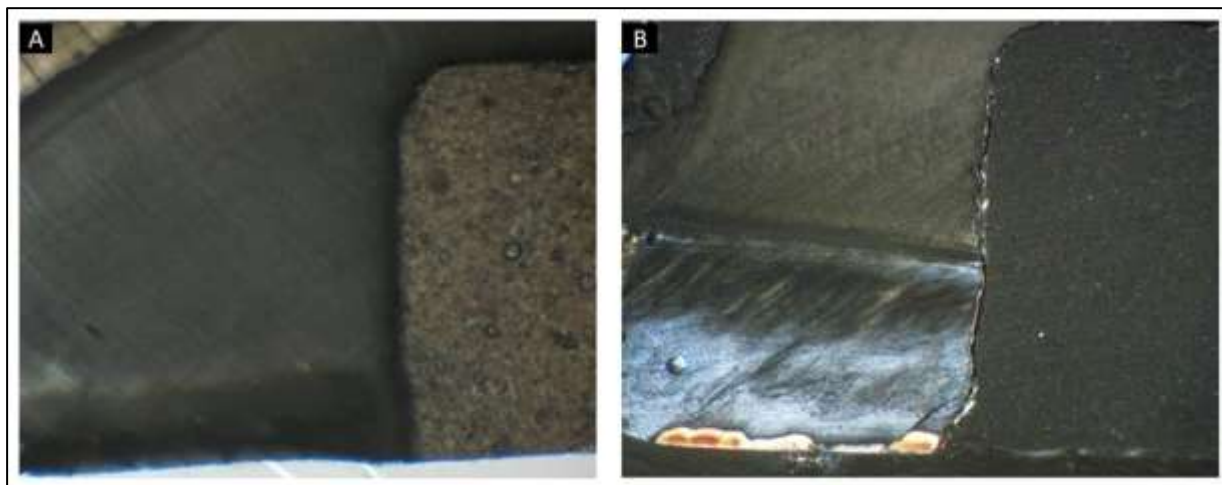
Figura 12 – Preparo da amostra para avaliação em microscópio de luz polarizada



Legenda: A) Amostra selecionada e colada em lâminas de acetato; B) Lâmina com a amostra colada e espessura verificada utilizando micrômetro; C) Amostra analisada utilizando um microscópio de luz polarizada.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 13 – Imagens obtidas no microscópio de luz polarizada



Legenda: A) Dentina adjacente a material de restauração; B) Esmalte adjacente a material de restauração.

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2.9 Análises dos dados

Com o objetivo de avaliar a formação de cárie induzida por *Streptococcus mutans* na margem de restaurações em esmalte e dentina com materiais bioativos, foi delineado um experimento que segue um esquema de 5 condições experimentais sob 10 repetições em esmalte e em dentina.

Nesse estudo, cujos dentes (esmalte ou dentina) foram a unidade experimental, foi considerada uma variável independente (ou experimental): materiais restauradores bioativos, em 5 níveis: Cention N, Cention N + adesivo, Tetric N-Ceram, EQUIA Forte, sem restauração (controle).

A variável dependente (ou resposta) foi a microdureza superficial, e a microdureza de subsuperfície identificada operacionalmente por meio do microdurômetro. A porcentagem de perda da microdureza superficial (%PMS) foi obtida pela seguinte fórmula: $100 \times (\text{microdureza inicial} - \text{microdureza final} / \text{microdureza inicial})$. Os dados referentes ao esmalte obedeceram aos critérios de normalidade, sendo aplicados então a análise de variância a 1 fator e teste de Tukey.

Para a dentina, os dados não apresentaram normalidade, então foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de comparações de Dunn.

Os dados referentes a microdureza de subsuperfície em esmalte e dentina obedeceram aos critérios de normalidade, sendo aplicados então a análise de variância a 1 fator e teste de Tukey. O nível de significância adotado foi de 5%.

4.3 Revisão sistemática

4.3.1 Desenho do estudo

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados.

4.3.2 Registro da revisão sistemática

A presente revisão sistemática foi registrada no banco de dados PROSPERO (CRD42020216496). e o protocolo foi redigido seguindo os parâmetros internacionais de transparência estabelecidos pelo PRISMA-P (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Protocols*).

A revisão seguiu as diretrizes da Colaboração Cochrane para elaboração de Revisões Sistemática de estudos de Intervenção (<https://training.cochrane.org/cochrane-handbook-systematic-reviews-interventions>)

4.3.3 Definição da questão de pesquisa

A questão norteadora do estudo foi a seguinte: A avaliação clínica de restaurações em dentes permanentes com materiais bioativos evidencia maior sucesso que as restaurações com materiais não bioativos?

4.3.3.1 Definição de PICO

A construção de nossa pergunta de pesquisa foi desenvolvida utilizando o acrônimo PICO, onde cada sigla representa um componente fundamental da pergunta de pesquisa, sendo a sigla P: participantes ou população; I: Intervenção; C: Comparação e O: Desfecho. A continuação segue o PICO do estudo:

- a) P: Dentes permanentes que necessitem de restauração;
- b) I: Restaurações (classe I, classe II, classe III e classe V) com Materiais Bioativos (CIV, CIV modificado por resina, amálgama, compômero, resina composta bioativa ou giômero, alkasite);
- c) C: Restauração com materiais não bioativos;
- d) O: Retenção das restaurações (avaliação por critérios clínicos USPHS ou FDI).

4.3.4 Critérios de elegibilidade

4.3.4.1 Critérios de Inclusão

- a) Ensaios clínicos randomizados paralelos ou de boca dividida;
- b) Ensaios clínicos randomizados em dentição permanente;
- c) Ensaios clínicos randomizados que avaliem pelo menos um material restaurador bioativo;

d) Estudos clínicos randomizados, com no mínimo 24 meses de acompanhamento.

Não houve restrição de data de publicação, como também de idioma, e *status* de publicação.

4.3.4.2 Critérios de não inclusão

- a) Estudos in vitro, in sílico ou in situ;
- b) Estudos prospectivos não randomizados;
- c) Estudos retrospectivos;
- d) Casos clínicos;
- e) Estudos que não utilizem pelo menos um material bioativo;
- f) Revisões sistemáticas.

4.3.5 Amostragem

4.3.5.1 Fontes de Informação

Para a realização da revisão sistemática as seguintes bases de dados foram consultadas: PubMed, Scopus, Web of Science, LILACS, Biblioteca Brasileira de Odontologia (BBO), Embase, The Cochrane Library. Foram realizadas também buscas manuais, para complementar a seleção dos estudos, de trabalhos concluídos e não publicados e trabalhos não indexados, por meio de consulta ao site *Clinical Trials*, e REBEC (Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos). A Literatura cinzenta foi consultada por meio do site OpenGrey. As referências dos trabalhos selecionados foram examinadas para busca de publicações relevantes adicionais. As bases foram

consultadas segundo o cronograma da revisão, e foi feita uma atualização da pesquisa, antes da finalização da revisão, para possível inclusão de novos trabalhos.

4.3.5.2 Estratégia de Busca

Foi realizada uma estratégia de busca de acordo com o tema do estudo, utilizando uma chave de busca adaptada para cada base de dados com termos relacionados ao desempenho clínico de restaurações dentais confeccionadas com materiais bioativos em dentes permanentes nas diferentes bases de dados disponíveis eletronicamente: PubMed (Quadro 9), Scopus (Quadro 10), EMBASE (Quadro 11), LILACS e Biblioteca Brasileira em Odontologia (BBO) (Quadro 12), *Web of Science* (Quadro 13), *The Cochrane Library* (Quadro 14), adicionalmente foi necessária a busca manual no site site OpenGrey (Quadro 15), *Clinical Trials*, e REBEC (Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos) (Quadro 16) e nas referências dos trabalhos selecionados.

Quadro 10 – Estratégia de busca no SCOPUS

SCOPUS	
#1	(TITLE-ABS-KEY(Caries OR "Dental Decay" OR "Carious Dentin" OR "White Spot" OR "White spots"))
#2	(TITLE-ABS-KEY(Fluorides OR Fluoride OR "Glass Ionomer Cements" OR "Glass Ionomer Cement" OR "Polyalkenoate Cements" OR GICs OR GIC OR "Cariostatic agents" OR "Cariostatic agent" OR "Cariostatic agents" OR "Cariostatic Effect" OR "Cariostatic Effects" OR "Anticariogenic" OR Compomers OR Compomer OR Compomers OR "Polyacid Modified Composite Resin" OR "Polyacid Modified Composite Resins" OR "Tooth remineralization" OR "Tooth remineralization" OR "Apatite-formation" OR "Cention N" OR Alkasite OR "Alkalizing potential" OR "alkaline glass" OR Giomer OR Giomers OR "Antimicrobial resin" OR "Antimicrobial resins" OR "Antibacterial resin" OR "Antibacterial resins" OR Bioactive OR "Bactericidal composite" OR "Bactericidal composites" OR "Caries inhibition" OR "resin-modified glass-ionomer" OR "Remineralizing composite" OR "Remineralizing composites" OR "Remineralizing potential" OR "inhibit secondary caries")) AND (TITLE-ABS-KEY("Dental restoration" OR "Dental restorations" OR "Dental filling" OR "Dental fillings" OR "Permanent Filling" OR "Permanent Fillings"))
#3	(LIMIT-TO (DOCTYPE,"ar"))
#4	(LIMIT-TO (SUBJAREA,"DENT"))
#1 AND #2 AND #3 AND #4	

Fonte: Elaborada pelo autor.

Quadro 11 – Estratégia de busca no EMBASE

EMBASE	
#1	('dental caries'/exp OR 'caries' OR 'dental decay' OR 'cariou dentin' OR 'white spot*')
#2	('glass ionomer'/exp OR 'glass ionomer' OR 'fluorides'/exp OR 'fluorides' OR 'fluoride'/exp OR 'fluoride' OR 'glass ionomer cements'/exp OR 'glass ionomer cements' OR 'glass ionomer cement'/exp OR 'glass ionomer cement' OR 'polyalkenoate cements' OR gics OR gic OR 'cariostatic agent'/exp OR 'cariostatic agent' OR 'cariostatic agents'/exp OR 'cariostatic agents' OR 'cariostatic effect' OR 'cariostatic effects' OR 'anticariogenic' OR 'compomers'/exp OR 'compomers' OR 'compomer'/exp OR 'compomer' OR 'polyacid modified composite resin' OR 'polyacid modified composite resins' OR 'tooth remineralization'/exp OR 'tooth remineralization' OR 'apatite-formation' OR 'cention n' OR 'alkasite' OR 'alkalizing potential' OR 'alkaline glass' OR 'giomer*' OR 'antimicrobial resin*' OR 'antibacterial resin*' OR 'bioactive' OR 'bioactivity'/exp OR 'bioactivity' OR 'bactericidal composites' OR 'bactericidal composite' OR 'caries inhibition' OR 'resin-modified glass-ionomer' OR 'remineralizing composite' OR 'remineralizing composites' OR 'remineralizing potential' OR 'inhibit secondary caries')
#3	('dental restoration'/exp OR 'dental restoration' OR 'dental restorations' OR 'dental filling' OR 'dental fillings' OR 'permanent filling' OR 'permanent fillings')
#1 AND #2 AND #3	

Fonte: Elaborada pelo autor.

Quadro 12– Estratégia de busca no LILACS/BBO

LILACS/BBO	
#1	<i>((mh:(Cárie dentária)) OR (Cárie) OR ("dentina cariada") OR ("mancha branca") OR ("mancha blanca"))</i>
#2	<i>((((mh:(Restauração Dentária Permanente)) OR ("Restauração dental") OR ("Restauración dental")</i>
#3	<i>((mh:(Fluoretos)) OR (mh:(Cimentos de ionômero de Vidro)) OR ("Cimento de Polialcenoato") OR (mh:(Cariostáticos)) OR ("Agentes Cariostáticos") OR ("Efeito Cariostático") OR (mh:(Compômeros)) OR ("Compósitos de Resinas Modificados por Políácidos") OR ("Resinas Compostas Modificadas por Políácidos") OR (mh:(Remineralização Dentária)) OR (mh:(Antibacterianos)) OR (bioatividade) OR ("materiais bioativos ") OR ("agentes bioativos"))</i>
#1 AND #2 AND #3	

Fonte: Elaborada pelo autor.

Quadro 13 – Estratégia de busca na *Web of Science*

<i>Web of Science</i>	
#1	TS=((Caries OR "Dental Decay" OR "Carious Dentin" OR "White Spot" OR "White spots")
#2	(<i>Fluorides OR Fluoride OR "Glass Ionomer Cements" OR "Glass Ionomer Cement" OR "Polyalkenoate Cements" OR GICs OR GIC OR "Cariostatic agents" OR "Cariostatic agent" OR "Cariostatic Effect" OR "Cariostatic Effects" OR "Anticariogenic" OR Compomers OR Compomer OR "Polyacid Modified Composite Resin" OR "Polyacid Modified Composite Resins" OR "Tooth remineralization" OR "Apatite-formation" OR "Cention N" OR Alkasite OR "Alkalizing potential" OR "alkaline glass" OR Giomer OR Giomers OR "Antimicrobial resins" OR "Antimicrobial resin" OR "Antibacterial resins" OR "Antibacterial resin" OR Bioactive OR Bioactivity OR "Bactericidal composites" OR "Bactericidal composite" OR "Caries inhibition" OR "resin-modified glass-ionomer" OR "Remineralizing composite" OR "Remineralizing composites" OR "Remineralizing potential" OR "inhibit secondary caries"</i>)
#3	("Dental restoration" OR "Dental restorations" OR "Dental filling" OR "Dental fillings" OR "Permanent Filling" OR "Permanent Fillings"))
#1 AND #2 AND #3	

Fonte: Elaborada pelo autor.

Quadro 14 – Estratégia de busca no *Cochrane Library*

<i>Cochrane Library</i>	
#1	<i>MeSH descriptor: [Dental Caries] explode all trees</i>
#2	<i>Caries OR Dental Decay OR Carious Dentin OR White Spot*</i>
#3	<i>#1 OR #2</i>
#4	<i>MeSH descriptor: [Fluorides] explode all trees</i>
#5	<i>Fluoride*</i>
#6	<i>#4 OR #5</i>
#7	<i>MeSH descriptor: [Glass Ionomer Cements] explode all trees</i>
#8	<i>Glass Ionomer Cement* OR Polyalkenoate Cements OR GICs OR GIC</i>
#9	<i>#7 OR #8</i>
#10	<i>MeSH descriptor: [Cariostatic Agents] explode all trees</i>
#11	<i>Cariostatic agent* OR Cariostatic Effect* OR Anticariogenic</i>
#12	<i>#10 OR #11</i>
#13	<i>MeSH descriptor: [Compomers] explode all trees</i>
#14	<i>Compomer* OR Polyacid Modified Composite Resin*</i>
#15	<i>#13 OR #14</i>
#16	<i>MeSH descriptor: [Tooth Remineralization] explode all trees</i>
#17	<i>Tooth remineralization OR Apatite-formation</i>
#18	<i>#16 OR #17</i>
#19	<i>Cention N OR Alkasite OR Alkalizing potential OR alkaline glass OR Giomer* OR Antimicrobial resin* OR Antibacterial resin* OR Bioactiv* OR Bactericidal composite* OR Caries inhibition OR resin-modified glass-ionomer OR Remineralizing composite* OR Remineralizing potential OR inhibit secondary caries</i>
#20	<i>MeSH descriptor: [Dental Restoration, Permanent] explode all trees</i>
#21	<i>Dental restoration* OR Dental filling* OR Permanent Filling*</i>
#22	<i>#20 OR #21</i>
#23	<i>#6 OR #9 OR #12 OR #15 OR #18 OR #19</i>
#24	<i>#23 AND #22</i>
#25	<i>#3 AND #24</i>

Fonte: Elaborada pelo autor.

Quadro 15 – Estratégia de busca no *Open Grey*

<i>Open Grey</i>
<i>Dental Caries and fluorides</i> <i>Dental Caries and Glass Ionomer Cements</i> <i>Antibacterial resin</i> <i>Caries inhibition</i>

Fonte: Elaborada pelo autor.

Quadro 16 – Estratégia de busca no *Clinical Trials* e *ReBEC*

<i>Clinical Trials e ReBEC</i>
<i>Dental Caries and bioactive</i> <i>Cariious Dentin and bioactivity</i>

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3.5.3 Gerenciamento dos dados

Após a busca nas bases de dados, os registros encontrados em cada base foram exportados para a plataforma <https://rayyan.qcri.org/>, sendo então gerenciados nesta plataforma.

4.3.5.4 Seleção dos ensaios clínicos randomizados

Na plataforma Rayyan, as duplicatas são removidas eletronicamente. Dois revisores independentes (J.B.F. e S.C.M.C.) fizeram a triagem dos registros pelo título

e resumo. Um terceiro revisor (T.M.F.C.) fez a resolução dos artigos em conflito. Feita a triagem, todos os registros tiveram seu texto completo acessado. Os textos completos de todos os registros identificados e julgados como sendo potencialmente relevantes foram obtidos para leitura completa.

4.3.5.5 Extração de Dados

Dois revisores realizaram a extração de dados de maneira independente (J.B.F. e S.C.M.C.). Em caso de discordância, um terceiro examinador (T.M.F.C.) atuou para que essa seja resolvida.

Tabelas padronizadas foram confeccionadas para que os colaboradores pudessem extrair os dados relevantes dos estudos clínicos de maneira organizada, reduzindo a possibilidade de erros. Essas foram preenchidas com as seguintes informações: desenho do estudo, idade do paciente, tipo de cavidade restaurada, tempo de acompanhamento, método de avaliação, tratamento realizado, número de intervenções realizadas, restaurações que falharam.

4.3.5.6 Desfechos

Foi considerado como desfecho primário a retenção/fratura da restauração.

4.3.5.7 Avaliação da Qualidade dos estudos Incluídos

A avaliação do "Risco de Viés" dos estudos incluídos foi feita de maneira independente pelos mesmos revisores (J.B.F. e S.C.M.C.). Discordâncias foram resolvidas por meio da discussão com um terceiro revisor (T.M.F.C.) até que se

chegassem a um consenso. Essa avaliação foi realizada de acordo com os critérios descritos no Capítulo 8 do *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.2*. Os critérios utilizados para essa avaliação foram divididos nos cinco seguintes domínios:

- 1) Viés decorrentes do processo de randomização;
- 2) Viés devido a desvios das intervenções pretendidas;
- 3) Viés devido à falta de dados nos resultados;
- 4) Viés nas medições dos resultados;
- 5) Viés na seleção do resultado relatado.

O quadro 17 resume as questões abordadas em cada domínio de viés.

O risco global de viés dos estudos incluídos foi categorizado e relatado da seguinte maneira:

- Baixo risco de viés: o estudo é considerado de baixo risco de viés para todos os domínios para este resultado;

- Risco de viés incerto ou com algumas preocupações: o estudo levanta algumas preocupações em pelo menos um domínio para esse resultado, mas não apresenta alto risco de viés para qualquer domínio;

- Alto risco de viés: o estudo é considerado de alto risco de viés em pelo menos um domínio para esse resultado ou quando o julgamento é considerado como tendo algumas preocupações para vários domínios de uma forma que reduz substancialmente a confiança no resultado.

Foi utilizada a ferramenta RoB 2 (<https://www.riskofbias.info/>) que inclui algoritmos que mapeiam respostas a perguntas de sinalização para um julgamento de risco de viés proposto para cada domínio.

Quadro 17 – Questões abordadas em cada domínio de viés

Domínio	Questionamento
Viés decorrentes do processo de randomização	• A sequência de alocação foi aleatória? • A sequência de alocação foi ocultada até que os participantes fossem inscritos e designados para as respectivas intervenções? • Possíveis diferenças entre os grupos no baseline sugerem falhas no processo de randomização?
Viés devido a desvios das intervenções pretendidas	• Os participantes estavam cientes de sua intervenção designada? • As pessoas que realizaram as intervenções (operadores) estavam cientes da sua intervenção designada aos participantes? • Há razões para acreditar que o contexto do estudo levou a falhas na implementação das intervenções de acordo com o protocolo do estudo?
Viés devido à falta de dados nos resultados	• Dados disponíveis para todos /quase todos os participantes randomizados no estudo? • Há evidência que o resultado possa ter não ter sido enviesado pela falta de dados nos resultados?
Viés nas medições dos resultados	• O método de mensuração do resultado foi inadequado? • A medição do resultado pode ter diferido entre os grupos?
Viés na seleção do resultado relatado	• os dados que produziram os resultados foram analisados de acordo com um planejamento pre especificado antes que os resultados estivessem disponíveis? • o resultado relatado foi escolhido entre um conjunto de medidas coletadas? • o resultado relatado foi selecionado entre as múltiplas análises de dados elegíveis?

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3.5.8 Síntese dos resultados

Foi realizado uma metáanálise de rede, produzindo estimativas par a par, indiretas e de rede, envolvendo restaurações com materiais bioativos versus

restaurações com materiais não bioativos em cavidades classe I e II, outra separada em cavidades classe III e outra em cavidades classe V. As estimativas de pares, indiretas e de rede foram confeccionadas usando um modelo Bayesiano de efeitos aleatórios e simulações de Markov Chain Monte Carlo (MCMC) usando JAGS implementado no pacote R gemtc 0.8–2 (van Valkenhoef et al., 2012). Também foram desenhadas redes de intervenções traçando diferentes tratamentos ilustrados como nós e comparações como arestas respectivamente (Salanti et al., 2008).

Foi utilizada uma distribuição de verossimilhança binomial para os dados e a distribuição normal para os efeitos aleatórios (Dias et al., 2013). Empregamos Tau2 (variância entre ensaios) para nossa análise de caso-base. O intervalo de parâmetros para cada rede foi obtido a partir de dados usando o pacote gemtc. Classificações médias e a curva de classificação cumulativa (SUCRA) (Salanti et al., 2011) foram usadas para classificar os grupos. A heterogeneidade foi avaliada utilizando Tau2, que tem como finalidade capturar a extensão absoluta da heterogeneidade estatística; Tau2 menor que a mediana da distribuição anterior implica baixa heterogeneidade estatística, Tau2 maior que o terceiro quartil da distribuição anterior implica substancial heterogeneidade estatística; caso contrário, assumiu-se uma heterogeneidade estatística moderada. A inconsistência foi avaliada por meio da divisão de nós.

5 RESULTADOS

5.1 Pesquisa clínico

Com o objetivo de conseguir atingir o tamanho da amostra indicado no estudo foi realizada a avaliação de um total de 248 pacientes provenientes das diferentes clínicas (Odontologia Restauradora, Odontohebiatria e Pronto socorro) do Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos/UNESP. Os pacientes foram avaliados entre agosto de 2018 e fevereiro de 2019 de acordo com os critérios de elegibilidade propostos inicialmente. Após avaliação clínica inicial foram selecionados 120 pacientes que atenderam os critérios de inclusão e depois de proporcionar detalhadamente as informações do estudo, voluntariamente aceitaram participar da pesquisa. 48 pacientes eram homens (60%) e 72 mulheres (40%) (Tabela 1), com idade entre 16-47 e 47-76 anos (Tabela 1).

Foi realizada apenas uma restauração em cada participante, alocadas aleatoriamente no Grupo CN (N=40), Grupo EF (N=40) e no Grupo GC (N=40). As restaurações foram feitas em dentes molares ou pré-molares com lesões cáries ativas ou com necessidade de troca de uma restauração prévia por fratura ou perda da estética do material restaurador. As cavidades restauradas foram de classe II envolvendo as faces mesial-oclusal (MO), oclusal-distal (OD) ou mesial-oclusal-distal (MOD). A distribuição das restaurações de acordo com tipo de dente e faces envolvidas está descrita na Tabela 1.

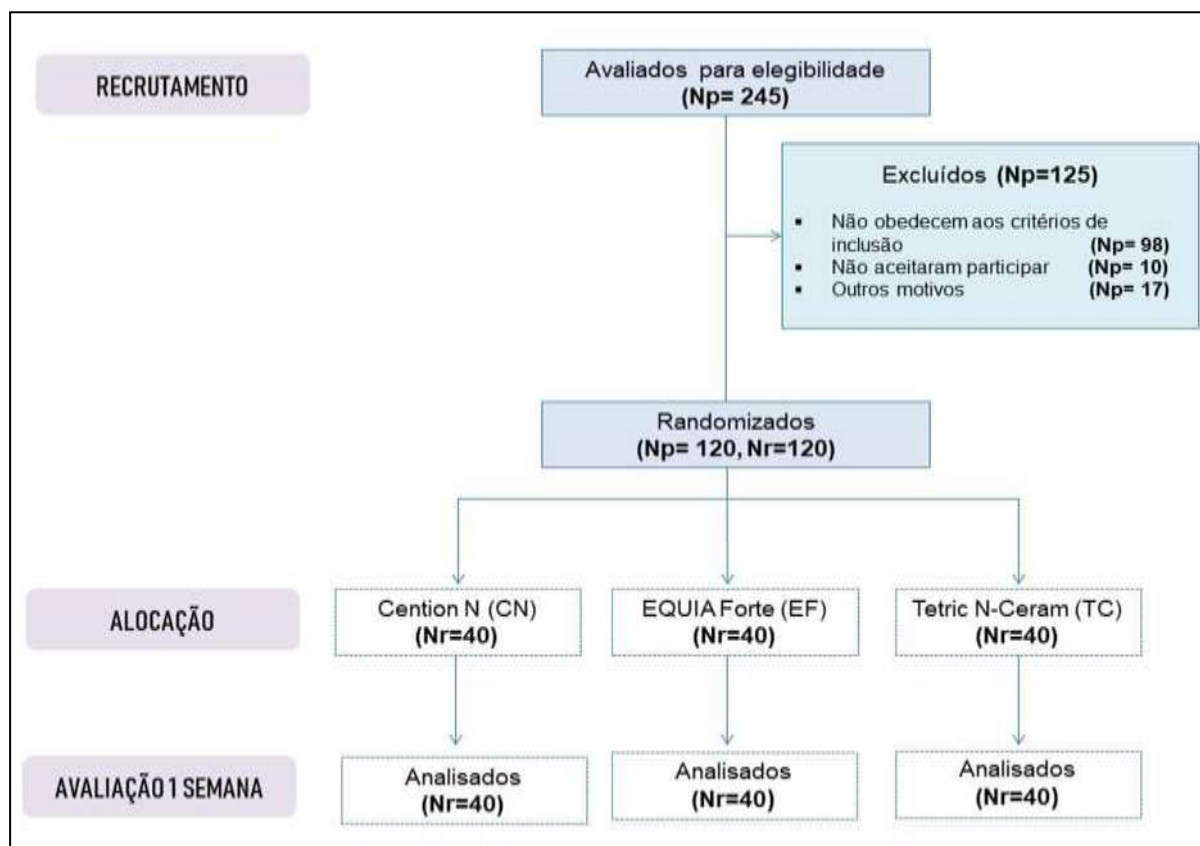
A avaliação inicial após 1 semana foi realizada em todos os participantes da pesquisa (Tabela 1). A Figura 5 ilustra o fluxo de participantes durante o estudo.

Tabela 1 – Características dos participantes e das cavidades por grupo

Característica	Geral	Grupo		
		Resina Tetric N-Ceram	EQUIA Forte	Cention N
Gênero Masculino (%)	48 (40%)	16 (13,5%)	15 (12,5%)	17(14%)
Idade: Média (min-max)	47,8 (16-76)	52,6 (20-73)	43,8 (16-76)	46,8 (17-70)
Dentes restaurados				
Pré-molar	80 (67%)	29 (24%)	26 (22%)	25 (21%)
Molar	40 (33%)	11 (9%)	14 (11,5%)	15 (12,5%)
Tipo de cavidade				
MO	39 (32,5%)	10 (8,5%)	14 (11,5%)	15 (12,5%)
OD	45 (37,5%)	13 (11%)	17 (14%)	15 (12,5%)
MOD	36 (30%)	17 (14%)	9 (7,5%)	10 (8,5%)

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 5 – Fluxograma (CONSORT) com detalhes do recrutamento, alocação e avaliação



Legenda: Np= número de participantes, Nr= número de restaurações.

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.1.1 Análise estatística descritiva

A Tabela 2 mostra o número de restaurações avaliadas com valores de escores 1 (Clinicamente excelente ou muito bom), 2 (Clinicamente bom), 3 (Clinicamente satisfatório), 4 (Clinicamente insatisfatório) e 5 (Clinicamente ruim) para cada uma das propriedades de acordo com os critérios FDI ao longo de 1

Tabela 2 – Avaliação clínica segundo os Critérios FDI

PROPRIEDADES		GRUPOS														
		Cention N (CN)					EQUIA Forte (EF)					Tetric N-Ceram (TC)				
		Escore					Escore					Escore				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ESTÉTICAS	Brilho superficial	40	0	0	0	0	25	0	15	0	0	40	0	0	0	0
	Manchamento a. Superfície / b. Margem	40/40	0/0	0/0	0/0	0/0	40/40	0/0	0/0	0/0	0/0	40/40	0/0	0/0	0/0	0/0
	Cor e translucidez	40	0	0	0	0	25	0	15	0	0	40	0	0	0	0
	Forma anatômica estética	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0
FUNCIONAIS	Fratura de material e retenção	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0
	Adaptação marginal	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0
	Contorno oclusal e desgaste	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0
	Forma anatômica proximal a. Ponto de contato / b. Contorno	40/40	0/0	0/0	0/0	0/0	38/40	0/0	2/40	0/0	0/0	37/40	0/0	3/40	0/0	0/0
	Exame radiográfico	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0
	Opinião do paciente	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0
BIOLÓGICAS	Sensibilidade pós operatoria e vitalidade	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0
	Recorrência de cárie, erosão e abfração	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0
	Integridade do dente	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0
	Resposta periodontal	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0
	Mucosa adjacente	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0
	Saúde oral e geral	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.1.2 Propriedades estéticas

Em relação às propriedades estéticas observou-se que após uma semana as restaurações feitas com Cention N e Tetric N-Ceram apresentaram escore 1 (100%) nos critérios brilho superficial, manchamento, cor e translucidez, forma anatômica e estética. EQUIA Forte apresentou escore 1 (62,5%) e escore 3 (37,5%) no critério brilho superficial, escore 1 (62,5%) e 3 (37,5%) no critério cor e translucidez, e escore 1 (100%) nos critérios manchamento e forma anatômica e estética, escores considerados clinicamente aceitáveis.

5.1.3 Propriedades funcionais

Em relação às propriedades funcionais observou-se que após uma semana as restaurações feitas com Cention N apresentaram escore 1 (100%) em todos os critérios avaliados. EQUIA Forte apresentou escore 1 (95%) e 3 (5%) no critério forma anatômica proximal (ponto de contato) e escore 1 (100%) no critério forma anatômica proximal (Contorno), resultados semelhantes aos obtidos no grupo Tetric N-Ceram que evidenciou escore 1 (92,5%) e 3 (7,5%) no critério forma anatômica proximal (ponto de contato) e escore 1 (100%) no critério forma anatômica proximal (Contorno), escores considerados clinicamente aceitáveis.

5.1.4 Propriedades biológicas

De forma geral, todos os grupos avaliados ao longo de 1 semana evidenciaram resultados considerados clinicamente excelente ou muito bom (escore em todos os critérios relacionados às propriedades biológicas).

5.2 Estudo *in vitro*

5.2.1 Microdureza superficial

As médias e os respectivos desvios-padrão dos valores de microdureza Knoop inicial (antes do desafio cariogênico) e após o desafio cariogênico do esmalte e da dentina estão expressos na Tabela 3. A Tabela 4 apresenta os dados de mediana e 1° e 3° quartil da microdureza da dentina.

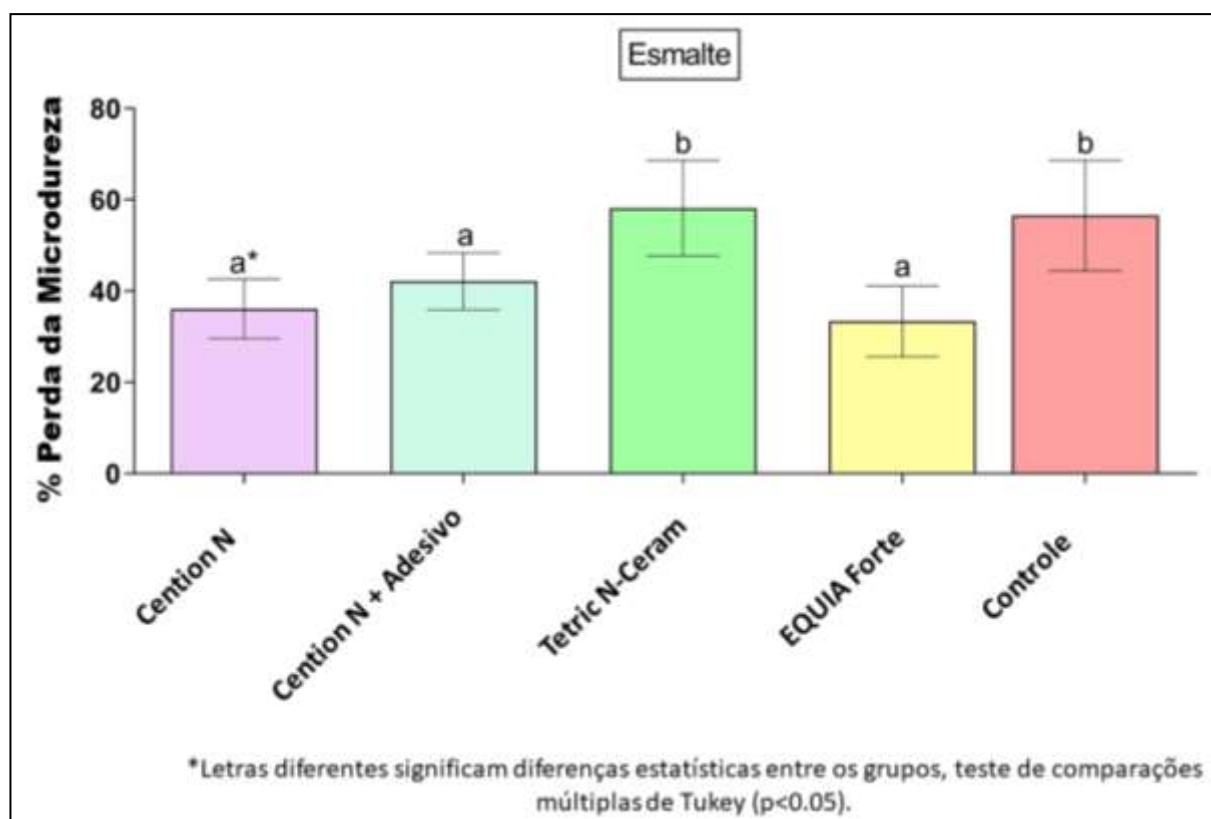
Tabela 3 – Média $\pm$ Desvio padrão (DP) dos valores iniciais e finais de microdureza Knoop (KHN), bem como a % perda da microdureza do esmalte para cada condição experimental

Grupos	Inicial		Final		%Perda microdureza superficial	
	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP
Cention N (CN)	284,29	52,78	183,46	47,26	36,12	6,53
Cention N + adesivo (CA)	349,66	82,24	204,57	60,83	42,15	6,19
Tetric N-Ceram (TC)	429,88	64,65	177,77	44,83	58,16	10,45
EQUIA Forte (EF)	365,37	64,44	246,96	63,51	33,35	7,78
Controle (SR)	404,17	47,95	172,22	50,92	56,55	12,11

Fonte: Elaborada pelo autor.

O Teste de Anova a 1 fator mostrou diferenças estatísticas para %PMS em esmalte ($p < 0,001$). O gráfico abaixo mostra os valores da média da %PMS, bem como os resultados do Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 14 – Resultado do Teste de Tukey para a %PMS



Fonte: Elaborada pelo autor.

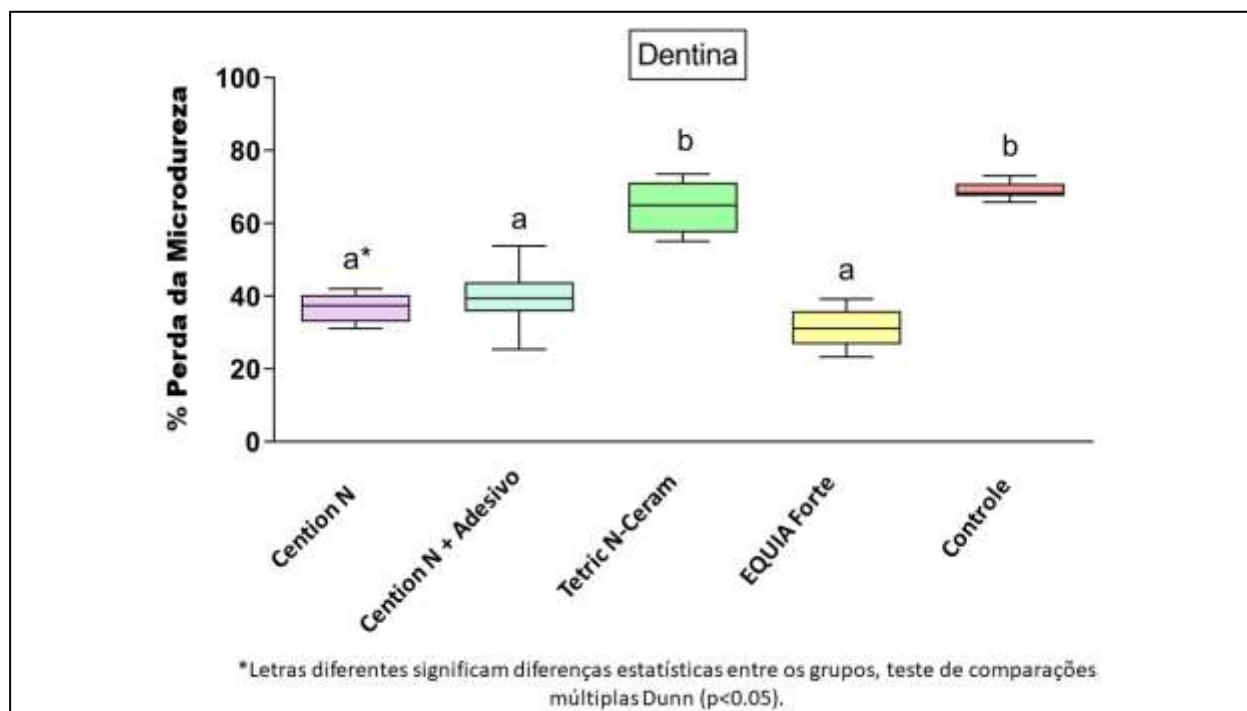
Tabela 4 – Mediana e 1º/3º quartil dos valores iniciais e finais de microdureza Knoop (KHN), bem como a % perda da microdureza da dentina para cada condição experimental

Grupos	Inicial		Final		%Perda microdureza superficial	
	Mediana	1º;3º quartil	Mediana	1º;3º quartil	Mediana	1º;3º quartil
Cention N (CN)	49,63	47,17; 52,97	30,86	29,57; 34,66	37,41	32,97; 40,25
Cention N + adesivo (CA)	53,28	52,27; 60,02	33,76	31,40; 36,89	40,52	37,97; 44,93
Tetric N-Ceram (TC)	57,46	54,35; 61,30	20,11	17,50; 21,34	64,92	57,49; 71,18
EQUIA Forte (EF)	58,79	55,10; 62,35	40,54	35,72; 43,93	31,13	26,77; 35,88
Controle (SR)	51,55	48,87; 58,35	15,36	15,10; 18,38	68,18	67,46; 71,38

Fonte: Elaborada pelo autor.

O teste de Kruskal-Wallis mostrou diferenças estatísticas para %PMS em dentina ($p < 0,001$). O gráfico abaixo mostra os valores de mediana da %PMS, bem como os resultados do Teste de Dunn ($p < 0,05$).

Figura 15 – Resultado do Teste de Dunn para a %PMS



Fonte: Elaborada pelo autor.

5.2.2 Microdureza de subsuperfície

As médias e os respectivos desvios-padrão dos valores de microdureza Knoop de subsuperfície após o desafio cariogênico do esmalte e da dentina estão expressos na Tabela 5.

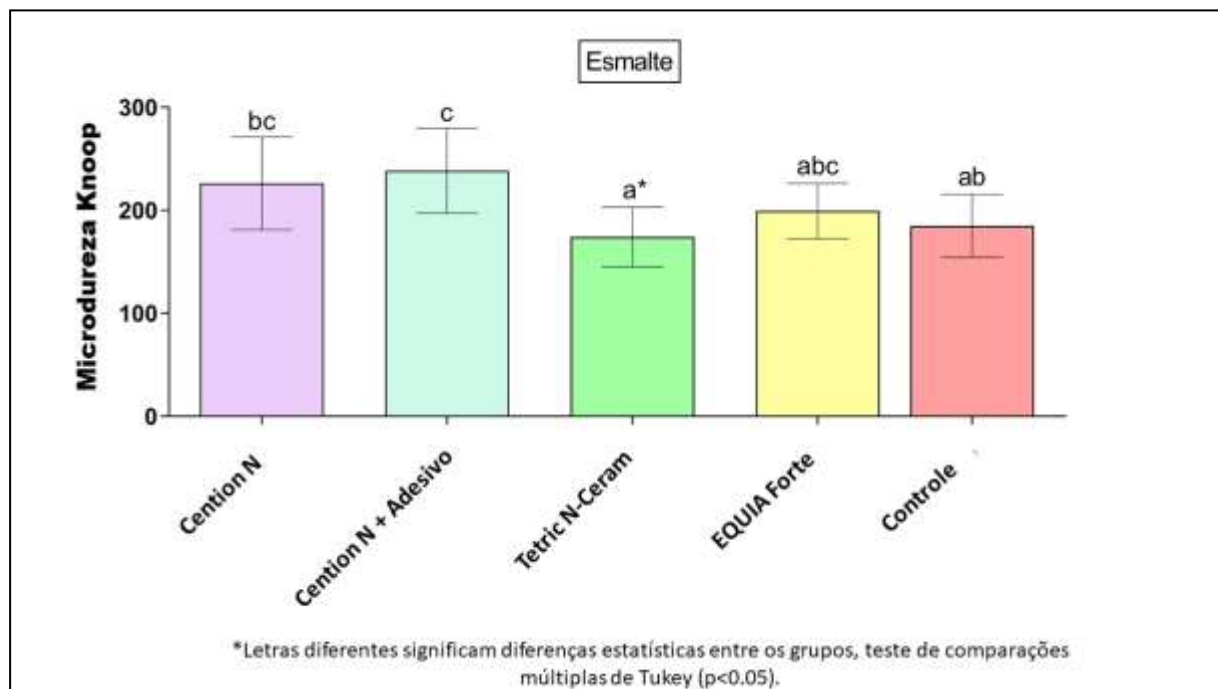
Tabela 5 – Média $\pm$ Desvio padrão (DP) dos valores de microdureza Knoop (KHN) do esmalte e da dentina para cada condição experimental

Grupos	Esmalte		Dentina	
	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP
Cention N (CN)	226,11	44,92	30,60	6,68
Cention N + adesivo (CA)	238,34	41,19	30,21	5,02
Tetric N-Ceram (TC)	174,09	28,97	24,25	4,65
EQUIA Forte (EF)	199,28	26,86	38,22	8,08
Controle (SR)	184,94	30,67	20,74	1,50

Fonte: Elaborada pelo autor.

Teste de Anova a 1 fator mostrou diferenças estatísticas para microdureza de subsuperfície em esmalte ($p < 0,001$). O gráfico abaixo mostra os valores da média da microdureza de subsuperfície, bem como os resultados do teste de Tukey ($p < 0,05$).

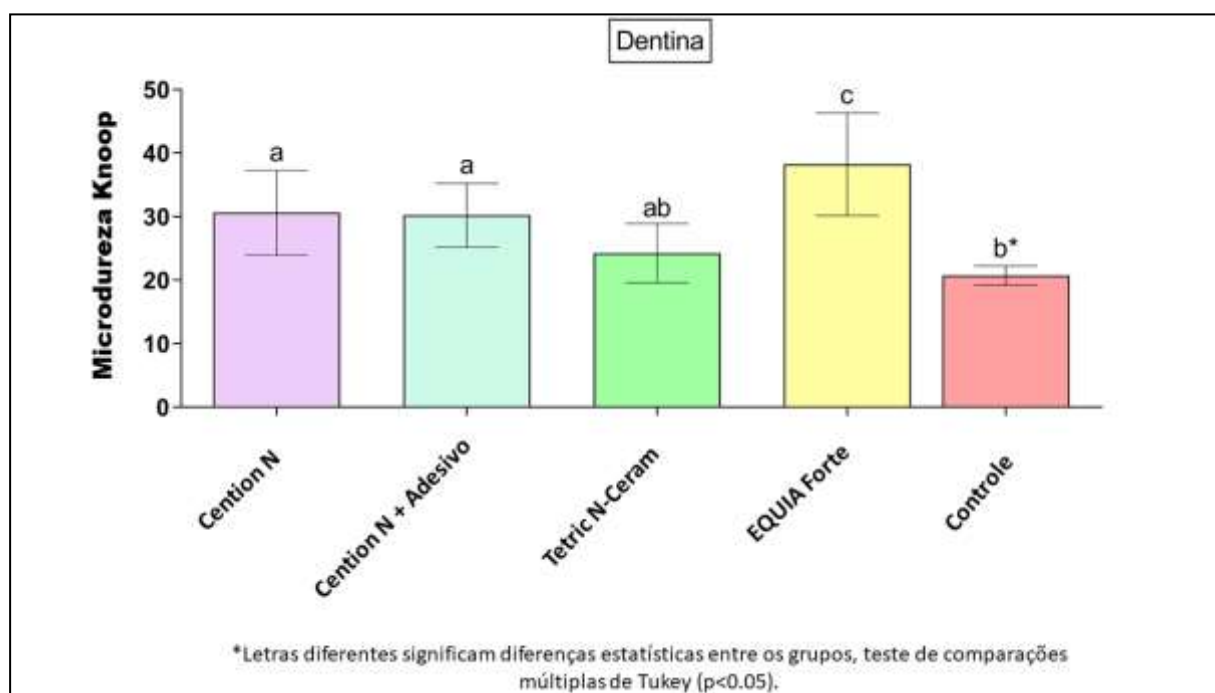
Figura 16 – Resultado do Teste de Tukey para a microdureza de subsuperfície em esmalte



Fonte: Elaborada pelo autor.

O Teste de Anova a 1 fator mostrou diferenças estatísticas para microdureza Knoop (KHN) de subsuperfície em esmalte ($p < 0,001$). O gráfico abaixo mostra os valores da média da microdureza de subsuperfície, bem como os resultados do teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 17 – Resultado do Teste de Tukey para a microdureza de subsuperfície em dentina



Fonte: Elaborada pelo autor.

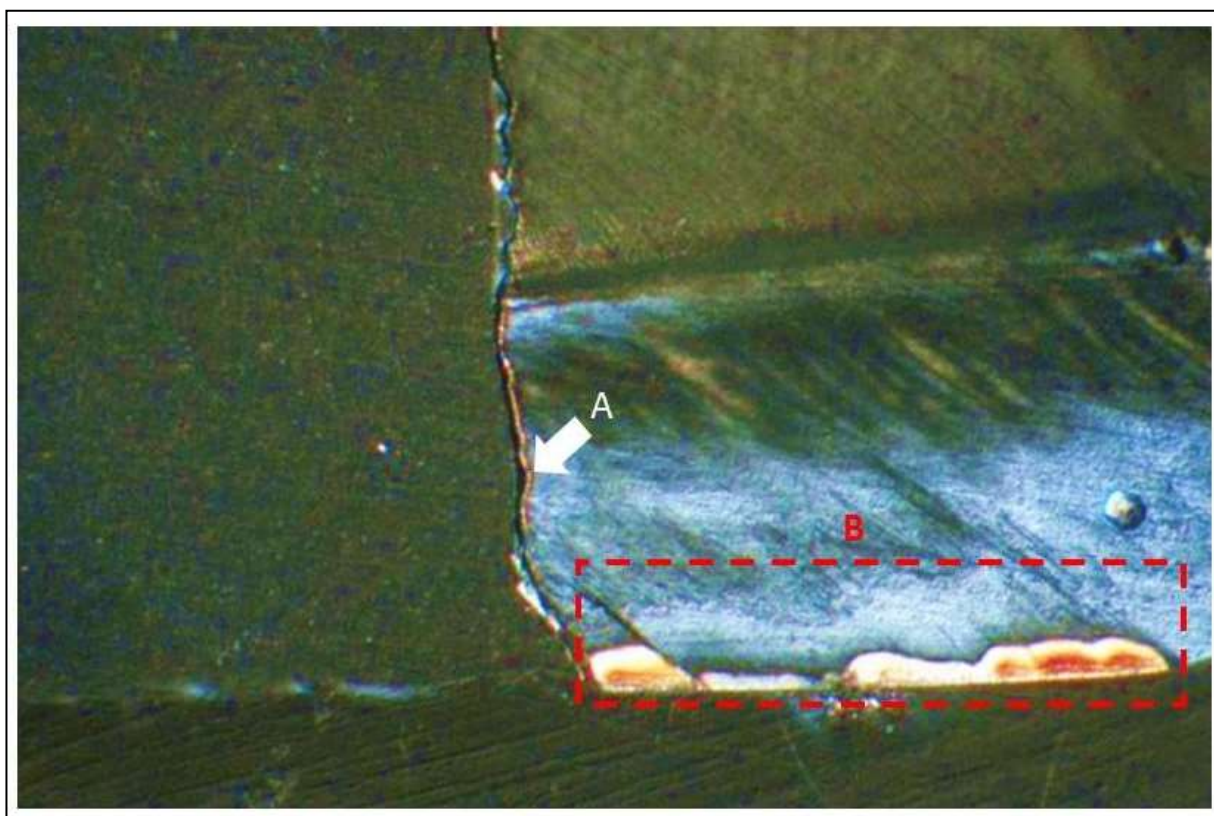
5.2.3 Análise por microscópio de luz polarizada

Após o corte e desgaste das amostras pudemos ver as estruturas dentais adjacentes aos diferentes materiais restauradores com detalhes e identificar lesões de cárie induzidas artificialmente por desafio cariogênico bacteriano.

Foi observada a presença de lesões de cárie em todos os grupos experimentais. A lesão de cárie adjacente a restauração é representada por uma lesão externa e/ou uma lesão de parede. As características histológicas mais marcantes de lesão externa ao microscópio de luz polarizada consistem na presença de uma camada superficial intacta e do corpo da lesão, este encontrado na profundidade do tecido, sendo a primeira representada por uma zona superficial intacta, com maior conteúdo mineral e birrefringência negativa. Já o corpo da lesão costuma estar situado entre a zona superficial e a zona escura. Este apresenta uma acentuada

desmineralização e é representado por uma área de birrefringência positiva (Figura 18B). A lesão de parede, encontrada nas margens adjacentes às restaurações são representadas por birrefringência negativa (Figura 18A).

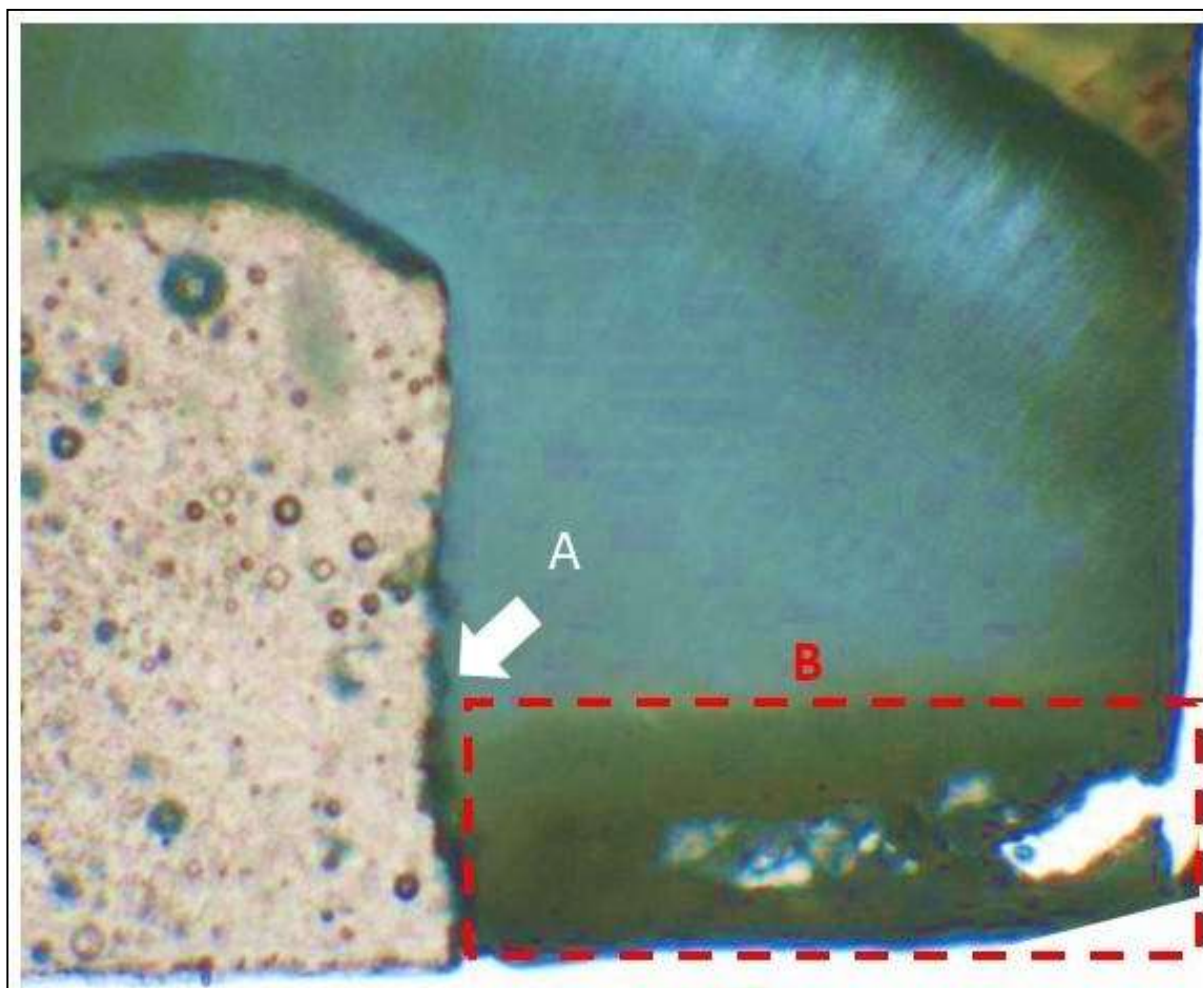
Figura 18 – Amostra evidenciando lesão de cárie na interface material restaurador/esmalte



Legenda: A) Lesão cariogênica de parede formada artificialmente; B) Lesão de cárie externa formada artificialmente.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 19 – Amostra evidenciando lesão de cárie na interface material restaurador/dentina



Legenda: A) Lesão cariogênica de parede formada artificialmente; B) Lesão de cárie externa formada artificialmente
Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 6 – Dados sobre a ocorrência da lesão de cárie em esmalte e dentina (lesão externa e de parede), conforme os grupos

Grupos	Esmalte		Dentina	
	Lesão externa	Lesão de parede	Lesão externa	Lesão de parede
Cention N (CN)	3	2	10	9
Cention N + adesivo (CA)	5	2	10	10
Tetric N-Ceram (TC)	8	8	10	10
EQUIA Forte (EF)	3	3	10	10
Controle (SR)	4	3	10	10

Fonte: Elaborada pelo autor.

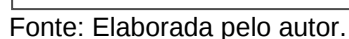
Nas amostras pertencentes aos grupos de esmalte pudemos observar que o tecido dental encontrado nas regiões adjacentes à cavidade evidenciou maior ocorrência de cárie quando essa estava restaurada com resina composta do que quando a cavidade estava restaurada com um dos materiais bioativos. Foi ainda constatado que as lesões identificadas nos grupos dos materiais bioativos se encontravam mais afastadas das margens das restaurações do que as observadas no grupo restaurado com resina composta e no grupo controle.

Nas amostras que possuíam a restauração em dentina foram identificadas lesões de cárie no tecido dental adjacente às cavidades e foi constatada uma perda do tecido dentinário em todos os grupos, independentemente do material restaurador que a preenchia, não havendo assim diferença entre os grupos restaurados com um dos materiais bioativos ou com resina composta. Apenas 1 lesão de cárie de parede foi identificada, em uma amostra restaurada com Cention N.

5.3 Revisão sistemática

5.3.1 Seleção dos estudos

Iniciamos a estratégia de busca em 20 de abril de 2021, a triagem do banco de dados rendeu um total de 3738 estudos. Após a remoção de duplicatas e um minucioso análise de títulos e resumos selecionamos 136 estudos para realizar a leitura do texto completo, após a utilização da ferramenta “Alerta de pesquisa” foram incluídos 10 estudos. Dos 146 estudos, 27 estudos cumpriram os critérios de elegibilidade e foram incluídos na revisão (Figura 20).



5.3.2 Características dos estudos

As características dos 27 estudos selecionados para nosso estudo estão listadas na Tabela 7. Todos os ensaios clínicos randomizados com desenho experimental boca dividida, o seguimento períodos variaram de 24 a 120 meses, e grande variabilidade foi observada na faixa etária dos participantes em todos os estudos (11 a 89 anos). O número de operadores na maioria de estudos variou de 1 a 2 profissionais, e foram 2 avaliadores calibrados os encarregados de aplicar os critérios para determinar o desempenho das restaurações, 1 estudo foi multicêntrico, tipo de estudo que ocorre de forma simultânea por meio de um mesmo protocolo em diversas instituições (Miletić et al., 2020). As cavidades restauradas foram classe I (Hatirli et al., 2021; Mandari et al., 2003), classe II (Gurgan et al., 2020a; Miletić et al., 2020; Wucher et al., 2002), classe I e II (Gurgan et al., 2020b; Mu et al., 2020), classe III (Demirci et al., 2008; van Dijken, 2001) e classe V (Brackett et al., 2003; Burgess et al., 2004; Celik et al., 2018; Fagundes et al., 2014; Folwaczny et al., 2001; Franco et al., 2006; Gallo et al., 2005; Kaurich et al., 1991; Koc vural et al., 2021; Levy, Jensen, 1990; Matis et al., 2004; Onal, Pamir, 2005; Ozgünaltay, Onen, 2002; Pollington, van Noort, 2008; Powell et al., 1992; Santiago et al., 2010; Stojanac et al., 2012; Türkün, Celik, 2008).

Uma grande variedade de materiais restauradores bioativos e resina composta para restauração foi usado nos estudos incluídos. Entre os materiais correspondentes a categoria bioativa está a resina composta bioativa, cimento ionômero de vidro convencional, cimento de ionômero vidro modificado, compômero e amálgama, comparados entre si ou com material restaurador da categoria não bioativo resina composta. Em 5 estudos, onde foi utilizado cimento ionômero de vidro convencional como material restaurador, uma camada de resina (*Coat*) foi aplicado como os fabricantes recomendam (Celik et al., 2018; Hatirli et al., 2021; Gurgan et al., 2020a; Gurgan et al., 2020b; Hatirli et al., 2021; Miletić et al., 2020). A maioria dos estudos utilizou isolamento relativo e seis estudos relataram que utilizaram isolamento absoluto (Burgess et al., 2004; Fagundes et al., 2014; Franco et al., 2006; Gallo et al., 2005; Matis et al., 2004; Santiago et al., 2010) e 5 estudos não relataram esta

informação (Gurgan et al., 2020a; Gurgan et al., 2020b; Mu et al., 2020; Powell et al., 1992; van Dijken, 2001). Dez estudos foram realizados em lesões cervicais não cariosas (Brackett et al., 2003; Celik et al., 2018; Fagundes et al., 2014; Franco et al., 2006; Onal, Pamir 2005; Ozgünaltay, Onen, 2002; Pollington, van Noort, 2008; Santiago et al., 2010; Stojanac et al., 2012; Türkün, Celik, 2008). A avaliação de restaurações foi feita de acordo com os sistemas USPHS (Kaurich et al., 1991; Mu et al., 2020; Onal, Pamir 2005; Pollington, van Noort, 2008; Powell et al., 1992; Türkün, Celik, 2008), USPHS modificado (Burguess et al., 2004; Fagundes et al., 2014; Folwaczny et al., 2001; Franco et al., 2006; Gallo et al., 2005; Gurgan et al., 2020a; Gurgan et al., 2020b; Koc vural et al., 2021; Levy, Jensen, 1990; Matis et al., 2004; Ozgünaltay, Onen, 2002; Santiago et al., 2010; Stojanac et al., 2012), RYGE/USPHS (Brackett et al., 2003; Mandari et al., 2003; van Dijken, 2001; Wucher et al., 2002), RYGE modificado (Demirci et al., 2008) e critérios do FDI (Celik et al., 2018; Hatirli et al., 2021; Miletic et al., 2020).

Tabela 7- Características dos estudos selecionados

(continua)

Autor e ano de publicação	Tipo de cavidade	Método de avaliação	Idade Média/rango	Tipo de Isolamento	Tempo (meses)	Tipo de material/ Marca	N	N avaliado	Sucesso	Falha
(Brackett et al., 2003)	Classe V	Ryge/USPHS	47/28-73	Relativo	24	RC/Filtek Z250	37	27	22	5
						CIV modificado/ Fuji II LC	37	27	26	1
(Burgess et al., 2004)	Classe V	USPHS Modificado	Nr	Absoluto	36	RC/Pertac III	60	54	43	11
						Compômero/Dyract AP	30	27	21	6
						CIV modificado/Fuji II LC	30	27	24	3
(Celik et al., 2018)	Classe V	FDI	47,8/34-63	Relativo	24	CIV convencional/ Equia Forte	67	57	52	5
						RC/ G-aenial	67	57	57	0
(Demirci et al., 2008)	Classe III	USPHS Modificado	25,8/14-53	Relativo	24	RC/ Filtek A110	32	29	28	1
						Compômero/ Dyract AP	64	58	56	2
(Fagundes et al., 2014)	Classe V	USPHS Modificado	Nr/18-50	Absoluto	84	RC/ Tetric-Ceram	35	25	8	17
						CIV modificado/ Vitremer	35	26	15	11
(Folwaczny et al., 2001)	Classe V	USPHS Modificado	Nr/26-67	Relativo	36	RC	36	23	22	1
						Compômero	79	48	42	6
						CIV modificado	82	59	53	6

Tabela 7- Características dos estudos selecionados

						<i>(continuação)</i>				
(Franco et al., 2006)	Classe V	USPHS Modificado	Nr/18-50	Absoluto	60	RC/ Tetric Ceram	35	33	17	16
						CIV modificado/Vitremer	35	28	27	1
(Gallo et al., 2005)	Classe V	USPHS Modificado	Nr/Nr	Absoluto	36	Compômero/ F2000 SE	60	60	59	1
						RC/ Silux Plus	30	30	27	3
(Gurgan et al., 2020)	Classe II	USPHS Modificado	24/15-37	NR	24	CIV convencional/ EQUIA Forte	55	45	42	3
						RC/ G-ænial Posterior	53	45	45	0
(Gurgan et al., 2020)	Classe I e II	USPHS Modificado	24/15-37	NR	120	RC/Gradia Direct Posterior	70	63	63	0
						CIV convencional/ Equia Fil + coat	70	61	59	2
(Hatirli et al., 2021)	Classe V	FDI	16,8/15-18	Relativo	24	CIV convencional/ Equia Fil + coat	56	52	52	0
						RC/GrandioSO	56	54	54	0
(Kaurich et al., 1991)	Classe V	USPHS Modificado	Nr/27-63	Relativo	24	RC/Silux	27	23	21	2
						CIV convencional/ Ketac fill	27	23	21	2
(Koc Vural et al., 2020)	Classe V	USPHS Modificado	52,69/37-89	Relativo	36	RC/ Spectrum TPH3	55	51	40	11
						CIV modificado/ Riva Light Cure	55	51	31	20
(Levy, Jensen, 1990)	Classe V	USPHS Modificado	52,4/25-76	Relativo	24	CIV convencional/ Ketac-Fil	45	33	15	18
						RC/ Silux	59	44	32	12

Tabela 7- Características dos estudos selecionados

						<i>(continuação)</i>				
(Mandari et al., 2003)	Classe I	USPHS-Ryge	11/Nr	Relativo	72	Amalgama/ ANA 200	NR	50	37	13
						CIV convencional/ Fuji II	NR	52	39	13
(Matis et al., 2004)	Classe V	USPHS Modificado	45/30-75	Absoluto	36	RC bioativa/ Beautifil	39	39	38	1
						RC/ Silux Plus	39	39	36	3
(Miletić et al., 2020)	Classe II	FDI	34,6/Nr	Relativo	24	CIV convencional/ EQUIA Forte	180	159	149	10
				Absoluto	24	RC/ Tetric EvoCeram	180	159	150	9
(Mu et al., 2020)	Classe I e II	USPHS	Nr/24-51	NR	48	RC bioativa/ Beautifil II	54	43	39	4
						RC/ Filtek Z350	54	42	39	3
(Onal, Pamir, 2005)	Classe V	USPHS	Nr/2764	Relativo	24	CIV modificado/ Vitremer	24	22	22	0
						Compômero/ F2000 / Dyract AP	84	80	54	26
						RC/ Valux Plus	22	20	14	6
(Ozgunaltay, Onel, 2002)	Classe V	USPHS Modificado	Nr/40-65	Relativo	36	CIV modificado/ Vitremer	50	44	43	1
						RC/Z100	48	40	38	2
(Polligton, van Noort, 2008)	Classe V	USPHS	54/Nr	Relativo	36	Compômero/ Hytac	30	30	26	4
						RC/ Pertac II	30	30	26	4

Tabela 7- Características dos estudos selecionados

						(conclusão)				
(Powell et al., 1995)	Classe V	USPHS Modificado	6/Nr	NR	36	CIV convencional/ Ketac-Fil	39	37	34	3
						RC/ Silux Plus	39	37	24	13
(Santiago et al., 2010)	Classe V	USPHS Modificado	Nr/18-50	Absoluto	24	RC/ Tetric Ceram	35	33	26	7
						CIV modificado/ Vitremer	35	33	33	0
(Stojanac et al., 2013)	Classe V	USPHS Modificado	Nr/18-50	Relativo	24	RC/ Esthet.X	60	60	40	20
						Compômero/ Dyract eXtra	30	30	23	7
(Türkün, Celik, 2008)	Classe V	USPHS	Nr/25-54	Relativo	24	RC/ Filtek Supreme	50	50	47	3
						Compômero/Dyract eXtra	50	50	48	2
(van Dijken et al., 2001)	Classe III	USPHS Modificado	51/33-72	NR	72	Compômero/ Dyract	NR	49	44	5
						CIV modificado/ Fuji II LC	NR	41	32	9
						RC/ Pekafill	NR	51	49	2
(Wucher et al., 2002)	Classe II	USPHS- Ryge	39/25-62	Relativo	36	RC/ TPH	23	20	20	0
						Compômero/ Dyract	23	20	20	0

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 8- Países onde os estudos selecionados foram realizados

País	Número de estudos	Ensaio clínico randomizado
México	1	(Brackett et al., 2003)
Estados Unidos	6	(Burgess et al., 2004) (Gallo et al., 2005) (Kaurich et al., 1991) (Levy, Jensen, 1990) (Matis et al., 2004) (Powell et al., 1995)
Turquia	9	(Celik et al., 2018) (Demirci et al., 2008) (Gurgan et al., 2020) (Gurgan et al., 2020) (Hatirli et al., 2021) (Koc Vural et al., 2020) (Onal, Pamir, 2005) (Ozgunaltay, Onel, 2002) (Türkün, Celik , 2008)
Brasil	3	(Fagundes et al., 2014) (Franco et al., 2006) (Santiago et al., 2010)
Alemania	1	(Folwaczny et al., 2001)
Netherlands	1	(Mandari et al., 2003)
Croatia, Italy, Turkey and Serbia	1	(Miletić et al., 2020)
China	1	(Mu et al., 2020)
United Kingdom	1	(Polligton, van Noort, 2008)
Serbia	1	(Stojanac et al., 2013)
Suécia	1	(van Dijken et al., 2001)
South Africa	1	(Wucher et al., 2002)

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.3.3 Avaliação do risco de viés

5.3.3.1 Processo de randomização

Entre os ensaios clínicos incluídos nesta revisão sistemática, 20 estudos 74,07% apresentaram algumas preocupações em relação ao processo de randomização. Por outro lado 6 estudos (22,2 %) apresentaram baixo risco de viés. Apenas 1 estudo 3,71% apresentaram alto risco de viés, no estudo clínico realizado por Fagundes et al. (2014), foi observado muita diferença em relação as características dos dentes selecionados, 90 % foram dentes posteriores (82,9% em pré-molares e, 7,1 em molares) e apenas 10 % em dentes anteriores (2,9% em incisivos e, 7,1 em caninos).

5.3.3.2 Desvios das intervenções pretendidas

Todos os ensaios clínicos randomizados incluídos na revisão apresentaram baixo risco de viés para a falta de medidas de resultado, a qual poderia levar a um viés na estimativa do efeito da intervenção.

5.3.3.3 Ausência de dados de desfecho

Todos os ensaios clínicos randomizados incluídos na revisão apresentaram baixo risco de viés para a falta de medidas de resultado, a qual poderia levar a um viés na estimativa do efeito da intervenção.

5.3.3.4 Mensuração do desfecho

A maior parte dos ensaios clínicos randomizados (96,3%) apresentou risco de viés baixo, apenas 1 (3,7%) estudo apresentou algumas preocupações em relação a este domínio.

5.3.3.5 Seleção do resultado relatado

Todos os ensaios clínicos randomizados incluídos na revisão apresentaram baixo risco de viés para a falta de medidas de resultado, a qual poderia levar a um viés na estimativa do efeito da intervenção.

5.3.3.6 Viés geral

Vinte (74,07%) estudos foram avaliados com moderado risco geral de viés, seis (22,2%) apresentaram risco de viés baixo e apenas 1 ensaio clínico (3,7%) apresentou alto risco geral de viés.

Porcentagens de cada domínio dos riscos de viés são apresentados na figura 21 e o resumo do risco de avaliação de viés de acordo com a ferramenta de Colaboração Cochrane na figura 22.

Figura 21 – Porcentagens de cada domínio dos riscos de viés



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 22 – Resumo do risco de avaliação de viés de acordo com a ferramenta de Colaboração Cochrane

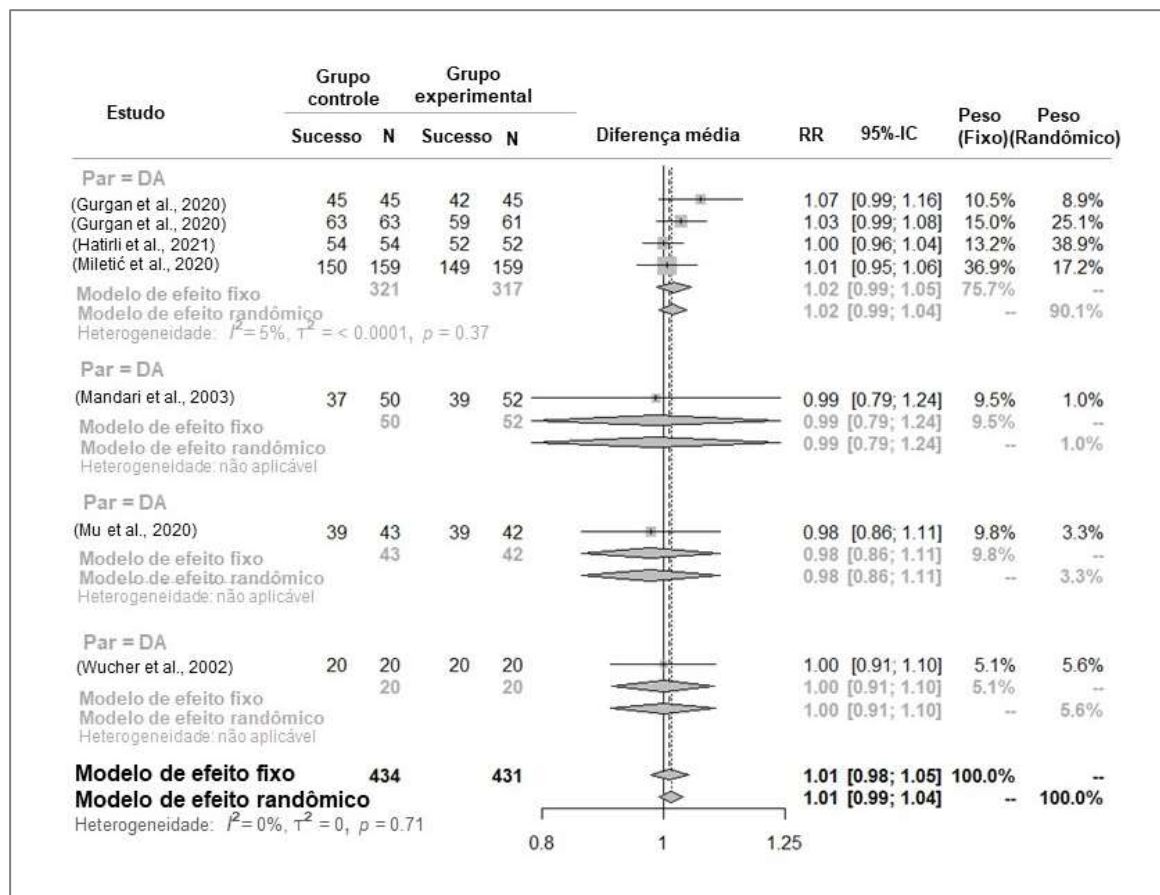
	Processo de randomização	Desvios das intervenções pretendidas	Ausência de dados de desfecho	Mensuração do desfecho	Seleção do resultado relatado	Viés geral
 Baixo risco  Algumas preocupações  Alto risco						
Brackett, 2003						
Burguess, 2004						
Celik, 2018						
Demirce, 2008						
Fagundes, 2014						
Folwaczny, 2001						
Franco, 2006						
Gallo, 2005						
Gurgan, 2020 (1)						
Gurgan, 2020 (2)						
Hatirli, 2021						
Kaurich, 1991						
Koc Vural, 2020						
Levy, 1990						
Mandari, 2003						
Matis, 2004						
Miletic, 2020						
Mu, 2020						
Onal, 2005						
Ozgunaltay, 2002						
Polligton, 2008						
Powell, 1995						
Santiago, 2010						
Stojanac, 2013						
Turkun, 2008						
Van Dijken, 2001						
Wucher, 2002						

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.3.4 Metanálise em rede e análise SUCRA

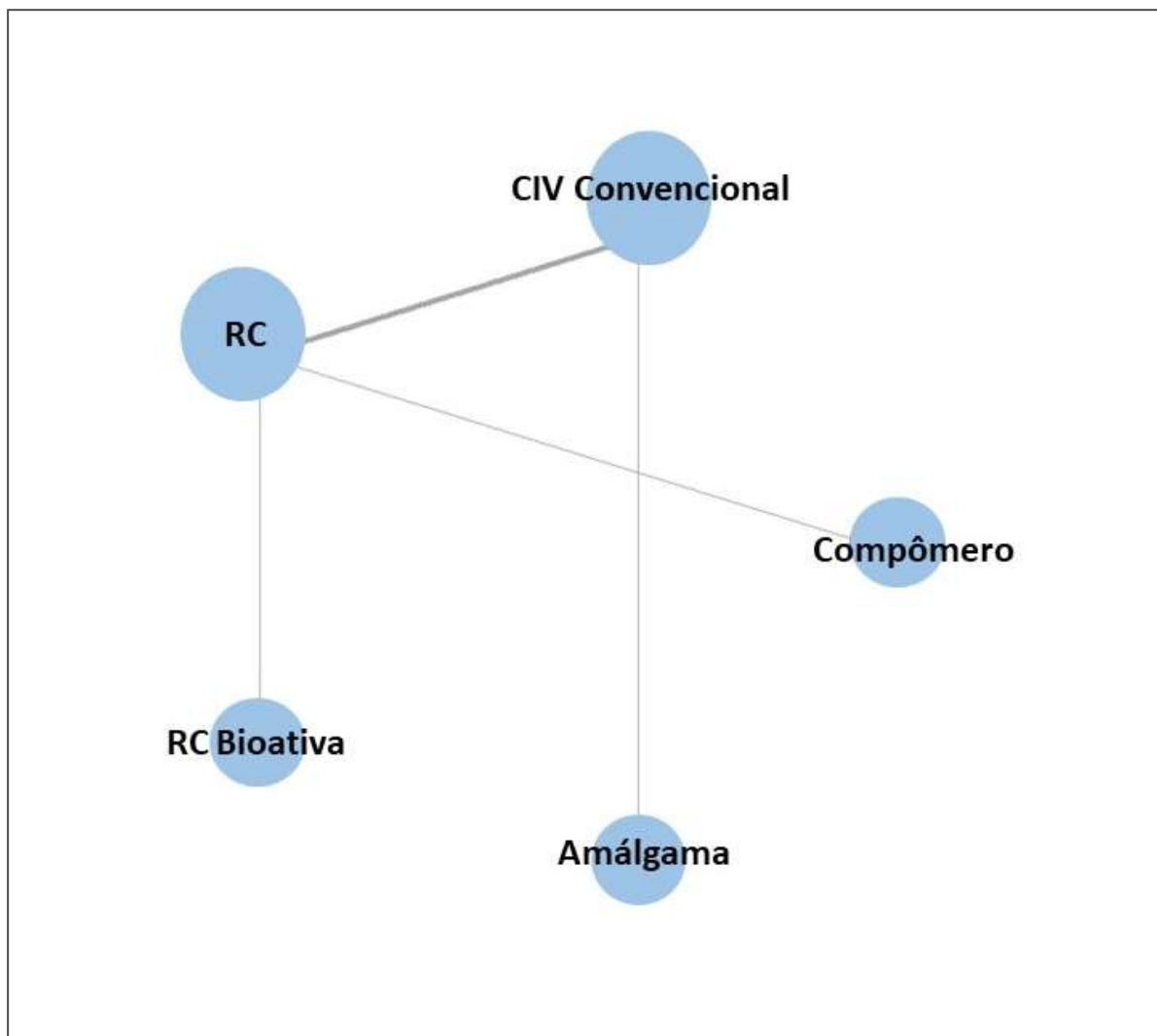
O agrupamento dos estudos disponíveis revelou três redes onde cada nó representa um tipo de material restaurador. A primeira para materiais restauradores em cavidades classe I e II (Figura 23 e 24), a segunda para materiais restauradores em cavidades classe III (Figura 25 e 26) e a terceira para materiais restauradores em cavidades classe V (Figura 27 e 28). Cada linha que conecta os tratamentos representa comparações diretas, sendo a espessura de cada linha a quantidade de estudos e o número de restaurações refletidas pelo tamanho dos nós.

Figura 23 - Metanálise para restaurações classe I e II



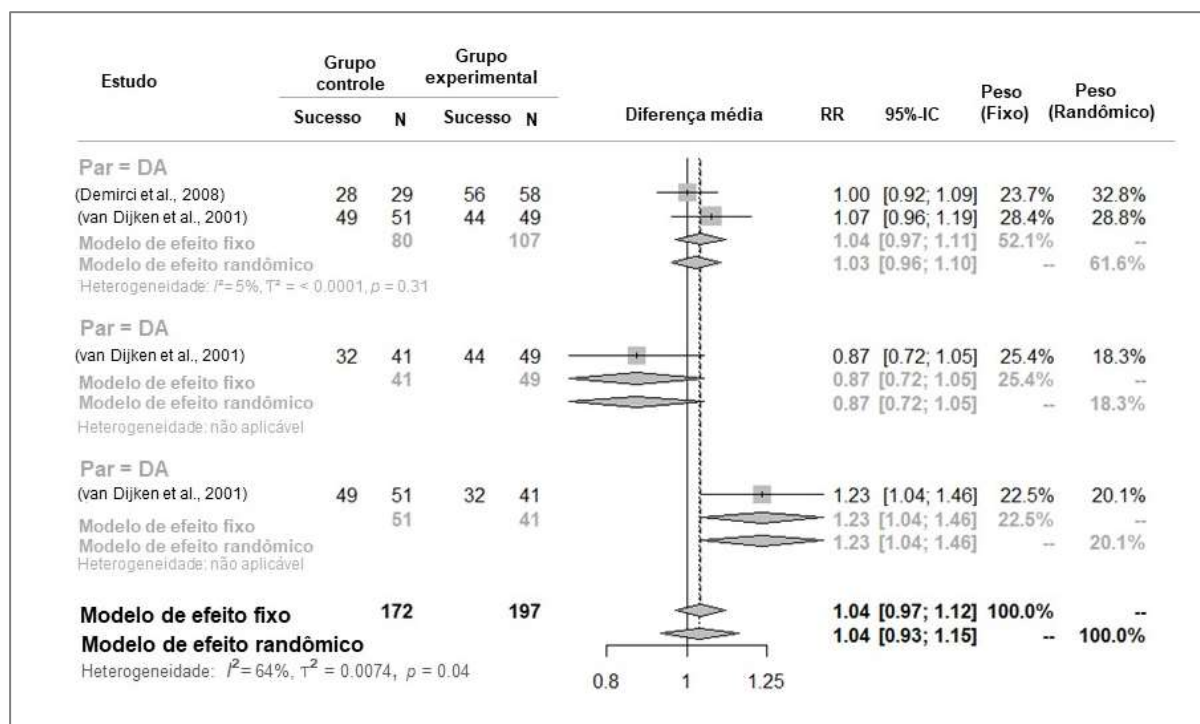
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 24 - Rede para restaurações classe I e II



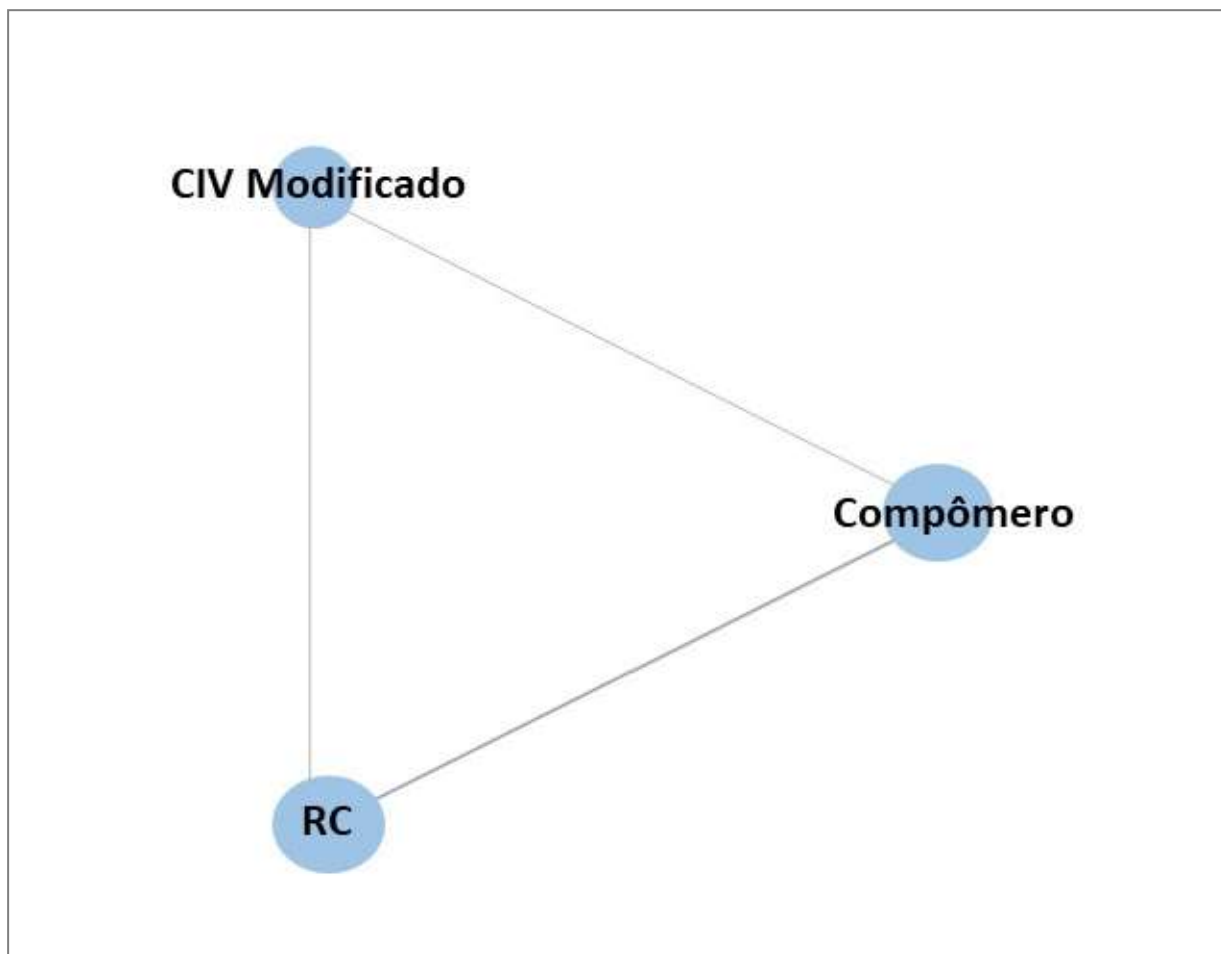
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 25 - Metanálise para restaurações classe III



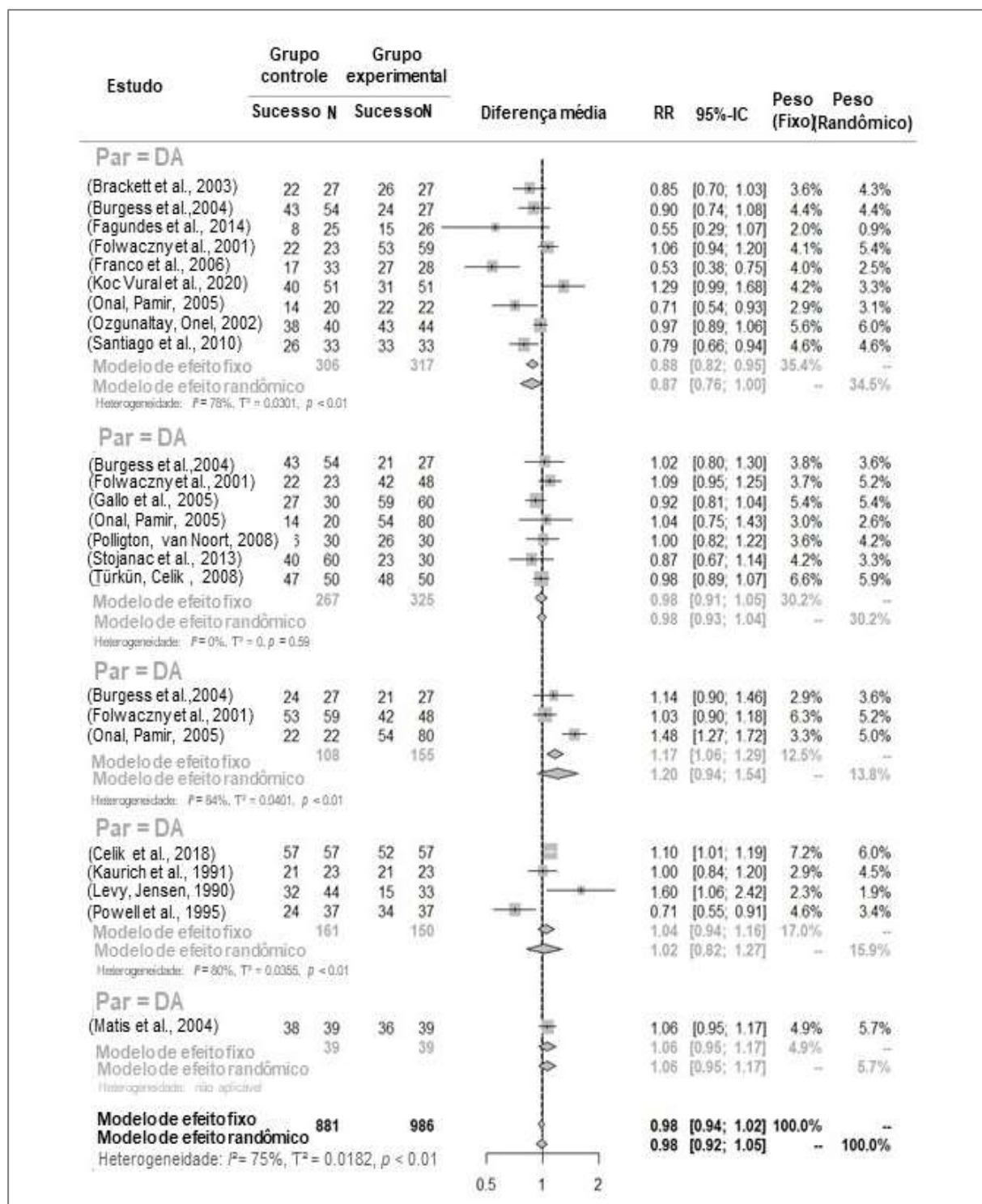
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 26 - Rede para restaurações classe III



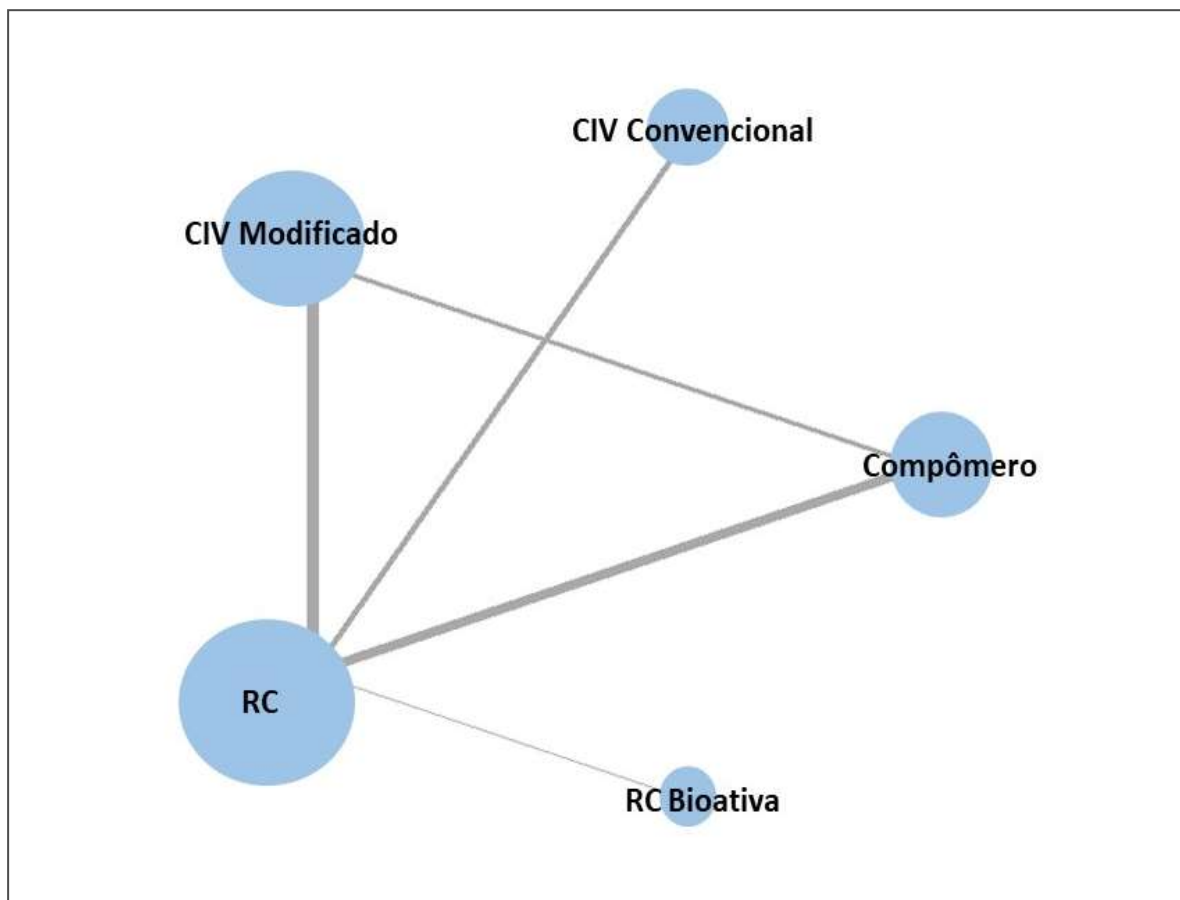
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 27 - Metanálise para restaurações classe V



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 28 - Rede para restaurações classe V



Fonte: Elaborada pelo autor.

5.3.4.1 Perda de retenção de materiais restauradores em cavidades classe I e II

A tabela 9 evidencia os riscos relativos de cada comparação, em relação a resina composta e Compômero o valor de risco relativo foi 1,97 com intervalo de confiança de 1 e 9,89, evidenciando que existe diferença estatística entre o tratamento com resina composta e o tratamento com Compômero, no caso da comparação de resina composta e o CIV convencional o risco relativo foi 1,07 com intervalo de confiança de 1,01 a 1,18 evidenciando que existe diferença estatística entre o tratamento com resina composta e o tratamento com CIV convencional.

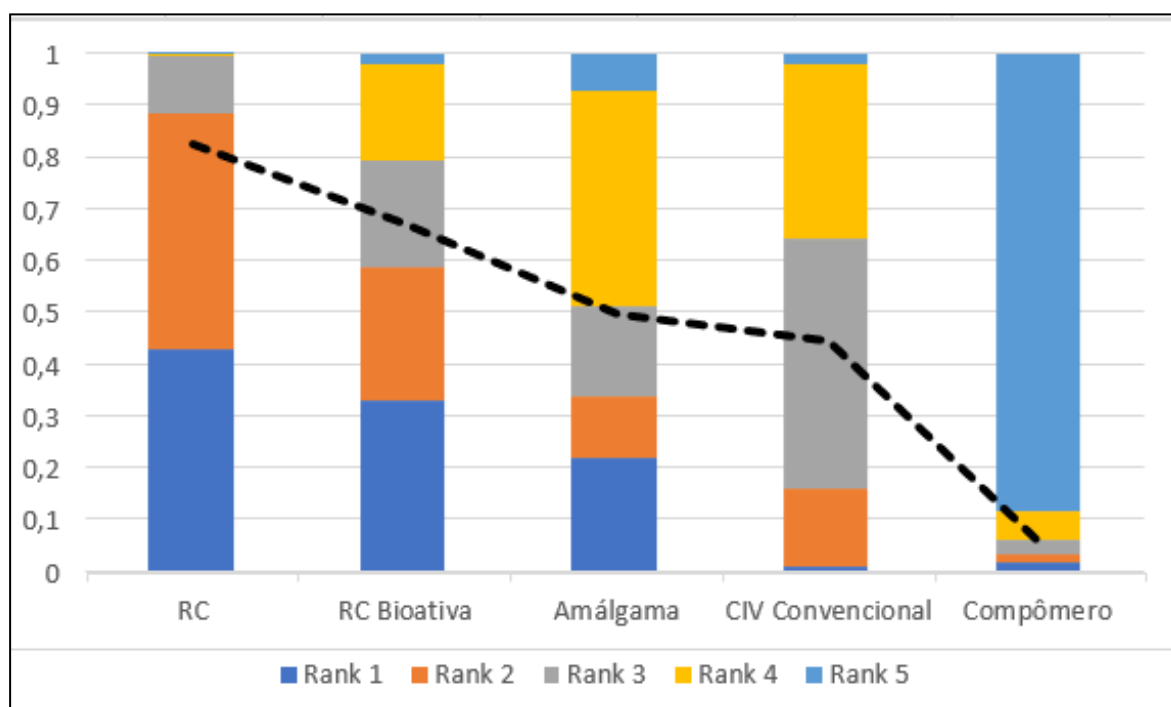
Tabela 9 - Dados de riscos relativos em restaurações classe I e II

TRATAMENTO	CIV convencional	RC	RC bioativa	Amálgama
Compômero	1,83 (0,93, 9,21)	1,97 (1, 9,89)	1,92 (0,95, 9,86)	1,82 (0,86, 9,3)
CIV convencional		1,07 (1,01, 1,18)	1,05 (0,87, 1,26)	0,99 (0,77, 1,27)
RC			0,98 (0,82, 1,15)	0,92 (0,71, 1,19)
RC bioativa				0,94 (0,69, 1,29)

Fonte: Elaborada pelo autor.

No ranqueamento de probabilidade e valores SUCRA (Figura 29), a resina composta foi ranqueada com o valor mais alto (82,6%) tendo maior probabilidade de ser o melhor tratamento seguidos pela resina composta bioativa (67,3%), amálgama (49,9%). E CIV convencional (44,6%). Tratamentos com compômero apresentaram as classificações mais baixas (5,6%), indicando a maior probabilidade de perda por falha retentiva.

Figura 29 - Ranqueamento de probabilidade e valores SUCRA para restaurações classe I e II



Fonte: Elaborada pelo autor.

5.3.4.2 Perda de retenção de materiais restauradores em cavidades classe III

A tabela 10 evidencia os riscos relativos de cada comparação. Em relação ao Compômero e CIV modificado o valor de risco relativo foi 0,84 com intervalo de confiança de 0,69 a 0,98, evidenciando que existe diferença estatística entre o tratamento CIV modificado e o tratamento com Compômero, no caso da resina composta e o CIV modificado o risco relativo foi 1,21 com intervalo de confiança de 1,04 a 1,49 evidenciando que existe diferença estatística entre o tratamento com CIV modificado e o tratamento com resina composta, não existe diferença estatística entre o tratamento com resina composta e o tratamento com compômero.

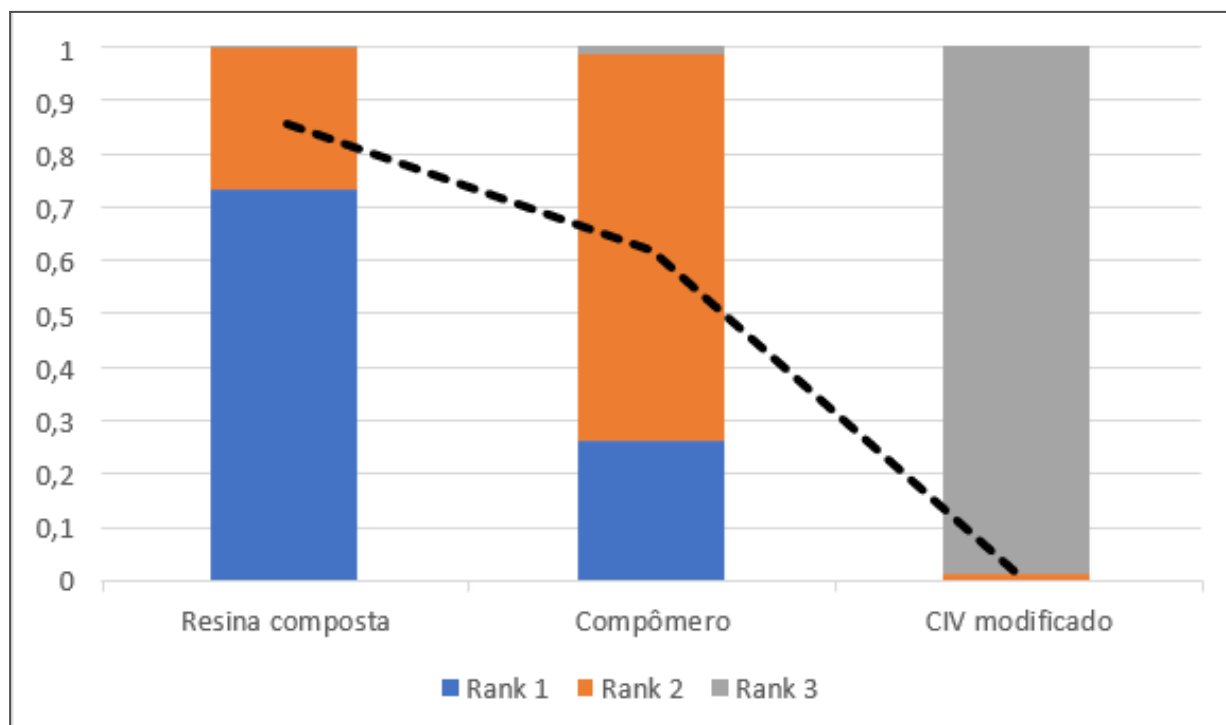
Tabela 10 - Dados de riscos relativos em restaurações classe III

TRATAMENTO	CIV modificado	RC
Compômero	0,84 (0,69; 0,98)	1,02 (0,95; 1,1)
CIV modificado		1,21 (1,04; 1,49)

Fonte: Elaborada pelo autor.

No ranqueamento de probabilidade e valores SUCRA (Figura 30), a resina composta foi ranqueada com o valor mais alto (86,4%) tendo maior probabilidade de ser o melhor tratamento (maior retenção) seguido pelo compômero (62,4%). Tratamentos com CIV modificado apresentaram as classificações mais baixas (1,1%) indicando a maior probabilidade de perda por falha retentiva.

Figura 30 - Ranqueamento de probabilidade e valores SUCRA para restaurações classe III



Fonte: Elaborada pelo autor.

5.3.4.3 Perda de retenção de materiais restauradores em cavidades classe V

A tabela 11 evidencia os riscos relativos de cada comparação, em relação CIV modificado e resina composta o valor de risco relativo foi 0,83 com intervalo de confiança de 0,69 e 0,98, evidenciando que existe diferença estatística entre o tratamento com CIV modificado e o tratamento com resina composta.

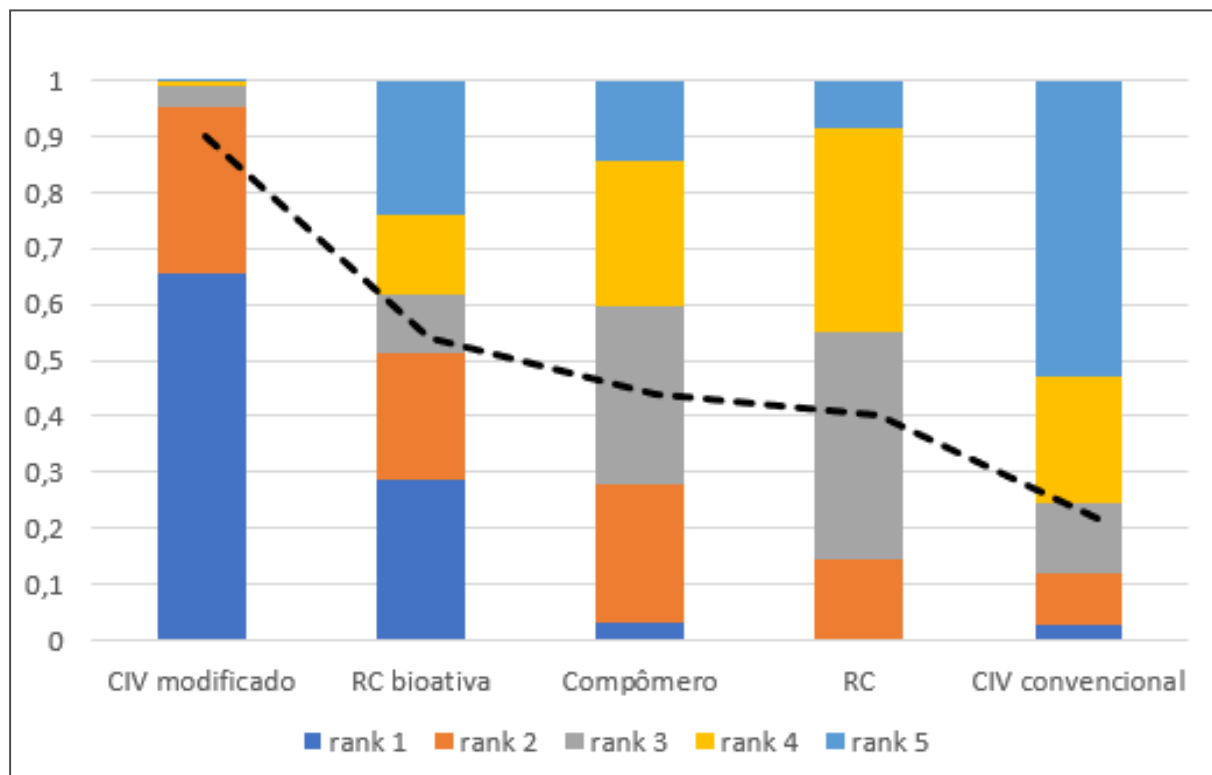
Tabela 11 - Dados de riscos relativos em restaurações classe V

TRATAMENTO	CIV convencional	CIV modificado	RC	RC bioativa
Compômero	0,91 (0,64; 1,25)	1,19 (0,96; 1,51)	0,99 (0,82; 1,19)	1,04 (0,62; 1,77)
CIV convencional		1,31 (0,96; 1,87)	1,09 (0,84; 1,47)	1,15 (0,66; 2,06)
CIV modificado			0,83 (0,69; 0,98)	0,88 (0,52; 1,46)
RC				1,06 (0,65; 1,72)

Fonte: Elaborada pelo autor.

No ranqueamento de probabilidades e valores SUCRA (Figura 31), o CIV modificado foi ranqueada com o valor mais alto (89,9 %) tendo maior probabilidade de ser o melhor tratamento, seguidos por RC bioativa (54,2%), compômero (44%) e resina composta (40,4%). Tratamentos com CIV convencional apresentaram as classificações mais baixas (21,5 %), indicando a maior probabilidade de perda por falha retentiva.

Figura 31 - Ranqueamento de probabilidade e valores SUCRA para restaurações classe V



Fonte: Elaborada pelo autor.

6 DISCUSSÃO

6.1 Discussão da pesquisa clínica

Não foi possível devido a pandemia que impediu a realização dos controles, indispensáveis para a discussão e conclusão do estudo.

6.2 Discussão do estudo *in vitro*

Depois de analisar os dados, a primeira hipótese de estudo não foi rejeitada, pois os tecidos dentais restaurados (esmalte e dentina separadamente) com as diferentes categorias de materiais restauradores utilizados (materiais bioativos e resina composta convencional) apresentaram diferentes graus de desmineralização após o desafio cariogênico ao que foram submetidos. Este resultado era esperado, porque três tipos de materiais restauradores diferentes foram selecionados e avaliados neste estudo, considerando como critério de seleção suas propriedades mecânicas (Tetric N-Ceram) e bioativas (EQUIA Forte e Cention N).

Materiais restauradores dentários considerados bioativos são aqueles que além de serem capazes de devolver a estrutura dental perdida, conseguem ainda promover uma resposta biológica no tecido dental vivo, induzindo à remineralização. Esses exercem ainda o controle das interações com espécies microbiológicas, diminuindo a possibilidade do desenvolvimento de cárie secundária (Xu et al., 2010; Mehdawi et al., 2013).

Em esmalte, os grupos EF, CN, CA apresentaram menor porcentagem de perda da microdureza superficial (%PMS) e foram 57,85%, 63,88% e 66,65% respectivamente. Na dentina, EF, CN e CA apresentaram menores valores de %PMS sendo 31,7%, 34,1% e 40,8% respectivamente. Os valores mais altos de %PMS foram registrados para os grupos TC e SR tanto na dentina como no esmalte.

A presença de propriedades bioativas nos cimentos de ionômero de vidro está bem estabelecida, assim como a capacidade de fornecer resistência aos tecidos adjacentes frente a diferentes desafios desmineralizantes (Donly et al., 2018; Viana et al., 2020; Rodrigues et al., 2021). Adicionalmente a esta valiosa característica está a capacidade de formar uma ótima ligação química com os tecidos dentais e possuir coeficiente de expansão térmica semelhante ao da estrutura dentária (Carvalho, 1995). No entanto, devido os cimentos de ionômero de vidro ainda apresentam baixa estética e deficiências no seu desempenho clínico relacionados à sua baixa resistência a abrasão, não são indicados para restaurações amplas e com alto suporte de carga (Wilson, Lynch, 2013; Frankenberger et al., 2009). Com o objetivo de superar algumas das limitações já mencionadas a composição dos cimentos do ionômero de vidro convencionais foram modificados e consequentemente classificados em novas categorias.

O material utilizado em nosso estudo corresponde a categoria de ionômeros de vidro de alta viscosidade. EF que além de ser apresentado em formato de cápsulas, o que garante a proporção adequada de pó e líquido, é indicada a adição de um revestimento resinoso fotopolimerizável (Coat), que beneficia o isolamento ao meio bucal durante a adaptação inicial do material ao tecido dental, reduzindo assim sua sensibilidade a umidade (Bonifacio et al., 2011; Zoergiebel, Ilie 2012; Oliveira et al., 2021). Foi relatado que este tipo de material têm as características bioativas do ionômero de vidro convencional, resistência ao desgaste clinicamente aceitável (Diem et al., 2013), adesão química aos tecidos dentais, e graças as propriedades mecânicas e de desgaste aprimoradas, o risco de fratura do material é mínimo, o que geralmente era relatado como a principal causa de falha dos cimentos de ionômero de vidro convencionais (Xie et al., 2000). Em relação ao desempenho frente a diferentes tipos de desafios, evidenciaram alta proteção das superfícies dentais adjacentes quando submetidas a ciclos de erosão e remineralização (Alghilan et al., 2015). Apesar que os cimentos de ionômero de vidro de alta viscosidade geralmente parecem liberar menos flúor do que os cimentos de ionômero de vidro convencionais (Kumari et al., 2019), a quantidade de liberação de íons mostrou ser suficiente para induzir a remineralização dos tecidos dentários (Neves et al., 2018).

Em nosso estudo tanto esmalte como dentina ao redor de cavidades restauradas com EF apresentaram menor porcentagem de perda da microdureza superficial, o que pode estar relacionado a sua composição. O fabricante indica que além da presença de partículas de fluoro-alumino-silicato que são compostos relevantes para a prevenção da cárie, está a introdução da nova tecnologia de ionômero de vidro ultrafino com um tratamento de superfície patenteado, que aumenta a sua reatividade. A liberação de íons de cálcio e fosfatos podem promover a remineralização de estruturas dentais. Estes tipos de íons agem como uma fonte externa de minerais que irão se depositar nos espaços vazios da estrutura desmineralizada. E a presença desses íons nos arredores do dente no momento do desafio pode causar a redução da desmineralização como o acontecido em nosso estudo (Cochrane et al., 2010).

Outro ponto importante é a susceptibilidade dos tecidos. Embora a dentina cariada artificialmente possa ser remineralizada usando cimento de ionômero de vidro (Al-Abdi et al., 2017), segundo Schwendicke et al. (2019), o cimento de ionômero de vidro atua fornecendo minerais, mas não é evidenciada ganhos de dureza na dentina desmineralizada. No esmalte adjacente a restaurações com cimento de ionômero de vidro foi relatado menor perda de minerais (Viana et al., 2020).

Comparado com os cimentos de ionômeros de vidro convencionais, ionômeros de vidro de alta viscosidade têm indicações mais amplas. Assim, eles podem ser usados com sucesso como materiais restauradores para restaurações Classe I e Classe II em dentes decíduos e permanentes (Gurgan et al., 2020). Porém, estudos que avaliem especificamente a microdureza ou desmineralização do tecido dental adjacente a restaurações com ionômeros de vidro de alta viscosidade como o sistema EF ainda são escassos.

Em relação a resina composta, os espécimes restaurados com este tipo de material apresentaram maior perda de microdureza e os espécimes restaurados com o cimento de ionômero de vidro de alta viscosidade EF e alkasite CN apresentaram os menores valores de perda da microdureza, portanto nossa segunda hipótese foi rejeitada.

CN é composto por cargas alcalinas e um conjunto de quatro monômeros tradicionalmente utilizados na composição de resinas compostas; possui um sistema

de polimerização aprimorado e fornece propriedades bioativas ou de liberação de íons adicionais (Ilie, 2018). CN tem na sua composição partículas de fluoro-alumino-silicato, silanizados e altamente reativos em ambientes ácidos, este tipo de partículas são semelhantes aos usados em cimentos de ionômeros de vidro (cálcio-bário-alumínio-fluorossilicato de vidro) (Tiskaya et al., 2019). Este tipo de material correspondente a categoria Akasite apresenta propriedades mecânicas superiores aos cimentos ionômeros de vidro e características semelhante es as resinas convencionais, porém CN apresenta maior conversão de monômero, graças a isso podem ser utilizadas para a substituição da estrutura dentária em dentes posteriores permanentes (Ilie, 2018; Roulet et al., 2019; Gomes de Araújo-Neto et al., 2021). As características bioativas de CN foram evidenciadas em outros estudos onde ficou evidente a capacidade do material de formar apatita em sua superfície e, assim, remineralizar a dentina subjacente quando usado sem a aplicação de um adesivo dentário (Tiskaya et al., 2019). Isto também foi observado no presente estudo, onde CN apresentou menor porcentagem de perda da microdureza na dentina e no esmalte adjacente.

Segundo alguns estudos, a associação de CN a um sistema adesivo evidencia menor microinfiltração nas margens oclusais e gengivais que restaurações de CN sem um sistema adesivo (Dennis et al., 2021; Meshram et al., 2019). No entanto, quando a utilização de CN dispensa o uso de um sistema adesivo, a lacuna entre a dentina e o material restaurador é de cerca de 20 μm em média, o que se considera aceitável (Lopes, 2015; Burgess, 2015). O uso de sistema adesivo de dentina melhora a vedação marginal de material restaurador e interface do dente. Eles provaram ser eficazes na redução, mas não na eliminação da microinfiltração.

Em relação à microdureza de subsuperfície, o esmalte adjacente às cavidades restauradas com resina composta (TC) evidenciou uma menor microdureza de subsuperfície, apresentando valores semelhantes aos encontrados nas adjacências das cavidades não restauradas (SR) que constituíam o grupo controle. Não houve diferença estatística entre os grupos restaurados com o EF, CN, ou CN com adesivo.

A dentina adjacente às cavidades sem restauração apresentou os menores valores de microdureza de subsuperfície, não sendo estatisticamente diferentes dos

apresentados pelo grupo restaurado com resina composta. Os valores mais altos de microdureza de subsuperfície obtidos pertencem ao grupo EF. A aplicação de adesivo nas cavidades não gerou nenhuma diferença significativa, produzindo resultados semelhantes ao grupo do CN sem adesivo tanto em esmalte como em dentina.

A resistência de união à microtração do CN inserido na cavidade em incremento único é comparável a uma restauração em resina nanohíbrida utilizando a técnica incremental (Mohamed et al., 2020). A força de adesão à dentina conseguida quando o CN é fotopolimerizado e um sistema adesivo universal é utilizado, é semelhante a resina Surefil One (Dentsply Sirona) (Yao et al., 2020). No entanto, a autocura pode ser preferida a partir de um ponto de vista da bioatividade, uma vez que a fotopolimerização do CN levou a uma redução significativa na liberação de Flúor pelo material (Gupta et al., 2019; Yazkan, 2020).

No presente estudo, a liberação de flúor dos materiais não foi avaliado, mas considerando um estudo anterior, nossos resultados podem estar relacionados a maior quantidade de liberação de flúor de EF e CN, quando comparados com uma resina composta (Dasgupta et al., 2018; Tiskaya et al., 2019; de Lima et al., 2021).

A observação mediante técnicas microscópicas ou ensaios de microdureza permitem determinar o grau de influência dos materiais restauradores no crescimento de bactérias e a sua relação com o desenvolvimento de cárie secundária (Schwendicke et al., 2018; Wu et al., 2020). Neste estudo, utilizando técnicas de microdureza, foi possível evidenciar que houve redução da microdureza superficial e subsuperfície após o desafio cariogênico entre os grupos experimentais.

Porém, mediante a utilização de microscopia por luz polarizada nenhum dos materiais evidenciou um efeito protetor sobre dentina, o que pode ser explicado pela alta agressividade do desafio utilizado e altas vibrações durante o corte no processo de preparo das amostras, o que fez que vários espécimes de dentina fossem degradados nessa fase e impossibilitaram a leitura adequada para realizar comparações mais específicas.

O presente trabalho foi um estudo *in vitro* e como tal apresenta algumas limitações, sendo uma das principais a grande dificuldade em simular de maneira precisa um ambiente tão complexo quanto a cavidade oral. Este processo é fundamental porque os materiais restauradores devem ser capazes de resistir a todas

as condições adversas presentes no ambiente oral. Outros estudos ainda são necessários para analisar e determinar as propriedades mecânicas e físico-químicas dessa classe de materiais, para assim conhecer cada vez mais a respeito do comportamento dos diferentes materiais considerados bioativos. Além de mais estudos laboratoriais, a elaboração de estudos clínicos é de extrema importância para que possamos conhecer e entender as diferentes aplicações clínicas dos materiais testados quando estes se encontram verdadeiramente em função.

6.2 Discussão da revisão sistemática

Na procura de materiais odontológicos ideais para tratamentos restauradores, vem sendo realizados diversos estudos a fim de obter novos conceitos que otimizem a prática clínica. Na odontologia moderna, materiais dentais considerados ideais não são apenas biocompatíveis como antigamente, eles também precisam fornecer propriedades biomiméticas e bioativas.

Esta revisão sistemática e meta-análise em rede foi realizada para determinar o desempenho de materiais restauradores bioativos comparados com materiais restauradores não bioativos, analisando de forma abrangente as características dos materiais, a fim de evidenciar a melhor opção de tratamento, refletido no sucesso clínico (longevidade e retenção) das restaurações em dentes permanentes.

Para a realização do estudo foram selecionados ensaios clínicos randomizados, tipo de estudo experimental mais frequentemente usado em pesquisa clínica, onde as restaurações são alocadas aleatoriamente aos pacientes, permitindo a formação de grupos mais equilibrados, reduzindo o risco de viés de seleção e, se executados adequadamente, também apresentam riscos limitados de avaliação tendenciosa e relatórios. Dos 27 estudos analisados nesta revisão sistemática, 23 estudos foram estudos clínicos de 2 braços e 4 estudos clínicos de 3 braços.

A localização e o número de superfícies envolvidas, bem como a extensão das cavidades, também parecem estar relacionados a sobrevida global das

restaurações. Os estudos analisados nesta revisão avaliaram restaurações diretas classe I, II, III e V, onde 18 estudos avaliaram restaurações em cavidades classe V, 2 em cavidades classe III e 7 em cavidades classe I e II. Os estudos selecionados compararam a resina composta com pelo menos um dos materiais dentais considerados bioativos (resina composta bioativa, compômero, amálgama, cimento de ionômero de vidro convencional e cimento de ionômero de vidro modificado). Um tempo mínimo de acompanhamento de 24 meses foi considerado com a finalidade de obter resultados mais confiáveis, considerando que as taxas de falha na retenção tendem a aumentar ao transcorrer maior tempo. Além disso menos que esse tempo é considerado insuficiente para avaliar o desempenho de materiais restauradores e obter conclusões sólidas.

As metanálises de rede são capazes de comparar a eficácia de múltiplas intervenções combinando estimativas diretas e indiretas de efeito. Esta abordagem estatística é considerada adequada para avaliar múltiplas opções de tratamentos, o que resulta numa análise ideal para nosso estudo. Porém, em alguns casos obtivemos como resultado uma rede com menos comparações, devido a pouca quantidade de estudos clínicos randomizados adequados disponíveis para nossa abordagem.

A análise SUCRA é uma apresentação numérica da classificação geral e apresenta um único número associado a cada tratamento. Em relação a restaurações classe V ficou evidente que CIV modificado alcançou maior probabilidade de melhores taxas de retenção do que CIV convencional e resina composta. Cimentos ionômeros de vidro são materiais restauradores preferidos e altamente recomendados nas restaurações classe V, este tipo de material apresenta propriedades de auto adesão às estruturas dentárias (Lin et al., 1992), age na remineralização do dente, promovendo difusão de íons flúor, cálcio e fosfato (Krämer et al., 2018; Sidhu et al., 2016).

Na maioria dos estudos, os CIVs convencionais são os materiais que liberam o maior nível de flúor entre os materiais estudados. Este material é capaz de se recarregar, principalmente com íons de flúor do meio bucal (Kumari et al., 2019). Portanto, o CIV convencional pode ser considerado material restaurador bioativo. Porém em relação as propriedades mecânicas o CIV convencional tem valores de flexão baixos (Momoi et al., 1995) e uma alta propensão ao desgaste, ainda apresenta

uma estética pobre, por tal motivo o CIV convencional deixou de ser uma alternativa para restaurações definitivas, mas ainda em dentes posteriores onde é um desafio para os materiais restauradores enfrentar as forças mastigatória sem resultas em falhas relacionadas a perda de retenção. O CIV modificado por resina composta foi desenvolvido para superar alguns dos problemas de resistência mecânica reduzida do CIV convencional. CIV modificado tem maior resistência ao desgaste, tenacidade à fratura e menor sensibilidade à umidade (Momoi et al., 1995). Assim como propriedades estéticas melhoradas em relação ao CIV convencional, o CIV modificado apresenta geralmente uma maior taxa de sucesso em comparação com o CIV convencional em muitos ensaios clínicos (Nicholson et al., 1997), corroborando nossos achados. No entanto, em relação a bioatividade o CIV modificado parece liberar menos flúor do que o CIV convencional, devido à inclusão de matriz de resina polimerizada nos CIVs modificados o que limitaria a troca iônica com o meio externo (Nigam et al., 2009).

As menores taxas de retenção apresentadas por cavidades restauradas com resina composta podem ser devido ao condicionamento inadequado da dentina esclerótica com ácido, ou também pela maior rigidez (maior módulo de elasticidade) do material restaurador do que a dentina. De qualquer forma, o que deve ser interpretado com cautela, pois poucos estudos apresentaram esses achados, levando a uma estimativa imprecisa desse efeito. No total foram 4 estudos que utilizaram CIV convencional como material restaurador para cavidades classe V, sendo que 3 utilizaram a mesma marca (Ketac Fil) e 1 estudo utilizou o Equia forte considerado um ionômero de vidro de alta viscosidade, Para nossa análise, consideramos apropriado combinar no grupo ionômero de vidro convencional, o ionômero de vidro autopolimerizável e o ionômero de vidro de alta viscosidade a fim de obter apenas 2 grupos de ionômero de vidro (CIV convencional e CIV modificado).

Para restaurações Classe I e II, e restaurações classe III a resina composta foi superior ao compômero e CIV modificados respectivamente, o que reforça conceitos sobre a elevada capacidade de retenção das resinas compostas em cavidades deste tipo, capacidade proporcionada pelas estratégias adesivas associadas a técnica de restauração com resina composta. CIV modificados tem uma taxa de sucesso a longo prazo menor do que a das resinas compostas em alguns

estudos (Heintze, Rousson, 2012), e a sua utilização está mais indicada para restaurações em odontopediatria (Santos et al., 2016). Os compômeros têm propriedades mecânicas iniciais que são comparáveis às das resinas compostas (Musanje et al., 2001; Yap et al., 2004; Ilie, Hickel, 2009) mas o seu desempenho diminui significativamente ao longo do tempo, devido à hidrólise e solubilização das partículas (Nicholson et al., 2003).

Em relação a resina composta bioativa tanto em cavidades classe V como em cavidades classe I e II evidenciaram um bom índice de retenção, este tipo de material conhecido como GIOMER, tem propriedades mecânicas iniciais que são comparáveis aos de uma resina composta (Tsujimoto et al., 2017; Ilie, Fleming, 2015). Embora pareçam ter uma taxa de sucesso a longo prazo menor do que as resinas compostas em alguns estudos (Van Dijken, 2013), as resinas compostas bioativas podem ser razoavelmente usadas para restaurações cervicais e restaurações oclusais (Sunico et al., 2005), em relação ao poder de remineralização. Assim como os compômeros, as resinas compostas bioativas também requerem que um adesivo seja aplicado na estrutura do dente, o que pode impedir a difusão de íons para induzir a remineralização. Partindo desse ponto de vista, as cavidades classe I e II restauradas com amálgama apresentaram taxas de falha semelhantes aos da resina composta e resina bioativa. Porém, a utilização deste tipo de material requer um preparo mais invasivo o que atualmente vai contra a preconização de uma prática clínica minimamente invasiva, além do compromisso internacional da redução do mercúrio, restringindo cada vez mais o uso de amálgama (Worthington et al., 2021).

Embora este resultado seja mais fácil de entender em comparação com as outras estatísticas relatadas, deve ser interpretado com cautela. A análise SUCRA não considera a magnitude das diferenças de efeitos entre os tratamentos. Isso significa que o material classificado em primeiro lugar pode ser apenas um pouco melhor do que o segundo classificado tratamento. A avaliação da análise SUCRA sempre fornecerá um ranqueamento de ser o melhor, mesmo que as estatísticas que comparam os tamanhos de efeito não demonstram que nenhum material é melhor que o outro.

Deve-se destacar que muitos ensaios no campo restaurador podem não ter como objetivo provar a superioridade, mas a equivalência de (novos) materiais contra

um padrão-ouro. Porém, materiais restauradores considerados bioativos evidenciaram um bom desempenho em cavidades classe V e cavidades classe I e II em relação ao sucesso de retenção, mas ainda não é o suficiente para afirmar sua superioridade frente a resina composta. Dado que a maioria dos ensaios são de curto prazo, é necessário cautela ao interpretar nossas descobertas.

7 CONCLUSÃO

7.1 Conclusão da pesquisa clínica

Não foi possível devido a pandemia que impediu a realização dos controles, indispensáveis para a conclusão do estudo.

7.2 Conclusão do estudo *in vitro*

A partir dos resultados do estudo, pode-se concluir que o cimento de ionômero de vidro de alta viscosidade EQUIA Forte foi o material restaurador associado a menor perda de microdureza em esmalte e dentina adjacente quando submetidos a um desafio cariogênico bacteriano

O material restaurador da categoria Alkasite (Cention N) pode ser considerado um material promissor e com boas propriedades bioativas, independentemente do seu uso com ou sem um sistema adesivo, tanto em esmalte quanto em dentina. Ambos os materiais são caracterizados por apresentar um efeito anticariogênico alto em comparação a resina composta convencional.

7.3 Conclusão da revisão sistemática

As resinas compostas ainda representam a primeira opção para restaurações dentais independentemente do tipo de cavidade a ser restaurada.

Materiais restauradores considerados bioativos evidenciaram um bom desempenho clínico, semelhante a resina composta convencional em termos de retenção.

REFERÊNCIAS*

Aas JA, Paster BJ, Stokel LN, Olsen I, Dewhirst FE. Defining the normal bacterial flora of the oral cavity. *J Clin Microbiol.* 2005 Nov;43(11):5721-32. doi: 10.1128/JCM.43.11.5721-5732.2005. PMID: 16272510; PMCID: PMC1287824.

Al-Abdi A, Paris S, Schwendicke F. Glass hybrid, but not calcium hydroxide, remineralized artificial residual caries lesions in vitro. *Clin Oral Investig.* 2017 Jan;21(1):389-96. doi: 10.1007/s00784-016-1803-6. Epub 2016 Apr 1. PMID: 27033226.

Alghilan MA, Cook NB, Platt JA, Eckert GJ, Hara AT. Susceptibility of restorations and adjacent enamel/dentine to erosion under different salivary flow conditions. *J Dent.* 2015 Dec;43(12):1476-82. doi: 10.1016/j.jdent.2015.10.007. Epub 2015 Oct 22. PMID: 26476416.

Argenta RMO, Tabchoury CPM, Cury JA. A modified pH-cycling model to evaluate fluoride effect on enamel demineralization. *Pesqui. Odontol. Bras.* 2003 Sep;17(3): 241-46. doi: 10.1590/s1517-74912003000300008. Epub 2003 Dec 16. PMID: 14762502.

Askar H, Krois J, Göstemeyer G, Bottenberg P, Zero D, Banerjee A, et al. Secondary caries: what is it, and how it can be controlled, detected, and managed? *Clin Oral Investig.* 2020 May;24(5):1869-76. doi: 10.1007/s00784-020-03268-7. Epub 2020 Apr 17. PMID: 32300980.

Ástvaldsdóttir Á, Dagerhamn J, van Dijken JW, Naimi-Akbar A, Sandborgh-Englund G, Tranæus S, et al. Longevity of posterior resin composite restorations in adults – A systematic review. *J Dent.* 2015 Aug;43(8):934-54. doi: 10.1016/j.jdent.2015.05.001. Epub 2015 May 21. PMID: 26003655.

Balkaya H, Arslan S. A two-year clinical comparison of three different restorative materials in class II cavities. *Oper dent.* 2020;45(1):E32-E42. doi:10.2341/19-078-C. doi: 10.2341/19-078-C. Epub 2019 Nov 18. PMID: 31738696.

Beyth N, Bahir R, Matalon S, Domb AJ, Weiss EI. *Streptococcus mutans* biofilm changes surface-topography of resin composites. *Dent Mater.* 2008 Jun;24(6):732-6. doi: 10.1016/j.dental.2007.08.003. Epub 2007 Sep 25. PMID: 17897707.

Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater* 1997; Jul;13(4):258–69. doi: 10.1016/s0109-5641(97)80038-3. PMID: 11696906.

* Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [cited 2020 Jan 20]. U.S. National Library of Medicine; [about 6 p.]. Disponível em: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

Bourbia M, Ma D, Cvitkovitch DG, Santerre JP, Finer Y. Cariogenic bacteria degrade dental resin composites and adhesives. *J Dent Res*. 2013 Nov;92(11):989-94. doi: 10.1177/0022034513504436. Epub 2013 Sep 11. PMID: 24026951; PMCID: PMC3797536.

Brackett WW, Dib A, Brackett MG, Reyes AA, Estrada BE. Two-year clinical performance of Class V resin-modified glass-ionomer and resin composite restorations. *Oper Dent*. 2003 Sep-Oct;28(5):477-81. PMID: 14531590.

Bresciani E, Molina GF, Ngo HC, Miletić I, Frencken J, Wang L, et al. Consensus on glass-ionomer cement thresholds for restorative indications. *J Dent*. 2021 Apr;107:103609. doi: 10.1016/j.jdent.2021.103609. Epub 2021 Feb 18. PMID: 33610589.

Brzović Rajić V, Ivanišević Malčić A, Bilge Kütük Z, Gurgan S, Jukić S, Miletić I. Compressive strength of new glass ionomer cement technology based restorative materials after thermocycling and cyclic loading. *Acta Stomatol Croat*. 2019;53(4):318-25. doi: 10.15644/asc53/4/2. PMID: 32099257; PMCID: PMC6993471.

Burgers R, Schneider-Brachert W, Hahnel S, Rosentritt M, Handel G. Streptococcal adhesion to novel low-shrink silorane-based restorative. *Dent Mater*. 2009 Feb;25(2):269-75. doi: 10.1016/j.dental.2008.07.011. Epub 2008 Sep 2. PMID: 18768217.

Buldur M, Sirin Karaarslan E. Microhardness of glass carbomer and high-viscous glass ionomer cement in different thickness and thermo-light curing durations after thermocycling aging. *BMC Oral Health*. 2019;19(1):273. doi: 10.1186/s12903-019-0973-4. PMID: 31801493; PMCID: PMC6894238.

Burgess JO, Gallo JR, Ripps AH, Walker RS, Ireland EJ. Clinical evaluation of four Class 5 restorative materials: 3-year recall. *Am J Dent*. 2004 Jun;17(3):147-50. PMID: 15301207.

Carvalho RM. Ionômero de vidro. *Maxio-donto: Dentística* 1995; 1(5):1-42.

Çelik EU, Tunac AT, Yilmaz F. A randomized, controlled, split-mouth trial evaluating the clinical performance of high-viscosity glass-ionomer restorations in noncarious cervical lesions: two-year results. *J Adhes Dent*. 2018;20(4):299-305. doi: 10.3290/j.jad.a40985. PMID: 30206572.

Cenci MS, Lund RG, Pereira CL, de Carvalho RM, Demarco FF. Chen L, et al. The role of bacterial biofilm in persistent infections and control strategies. *Int J Oral Sci*. 2011;3(2):66–73.

Chole D, Shah HK, Kundoor S, Bakle S, Gandhi N, Hatte N. In vitro comparison of flexural strength of Cention-N, bulk fill composites, light-cure nanocomposites and

resin-modified glass ionomer cement. FIOSR-JD 2018;17(10):79-82. doi:10.9790/0853-1710087982.

Claro-Pereira D, Sampaio-Maia B, Ferreira C, Rodrigues A, Melo LF, Vasconcelos MR. In situ evaluation of a new silorane-based composite resin's bioadhesion properties. Dent Mater. 2011 Dec;27(12):1238-45. doi: 10.1016/j.dental.2011.08.401. Epub 2011 Oct 17. PMID: 22005004.

Cochrane NJ, Cai F, Huq NL, Burrow MF, Reynolds EC. New approaches to enhanced remineralization of tooth enamel. J Dent Res. 2010 Nov;89(11):1187-97. doi: 10.1177/0022034510376046.

Collins CJ, Bryant RW, Hodge KL. A clinical evaluation of posterior composite resin restorations: 8-year findings. J Dent. 1998;26:311-317.

Conselho Nacional de Saúde (Brasil). Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012 [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2012 [citado 2018 Mar 11]. Disponível em: http://www.conselho.saude.gov.br/web_comissoes/conep/index.html. Acesso em: 04 jan. 2018.

Cosgun A, Bolgul B, Duran N. In vitro investigation of antimicrobial effects, nanohardness, and cytotoxicity of different glass ionomer restorative materials in dentistry. Niger J Clin Pract. 2019;22(3):422-31. doi:10.4103/njcp.njcp_429_18.

Cunha-Cruz J, Scott J, Rothen M, Mancl L, Lawhorn T, Brossel K. Salivary characteristics and dental caries: evidence from general dental practices. J Am Dent Assoc. 2013;144(5):e31-e40. doi:10.14219/jada.archive.2013.0159.

Cury JA, Rebelo MA, Del Bel Cury AA, Derbyshire MT, Tabchoury CP. Biochemical composition and cariogenicity of dental plaque formed in the presence of sucrose or glucose and fructose. Caries Res. 2000 Nov-Dec;34(6):491-7. doi: <http://dx.doi.org/10.1159/000016629>.

da Silva BM, França FM, Flório FM, Basting RT. In situ anticariogenic effect of adhesive systems containing fluoride and MDPB. Am J Dent. 2010;23:75–80.

Dasgupta S, Saraswathi MV, Somayaji K, Pentapati KC, Shetty P. Comparative evaluation of fluoride release and recharge potential of novel and traditional fluoride-releasing restorative materials: An *in vitro* study. J Conserv Dent. 2018 Nov-Dec;21(6):622-26. doi: 10.4103/JCD.JCD_338_18.

de Lima Navarro MF, Pascotto RC, Borges AFS, Soares CJ, Raggio DP, Rios D, et al. The challenge of treating biofilm-associated bacterial infections. Clin Pharmacol Ther. 2007;82(2):204-9. doi:10.1038/sj.clpt.6100247.

Demarco FF, Corrêa MB, Cenci MS, Moraes RR, Opdam NJM. Longevity of posterior composite restorations: Not only a matter of materials. Dent Mater. 2012 Jan;28(1):87–101.

Demirci M, Yildiz E, Uysal O. Comparative clinical evaluation of different treatment approaches using a microfilled resin composite and a compomer in Class III cavities: two-year results. *Oper Dent*. 2008 Jan-Feb;33(1):7-14. doi: 10.2341/07-34. PMID: 18335727.

Dennis D, Pintaui S, Debora S. Microleakage comparative evaluation of RMGIC and Alkasite with and without adhesive Ssystem in class V cavity: na *In vitro* study. *J Contemp Dent Pract*. 2021 Jul 1;22(7):735-38.

Díaz PL, Kolenbrander PE. Subgingival biofilm communities in health and disease. *PIRO*. 2009;2(3):187-92. doi: 10.1016/S0718-5391(09)70033-3.

Diem VT, Tyas MJ, Ngo HC, Phuong LH, Khanh ND. The effect of a nano-filled resin coating on the 3-year clinical performance of a conventional high-viscosity glass-ionomer cement. *Clin Oral Investig*. 2014 Apr;18(3):753-9. doi: 10.1007/s00784-013-1026-z.

Donly KJ, Liu JA. Dentin and enamel demineralization inhibition at restoration margins of Vitremer, Z 100 and Cention N. *Am J Dent*. 2018 Jun;31(3):166-8.

Dummer PMH, Edmunds DH, Green RM. Demineralization of human enamel by *Streptococcus mutans* NCTC 10832 using a sequential batch culture technique. *Caries Res*.1982;16(2):193-6.

Espelid I, Tveit AB, Tornes KH, Alvheim H. Clinical behaviour of glass ionomer restorations in primary teeth. *J Dent*. 1999 Aug;27(6):437-42. doi: 10.1016/s0300-5712(99)00004-4. PMID: 10399410.

Fagundes TC, Barata TJ, Bresciani E, Santiago S, Franco EB, Lauris JR. Seven-year clinical performance of resin composite versus resin-modified glass ionomer restorations in noncarious cervical lesions. *Oper Dent*. 2014 Nov-Dec;39(6):578-87. doi: 10.2341/13-054-C. Epub 2014 May 8. PMID: 24809539.

Folwaczny M, Loher C, Mehl A, Kunzelmann KH, Hickel R. Class V lesions restored with four different tooth-colored materials--3-year results. *Clin Oral Investig*. 2001 Mar;5(1):31-9. doi: 10.1007/s007840000098. PMID: 11355096.

Forss H, Widstrom E. Reasons for restorative therapy and the longevity of restorations in adults. *Acta Odontol Scand*. 2004;62:82–6.

Franco EB, Benetti AR, Ishikiriyama SK, Santiago SL, Lauris JR, Jorge MF, et al. 5-year clinical performance of resin composite versus resin modified glass ionomer restorative system in non-carious cervical lesions. *Oper Dent*. 2006 Jul-Aug;31(4):403-8. doi: 10.2341/05-87. PMID: 16924979.

Francois P, Fouquet V, Attal JP, Dursun E. Commercially available fluoride-releasing restorative materials: A review and a proposal for classification. *Materials (Basel)*. 2020 May 18;13(10):2313. doi: 10.3390/ma13102313.

Frankenberger R, Garcia-Godoy F, Krämer N. Clinical performance of viscous glass ionomer cement in posterior cavities over two years. *Int J Dent*. 2009;2009(2):781462. doi: 10.1155/2009/781462. Epub 2010 Feb 22. PMID: 20339470; PMCID: PMC2836880.

Fronza BM, Rueggeberg FA, Braga RR, Mogilevych B, Soares LE, Martin AA. Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dent Mater*. 2015 Dec;31(12):1542-51. doi: 10.1016/j.dental.2015.10.001. Epub 2015 Nov 20. PMID: 26608118.

Fujimoto Y, Iwasa M, Murayama R, Miyazaki M, Nagafuji A, Nakatsuka T. Detection of ions released from S-PRG fillers and their modulation effect. *Dent Mater J*. 2010 Aug;29(4):392–7.

Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*. 1999 Feb;27(2):89-99. doi: 10.1016/s0300-5712(98)00037-2.

Gallo JR, Burgess JO, Ripps AH, Walker RS, Ireland EJ, Mercante DE, et al. Three-year clinical evaluation of a compomer and a resin composite as Class V filling materials. *Oper Dent*. 2005 May-Jun;30(3):275-81. PMID: 15986945.

Gama-Teixeira A, Simionato MR, Elian SN, Sobral MA, Luz MA. Streptococcus mutans-induced secondary caries adjacent to glass ionomer cement, composite resin and amalgam restorations in vitro. *Braz Oral Res*. 2007;21(4):368-74. doi:10.1590/s1806-83242007000400015.

GC America [internet]. EQUIA Forte [cited 2018 Oct 2]. Available from: http://www.gcamerica.com/products/operatory/EQUIA_Forte/.

Geerts S, Bolette A, Seidel L, Guéders A. An in vitro evaluation of leakage of two etch and rinse and two self-etch adhesives after thermocycling. *Int J Dent*. 2012;12:1–7.

Geurtsen W, Leyhausen G, Garcia-Godoy F. Effect of storage media on the fluoride release and surface microhardness of four polyacid-modified composite resins ("compomers"). *Dent Mater*. 1999 May;15(3):196-201. doi: 10.1016/s0109-5641(99)00034-2. PMID: 10551084.

Gezawi MF El, Al-harbi FA. Reliability of bonded MOD restorations in maxillary premolars: Microleakage and cuspal fracture resistance. *Acta Stomatol Croat*. 2012 Mar;46(1):31-42.

Gilmour SM, Edmunds DH, Dummer PM. The production of secondary caries-like lesions on cavity walls and the assessment of microleakage using an in vitro microbial caries system. *J Oral Rehabil*. 1990;17(6):573-78. doi:10.1111/j.1365-2842.1990.tb01428.x.

Gomes de Araújo-Neto V, Sebold M, Fernandes de Castro E, Feitosa VP, Giannini M. Evaluation of physico-mechanical properties and filler particles characterization of conventional, bulk-fill, and bioactive resin-based composites. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2021 Mar;115(2021):104288. doi: 10.1016/j.jmbbm.2020.104288.

Gonulol N, Ozer S, Sen Tunc E. Water sorption, solubility, and color stability of giomer restoratives. *J Esthet Restor Dent*. 2015 Sep-Oct;27(5):300-6. doi: 10.1111/jerd.12119.

Guo J, Holmes B, Yang B, Li Y, Heo YC, Chen J, et al. Determining the temporal development of dentin-composite bond strength during curing. *Dent Mater*. 2016 Aug;32(8):1007-18. doi: 10.1016/j.dental.2016.05.009. Epub 2016 Jun 4. PMID: 27268767.

Gupta N, Jaiswal S, Nikhil V, Gupta S, Jha P, Bansal P. Comparison of fluoride ion release and alkalizing potential of a new bulk-fill alkasite. *J Conserv Dent*. 2019 May-Jun;22(3):296-99. doi: 10.4103/JCD.JCD_74_19.

Gupta Tiskaya M, Al-Eesa NA, Wong FSL, Hill RG. Characterization of the bioactivity of two commercial composites. *Dent Mater*. 2019 Dec;35(12):1757-68. doi: 10.1016/j.dental.2019.10.004.

Gurgan S, Kutuk ZB, Ergin E, Oztas SS, Cakir FY. Four-year randomized clinical trial to evaluate the clinical performance of a glass ionomer restorative system. *Oper Dent*. 2015 Mar-Apr;40(2):134-43. doi: 10.2341/13-239-C. Epub 2014 Oct 9. PMID: 25299703.

Gurgan S, Kutuk ZB, Ozturk C, Soleimani R, Cakir FY. Clinical performance of a glass hybrid restorative in extended size class II cavities. *Oper Dent*. 2020a;45(3):243-254. doi:10.2341/18-282-C.

Gurgan S, Kutuk ZB, Yalcin Cakir F, Ergin E. A randomized controlled 10 years follow up of a glass ionomer restorative material in class I and class II cavities. *J Dent*. 2020b Mar;94:103175. doi: 10.1016/j.jdent.2019.07.013.

Han SH, Sadr A, Tagami J, Park SH. Internal adaptation of resin composites at two configurations: Influence of polymerization shrinkage and stress. *Dent Mater* 2016; 32:1085-94.

Hannig C, Hannig M. The oral cavity--a key system to understand substratum-dependent bioadhesion on solid surfaces in man. *Clin Oral Investig*. 2009;13(2):123-39. doi:10.1007/s00784-008-0243-3.

Hannig M, Joiner A. The structure, function and properties of the acquired pellicle. *Monogr Oral Sci*. 2006;19(2):9-64. doi:10.1159/000090585. PMID: 16374028.

Hansel C, Leyhausen G, Mai UE, Geurtsen W. Effects of various resin composite (co)monomers and extracts on two caries-associated micro-organisms in vitro. *J Dent Res*. 1998 Jan;77(1):60-7. doi: 10.1177/00220345980770010601. PMID: 9437400.

Hatirli H, Yasa B, Çelik EU. Clinical performance of high-viscosity glass ionomer and resin composite on minimally invasive occlusal restorations performed without rubber-dam isolation: a two-year randomised split-mouth study. *Clin Oral Investig*. 2021 Sep;25(9):5493-503. doi: 10.1007/s00784-021-03857-0.

Heintze SD, Rousson V. Clinical effectiveness of direct class II restorations - a meta-analysis. *J Adhes Dent*. 2012 Aug;14(5):407-31. doi: 10.3290/j.jad.a28390. PMID: 23082310.

Hickel R, Peschke A, Tyas M, Mjor I, Bayne S, Peters M, et al. FDI world dental federation—Clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations update and clinical examples. *J Adhes Dent*. 2010;12(4):259-72.

Hirani RT, Batra R, Kapoor S. Comparative evaluation of postoperative sensitivity in Bulk fill restoratives: A randomized controlled trial. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2018;8(6):534-39. doi:10.4103/jispcd.JISPCD_218_18. Epub 2018 Nov 29. PMID: 30596045; PMCID: PMC6280564.

Hsu CY, Donly KJ, Drake DR, Wefel JS. Effects of aged fluoride-containing restorative materials on recurrent root caries. *J Dent Res*. 1998 Feb;77(2):418-25.

Hübel S, Mejäre I. Conventional versus resin-modified glass-ionomer cement for Class II restorations in primary molars. A 3-year clinical study. *Int J Paediatr Dent*. 2003 Jan;13(1):2-8. doi: 10.1046/j.1365-263x.2003.00416.x. PMID: 12542617.

Ilie N. Comparative effect of self- or dual-curing on polymerization kinetics and mechanical properties in a novel, dental-resin-based composite with Alkaline filler. materials (Basel). 2018 Jan;11(1): 108. doi: 10.3390/ma11010108.

Ilie N, Fleming GJ. In vitro comparison of polymerisation kinetics and the micro-mechanical properties of low and high viscosity giomers and RBC materials. *J Dent*. 2015 Jul;43(7):814-22. doi: 10.1016/j.jdent.2015.04.009. Epub 2015 Apr 27. PMID: 25930017.

Ilie N, Hickel R. Investigations on mechanical behaviour of dental composites. *Clin Oral Investig*. 2009 Dec;13(4):427-38. doi: 10.1007/s00784-009-0258-4.

Ivoclar Vivadent. Cention N: scientific documentation [internet]. 2016 [citado 2022 nov 29]. Disponível em: <https://downloadcenter.ivoclar.com/#search-text=Cention%20N&details=23015>.

Ivoclar Vivadent [internet]. Cention N [cited 2018 Oct 2]. Available from: <http://www.ivoclarvivadent.com.br/pt-br/p/dentistas/cention-n>.

Jefferies SR. Bioactive and biomimetic restorative materials: a comprehensive review. Part I. *J Esthet Restor Dent*. 2014;26(1):14-26.

Jefferies SR. Bioactive dental materials: composition, properties, and indications for a new class of restorative materials. *Inside Dent*. 2016;12(2):58-64.

Kaur M, Mann NS, Jhamb A, Batra D. A comparative evaluation of compressive strength of Cention N with glass ionomer cement: an in-vitro study. *Int J Appl Dent Sci*. 2019; 5(1):05-09.

Kaurich M, Kawakami K, Perez P, Munn T, Hasse AL, Garrett NR. A clinical comparison of a glass ionomer cement and a microfilled composite resin in restoring root caries: two-year results. *Gen Dent*. 1991 Sep-Oct;39(5):346-9. PMID: 1839833.

Kirsten M, Matta RE, Belli R, Lohbauer U, Wichmann M, Petschelt A, et al. Hygroscopic expansion of self-adhesive resin cements and the integrity of all-ceramic crowns. *Dent Mater*. 2018 Aug;34(8):1102-1111. doi: 10.1016/j.dental.2018.04.008. Epub 2018 Apr 27. PMID: 29709240.

Koc Vural U, Kerimova L, Kiremitci A. Clinical comparison of a micro-hybride resin-based composite and resin modified glass ionomer in the treatment of cervical caries lesions: 36-month, split-mouth, randomized clinical trial. *Odontology*. 2021 Apr;109(2):376-384. doi: 10.1007/s10266-020-00550-8. Epub 2020 Sep 9. PMID: 32902766.

Koc Vural U, Meral E, Ergin E, Gürkan S. Twenty-four-month clinical performance of a glass hybrid restorative in non-carious cervical lesions of patients with bruxism: a split-mouth, randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2020;24(3):1229-38. doi:10.1007/s00784-019-02986-x.

Kolenbrander PE, Palmer RJ Jr, Periasamy S, Jakubovics NS. Oral multispecies biofilm development and the key role of cell-cell distance. *Nat Rev Microbiol*. 2010 Jul;8(7):471-80. doi:10.1038/nrmicro2381.

Krämer N, Schmidt M, Lückner S, Domann E, Frankenberger R. Glass ionomer cement inhibits secondary caries in an in vitro biofilm model. *Clin Oral Investig*. 2018;22:1019–31.

Kulkarni P, Farheen F, Lawson NC, Burgess JO. Ion release and flexural strength of bioactive materials. *J Dent Res*. 2018;97 (Spec Iss A):1160.

Kumari PD, Khijmatgar S, Chowdhury A, Lynch E, Chowdhury CR. Factors influencing fluoride release in atraumatic restorative treatment (ART) materials: A review. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2019 Oct-Dec;9(4):315-320. doi: 10.1016/j.jobcr.2019.06.015. Epub 2019 Jun 27. PMID: 31334004; PMCID: PMC6624238.

Kuper NK, Opdam NJ, Ruben JL, de Soet JJ, Cenci MS, Bronkhorst EM, Huysmans MC. Gap size and wall lesion development next to composite. *J Dent Res*. 2014 Jul;93(7 Suppl):108S-113S. doi: 10.1177/0022034514534262. Epub 2014 May 6. PMID: 24801597; PMCID: PMC4107545.

Kurt A, Cilingir A, Bilmenoglu C, Topcuoglu N, Kulekci G. Effect of different polishing techniques for composite resin materials on surface properties and bacterial biofilm formation. *J Dent*. 2019 Nov;90:103199. doi: 10.1016/j.jdent.2019.103199. Epub 2019 Sep 23. PMID: 31557551.

Kutuk ZB, Ozturk C, Cakir FY, Gurgan S. Mechanical performance of a newly developed glass hybrid restorative in the restoration of large MO Class 2 cavities. *Niger J Clin Pract*. 2019;22(6):833-41. doi:10.4103/njcp.njcp_628_18.

Lawson NC, Burgess JO, Fu CC, Robles A, Givan DA. Clinical evaluation of an amalgam replacement restorative material: 12-month recall. *IADR*; 2018 March 21-24; Florida, USA. *J Dent Res*. 2018;97 (spec iss A):0234.

Levy SM, Jensen ME. A clinical evaluation of the restoration of root surface caries. *Spec Care Dentist*. 1990 Sep-Oct;10(5):156-60. doi: 10.1111/j.1754-4505.1990.tb00784.x. PMID: 11100226.

Liang K, Wang S, Tao S, Xiao S, Zhou H, Wang P, et al. Dental remineralization via poly(amido amine) and restorative materials containing calcium phosphate nanoparticles. *Int J Oral Sci*. 2019 May 9;11(2):15. doi: 10.1038/s41368-019-0048-z. PMID: 31068570; PMCID: PMC6506538.

LiLing WU, Kun GENG, QingPing GAO. Effects of different anti-caries procedures on microhardness and micromorphology of irradiated permanent enamel. *Dent Mater J*. 2020;39(1):118-25.

Lin A, McIntyre N, Davidson R. Studies on the adhesion of glassionomer cements to dentin. *J Dent Res*. 1992;71:1836-41.

McCabe JF, Rusby S. Water absorption, dimensional change and radial pressure in resin matrix dental restorative materials. *Biomaterials*. 2004 Aug;25(18):4001-7. doi: 10.1016/j.biomaterials.2003.10.088.

Mandari GJ, Frencken JE, van't Hof MA. Six-year success rates of occlusal amalgam and glass-ionomer restorations placed using three minimal intervention approaches. *Caries Res*. 2003 Jul-Aug;37(4):246-53. doi: 10.1159/000070866. PMID: 12771499.

Manhart J, Garcia-Godoy F, Hickel R. Direct posterior restorations: clinical results and new developments. *Dent Clin North Am*. 2002;46:303-39.

Manoil D, Filieri A, Gameiro C, Lange N, Schrenzel J, Wataha JC, et al. Flowcytometric assessment of streptococcus mutans viability after exposure to blue

light-activated curcumin. Photodiagnosis Photodyn Ther. 2014 Sep;11(3):372-9. doi:10.1016/j.pdpdt.2014.06.003.

March PD. Dental plaque:biological significance of a biofilm and community life-style. J Clin Periodontol.2005;32(6):7-15. doi: 10.1111/j.1600 051X.2005.00790.x.

Marsh PD. Microbial ecology of dental plaque and its significance in health and disease. Adv Dent Res.1994;8(2):263–71.

Matis BA, Cochran MJ, Carlson TJ, Guba C, Eckert GJ. A three-year clinical evaluation of two dentin bonding agents. J Am Dent Assoc. 2004 Apr;135(4):451-7. doi: 10.14219/jada.archive.2004.0209. PMID: 15127867.

Mazumdar P, Das A, Guha C. Comparative evaluation of hardness of different restorative materials (restorative GIC, Cention N, Nanohybrid composite resin and silver amalgam) –an in vitro study. Int J Adv Res. 2018;6(3):826 32.doi:10.21474/IJAR01/6737.

Mehdawi IM, Pratten J, Spratt DA, Knowles JC, Young AM. High strength re-mineralizing, antibacterial dental composites with reactive calcium phosphates. Dent Mater. 2013 Apr;29(4):473-84. doi: 10.1016/j.dental.2013.01.010.

Meshram P, Meshram V, Palve D, Patil S, Gade V, Raut A. Comparative evaluation of microleakage around Class V cavities restored with alkasite restorative material with and without bonding agent and flowable composite resin: An in vitro study. Indian J Dent Res. 2019 May-Jun;30(3):403-7. doi: 10.4103/ijdr.IJDR_767_17.

Meshram P, Meshram V. Comparative evaluation of microleakage around class v cavities restored with new alkasite material and two different flowable composite resin- an in vitro study. Int J Curr Res. 2018 Apr;10(4):80-83.

Miletic V, Peric D, Milosevic M, Manojlovic D, Mitrovic N. Local deformation fields and marginal integrity of sculptable bulk-fill, low-shrinkage and conventional composites. Dent Mater. 2016 Nov;32(11):1441-1451. doi: 10.1016/j.dental.2016.09.011. Epub 2016 Sep 26. PMID: 27686259.

Miletić I, Baraba A, Basso M, Pulcini MG, Marković D, Perić T, et al. Clinical performance of a glass-hybrid system compared with a resin composite in the posterior region: results of a 2-year multicenter study. J Adhes Dent. 2020;22(3):235-247. doi: 10.3290/j.jad.a44547. PMID: 32435764.

Mjör IA, Toffenetti F. Secondary caries: a literature review with case reports. Quintessence Int. 2000 Mar;31(3):165-79. PMID: 11203922.

Mjör IA. The location of clinically diagnosed secondary caries. Quintessence Int. 1998 May;29(5):313-7. PMID: 9693650.

Mjör IA. Clinical diagnosis of recurrent caries. J Am Dent Assoc. 2005 Oct;136(10):1426-33. doi: 10.14219/jada.archive.2005.0057. PMID: 16255468.

Mohamed NI, Safy RK, Elezz AFA. Microtensile bond strength, marginal leakage, and antibacterial effect of bulk Fill resin composite with Alkaline fillers versus incremental nanohybrid composite resin. Eur J Dent. 2021 Jul;15(3):425-32. doi: 10.1055/s-0040-1721310.

Momoi Y, Hiroaki K, Kohno A, McCabe JF. Flexural properties of resin-modified "hybrid" glass-ionomers in comparison with conventional acid-base glass-ionomers. Dent Mater J. 1995 Dec;14(2):109-19. doi: 10.4012/dmj.14.109. PMID: 8940550.

Montagner AF, Opdam NJ, Ruben JL, Bronkhorst EM, Cenci MS, Huysmans MC. Behavior of failed bonded interfaces under in vitro cariogenic challenge. Dent Mater. 2016 May;32(5):668-75. doi: 10.1016/j.dental.2016.02.005. Epub 2016 Mar 10. PMID: 26972760; PMCID: PMC4837020.

Morresi AL, D'Amario M, Capogreco M, Gatto R, Marzo G, D'Arcangelo C, et al. Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. J Mech Behav Biomed Mater. 2014 Jan;29:295-308. doi: 10.1016/j.jmbbm.2013.09.013.

Moshaverinia M, Navas A, Jahedmanesh N, Shah KC, Moshaverinia A, Ansari S. Comparative evaluation of the physical properties of a reinforced glass ionomer dental restorative material. J Prosthet Dent. 2019;122(2):154-59. doi:10.1016/j.prosdent.2019.03.012.

Mu HL, Tian FC, Wang XY, Gao XJ. [Evaluation of wear property of Giomer and universal composite *in vivo*]. Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban. 2020 Dec 21;53(1):120-25. Chinese. doi: 10.19723/j.issn.1671-167X.2021.01.018. PMID: 33550345; PMCID: PMC7867993.

Musanje L, Shu M, Darvell BW. Water sorption and mechanical behaviour of cosmetic direct restorative materials in artificial saliva. Dent Mater. 2001 Sep;17(5):394-401. doi: 10.1016/s0109-5641(00)00097-x. PMID: 11445206.

Nedeljkovic I, De Munck J, Slomka V, Van Meerbeek B, Teughels W, Van Landuyt KL. Lack of buffering by composites promotes shift to more cariogenic bacteria. J Dent Res. 2016 Jul;95(8):875-81. doi: 10.1177/0022034516647677.

Nedeljkovic I, Teughels W, De Munck J, Van Meerbeek B, Van Landuyt KL. Is secondary caries with composites a material-based problem? Dent Mater. 2015 Nov;31(11):e247-77. doi: 10.1016/j.dental.2015.09.001. Epub 2015 Sep 26. PMID: 26410151.

Nedeljkovic I, Van Landuyt KL. Secondary caries. In: Miletić V. Dental composite materials for direct restorations. Belgrade: Springer; 2017. p. 235-15. ISBN 978-3-319-60960-7.

- Neves AB, Bergstrom TG, Fonseca-Gonçalves A, Dos Santos TMP, Lopes RT, de Almeida Neves A. Mineral density changes in bovine carious dentin after treatment with bioactive dental cements: a comparative micro-CT study. *Clin Oral Investig*. 2019 Apr;23(4):1865-70. doi: 10.1007/s00784-018-2644-2.
- Nicholson JW, Gjorgievska E, Bajraktarova B, McKenzie MA. Changes in properties of polyacid-modified composite resins (compomers) following storage in acidic solutions. *J Oral Rehabil*. 2003 Jun;30(6):601-7. doi: 10.1046/j.1365-2842.2003.01041.x. PMID: 12787457.
- Nicholson JW, Croll TP. Glass-ionomer cements in restorative dentistry. *Quintessence Int*. 1997 Nov;28(11):705-14. PMID: 9573860.
- Nigam A, Jaiswal J, Murthy R, Pandey R. Estimation of fluoride release from various dental materials in different media-an in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2009 Jan;2(1):1-8. doi: 10.5005/jp-journals-10005-1033.
- Oliveira LC, Dos Santos PH, Ramos FSS, Moda MD, Briso ALF, Fagundes TC. Wear, roughness and microhardness analyses of single increment restorative materials submitted to different challenges in vitro. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2021 Apr;22(2):247-55. doi: 10.1007/s40368-020-00554-6.
- Onal B, Pamir T. The two-year clinical performance of esthetic restorative materials in noncarious cervical lesions. *J Am Dent Assoc*. 2005 Nov;136(11):1547-55. doi: 10.14219/jada.archive.2005.0085. PMID: 16329418.
- Opdam NJ, van de Sande FH, Bronkhorst E, Cenci MS, Bottenberg P, Pallesen U, et al. Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res*. 2014 Oct;93(10):943-9. doi: 10.1177/0022034514544217. Epub 2014 Jul 21. PMID: 25048250; PMCID: PMC4293707.
- Özcan M, Öztürk Bozkurt F, Toz T, Kuşdemir M, Özsoy A, Yüzbaşıoğlu E. Clinical evaluation of Cention N basic filling material in Class I and II cavities without the use of an adhesive resin: A prospective controlled clinical trial of up to 3 years. 6-month results. August 2016. In: Todd JC. Scientific Documentation: Cention N; Ivoclar-Vivadent. Press: Schaan, Liechtenstein 2016:51-2
- Ozgünaltay G, Onen A. Three-year clinical evaluation of a resin modified glass-ionomer cement and a composite resin in non-carious class V lesions. *J Oral Rehabil*. 2002 Nov;29(11):1037-41. doi: 10.1046/j.1365-2842.2002.00995.x. PMID: 12453256.
- Pallesen U, van Dijken JW, Halken J, Hallonsten AL, Höigaard R. A prospective 8-year follow-up of posterior resin composite restorations in permanent teeth of children and adolescents in Public Dental Health Service: reasons for replacement. *Clin Oral Investig*. 2014 Apr;18(3):819-27. doi: 10.1007/s00784-013-1052-x. Epub 2013 Jul 20. PMID: 23873326.

Panpisut P, Toneluck A. Monomer conversion, dimensional stability, biaxial flexural strength, and fluoride release of resin-based restorative material containing alkaline fillers. *Dent Mater J*. 2020 Aug 2;39(4):608-615. doi: 10.4012/dmj.2019-020. Epub 2020 Feb 7. PMID: 32037385.

Park JW, Song CW, Jung JH, Ahn SJ, Ferracane JL. The effects of surface roughness of composite resin on biofilm formation of *Streptococcus mutans* in the presence of saliva. *Oper Dent*. 2012 Sep-Oct;37(5):532-9. doi: 10.2341/11-371-L. Epub 2012 Feb 16. PMID: 22339385.

Pedrosa VO, Flório FM, Turssi CP, Amaral FL, Basting RT, França FM. Influence of pH cycling on the microtensile bond strength of self-etching adhesives containing MDPB and fluoride to dentin and microhardness of enamel and dentin adjacent to restorations. *J Adhes Dent*. 2012 Dec;14(6):525-34. doi: 10.3290/j.jad.a25689. PMID: 22724109.

Perondi PR, Oliveira PHC, Cassoni A, Reis AF, Rodrigues JA. Ultimate tensile strength and microhardness of glass ionomer materials. *Braz Dent Sci*. 2014;17(1):16–22. doi: 10.14295/bds.2014.v17i1.949.

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 Sep 1;18(5):e793-8. doi: 10.4317/medoral.18344. PMID: 23722121; PMCID: PMC3790654.

Pollington S, van Noort R. A clinical evaluation of a resin composite and a compomer in non-carious Class V lesions. A 3-year follow-up. *Am J Dent*. 2008 Feb;21(1):49-52. PMID: 18435377.

Powell LV, Gordon GE, Johnson GH. Clinical comparison of Class V resin composite and glass ionomer restorations. *Am J Dent*. 1992 Oct;5(5):249-52. PMID: 1299249.

Price RB, Roulet JF. The value of consensus conferences: peer review by 50 key opinion leaders! *Stoma Edu J*. 2018;5(4):202-4.

Robles A, Fu C, Lawson NC, Burgess JO. Clinical evaluation of an amalgam replacement restorative material: 24-month recall. IADR; 2019 June 19-22; Vancouver, Canada. *J Dent Res*. 2019;98(spec iss A):736.

Rodrigues RV, Sampaio CS, Girotto AC, Pinhatti CP, Iwamoto AS, de Freitas AZ, et al. Analysis of enamel/restoration interface submitted cariogenic challenge and fluoride release. *Microsc Res Tech*. 2021 Dec;84(12):2857-66. doi: 10.1002/jemt.23844.

Roulet J, Hussein H, Abdulhameed N, Shen C. In vitro wear of two bioactive composites and a glass ionomer cement. *Dtsch Zahnärztl Z. Int*. 2019;1(1):24-30.

Šalinović I, Stunja M, Schaperl Z, Verzak Ž, Ivanišević Malčić A, Brzović Rajić V. Mechanical properties of high viscosity glass ionomer and glass hybrid restorative materials. *Acta Stomatol Croat.* 2019;53(2):125-131. doi:10.15644/asc53/2/4.

Samanta S, Kumar U, Mitra A. Comparison of microleakage in class V cavity restored with flowable composite resin, glass ionomer cement and Cention N. *IJIR.* 2017;3(8):2454-1362.

Santiago SL, Passos VF, Vieira AH, Navarro MF, Lauris JR, Franco EB. Two-year clinical evaluation of resinous restorative systems in non-carious cervical lesions. *Braz Dent J.* 2010;21(3):229-34. doi: 10.1590/s0103-64402010000300010. PMID: 21203706.

Santos AP, Moreira IK, Scarpelli AC, Pordeus IA, Paiva SM, Martins CC. Survival of Adhesive Restorations for Primary Molars: A Systematic Review and Metaanalysis of Clinical Trials. *Pediatr Dent.* 2016 Oct 15;38(5):370-378. PMID: 28206891.

Sealed Envelope Ltd. 2012. [Internet] Power calculator for binary outcome superiority trial. [Cited 2022 Nov 23]. Available from: <https://www.sealedenvelope.com/power/binary-superiority/>

Schwendicke F, Leal S, Schlattmann P, Paris S, Dias Ribeiro AP, Gomes Marques M, et al. *BMJ Open.* 2018 Dec 14;8(12):e022952. doi: 10.1136/bmjopen-2018-022952.

Sidhu SK, Nicholson JW. A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *J Funct Biomater.* 2016 Jun 28;7(3):16. doi: 10.3390/jfb7030016. PMID: 27367737; PMCID: PMC5040989.

Sonarkar S, Purba R. Bioactive materials in conservative dentistry. *Int J Contemp Dent Med Rev.* 2015;(2015):1–4.

Stojanac IL, Premovic MT, Ramic BD, Drobac MR, Stojšin IM, Petrovic LM. Noncarious cervical lesions restored with three different tooth-colored materials: two-year results. *Oper Dent.* 2013 Jan-Feb;38(1):12-20. doi: 10.2341/12-046-C. Epub 2012 Aug 3. PMID: 22856681.

Struzycka I. The oral microbiome in dental caries. *Pol J Microbiol.* 2014;63(2):127-35. PMID: 25115106.

Sunico MC, Shinkai K, Katoh Y. Two-year clinical performance of occlusal and cervical giomer restorations. *Oper Dent.* 2005 May-Jun;30(3):282-9. PMID: 15986946.

Svanberg M, Mjör IA, Ørstavik D. Mutans streptococci in plaque from margins of amalgam, composite, and glass-ionomer restorations. *J Dent Res.* 1990 Mar;69(3):861–4.

Tarle M. Bioactive dental composite materials. *Med Sci*. 2018 Apr;45: 83-100. doi: <https://doi.org/10.21857/mnlqgc02k>.

Tenuta LMA, Cury JA. Formação do biofilme dental cariogênico e o desenvolvimento de lesões de cárie. In: Marisa M, Tenuta LMA, Sonia G, Cury JA. *Abeno-Cariologia: Conceitos básicos, diagnóstico e tratamento não restaurador*. São Paulo: Artes medicas; 2016. p.28-39. ISBN 9788536702636.

Tiskaya M, Al-Eesa NA, Wong FSL, Hill RG. Characterization of the bioactivity of two commercial composites. *Dent Mater*. 2019 Dec;35(12):1757-68. doi: 10.1016/j.dental.2019.10.004.

Totiam P, González-Cabezas C, Fontana MR, Zero DT. A new in vitro model to study the relationship of gap size and secondary caries. *Caries Res*. 2007 Sep; 41(6):467-73.

Tsujimoto A, Barkmeier WW, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Depth of cure, flexural properties and volumetric shrinkage of low and high viscosity bulk-fill comonomers and resin composites. *Dent Mater J*. 2017 Mar 31;36(2):205-213. doi: 10.4012/dmj.2016-131. Epub 2017 Feb 1. PMID: 28154317.

Türkün LS, Celik EU. Noncariou class V lesions restored with a polyacid modified resin composite and a nanocomposite: a two-year clinical trial. *J Adhes Dent*. 2008 Oct;10(5):399-405. PMID: 19058687.

Turssi CP, Lima RQ, Faraoni-Romano JJ, Serra MC. Rehardening of caries-like lesions in root surfaces by saliva substitutes. *Gerodontology*. 2006 Dec;23(4):226-30.

van Dijken JW. A 6-year prospective evaluation of a one-step HEMA-free self-etching adhesive in Class II restorations. *Dent Mater*. 2013 Nov;29(11):1116-22. doi: 10.1016/j.dental.2013.08.205. Epub 2013 Sep 3. PMID: 24011496.

van Dijken JW. Durability of new restorative materials in Class III cavities. *J Adhes Dent*. 2001 Spring;3(1):65-70. PMID: 11317385.

Van Ende A, De Munck J, Lise DP, Van Meerbeek B. Bulk-fill composites: a review of the current literature. *J Adhes Dent*. 2017;19:95-110.

Viana Í, Alania Y, Feitosa S, Borges AB, Braga RR, Scaramucci T. Bioactive Materials Subjected to Erosion/Abrasion and Their Influence on Dental Tissues. *Oper Dent*. 2020 May/Jun;45(3):E114-E123. doi: 10.2341/19-102-L.

Wiegand A, Buchalla W, Attin T. Review on fluoride-releasing restorative materials--fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dent Mater*. 2007 Mar;23(3):343-62. doi: 10.1016/j.dental.2006.01.022. Epub 2006 Apr 17. PMID: 16616773.

Wilson N, Lynch C. Amalgam and minimal intervention: an incompatible relationship. *Prim Dent J*. 2013 Oct;2(4):18. doi: 10.1308/205016814809859419. PMID: 24466617.

Worthington HV, Khangura S, Seal K, Mierzwinski-Urban M, Veitz-Keenan A, Sahrmann P. Direct composite resin fillings versus amalgam fillings for permanent posterior teeth. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021 Aug 13;8(8):CD005620. doi: 10.1002/14651858.CD005620.pub3.

Wu L, Geng K, Gao Q. Effects of different anti-caries procedures on microhardness and micromorphology of irradiated permanent enamel. *Dent Mater J*. 2020 Jan 31;39(1):118-25. doi: 10.4012/dmj.2018-385.

Wucher M, Grobler SR, Senekal PJ. A 3-year clinical evaluation of a compomer, a composite and a compomer/composite (sandwich) in class II restorations. *Am J Dent*. 2002 Aug;15(4):274-8. PMID: 12572648.

Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater*. 2000 Mar;16(2):129-38. doi: 10.1016/s0109-5641(99)00093-7.

Xu HH, Weir MD, Sun L, Moreau JL, Takagi S, Chow LC, et al. Strong nanocomposites with Ca, PO(4), and F release for caries inhibition. *J Dent Res*. 2010 Jan;89(1):19-28. doi: 10.1177/0022034509351969.

Yao C, Ahmed MH, Okazaki Y, Van Landuyt KL, Huang C, Van Meerbeek B. Bonding Efficacy of a new self-adhesive restorative onto flat dentin vs Class-I cavity-bottom dentin. *J Adhes Dent*. 2020;22(1):65-77. doi: 10.3290/j.jad.a43999.

Yap AU, Chung SM, Rong Y, Tsai KT. Effects of aging on mechanical properties of composite restoratives: a depth-sensing microindentation approach. *Oper Dent*. 2004 Sep-Oct;29(5):547-53. PMID: 15470877.

Yazkan B. Surface degradation evaluation of different self-adhesive restorative materials after prolonged energy drinks exposure. *J Esthet Restor Dent*. 2020 Oct;32(7):707-14. doi: 10.1111/jerd.12629.

Zoergiebel J, Ilie N. Evaluation of a conventional glass ionomer cement with new zinc formulation: effect of coating, aging and storage agents. *Clin Oral Investig*. 2013 Mar;17(2):619-26. doi: 10.1007/s00784-012-0733-1.

ANEXO A- Comitê de ética em pesquisa

UNESP - INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS 				
Continuação do Parecer: 2.819.817				
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_SHEILA.doc	30/07/2018 20:54:47	Taciana Marco Ferraz Caneppele	Aceito
Folha de Rosto	FOLHADEROSTO2.pdf	30/07/2018 20:47:39	Taciana Marco Ferraz Caneppele	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ASSENTIMENTO.docx	30/07/2018 08:01:48	Taciana Marco Ferraz Caneppele	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	30/07/2018 08:01:31	Taciana Marco Ferraz Caneppele	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

SAO JOSE DOS CAMPOS, 14 de Agosto de 2018

Assinado por:
Denise Nicodemo
(Coordenador)

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO –
Pacientes adultos

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Elaborado de acordo com a Resolução 466/2012-CNS/CONEP)

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa: “LONGEVIDADE DE MATERIAIS RESTAURADORES BIOATIVOS EM RESTAURAÇÕES CLASSE II: estudo clínico randomizado”, que possui como pesquisadora responsável a Profa. Dra. Taciana Marco Ferraz Caneppele, do Departamento de Dentística do Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos. Antes de concordar em participar desse estudo, é importante que você leia com atenção esse formulário. Ele descreve os objetivos, procedimentos, benefícios, riscos e desconfortos do estudo. As informações contidas neste formulário têm objetivo de firmar acordo escrito mediante o qual você -o voluntário- autoriza a sua participação na pesquisa, com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos a que se submeterá, com capacidade de livre-arbítrio e sem qualquer coação.

Esse trabalho será realizado pela aluna de pós-graduação em Odontologia Restauradora, área de concentração Dentística, Sheila Celia Mondragón Contreras, e tem por objetivo avaliar o desempenho clínico de uma nova categoria de material restaurador alcasites (Cention N), em comparação com ionômero de vidro convencional e resina composta, em restaurações classe II.

Neste estudo será realizado o tratamento restaurador de lesões de cárie classe II (dentes do fundo com cárie que atinja a lateral do dente) utilizando os três diferentes materiais. Estes materiais são amplamente utilizados e encontram-se disponíveis no mercado sendo previamente estudados através de testes de comportamento físico e de biocompatibilidade, não demonstrando nenhum risco à integridade do ser humano. Quanto aos riscos e desconfortos, o procedimento restaurador pode trazer alguns riscos que devem ser considerados como: sensibilidade pós operatória (dor depois de fazer a restauração), irritação pulpar ou gengival (irritação no nervo do dente ou nas gengivas), alergias ao material empregado. Porém, caso o sr(a) venha apresentar algum destes sintomas serão imediatamente tomadas as devidas providências

Entre os benefícios está a recuperação da função, preservação dos dentes, conseguindo evitando uma perda antecipada do dente ou má oclusão, melhorando assim a sua qualidade de vida. Para a ciência, esta pesquisa poderá trazer respostas de qual material melhor atende às necessidades de restaurações de cavidade tipo Classe II no tocante à durabilidade da restauração e também recidiva de cárie (volta da cárie).

O (A) senhor (a) terá os seguintes direitos: a garantia de esclarecimento e resposta a qualquer pergunta; a liberdade de abandonar a pesquisa a qualquer momento sem prejuízo para si ou para seu tratamento (se for o caso); a garantia de que em caso haja algum dano a sua pessoa (ou o dependente) decorrente da pesquisa, os prejuízos serão assumidos pelos pesquisadores ou pela instituição responsável inclusive acompanhamento médico e hospitalar (se for o caso). Caso haja gastos adicionais, os mesmos serão absorvidos pelo pesquisador.

Se houver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética (CEP) da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP, situada à Av. Engº Francisco José Longo, 777 – CEP 12245-000 São José dos Campos – SP, telefone (012) 3947-9028, e comunique-se com a Coordenadora Denise Nicodemo.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o Sr. (a)

_____,
portador da cédula de identidade _____, após leitura minuciosa das informações constantes neste TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO, devidamente explicadas pelos profissionais em seus mínimos detalhes, ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO concordando em participar da pesquisa proposta. Fica claro que o participante da pesquisa, pode a qualquer momento retirar seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e deixar de participar desta pesquisa e ciente de que todas as informações prestadas tornar-se-ão confidenciais e guardadas por força de sigilo profissional (Art. 9º do Código de Ética Odontológica). Por fim, como pesquisador(a) responsável pela pesquisa, comprometo-me a cumprir

todas as exigências contidas no item IV.3 e IV.4 (se pertinente) da resolução do CNS/MS n. 466 de dezembro de 2012, publicada em 13 de junho de 2013.

Por estarmos de acordo com o presente termo o firmamos em três vias. A primeira via ficará de posse do participante da pesquisa, a segunda de posse do pesquisador e a terceira via fará parte do prontuário. Todas as vias serão rubricadas em todas as suas páginas e assinadas ao seu término.

São José dos Campos, ____/____/____

Assinatura do Paciente

Assinatura do Pesquisador

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO –
Participantes menores de 18 anos

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Elaborado de acordo com a Resolução 466/2012-CNS/CONEP)

Responsáveis pelos participantes menores de 18 anos

Caro(a) senhor (a), _____,
responsável por _____, Eu
Taciana Marco Ferraz Caneppele, Professora Assistente Doutora do Departamento
de Odontologia Restauradora da UNESP – Campus de São José dos Campos –
Faculdade de Odontologia, situada à Av. Engº Francisco José Longo, 777 – São José
dos Campos – SP, telefone para contato (012) 3947-9304, coordeno esta pesquisa
cujo título é “LONGEVIDADE DE MATERIAIS RESTAURADORES BIOATIVOS EM
RESTAURAÇÕES CLASSE II: estudo clínico randomizado”. Esse trabalho é realizado
pela aluna de pós-graduação em Odontologia Restauradora, área de concentração
Dentística, Sheila Celia Mondragon Contreras, e tem por objetivo avaliar o
desempenho clínico de uma nova categoria de material restaurador alcasites (Cention
N), em comparação com ionômero de vidro convencional e resina composta, em
restaurações classe II.

Para realização deste trabalho será feito o tratamento restaurador de lesões cariosas
classe II utilizando Cention N, Ionômero de vidro ou resina composta. Estes materiais
são amplamente utilizados e encontram-se disponíveis no mercado sendo
previamente estudados através de testes de comportamento físico e de
biocompatibilidade, não demonstrando nenhum risco à integridade do ser humano.

Quanto aos riscos e desconfortos, o procedimento restaurador pode trazer alguns
riscos que devem ser considerados como: sensibilidade pós operatória (dor depois de
fazer a restauração), irritação pulpar ou gengival (irritação no nervo do dente ou nas
gengivas), alergias ao material empregado. Porém, o sr(a) venha apresentar algum
destes sintomas serão imediatamente tomadas as devidas providências

Entre os benefícios está a recuperação da função, preservação dos dentes,
conseguindo evitando uma perda antecipada do elemento ou má oclusão, melhorando

assim a sua qualidade de vida. Para a ciência, esta pesquisa poderá trazer respostas de qual material melhor atende às necessidades de restaurações de cavidade tipo Classe II no tocante à durabilidade da restauração e também recidiva de cárie (volta da cárie).

O(A) menor participante da pesquisa terá os seguintes direitos: a garantia de esclarecimento e resposta a qualquer pergunta; a liberdade de abandonar a pesquisa a qualquer momento sem prejuízo para si ou para seu tratamento (se for o caso); a garantia de que em caso haja algum dano a sua pessoa decorrente da pesquisa, os prejuízos serão assumidos pelos pesquisadores ou pela instituição responsável inclusive acompanhamento médico e hospitalar (se for o caso). Caso haja gastos adicionais, os mesmos serão absorvidos pelo pesquisador.

Se houver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética (CEP) da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP, situada à Av. Engº Francisco José Longo, 777 – CEP 12245-000 São José dos Campos – SP, telefone (012) 3947-9028, e comunique-se com a Coordenadora Denise Nicodemo.

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o Sr. (a)

_____,
portador da cédula de identidade _____, responsável por
_____, após leitura minuciosa das informações constantes neste TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO, devidamente explicadas pelos profissionais em seus mínimos detalhes, ciente dos serviços e procedimentos aos quais o(a) menor submetido(a), não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO concorda em autorizar a participação do seu filho(a), a participar da pesquisa proposta. Fica claro que o participante da pesquisa, pode a qualquer momento retirar seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e deixar de participar desta pesquisa e ciente de que todas as informações prestadas tornar-se-ão confidenciais e guardadas por força de sigilo profissional (Art. 9º do Código de Ética Odontológica). Por fim, como pesquisador(a) responsável pela pesquisa, comprometo-me a cumprir todas as exigências contidas

no item IV.3 e IV.4 (se pertinente) da resolução do CNS/MS n. 466 de dezembro de 2012, publicada em 13 de junho de 2013.

Por estarmos de acordo com o presente termo o firmamos em três vias. A primeira via ficará de posse do responsável do participante da pesquisa, a segunda de posse do pesquisador e a terceira via fará parte do prontuário. Todas as vias serão rubricadas em todas as suas páginas e assinadas ao seu término.

São José dos Campos, ____/____/____

Assinatura do participante

Assinatura do responsável

Assinatura do pesquisador

APÊNDICE C – Ficha clínica

LONGEVIDADE DE RESTAURAÇÕES CLASSE II REALIZADAS COM MATERIAIS RESTAURADORES BIOATIVOS: estudo clínico randomizado

FICHA CLÍNICA

DATA DE ENTRADA: ____/____/____ MATRÍCULA: _____

Nome: _____

Data de nascimento: ____/____/____ Idade: ____ Sexo: _____

Telefone fixo: (____) _____ Celular: (____) _____

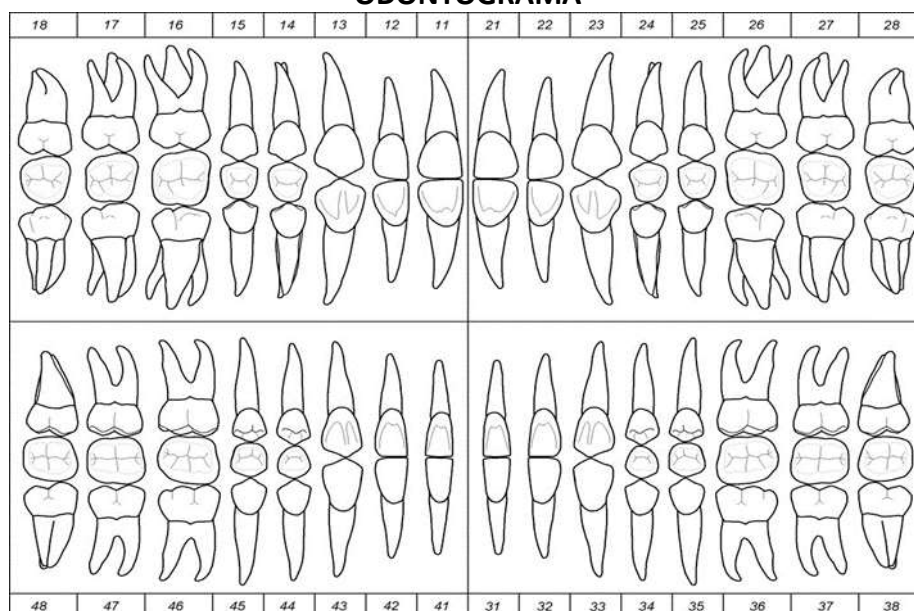
Endereço: _____

Nº _____ Bairro _____ Cidade _____

CPF _____ RG _____

E-mail: _____

ODONTOGRAMA



Legenda: Dentes ausentes: X

Pontos de contato: ●

MATERIAL RESTAURADOR	Cention N ()	EQUIA ()	Tetric N-Ceram ()
ESTADO DA GENGIVA	Sadia ()	Inflamada ()	Retraída ()
CLASSIFICAÇÃO DO PREPARO	MO ()	OD ()	MOD ()
PROFUNDIDADE O-G	Media (2-3 mm) ()	Profunda (3-4 mm) ()	Muito Profunda (4 mm a mais) () _____mm
EXTENSÃO M-D	Pequena (1-2mm) ()	Media (2-3 mm) ()	Extensa (3-4 mm) () Muito Extensa (4 mm a mais) () _____mm
TIPO DE OCLUSÃO	Classe I ()	Classe II ()	Classe III ()
TIPO DE CONTATO OCLUSAL	1 Terço ()	2 Terço ()	3 Terço ()
HIGIENE BUCAL (baseado no índice de placa e sangramento)	Bom () _____ %	Regular ()	Ruim ()

Observações: _____

Nome do operador: _____

1. Índice de biofilme

Nome do paciente: _____

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

Índice: _____% - Data: ____/____/____ N° Avaliação _____

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

Índice: _____% - Data: ____/____/____ N° Avaliação _____

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

Índice: _____% - Data: ____/____/____ N° Avaliação _____

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

Índice: _____% - Data: ____/____/____ N° Avaliação _____

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

Índice: _____% - Data: ____/____/____ N° Avaliação _____

Avaliador N° 1:

Critério FDI	7 DIAS Data_____	6 MESES Data_____	12 MESES Data_____	18 MESES Data_____	24 MESES Data_____
1.Brilho superficial					
2.Manchamento a.Superfície b.Margem					
3.Cor e translucidez					
4.Forma estética e anatômica					
Pontuação estética					
5. Fratura de material e retenção					
6. Adaptação marginal					
7.Contorno oclusão e desgaste a.Qualitativamente b.Quantitativamente					
8. Forma anatômica proximal a.Ponto de contato b.Contorno					
9. Exame radiográfico					
10.Opinião do paciente					
Pontuação funcional					
11.Sensibilidade pós operatória					
12.Recorrência de carie					
13.Integridade do dente					
14.Resposta periodontal					
15.Mucosa adjacente					
16.Saúde oral e geral					
Pontuação biológica					

3. Analise radiográfico:

Data: ____ / ____ / ____ N° Avaliação radiográfica ____

Data: ____ / ____ / ____ N° Avaliação radiográfica ____

Data:

____ / ____ / ____ N° Avaliação radiográfica ____

Data: ____ / ____ / ____ N° Avaliação radiográfica ____

Data:

____ / ____ / ____ N° Avaliação radiográfica ____

4. Exame com DIAGNOdent pen:

Data do exame	Valores DIAGNOdent pen