



UNIVERSIDADE
FERNANDO
PESSOA

ACTIVA BIOACTIVE: EFICÁCIA E COMPARAÇÃO COM MATERIAIS RESTAURADORES TRADICIONAIS DE DENTES DECÍDUOS. UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

[ACTIVA BIOACTIVE: EFFECTIVENESS AND COMPARISON WITH
TRADITIONAL RESTORATIVE MATERIALS FOR PRIMARY TEETH. A
SYSTEMATIC REVIEW]

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Ana Isabel Mourão Bastos Pereira

Orientador:

Doutora Cristina Cardoso Silva

Setembro 2024

**ACTIVA BIOACTIVE: EFICÁCIA E COMPARAÇÃO COM
MATERIAIS RESTAURADORES TRADICIONAIS DE DENTES
DECÍDUOS. UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

[ACTIVA BIOACTIVE: EFFECTIVENESS AND COMPARISON WITH
TRADITIONAL RESTORATIVE MATERIALS FOR PRIMARY TEETH. A
SYSTEMATIC REVIEW]

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Ana Isabel Mourão Bastos Pereira

Orientador:

Doutora Cristina Cardoso Silva

Setembro 2024

Agradecimentos

Quero expressar o meu profundo agradecimento a todos que tornaram esta tese de mestrado possível.

Aos meus professores, por me ensinarem que, embora o caminho nem sempre seja fácil, se torna mais apazível quando construído com o nosso esforço.

À minha orientadora, Professora Doutora Cristina Cardoso Silva, por ter aceitado prontamente a minha proposta para a realização da tese na área de Odontopediatria. Agradeço pela sua incansável disponibilidade, pela orientação e competência técnica e científica. Por me transmitir o interesse e a importância dos trabalhos acadêmicos na formação de um médico dentista, deixo o meu sincero reconhecimento.

À participante nesta pesquisa, Catarina Teixeira Alves, fundamental para a concretização deste estudo por disponibilizar o seu tempo e experiência.

Deixo um profundo agradecimento aos meus pais por todo o carinho e motivação que me transmitiram, contribuindo para a realização deste projeto. Obrigada por desde sempre acreditarem e investirem em mim. Por me incentivarem perante os desafios, a fazer mais e melhor, sem vocês isto não era possível. Espero que o vosso orgulho seja tão grande quanto a gratidão que eu sinto.

À minha irmã, pelo apoio e amor incondicional, por ser a minha inspiração e o meu exemplo de que o trabalho árduo, o saber e a dedicação sempre compensam.

Ao sorridente Gonçálinho, que faz o meu coração transbordar de amor, pela pureza, brilho, alegria contagiante, doces olhos e energia infindável.

Ao meu namorado, que nunca me deixa esquecer do quanto eu sou capaz, e que todos os meus (nossos) sonhos são possíveis.

Aos meus avós, cujas memórias guardarei para sempre na minha vida.

Aos meus amigos, pela amizade, conforto e alegria com que posso sempre contar.

Aos meus colegas com quem partilhei e continuarei a partilhar momentos e conhecimentos.

Por fim, a todos que, mesmo não estando individualmente nomeados foram importantes para a realização deste trabalho.

Resumo

A presente revisão sistemática teve como objetivo principal avaliar, de forma exaustiva e abrangente, a eficácia do material restaurador com o nome comercial ACTIVA BioACTIVE Kids™, especificamente aplicado em dentes decíduos. Estes dentes, também denominados dentes temporários ou dentes de leite, desempenham um papel crucial na saúde oral das crianças, sendo que a sua restauração adequada é fundamental para assegurar o correto desenvolvimento da dentição permanente. A análise comparativa realizada nesta revisão centrou-se na comparação deste material inovador com outros materiais restauradores convencionais, amplamente utilizados na prática clínica da medicina dentária. Para assegurar a robustez dos resultados e a qualidade das evidências reunidas, a pesquisa foi realizada em duas das principais bases de dados científicas: PubMed e Cochrane. Durante o processo de seleção dos estudos a incluir na revisão, foram aplicados critérios rigorosos, que resultaram na inclusão de diversos tipos de estudos, nomeadamente ensaios clínicos randomizados e controlados, assim como estudos observacionais. Ambos os tipos de estudos são de extrema relevância, pois permitem uma análise mais profunda e comparativa entre o desempenho da resina ACTIVA™ e dos materiais restauradores convencionais. A análise foi orientada por critérios específicos, tais como a resistência ao cisalhamento, que se refere à capacidade do material restaurador suportar forças aplicadas lateralmente, o que é essencial para a durabilidade das restaurações em dentes decíduos. Outros critérios cruciais avaliados incluíram os efeitos biológicos do material sobre células tronco da polpa dentária humana, que são indicativos do impacto biocompatível do material nos tecidos dentários, e a taxa de microinfiltração marginal, um fator diretamente relacionado com a longevidade das restaurações e a prevenção de lesões de cárie secundárias. No total, foram selecionados e analisados 8 estudos que cumpriram rigorosamente todos os critérios de inclusão estabelecidos. Os resultados extraídos desses estudos revelaram que o material ACTIVA™ apresentou uma resistência ao cisalhamento significativamente superior, o que sugere uma maior durabilidade das restaurações em comparação com os materiais convencionais. Além disso, os efeitos biológicos observados em células tronco da polpa dentária humana foram positivos, indicando uma biocompatibilidade e potencial para promover a regeneração do tecido pulpar. A análise da taxa de microinfiltração marginal revelou também que o ACTIVA™ apresentou melhores resultados, o que indica uma superioridade no selamento marginal e na prevenção de infiltrações que poderiam levar ao desenvolvimento de lesões de cárie secundária. Em conclusão, a resina ACTIVA™ mostrou ser um material inovador e extremamente promissor para o uso em Odontopediatria. Apresentou vantagens significativas quando comparado com os materiais restauradores tradicionais, destacando-se pela sua durabilidade superior, maior proteção da polpa dentária e um menor risco de desenvolvimento de lesões de cárie secundárias, o que a torna uma opção valiosa e recomendada para a prática clínica em crianças.

Palavras-chave: "Bioactive resins" OR "Activa Bioactive" OR "Activa Kids"

Abstract

The main objective of this systematic review was to evaluate, in an exhaustive and comprehensive manner, the efficacy of the restorative material with the commercial name ACTIVA BioACTIVE Kids™, specifically applied to deciduous teeth. These teeth, also called temporary teeth or baby teeth, play a crucial role in the oral health of children, and their adequate restoration is essential to ensure the correct development of permanent teeth. The comparative analysis carried out in this review focused on comparing this innovative material with other conventional restorative materials, widely used in clinical dentistry practice. To ensure the robustness of the results and the quality of the evidence gathered, the search was carried out in two of the main scientific databases: PubMed and Cochrane. During the selection process of the studies to be included in the review, strict criteria were applied, which resulted in the inclusion of several types of studies, namely randomized and controlled clinical trials, as well as observational studies. Both types of studies are extremely relevant, as they allow a more in-depth and comparative analysis between the performance of ACTIVA™ resin and conventional restorative materials. The analysis was guided by specific criteria, such as shear strength, which refers to the ability of the restorative material to withstand laterally applied forces, which is essential for the durability of restorations in primary teeth. Other crucial criteria evaluated included the biological effects of the material on human dental pulp stem cells, which are indicative of the biocompatible impact of the material on dental tissues, and the marginal microleakage rate, a factor directly related to the longevity of restorations and the prevention of secondary caries lesions. In total, 8 studies that strictly met all the established inclusion criteria were selected and analyzed. The results extracted from these studies revealed that the ACTIVA™ material presented a significantly higher shear strength, which suggests greater durability of restorations compared to conventional materials. Furthermore, the biological effects observed on human dental pulp stem cells were positive, indicating biocompatibility and potential to promote pulp tissue regeneration. The analysis of the marginal microleakage rate also revealed that ACTIVA™ presented better results, which indicates superiority in marginal sealing and in preventing infiltrations that could lead to the development of secondary caries lesions. In conclusion, ACTIVA™ resin proved to be an innovative and extremely promising material for use in pediatric dentistry. It presented significant advantages when compared to traditional restorative materials, standing out for its superior durability, greater protection of the dental pulp and a lower risk of developing secondary caries lesions, which makes it a valuable and recommended option for clinical practice in children.

Keywords: "Bioactive resins" OR "Activa Bioactive" OR "Activa Kids"

Índice Geral

1. Introdução	1
2. Metodologia de pesquisa	7
2.1. Desenho do estudo.....	7
2.2. Fontes de informação e estratégia de pesquisa.....	8
2.3. Seleção dos artigos e critérios de elegibilidade	9
Fluxograma PRISMA	12
2.4. Análise do risco de viés (avaliação crítica metodológica)	12
2.5. Seleção dos estudos	18
3. Fundamentação Teórica.....	21
3.1. Cárie dentária em crianças.....	21
3.2. Medicina dentária minimamente invasiva: abordagem conservadora no tratamento da cárie dentária.....	23
3.3. ACTIVA Kids BioACTIVE-Restorative™.....	24
3.4. Libertação de flúor e eficácia antibacteriana	25
3.5. Microinfiltração e consequências nas restaurações dentárias.....	26
3.6. Resistência de união ao cisalhamento	27
3.7. Efeitos biológicos	28
3.8. Resultados dos estudos “in vitro” incluídos	30
3.9. Resultados do estudo clínico incluído	36
4. Discussão.....	39
5. Conclusão.....	43
6. Referências bibliográficas	45

Índice de Figuras

Figura 1: Fluxograma de PRISMA	12
---	----

Índice de Quadros

Quadro 1: Modelo PICO (População; Intervenção; Comparação e Outcome) para a formulação da questão clínica	8
Quadro 2: Avaliação Crítica Metodológica dos estudos in vitro	15
Quadro 3: Avaliação Crítica Metodológica do estudo de coorte	17
Quadro 4: Resumo dos artigos selecionados	30

Listas de Siglas e Acrónimos

CIV	Cimento ionómero de vidro
CPI	Cárie precoce da infância
FDI	Federação dentária internacional
hDPSCs	Células-tronco da polpa dentária humana
MDMI	Medicina dentária minimamente invasiva
SBS	Resistência de união ao cisalhamento

1. Introdução

A cárie dentária é amplamente reconhecida como uma das doenças crónicas mais prevalentes em todo o mundo, afetando de forma massiva milhões de pessoas, especialmente crianças (Dhumal et al., 2023). Esta doença representa um dos mais graves problemas de saúde pública a nível global, com estimativas que indicam que cerca de 621 milhões de crianças em todo mundo sofrem desta condição debilitante. A elevada incidência da cárie dentária entre a população infantil sublinha a sua gravidade enquanto questão de saúde pública. A cárie dentária é definida como uma doença patológica que se caracteriza por ser localizada e multifatorial, ou seja, resulta da combinação de vários fatores de risco e não se restringe a uma única causa (Keshin et al., 2021). A sua origem está intimamente associada à presença de microrganismos em quantidades elevadas na placa bacteriana, sendo que o *Streptococcus mutans*, uma das bactérias mais comuns, desempenha um papel fundamental na etiologia da doença. O mecanismo de ação destes microrganismos implica a produção de ácidos durante o metabolismo dos açúcares presentes nos alimentos consumidos, que acabam por levar à desmineralização irreversível do esmalte dentário, um processo que compromete seriamente a estrutura dos dentes. Esta desmineralização acaba por formar cavidades nas superfícies dentárias, que se não forem tratados atempadamente, podem evoluir para estágios mais graves (Maher et al., 2023). Se as lesões de cárie não forem tratadas atempadamente, podem progredir resultando em complicações como dor, infeção, edema e outros sintomas associados, que podem ser extremamente debilitantes. Estes sintomas afetam de maneira significativa a qualidade de vida das crianças, interferindo em aspetos essenciais do seu quotidiano, como a higiene do sono, a rotina alimentar e o desenvolvimento físico adequado. Adicionalmente, o desempenho escolar também pode ser comprometido, uma vez que as dores de dentes ou as infeções associadas à cárie dentária podem provocar dificuldades de concentração e absentismo escolar. Para além do impacto direto sobre as crianças, a cárie dentária apresenta também um impacto substancial sobre as famílias, tanto a nível emocional, ao lidar com o sofrimento dos filhos, como a nível económico, devido aos custos associados ao tratamento médico dentário (Conti et al., 2023).

Neste contexto específico, os materiais restauradores utilizados na prática clínica devem, idealmente, apresentar um conjunto de características essenciais que contribuam não só

para a eficácia do tratamento, mas também para a prevenção de complicações futuras, como a recidiva de cárie. Entre essas características desejáveis, destacam-se a capacidade antibacteriana, que é crucial para inibir o crescimento de microrganismos nocivos, uma interface adesiva de elevada qualidade, que assegure a união duradoura entre o material restaurador e a estrutura dentária, e, por fim, um elevado potencial de remineralização, ou seja, a capacidade de promover a recuperação dos minerais perdidos no esmalte dentário para prevenir a possível recidiva de cárie. (Conti et al., 2023). Estes atributos são fundamentais para garantir a longevidade das restaurações e a manutenção da saúde oral dos pacientes, minimizando o risco de lesões de cárie secundárias.

No vasto leque de materiais restauradores disponíveis, aqueles que possuem a capacidade de libertar íons com efeitos terapêuticos têm ganho particular destaque. Entre os íons libertados com propriedades benéficas encontram-se o cálcio, o flúor e os fosfatos, que são fundamentais no processo de remineralização do esmalte e na prevenção de novas lesões cariosas. Um dos materiais que se destaca neste âmbito é o cimento de ionómero de vidro (CIV), que, ao contrário das resinas compostas convencionais, apresenta a capacidade de libertar estes íons de forma contínua e prolongada (Keshin et al., 2021). Esta libertação iónica confere aos CIV uma vantagem significativa no que diz respeito à prevenção de lesões de cárie secundárias.

De maneira distinta das resinas compostas convencionais, que são materiais inertes, ou seja, não possuem a capacidade de interagir de forma ativa com o meio oral nem libertam íons benéficos, os CIV são particularmente eficazes na prevenção de uma das principais causas de falha nas restaurações dentárias diretas: as lesões de cárie secundárias. Estas lesões de cárie podem ocorrer ao redor ou sob a restauração e são uma das razões mais frequentes para a necessidade de substituição das restaurações (Awad et al., 2020). Assim, o uso de materiais como os CIV, que combinam propriedades adesivas, remineralizadoras e antibacterianas, representa um avanço importante na medicina dentária restauradora moderna, contribuindo para a durabilidade e sucesso das restaurações a longo prazo (Awad et al., 2020).

As resinas compostas tornaram-se, ao longo dos anos, materiais amplamente utilizados na prática de medicina dentária, em grande parte devido às suas propriedades estéticas e mecânicas que as tornam altamente versáteis para utilização na restauração de dentes

danificados. A capacidade das resinas compostas de mimetizar a cor e o aspeto natural do dente, aliada à sua resistência a forças mecânicas como a mastigação, contribuiu para a sua ampla indicação para restaurações dentárias. No entanto, apesar destas vantagens significativas, as resinas compostas não estão isentas de limitações que podem afetar a sua eficácia a longo prazo. Um dos problemas mais relevantes associado ao uso deste tipo de material é a sua suscetibilidade à microfiltração, fenómeno que pode comprometer a durabilidade e o sucesso das restaurações ao longo do tempo (Işık et al., 2023). A microfiltração refere-se à infiltração de microrganismos e dos seus subprodutos nocivos na interface entre o material restaurador e o tecido dentário remanescente. Quando essa interface não está adequadamente selada, permite a passagem de bactérias e substâncias ácidas, o que pode deteriorar a restauração e provocar a sua degradação progressiva. Esta infiltração bacteriana é um dos principais fatores que podem comprometer a restauração dentária a longo prazo, uma vez que a presença constante de microrganismos entre o material restaurador e o dente favorece o aparecimento de novas lesões cáries e degrada a qualidade do selamento restaurador (Işık et al., 2023). Um dos fatores mais significativos que contribui para o fenómeno da microinfiltração é a contração de polimerização do material restaurador. Quando o material restaurador polimeriza, ele sofre uma ligeira redução no seu volume, o que pode originar o aparecimento de pequenas fissuras ou espaços entre o material restaurado e a estrutura dentária. Estas falhas na adaptação marginal resultam em áreas suscetíveis à infiltração bacteriana, que, por sua vez, promovem a recorrência da cárie dentária. Este é um dos desafios mais frequentes na utilização de resinas compostas e continua a ser uma preocupação na medicina dentária moderna (Fabianelli et al., 2007). Assim, apesar das inovações constantes na formulação destes materiais, a microinfiltração continua a ser um dos principais obstáculos a serem superados para garantir restaurações mais duráveis e eficazes.

No que diz respeito aos CIV, embora estes materiais sejam amplamente reconhecidos pelos seus benefícios no combate à cárie dentária, especialmente devido aos seus efeitos anticariogénico, apresentam algumas limitações significativas quando considerados para utilização a longo prazo. Estas limitações estão principalmente relacionadas com as suas fracas propriedades mecânicas, que podem comprometer a durabilidade das restaurações. Entre as principais desvantagens encontram-se a baixa resistência à compressão, que é a capacidade do material de suportar forças mastigatórias; o elevado desgaste, que faz com

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

que o material se degrade mais rapidamente quando sujeito a uma utilização diária; e o baixo módulo de elasticidade, que significa que o material não possui a flexibilidade ou rigidez necessária para resistir eficazmente às tensões mecânicas que ocorrem na cavidade oral (Banic Vidal et al., 2023).

Estas fragilidades têm motivado a investigação e o desenvolvimento de novos materiais restauradores que possam superar as deficiências dos CIV, sem comprometer as suas características benéficas, como a libertação contínua de flúor. Estes novos materiais, ao integrarem a libertação de flúor dos ionómeros de vidro com as propriedades mecânicas mais robustas e duradouras das resinas compostas, oferecem uma solução híbrida que visa prolongar a longevidade das restaurações dentárias e melhorar o desempenho clínico global (Banic Vidal et al., 2023).

Paralelamente, os materiais bioativos surgem como uma resposta promissora para abordar eficazmente o problema da microinfiltração. Estes materiais são capazes de interagir com os tecidos dentários e promover processos de remineralização, ajudando a selar melhor as margens das restaurações e, assim, prevenir a infiltração de bactérias e substâncias nocivas (Adeyeye et al., 2023).

Por esse motivo, ao longo das últimas duas décadas, a investigação científica na área da medicina dentária tem-se concentrado intensamente no desenvolvimento de materiais bioativos. Estes materiais surgiram como uma alternativa promissora em relação aos materiais restauradores convencionais e desempenham um papel crucial no progresso em direção a uma prática de medicina dentária mais conservadora e biológica (Martínez-Sabio et al., 2023). Esta nova geração de materiais bioativos apresenta a capacidade de induzir a reparação e regeneração dos tecidos duros dentários perdidos, mimetizando os mecanismos fisiológicos de mineralização (Martínez-Sabio et al., 2023).

Assim, o ACTIVA Kids BioACTIVE-Restorative™ é um material cujo fabricante preconiza propriedades bioativas que o diferenciam dos materiais restauradores tradicionais. A sua composição inclui uma matriz de resina iónica bioativa, um componente de resina absorvente de choques e ionómero de vidro reativo (Nanavati et al., 2021). Segundo informações fornecidas pelo fabricante, essa combinação permite que o material interaja com o tecido dentário, promovendo a remineralização e ajudando a

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

combater as lesões de cárie (Martínez-Sabio et al., 2023). Além disso, o material é descrito como tendo a capacidade de estabelecer uma ligação química com a estrutura dentária, o que, conforme o fabricante, contribui para a selagem das cavidades e redução da microinfiltração bacteriana, prevenindo lesões de cárie secundária (Adeyeye et al., 2023).

A presente revisão sistemática teve como objetivo avaliar de forma abrangente e detalhada a eficácia das restaurações realizadas em dentes temporários utilizando o material ACTIVA Kids BioACTIVE-Restorative™. Esta análise comparativa foi efetuada em relação a materiais restauradores convencionais, realizando uma abordagem das suas características, nomeadamente, a sua composição, mecanismo de ação, vantagens e limitações associadas à sua utilização, focando a sua aplicação em Odontopediatria. Esta abordagem detalhada e crítica proporciona uma visão clara sobre a eficácia do material em questão e a sua potencial contribuição para melhorar os resultados clínicos em crianças.

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

2. Metodologia de pesquisa

2.1. Desenho do estudo

A metodologia adotada para a execução da presente revisão sistemática da literatura foi cuidadosamente estruturada e implementada de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo PRISMA, que é uma sigla para *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (Shamseer et al., 2015). O PRISMA é um conjunto de diretrizes internacionalmente reconhecido e amplamente adotado na comunidade científica para assegurar que as revisões sistemáticas sejam conduzidas com o mais alto nível de rigor metodológico e transparência.

Estas diretrizes servem como um padrão de excelência, fornecendo orientações detalhadas para cada etapa do processo de revisão, desde a formulação da pergunta de pesquisa até a apresentação dos resultados. O cumprimento rigoroso das diretrizes PRISMA garante que todas as fases da revisão sistemática sejam realizadas de forma a minimizar a introdução de vieses, maximizar a precisão dos dados e assegurar que as conclusões obtidas sejam robustas, confiáveis e passíveis de replicação. A formulação da questão clínica que orientou a presente revisão sistemática foi desenvolvida com base na estratégia PICO, que é uma metodologia amplamente reconhecida e utilizado para estruturar perguntas de pesquisa em revisões sistemáticas. A estratégia PICO, cujo acrônimo corresponde a *Population* (População), *Intervention* (Intervenção), *Comparison* (Comparação) e *Outcome* (Resultado), é uma abordagem essencial que permite definir de maneira clara e precisa os componentes fundamentais da pergunta de pesquisa, assegurando que todas as variáveis relevantes sejam devidamente consideradas no processo de investigação.

Ao aplicar a metodologia PICO, a pergunta de pesquisa para a presente revisão sistemática foi formulada da seguinte maneira: Qual a eficácia das restaurações de dentes temporários realizadas com ACTIVA Kids BioACTIVE-RestorativeTM em comparação com os materiais restauradores convencionais?

O quadro 1 apresenta de forma detalhada cada elemento da estratégia PICO, proporcionando uma visão clara da pergunta de pesquisa que guiou toda a análise subsequente.

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

A população de interesse (P) para esta revisão sistemática consistiu nos dentes temporários que foram submetidos a procedimentos restauradores. A intervenção avaliada (I) foi a utilização do material restaurador ACTIVA™ nas restaurações desses dentes temporários. Esta intervenção foi comparada (C) com restaurações realizadas utilizando materiais restauradores convencionais, com o objetivo de avaliar como resultado (O) a eficácia das restaurações em termos de durabilidade.

Quadro 1

Modelo PICO (População, Intervenção, Comparação e Outcome) para formulação da questão clínica.

População	Dentes temporários restaurados
Intervenção	Restauração com ACTIVA BioACTIVE Kids™
Comparação	Restauração com materiais restauradores convencionais
Outcome	Eficácia das restaurações

2.2. Fontes de informação e estratégia de pesquisa

A pesquisa bibliográfica foi realizada ao longo de um período que se estendeu desde o mês de outubro de 2023 até ao mês de janeiro de 2024. Esta pesquisa foi realizada por dois examinadores identificados pelas iniciais A.I.P. e C.T.A. A investigação foi especificamente direcionada para as bases de dados científicas “PubMed” e “Cochrane”, que são amplamente reconhecidas por fornecer acesso a um vasto acervo de literatura científica e médica de alta qualidade.

Para a realização dessa pesquisa, foram utilizados os termos de pesquisa: "Bioactive resins" "Activa Bioactive" e "Activa Kids". Estes termos foram conjugados entre si com os marcadores booleanos “AND” e “OR”, com o intuito de maximizar a abrangência e a precisão dos resultados obtidos. É importante ressaltar que no processo de pesquisa não foram aplicadas restrições quanto ao período de publicação dos artigos, permitindo uma inclusão abrangente de artigos independentemente da data em que foram originalmente

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

publicados. Adicionalmente, não houve qualquer limitação quanto ao idioma ou à disponibilidade do texto completo dos artigos. Dessa forma, todos os artigos que resultaram das pesquisas realizadas foram considerados e incluídos na fase de avaliação subsequente. Desta maneira, garantiu-se uma revisão completa e inclusiva da literatura existente sobre o tema em questão.

Como critérios de inclusão, foram selecionados estudos que atendiam à pergunta PICO e artigos que comparavam a utilização de materiais restauradores com propriedades bioativas em restaurações de dentes decíduos. Adicionalmente, foram incluídas publicações que fornecessem suporte teórico relevante para o tema, com objetivo de enriquecer o presente trabalho. Após a aplicação desses critérios de inclusão, os critérios de exclusão foram utilizados para filtrar os estudos selecionados, com base em características específicas que não se alinhavam nos objetivos da presente revisão.

2.3. Seleção dos artigos e critérios de elegibilidade

Na fase inicial do processo de seleção dos estudos, os dois investigadores (A.I.P. e C.T.A.) realizaram a triagem dos artigos identificados na pesquisa de forma independente. Antes de iniciar esta triagem, os investigadores passaram por um processo de calibração prévia para garantir a consistência e a uniformidade na aplicação dos critérios de inclusão estabelecidos. A seleção dos estudos foi organizada em três etapas distintas:

1ª etapa - Análise dos títulos: primeiramente, foram analisados os títulos dos artigos para verificar a conformidade com os critérios de elegibilidade definidos pela estratégia PICO.

2ª etapa - Revisão dos resumos: em seguida, os resumos dos artigos selecionados na etapa anterior foram revistos para aplicar os critérios de inclusão e exclusão.

3ª etapa - Análise do artigo na íntegra: por fim, todos os artigos que passaram pelas etapas anteriores foram examinados na íntegra. Esta análise completa e detalhada visou garantir uma avaliação criteriosa e abrangente dos conteúdos dos artigos, assegurando que todos os aspetos relevantes fossem considerados antes de chegar a uma decisão final sobre a inclusão ou exclusão dos estudos.

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

Em caso de existirem divergências nas decisões de seleção entre os dois investigadores, um terceiro investigador (C.C.S.) foi consultado para deliberar e resolver quaisquer discrepâncias. Esta medida adicional garantiu a precisão e a imparcialidade no processo de seleção dos estudos, promovendo a validade e a robustez dos resultados da revisão sistemática.

A pesquisa bibliográfica inicial resultou num total de 2115 artigos. Destes, 9 publicações foram identificadas como duplicadas e, portanto, foram eliminadas do conjunto de dados.

Numa primeira fase dois investigadores (A.I.P. e C.T.A.) realizaram a análise dos títulos dos artigos restantes, de forma independente, utilizando critérios de elegibilidade definidos através da estratégia PICO, e critérios de exclusão. Nesta fase foram excluídos 2001 artigos por não atenderem aos critérios de interesse estabelecidos. Como resultado, foram selecionados 115 artigos que passaram para a próxima fase do processo de seleção.

A segunda fase do processo consistiu na leitura completa do resumo dos 115 artigos e na exclusão daqueles cuja informação não fosse relevante/adequada. Assim, foram excluídos 23 artigos que não apresentavam informações relevantes ou adequadas para os objetivos da pesquisa.

Como critérios de elegibilidade, foram incluídos estudos com as seguintes tipologias: ensaios clínicos randomizados e estudos *in vitro*. Estes estudos avaliaram a eficácia de materiais restauradores e as suas propriedades como a libertação de iões, resistência à fratura e microinfiltração, utilizando dentes decíduos extraídos, células-tronco da polpa dentária e amostras de tecido dentário preparadas para testes laboratoriais.

Para a seleção dos estudos incluídos na presente revisão sistemática, foram adotados os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

Critérios de Inclusão:

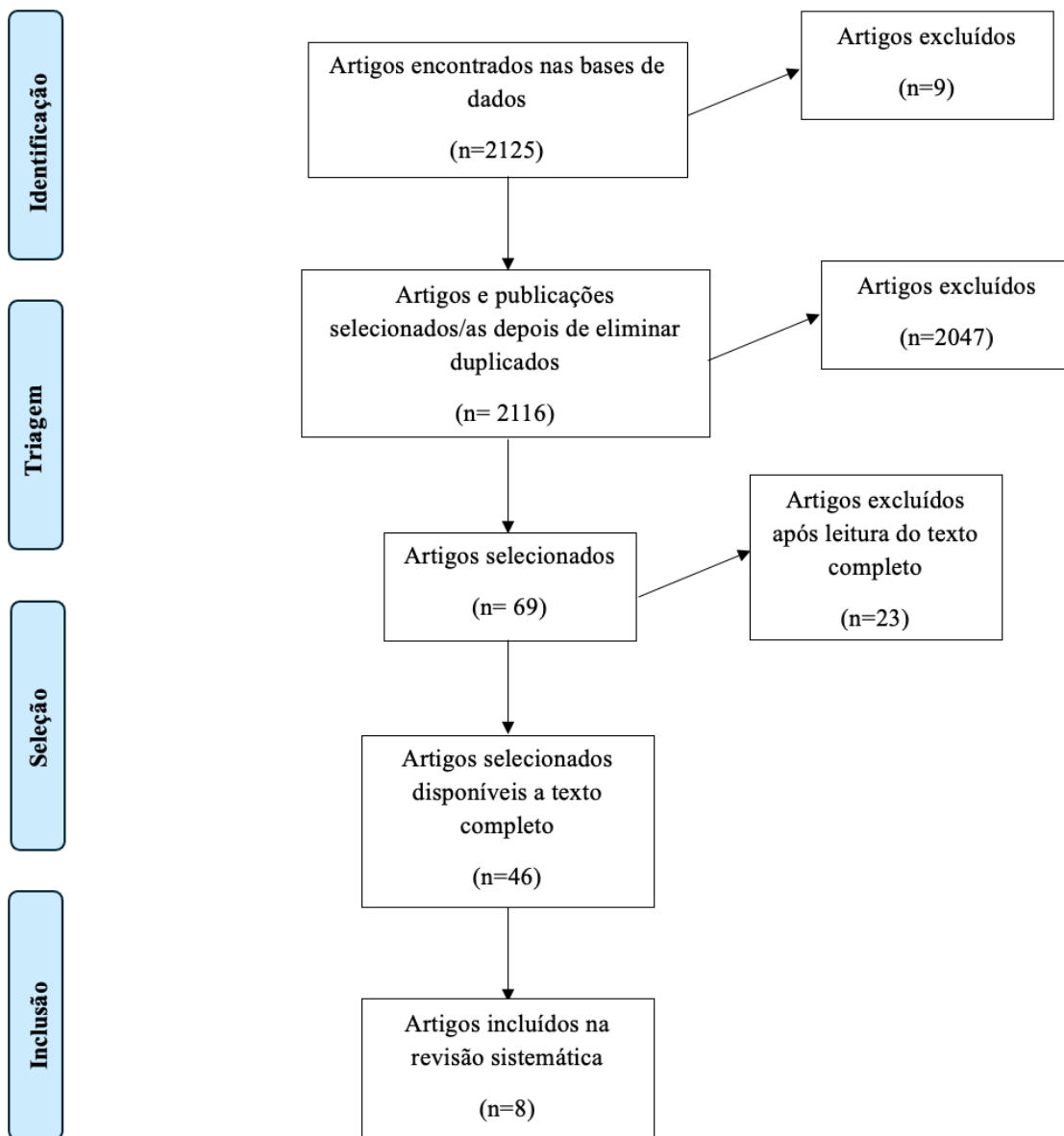
1. População-Alvo: foram incluídos estudos cujos participantes fossem crianças com dentes decíduos com necessidade de tratamento restaurador.
2. Materiais restauradores utilizados em Odontopediatria: apenas foram selecionados estudos que se focassem na análise de materiais restauradores utilizados em Odontopediatria, nomeadamente, ACTIVA Kids BioACTIVE-Restorative™, Ionolux™, Riva Light Cure™, resinas compostas convencionais, cimentos de ionómero de vidro e cimentos de ionómero de vidro modificados por resina.
3. Resultados com dados suficientes: os estudos selecionados deveriam fornecer dados suficientes e relevantes sobre os resultados de interesse relacionados com as restaurações de dentes decíduos.

Critérios de Exclusão:

1. Patologias sistémicas ou locais: foram excluídos estudos que envolvessem participantes com patologias sistémicas ou locais que pudessem influenciar negativamente a resposta ao tratamento restaurador, tais como defeitos dentários estruturais ou doença periodontal.

Figura 1

Fluxograma PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) com a informação sobre as diferentes fases da seleção dos artigos.



2.4. Análise do risco de viés (avaliação crítica metodológica)

A análise do risco de viés dos estudos incluídos na presente revisão sistemática foi realizada utilizando duas abordagens distintas, de acordo com o tipo de estudo. Para os estudos *in vitro*, foi utilizada uma *checklist* adaptada, uma vez que não existe uma

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

checklist específica para este tipo de estudo na ferramenta Joanna Briggs Institute (JBI) (Moola et al., 2020). Já para o estudo clínico de coorte, foi empregue a *checklist* oficial do JBI, amplamente reconhecida e utilizada para as avaliações metodológicas de revisão sistemática.

Os estudos *in vitro* foram avaliados por meio de uma *checklist* adaptada a partir de diretrizes gerais de avaliação metodológica. Esta adaptação foi necessária, pois a ferramenta JBI não possui uma *checklist* específica para este tipo de estudo. A *checklist* utilizada encontrava-se composta por 12 questões que abordam aspetos fundamentais de qualidade metodológica, divididas em duas categorias:

- Q1 a Q6: Avaliação dos aspetos gerais do desenho experimental, como definição dos objetivos, controlo das variáveis, presença de grupo de controlo e adequação dos métodos.
- Q7 a Q12: Avaliação de elementos específicos relacionados à cegueira dos pesquisadores, tamanho da amostra, análise estatística e conflitos de interesse.

Os resultados da avaliação crítica metodológica dos estudos *in vitro* encontram-se apresentados nos quadros 1 e 2. De maneira geral, os estudos incluídos mostraram alta qualidade metodológica em vários domínios. Todos os estudos apresentaram objetivos claramente definidos (Q1), desenho adequado (Q2), variáveis bem controladas (Q3), e presença de grupos de controlo adequados (Q4), além de métodos suficientemente descritivos para replicação (Q5).

No entanto, todos os estudos, exceto dois (Nanavati et al., 2021 e Omid et al., 2018) apresentaram falhas quanto à randomização dos tratamentos (Q6), o que pode introduzir viés de alocação. Além disso, nenhum estudo relatou cegueira por parte dos pesquisadores quanto aos tratamentos (Q7), o que poderia influenciar os resultados observados. Quanto ao tamanho da amostra, (Q8), a maioria dos estudos indicou um número adequado de amostra, exceto o estudo de Adeyeye et al., 2023. Além disso, conflitos de interesse potenciais foram mal reportados, com todos os estudos falhando em abordar ou declarar adequadamente essa questão (Q12).

De acordo com esses resultados, observa-se uma variação na qualidade metodológica dos estudos *in vitro*, com destaque positivo para o estudo de Nanavati et al. (2021), que obteve um desempenho superior em quase todos os parâmetros avaliados.

O único estudo de coorte incluído na presente revisão sistemática, realizado por Lardani et al. (2022), foi avaliado utilizando a *checklist* do JBI para estudos de coorte. Esta ferramenta avalia 11 domínios metodológicos, incluindo a semelhança entre os grupos de comparação, validade e confiabilidade da medição das exposições e desfechos, além da presença e controlo de fatores de confusão.

Os resultados da avaliação crítica do estudo de Lardani et al. (2022), apresentados nos quadros 3 e 4, mostram que o estudo cumpriu adequadamente a maioria dos critérios de qualidade. Os dois grupos de participantes eram semelhantes (Q1), e as exposições foram medidas de maneira válida e confiável (Q2 e Q3). No entanto, o estudo apresentou limitações quanto à identificação (Q4) e controlo (Q5) de fatores de confusão, o que pode impactar a validade interna dos resultados.

No que diz respeito ao acompanhamento dos participantes (Q7 e Q9), o estudo foi considerado adequado, com o tempo de acompanhamento suficiente para a ocorrência dos desfechos (Q8), e os motivos das perdas durante o acompanhamento foram devidamente relatados (Q9). Contudo, estratégias para lidar com essas perdas não foram completamente descritas (Q10). A análise estatística utilizada foi apropriada (Q11), o que fortalece a confiabilidade das conclusões do estudo.

Assim, os estudos *in vitro* apresentaram boa qualidade metodológica em áreas como controlo de variáveis, adequação dos grupos de controlo e análise estatística. As principais limitações observadas foram a falta de randomização em alguns estudos e a ausência de cegueira dos pesquisadores, o que pode introduzir viés. Já o estudo de coorte de Lardani et al. (2022) apresentou algumas limitações na identificação e controlo de fatores de confusão, mas no geral foi considerado metodologicamente robusto.

A adaptação da *checklist* para os estudos *in vitro* e a utilização da ferramenta JBI para o estudo de coorte garantiram uma avaliação criteriosa da qualidade metodológica dos estudos incluídos nesta revisão sistemática, aumentando a confiabilidade dos achados apresentados.

Quadro 2

Avaliação Crítica Metodológica dos estudos in vitro.

Artigo/Ano	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
Dhumal et al., 2023	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
Bagchi et al., 2023	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
Adeyeye et al., 2023	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
Nanavati et al., 2021	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
López-García et al., 2019	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
Amaireh et al., 2019	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
Omidi et al., 2018	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

Nota: Q1 – O estudo tem objetivos claramente definidos?; Q2 – O desenho do estudo é apropriado para responder às questões de pesquisa?; Q3 – As variáveis controladas foram claramente definidas e mantidas constantes?; Q4 – Há um grupo de controlo adequado para a comparação?; Q5 – Os métodos são descritos em detalhes suficientes para permitir a replicação do estudo?; Q6 – A alocação dos tratamentos foi randomizada?; Opções de resposta para cada parâmetro avaliado: SIM, NÃO.

Quadro 2

Avaliação Crítica Metodológica dos estudos in vitro. (continuação)

Artigo/Ano	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12
Dhumal et al., 2023	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
Bagchi et al., 2023	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
Adeyeye et al., 2023	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO
Nanavati et al., 2021	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
López-García et al., 2019	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
Amaireh et al., 2019	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
Omidi et al., 2018	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO

Nota: Q7 – Os pesquisadores estavam cegos em relação aos tratamentos?; Q8 – O tamanho da amostra é suficiente para detetar uma diferença estatisticamente significativa?; Q9 – As análises estatísticas são apropriadas e bem descritas?; Q10 – Os resultados são apresentados de forma clara e completa, incluindo dados negativos e positivos?; Q11 – Foram identificados e controlados os fatores de confusão potenciais?; Q12 – Foram declarados e geridos possíveis conflitos de interesses?; Opções de resposta para cada parâmetro avaliado: SIM, NÃO.

Quadro 3

Avaliação Crítica Metodológica dos estudos de coorte.

Autor/Ano	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
Lardani et al., 2022	SIM	SIM	SIM	NA	NA	SIM

Nota: Q1 – O estudo tem objetivos claramente definidos?; Q2 – O desenho do estudo é apropriado para responder às questões de pesquisa?; Q3 – As variáveis controladas foram claramente definidas e mantidas constantes?; Q4 – Há um grupo de controlo adequado para comparação?; Q5 – Os métodos são descritos com detalhes suficientes para permitir a replicação do estudo?; Q6 – A alocação dos tratamentos foi randomizada?; Opções de resposta para cada parâmetro avaliado: SIM; NÃO; NÃO APLICÁVEL (NA); NÃO RESPONDE (NR).

Quadro 3

Avaliação Crítica Metodológica dos estudos de coorte. (continuação)

Autor/Ano	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11
Lardani et al., 2022	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM

Nota: Q7 – Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?; Q8 – O tempo de acompanhamento foi relatado e suficiente para longo o suficiente para que os resultados/desfechos ocorressem?; Q9 – O acompanhamento foi completo e, caso não tenha sido, os motivos da perda do acompanhamento foram descritos e explorados?; Q10 – Foram utilizadas estratégias para abordar o acompanhamento incompleto?; Q11 – Foi utilizada análise estatística apropriada?; Opções de resposta para cada parâmetro avaliado: SIM; NÃO; NÃO APLICÁVEL (NA); NÃO RESPONDE (NR).

2.5. Seleção dos estudos

Após a identificação inicial de 2115 artigos nas várias bases de dados, foi realizado um processo de seleção cuidadoso dos estudos com o objetivo de analisar a eficácia dos materiais restauradores em dentes decíduos. Este processo seguiu rigorosamente os critérios de inclusão previamente estabelecidos e os objetivos da revisão sistemática. Ao final da seleção, foram encontrados 8 estudos que cumpriam todos os critérios e eram relevantes para a avaliação proposta.

Os estudos incluídos na presente revisão sistemática consistiram em 1 estudo clínico (Lardani et al., 2022) e 7 estudos in vitro (Adeyeye et al., 2023; Amaireh et al., 2022; Bagchi et al., 2023; Dhumal et al., 2023; López-García et al., 2019; Nanavati et al., 2021; Omid et al., 2018).

O estudo clínico de Lardani et al. (2022), o único estudo desta tipologia incluído na revisão, teve como objetivo avaliar as propriedades estéticas, funcionais e biológicas da resina ACTIVA™ quando aplicada em lesões de cárie proximais e oclusais de dentes decíduos, durante um período de 1 ano. A avaliação foi realizada com base nos critérios estabelecidos pela Federação Dentária Internacional (FDI) para a avaliação das restaurações dentárias diretas, abrangendo uma análise detalhada da performance clínica da resina em termos de durabilidade, eficácia e integração estética com os dentes restaurados.

Em relação aos estudos in vitro incluídos na revisão, cada um deles abordou diferentes aspectos da eficácia dos materiais restauradores. O estudo de Dhumal et al. (2023) avaliou a quantidade de íons de flúor libertados pelo material restaurador, um fator importante para a prevenção de lesões cárie secundárias e promoção da remineralização dentária. O estudo de Bagchi et al. (2023) analisou a atividade antibacteriana do material, particularmente contra o *Streptococcus mutans*, o principal microrganismo associado ao desenvolvimento de cáries dentária. Os estudos de Adeyeye et al. (2023), de Amaireh et al. (2019) e de Omid et al. (2018), avaliaram a microinfiltração dos materiais restauradores, um fator crucial para garantir a durabilidade e o sucesso das restaurações ao longo do tempo, prevenindo infiltrações que podem levar à recorrência de cárie. Nanavati et al. (2021) avaliaram a resistência ao cisalhamento dos materiais, uma propriedade mecânica fundamental que influencia a capacidade do material de suportar forças mastigatórias. López-García et al. (2019) analisaram a atividade metabólica, a

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

migração e a morfologia celular, oferecendo uma visão sobre os efeitos biológicos do material restaurador em relação à saúde dos tecidos dentários. O conteúdo detalhado de cada um dos estudos encontra-se resumido no quadro 2, fornecendo uma visão geral dos dados recolhidos e das variáveis analisadas em cada investigação.

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

3. Fundamentação Teórica

3.1. Cárie dentária em crianças

A cárie dentária, amplamente reconhecida como uma das doenças crônicas mais prevalentes globalmente, apresenta uma preocupante alta incidência, afetando entre 60-90% das crianças em idade escolar e uma proporção significativa de adultos, conforme destacado por Dhumal et al. (2023). A progressão da cárie dentária ocorre em várias fases distintas, começando com a formação de lesões iniciais, que se manifestam clinicamente como manchas brancas opacas visíveis na superfície do esmalte dentário. Estas manchas indicam o início do processo de desmineralização, que se não for tratado adequadamente, pode progredir de forma contínua e irreversível. A desmineralização persistente leva, inevitavelmente à formação de cavidades no dente afetado. Este estágio é caracterizado por uma progressão mais acelerada da cárie, devido à menor resistência estrutural do tecido dentário nesta fase e ao maior conteúdo orgânico presente na cavidade formada, o que facilita ainda mais a deterioração do dente. Assim, a cárie dentária não apenas compromete a integridade do esmalte, mas também favorece um ambiente propício à rápida degradação do tecido dentário, tornando imperativo o diagnóstico precoce e a intervenção terapêutica oportuna para impedir o avanço da doença (Maher et al., 2023).

A progressão de uma lesão de cárie dentária não tratada pode levar ao desenvolvimento de complicações severas e principalmente debilitantes, como dor intensa, edema e infecção, que exercem um impacto extremamente negativo na qualidade de vida das crianças afetadas, bem como na das suas famílias. A dor, em particular, pode ter consequências profundas no desenvolvimento físico da criança, interferindo de forma significativa no seu desempenho escolar, além de comprometer o seu bem estar geral e emocional. Nos Estados Unidos, os problemas dentários representam uma causa substancial de perda de dias escolares, com mais de dois milhões de dias de aulas perdidos anualmente devido a estas condições. Além disso, os pais de crianças com dores dentárias são cinco vezes mais propensos a procurar atendimento médico em comparação com outros problemas de saúde (Giulio Conti et al., 2023). Este dado sublinha a gravidade das complicações associadas à cárie dentária não tratada. Adicionalmente, pesquisas recentes indicam que crianças com lesões de cárie dentária apresentam um risco significativamente aumentado de desenvolver doenças sistêmicas graves incluindo infecções respiratórias e doenças cardiovasculares (Al-Maweri et al., 2021).

A cárie precoce da infância (CPI) é uma forma particularmente grave de cárie dentária, que acomete principalmente crianças com menos de seis anos de idade. Estas lesões de cárie são especialmente preocupantes devido à sua rápida progressão e ao impacto negativo significativo que pode ter na saúde oral e no bem-estar geral da criança. Um dos fatores mais influentes no desenvolvimento da CPI é o consumo frequente de bebidas açucaradas, especialmente quando essas bebidas são ingeridas durante a noite, um período em que a produção de saliva diminui e, conseqüentemente, a capacidade de limpeza da boca é reduzida (Bagchi et al., 2023). Além disso, a ausência de hábitos adequados de higiene oral após as refeições contribui para a acumulação de placa bacteriana nos dentes, o que, por sua vez, aumenta o risco de desenvolvimento de lesão de cárie dentária. Diante disso, torna-se fundamental educar os pais e os responsáveis sobre a importância de estabelecer e manter práticas rigorosas de higiene oral desde cedo, bem como promover uma dieta equilibrada e saudável (Conti et al., 2023). A carência de fluoreto na dieta ou na água também é um fator que agrava a suscetibilidade das crianças à cárie dentária (Abuljadayel et al., 2023). Como resposta a esse desafio, materiais dentários bioativos, que têm a capacidade de libertar iões, particularmente iões de flúor, têm demonstrado um potencial significativo na prevenção e controle da CPI (Dhumal et al., 2023).

A formação de uma lesão de cárie dentária é um processo complexo e multifatorial que resulta da interação dinâmica entre o biofilme bacteriano presente na cavidade oral e os substratos fermentáveis provenientes da dieta. Este processo envolve dois fenômenos fundamentais e interrelacionados: a desmineralização e a remineralização dos tecidos dentários. A desmineralização ocorre quando os ácidos produzidos por bactérias cariogênicas, como o *Streptococcus mutans*, dissolvem a estrutura dentária durante o metabolismo dos carboidratos fermentáveis. Esses ácidos têm a capacidade de dissolver os cristais de hidroxiapatite que compõem a estrutura mineral do esmalte e da dentina, promovendo perda de minerais essenciais e enfraquecendo a integridade do dente (Banic Vidal et al., (2023). Por outro lado, a remineralização é um processo que ocorre de forma natural quando o pH da cavidade oral retorna a níveis normais, após a neutralização dos ácidos pela saliva. Nesse momento, iões de cálcio e fosfato presentes na saliva são reincorporados na estrutura do esmalte, ajudando a recuperar os danos causados pela desmineralização. O flúor desempenha um papel crucial nesse processo de

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

remineralização, pois facilita a formação de fluoreto de cálcio na superfície do esmalte. Esse composto, ao ser incorporado no esmalte, torna a estrutura dentária significativamente mais resistente à ação dissolvente dos ácidos, proporcionando uma proteção adicional contra novas desmineralizações, conforme destacado por Conti et al. em 2023.

3.2. Medicina dentária minimamente invasiva: abordagem conservadora no tratamento da cárie dentária

A medicina dentária minimamente invasiva (MDMI) é uma abordagem terapêutica moderna que enfatiza a preservação máxima da estrutura dentária saudável, abordando o tratamento das lesões de cárie de maneira conservadora e preventiva. Foca-se na preservação da estrutura dentária saudável, tratando as lesões de cárie de forma conservadora e preventiva. Esta abordagem de tratamento baseia-se em princípios que priorizam a manutenção do tecido dentário natural, intervindo de forma a minimizar a remoção desnecessária de material dentário. A MDMI emprega técnicas especializadas que permitem a remoção precisa e controlada da dentina infetada, ou seja, aquela que foi comprometida pela atividade bacteriana e não pode ser recuperada. Ao mesmo tempo, a MDMI procura preservar ao máximo a dentina afetada, que apesar de ter sido exposta ao processo cariogénico, ainda possui potencial de remineralização e, portanto, não necessita de ser removida. Conforme destacado por Shara Sajini e colaboradores em 2022, essa abordagem cuidadosa e seletiva garante que o tratamento seja o menos invasivo possível, focando-se na proteção e preservação do máximo de estrutura dentária saudável, o que é fundamental para a longevidade e funcionalidade do dente tratado.

Esta abordagem moderna substituiu os métodos tradicionais de remoção de tecido cariado por técnicas que assegurem um selamento periférico eficaz, o que é crucial para evitar a reinfeção e a progressão da lesão de cárie. A remoção seletiva de dentina infetada, preservando a dentina afetada, diminui significativamente o risco de exposição pulpar, além de favorecer a realização de restaurações mais duradouras e com menor probabilidade de desenvolvimento de cárie secundária (Roaa Abuljadayel et al., 2023).

3.3. ACTIVA Kids BioACTIVE-Restorative™

Nos últimos vinte anos, as pesquisas científicas têm-se focado intensamente no desenvolvimento de materiais dentários bioativos, que emergem como alternativas promissoras aos materiais tradicionais, desempenhando um papel essencial no avanço de uma medicina dentária mais conservadora e voltada para a preservação da estrutura dentária natural (Martínez-Sabio et al., 2023).

O material dentário ACTIVA Kids BioACTIVE-Restorative™, desenvolvido pela Pulpdent nos Estados Unidos, foi lançado no mercado em maio de 2018, marcando uma inovação significativa no campo da medicina dentária restauradora (Pulpdent (2018)). Esta resina específica é cuidadosamente formulada a partir de uma mistura que combina uretano e metacrilato com ácido poliacrílico modificado (44,6%); vidro reativo como partícula de carga na matriz inorgânica (21,8%); matriz inorgânica (56%), um componente de resina absorvente de choques patenteada (Embrace™) e água (Collado-González et al., 2017). Este material liberta iões, tornando-se mais bioativo do que os ionómeros de vidro convencionais e os ionómeros de vidro modificados por resina (Saba Tohidkhah et al., 2022). Há autores que afirmam que a resina ACTIVA™ combina as propriedades dos ionómeros de vidro convencionais, com a durabilidade das resinas compostas tradicionais (Conti et al., 2023).

Este material inovador é disponibilizado ao mercado numa seringa de dois tubos de automistura, o que facilita a sua aplicação clínica ao garantir uma mistura homogênea dos componentes, podendo ser aplicado com ou sem utilização de um agente de união. No entanto, para maximizar a retenção e a longevidade da restauração, o fabricante recomenda o uso de um agente adesivo, que ajuda a promover uma melhor adesão entre o material restaurador e a estrutura dentária subjacente. A resina ACTIVA Kids BioACTIVE-Restorative™ possui três mecanismos de distintos de presa que contribuem para a sua eficácia clínica: a ativação inicial ocorre por meio de luz de baixa intensidade, seguida de reações de endurecimento típicas dos ionómeros de vidro, além de um processo de auto-polimerização característico dos compósitos (Saba Tohidkhah et al., 2022). A bioatividade do material é uma das suas características mais notáveis, uma vez que ele responde às variações do pH do meio oral. Em ambientes ácidos, o material liberta iões de cálcio, fosfato e flúor, essenciais para a remineralização do esmalte e dentina, e em ambientes neutros, ele recaptura esses iões, contribuindo para a manutenção da

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

integridade da restauração. Essa interação dinâmica com o meio oral permite a formação de uma ligação química eficaz com a estrutura dentária, minimizando a possibilidade de microinfiltrações que poderiam comprometer o sucesso da restauração ao longo do tempo (Martínez-Sabio et al., 2023). Além disso, esta resina é formulada sem a presença de bisfenol A (BPA), bisfenol A glicidil metacrilato (Bis-GMA) ou qualquer outro derivado de bisfenol-A. Esses compostos são conhecidos pela sua associação com reações de contração e stress durante a polimerização, o que pode levar a falhas na restauração. A ausência desses componentes torna o material uma opção mais segura e menos propensa a gerar tensões internas indesejadas (Saba Tohidkhah et al., 2022).

Essas propriedades únicas fazem com que este material se destaque como uma opção excelente e altamente recomendada para uso em odontopediatria. A sua capacidade de libertação e recaptura de íons, aliada à sua bioatividade e ausência de compostos potencialmente prejudiciais, assegura que ofereça não apenas uma solução mais segura para o tratamento de dentes em desenvolvimento (López García et al., 2019).

3.4. Libertação de flúor e eficácia antibacteriana

A incorporação de íons de flúor em materiais restauradores desempenha um papel fundamental na medicina dentária, sendo amplamente reconhecida pelo seu efeito comprovado e altamente eficaz na prevenção da cárie dentária (Dhumal et al., 2023). Materiais restauradores que possuem a capacidade de libertar íons de flúor, não apenas reduzem significativamente a recorrência de lesões de cárie, mas também possuem propriedades antibacterianas, que ajudam a prevenir a desmineralização nas interfaces entre o material restaurador e o tecido dentário (Anandamoy Bagchi et al., 2019). Além disso, a libertação controlada de íons de flúor ao longo do tempo é um fator chave para garantir a manutenção da eficácia antibacteriana desses materiais restauradores, especialmente em ambientes orais onde há uma alta frequência de consumo de alimentos e bebidas ácidas e açucaradas. Essas condições podem aumentar o risco de desmineralização e lesões de cárie secundárias, tornando a libertação contínua de flúor ainda mais vital para a proteção do dente restaurado (Mohammed et al., 2021).

A libertação contínua de flúor é crucial para a proteção dentária, especialmente em pacientes que apresentam um alto risco de desenvolvimento de lesões de cárie. Essa função é essencial para ajudar a neutralizar a acidificação do ambiente oral, um efeito

causado pelo consumo de alimentos e bebidas ácidas, bem como pela atividade bacteriana. A liberação constante de flúor promove a remineralização dos tecidos dentários, fortalecendo o esmalte e a dentina e ajudando a reparar áreas que foram desmineralizadas (Dhumal et al., 2023). Este mecanismo de liberação prolongada de iões adquire uma importância ainda mais significativa no campo da odontopediatria, especialidade da medicina dentária na qual a prevenção de lesões de cárie secundárias representa um desafio constante, uma vez que as crianças frequentemente enfrentam uma alta exposição a alimentos e bebidas açucaradas e podem não ter as práticas de higiene oral completamente desenvolvidas. A capacidade do material restaurador libertar iões de forma contínua torna-se uma ferramenta valiosa na luta contra a cárie dentária, proporcionando uma proteção adicional e sustentada que é fundamental para manter a saúde oral das crianças ao longo do tempo (Sufyan Garoushi et al., 2018).

3.5. Microinfiltração e consequências nas restaurações dentárias

A microinfiltração nas restaurações dentárias representa um problema crítico, uma vez que pode levar ao desenvolvimento de lesões de cárie secundárias e, como consequência, comprometer a eficácia e a durabilidade da restauração realizada. Esse fenómeno ocorre quando há uma falha no selamento marginal, permitindo a infiltração de bactérias e outros contaminantes ao redor da restauração, o que pode resultar em problemas mais graves, como lesões pulpares e necrose do tecido dentário (Giulio Conti et al., 2023).

Portanto, a eficácia do selamento marginal é fundamental para evitar a infiltração bacteriana e proteger a saúde dentária a longo prazo. Um bom selamento marginal impede que bactérias entrem em contato com a estrutura dentária subjacente e minimiza o risco de novos episódios de lesões de cárie e inflamação (Dhumal et al., 2023). A qualidade de selamento marginal está, assim, diretamente relacionada com a longevidade e a eficácia da restauração dentária, além de ter um impacto significativo na saúde pulpar subjacente (Viana et al., 2022).

A gestão eficaz da microinfiltração nas restaurações dentárias é essencial para garantir a durabilidade e a eficácia das intervenções restauradoras. Isso envolve a utilização de materiais que não apenas proporcionem uma boa adesão à estrutura dentária, mas também apresentem características de baixa contração durante o processo de polimerização e alta resistência à fratura. Essas propriedades são fundamentais para minimizar a formação de

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

lacunas marginais e garantir que a restauração se mantenha eficaz ao longo do tempo (Tohidkhah et al., 2022).

ACTIVA Kids BioACTIVE-Restorative™ tem se destacado neste contexto devido à sua capacidade de formar uma ligação química com a estrutura dentária. Essa característica é crucial para a redução significativa das lacunas marginais, o que, por sua vez, ajuda a prevenir a infiltração de bactérias e a formação de cáries secundárias (Komal Nanavati et al., 2021).

3.6. Resistência de união ao cisalhamento

A resistência de união ao cisalhamento é uma métrica de extrema importância para avaliar a durabilidade e a eficácia das restaurações dentárias, especialmente no ambiente oral, em que as condições são particularmente desafiadoras. Os materiais dentários enfrentam desgaste contínuo devido à mastigação repetitiva e às forças aplicadas durante o uso diário, o que pode comprometer a integridade da interface de ligação entre o material restaurador e a estrutura dentária subjacente. Este desgaste por fadiga pode levar a falhas na adesão e a uma redução na eficácia da restauração ao longo do tempo (Isadora Martini Garcia et al., 2021).

A resistência ao cisalhamento, nesse contexto, mede a capacidade do material suportar forças oblíquas e diferentes tipos de stress que ocorrem durante a mastigação e outras funções orais. Um valor mais elevado de resistência ao cisalhamento indica que o material tem uma adesão mais forte e durável à estrutura dentária, o que é fundamental para garantir que a restauração permaneça intacta e funcional ao longo do tempo. Isso é especialmente revelante para a longevidade das restaurações, pois uma alta resistência ao cisalhamento reduz o risco de falhas adesivas e a necessidade de reparos ou substituições prematuras (Komal Nanavati et al., 2021).

A adesão entre o material restaurador e a dentina é um fator crucial para garantir a durabilidade e a eficácia da restauração dentária. Para que uma restauração seja bem-sucedida e mantenha a sua funcionalidade ao longo do tempo, é fundamental que o material esteja firmemente aderido à dentina, o que contribui para estabilidade e integridade da restauração. Em crianças que apresentam um alto risco de cárie, uma baixa resistência ao cisalhamento do material restaurador pode levar à perda prematura da

restauração. Isso ocorre porque forças mastigatórias contínuas e repetitivas podem exercer pressão sobre a interface de adesão, levando a falhas na adesão e subsequente separação ou deterioração da restauração (Kunal Bhatia et al., 2022).

Quando a resistência ao cisalhamento é inadequada, a restauração pode não suportar adequadamente as forças aplicadas durante a mastigação, resultando em lesões dentárias e reinfeção da área restaurada. Tal é particularmente preocupante em crianças com alto risco de lesão de cárie, que frequentemente necessitam de múltiplas restaurações provisórias antes de poderem receber restaurações definitivas e mais permanentes. A necessidade de realizar várias intervenções provisórias não apenas representa um desafio clínico, mas também pode aumentar a complexidade do tratamento e o risco de problemas adicionais (Kunal Bhatia et al., 2022).

3.7. Efeitos biológicos

A cárie dentária é um problema prevalente e significativo na prática da medicina dentária, que demanda abordagens conservadoras e cuidadosas para o seu tratamento, frequentemente utilizando materiais restauradores adesivos. A medicina dentária moderna advoga pela remoção seletiva das lesões de cárie, uma prática que visa evitar a exposição da polpa dentária e, ao mesmo tempo, preservar o máximo possível da estrutura dentária saudável. Este método de tratamento minimamente invasivo é crucial para a manutenção da saúde dentária a longo prazo, pois procura equilibrar a eliminação do tecido cariado com a preservação da integridade dentária (Marta Kunert et al., 2022). A abordagem conservadora e seletiva é particularmente essencial em pacientes pediátricos. Em crianças, a preservação da estrutura dentária é de extrema importância, não apenas para garantir o desenvolvimento adequado dos dentes permanentes que estão por vir, mas também para assegurar a função dentária e evitar problemas futuros. A preservação do tecido dentário saudável contribui para o desenvolvimento e a função eficaz dos dentes permanentes, além de minimizar a necessidade de tratamentos mais extensivos e invasivos no futuro (Sajini et al., 2022).

Materiais restauradores bioativos, como a resina ACTIVATM, têm-se destacado pela sua capacidade de imitar as propriedades dos dentes naturais, oferecendo benefícios significativos no tratamento dentário. Esses materiais são projetados para libertar iões de

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

flúor, um elemento crucial que desempenha um papel vital na estimulação da remineralização dos tecidos dentários e na minimização da contração de polimerização. A capacidade de libertar iões ajuda a criar um ambiente menos suscetível à desmineralização, prevenindo a formação de novas lesões de cárie e contribuindo para a saúde dentária a longo prazo (Sajini et al., 2022).

Além das suas propriedades bioativas, esses materiais têm vantagens particularmente relevantes no atendimento a pacientes pediátricos. A compatibilidade com a humidade é uma característica importante, uma vez que os ambientes orais das crianças podem ser mais desafiadores devido à presença constante de saliva e possível contaminação durante os procedimentos restauradores. A capacidade dos materiais de se adaptarem a essas condições facilita a adoção de abordagens conservadoras, que são essenciais para evitar a necessidade de tratamentos mais invasivos no futuro. Isso ajuda a prevenir o aparecimento de lesões de cárie secundárias e melhora a longevidade das restaurações em crianças (Reema Alharbi et al., 2023).

O ACTIVA™ é um material restaurador que promove de forma eficaz a adesão e a migração celular, estabelecendo uma interação dinâmica e contínua de troca de iões com a saliva e a estrutura dentária. Este processo bioativo melhora significativamente a ligação entre o material e o dente, contribuindo para uma restauração mais estável e duradoura. A capacidade do ACTIVA™ de formar uma conexão sólida com a estrutura dentária e com o ambiente oral é especialmente relevante em odontopediatria, onde a manutenção da integridade estrutural e funcional dos dentes é um desafio contínuo e crucial para o desenvolvimento e a saúde dentária das crianças (Giulio Conti et al., 2023). Além de facilitar a adesão e melhorar a durabilidade da restauração, a bioatividade dos materiais restauradores como o ACTIVA™, desempenha um papel fundamental na prevenção de lesões de cárie secundárias. Isso deve-se à sua capacidade de promover a remineralização e proteção adicional contra novos episódios de desmineralização. Adicionalmente, a bioatividade desses materiais contribui para a reparação que ajuda a restaurar a saúde oral de forma eficaz (Vidal et al., 2023).

3.8. Resultados dos estudos “in vitro” incluídos

Quadro 4

Resumo dos artigos científicos selecionados.

Autores	Ano	Grupos	Amostra	Parâmetro de avaliação	Meio de armazenamento	Dentes
Dhumal et al.	2023	G I- ACTIVA BioACTIVE Kids™ (Pulpdent, (Watertown, Massachusetts, EUA). G II- Zirconomer (Shofu, Japão) G III- Beautifil II (Shofu, Japão)). G IV- GC Gold Label.	40 amostras (10 de cada material)	40 amostras analisadas na libertação de flúor, através de um eletrodo seletivo de iões de flúor (f-ISE).	Água destilada.	Não aplicável.
Bagchi et al.	2023	Grupos-Teste (G I e G II): G I- ACTIVA BioACTIVE Kids™ (AB; Pulpdent, United States of America) G II- Beautifil Flow Plus (BF; Shofu, Japan) Grupo-Controlo (G III): G III-Filtek Z250 XT (FX; 3M ESPE, USA)	3 compósitos, transformados em 10 blocos cada. Cultura de <i>Streptococcus mutans</i> e análise dos blocos com recurso a microscopia.	Comparação da eficácia antibacteriana dos materiais restauradores em estudo e capacidade de acumulação de placa bacteriana, causando recidivas de cárie.	Saliva artificial.	Não aplicável.

Quadro 4*Resumo dos artigos científicos selecionados. (continuação)*

Autores	Ano	Grupos	Amostra	Parâmetro de avaliação	Meio de armazenamento	Dentes
Adeyeye et al.	2023	200 dentes divididos em 4 grupos e restaurados com: ACTIVA BioACTIVE Kids™ (AB+) com adesivo; Filtek Supreme Ultra Universal Restorative (3M) através da técnica acondicionamento total e adesivo; Fuji II LC (GC America) através do acondicionamento da cavidade; ACTIVA BioACTIVE Kids™ (AB-) sem adesivo.	200 dentes permanentes sem lesão de cárie. Cavidades de Classe I (O), com 2,0mm de profundidade e 1,5mm de largura. Preparadas por dois profissionais calibrados.	Microinfiltração marginal cavosuperficial oclusal. A totalidade dos dentes foram restaurados por um único praticante para excluir diferenças nas taxas de microinfiltração devido à técnica restauradora.	Solução salina fosfatada tamponada, contendo azide de sódio durante 7 anos, antes do uso.	Molares permanentes.
Nanavati et al.	2021	G I- GIC-GC Fuji Gold Label Type 9 (GC Co., Tokyo, Japan). G II- ACTIVA™ KIDS BioACTIVE-Restorative Material (Pulpdent co., Massachusetts, USA). G III- Zirconomer cement (Shofu Dental, Tokyo, Japan).	Dentes seccionados bucolingualmente (60 secções), incorporadas em resina acrílica e polidas para obter uma superfície dentária plana.	Resistência ao cisalhamento, através de uma máquina de teste universal.	Não aplicável.	Molares decíduos (crianças entre os 7 e 10 anos) Apenas com coroa intacta.

Quadro 4

Resumo dos artigos científicos selecionados. (continuação)

Autores	Ano	Grupos	Amostra	Parâmetro de avaliação	Meio de armazenamento	Dentes
López-García et al.	2019	G I- ACTIVA™ KIDS BioACTIVE-Restorative (Pulpdent, Watertown, MA, USA) (ACTIVA) G II- Ionolux (Voco, Cuxhaven, Germany) G III- Riva Light Cure UV (SDI, Bayswater, Australia) (RIVA)	Células-tronco da polpa dentária humana.	Efeitos biológicos de três materiais bioativos na sobrevivência, migração, morfologia e adesão de hDPSCs.	Não mencionado.	Não mencionado.
Amairah et al.	2019	G I- ACTIVA™ BioACTIVE-Restorative G II- Filtek™ Universal restorative G III- Vitremer™	104 molares decíduos humanos extraídos e alocados aleatoriamente em três grupos. Em cada grupo, foram preparadas cavidades de classe II e restauradas com um dos três materiais restauradores.	Microinfiltração do ACTIVA™ em comparação com materiais convencionais.	Saliva artificial.	Molares decíduos.

Quadro 4*Resumo dos artigos científicos selecionados. (continuação)*

Autores	Ano	Grupos	Amostra	Parâmetro de avaliação	Meio de armazenamento	Dentes
Omidi et al.	2018	G I- Ácido fosfórico 38% (margens de esmalte 5 segundos e dentina 15 segundos) + lavar/secar + Adesivo Single Bond + Compósito Filtek Z250 (3M ESPE, St.Paul, Mn, USA) por camadas incrementais de 2mm e fotopolimerização. G II- Ácido acrílico 20% (10segundos) + RMGI Fuji II LC (GC Corp., Tokyo, Japan) fotopolimerizado 20 segundos. G III- RMGI Fuji II LC (GC Corp., Tokyo, Japan) aplicado na cavidade sem condicionamento prévio. G IV- Ácido fosfórico a 38% + Adesivo Adper Single Bond + RMGI Melhorado (ACTIVA BioACTIVE Restorative Glass) (Pulpdent Corp., Watertown, MA, USA) fotopolimerizado após 20 segundos. G V- RMGI Melhorado (ACTIVA BioACTIVE Restorative Glass) (Pulpdent Corp., Watertown, MA, USA) sem condicionamento prévio.	65 molares decíduos, divididos em 5 grupos. Restaurações realizadas em preparos de Classe II.	Microinfiltração de diferentes materiais restauradores através de uma réplica de acetato de celulose e corante azul de metileno.	Não mencionado.	Molares decíduos com pelo menos uma superfície proximal intacta.

Quadro 4

Resumo dos artigos científicos selecionados. (continuação)

Resultados	
Autores	Principais conclusões
Dhumal et al.	Embora tenham encontrado diferenças nas quantidades de flúor libertadas pelo ACTIVA™, Zirconomer e GC Gold Label 9, a diferença média não foi considerada estatisticamente significativa. Todos os materiais testados são eficazes na libertação de flúor, exceto o Beautifil II, que apresentou baixas quantidades de flúor libertado em todos os intervalos de tempo. ACTIVA™ exibiu propriedades mecânicas melhoradas e capacidade de libertação de flúor. Por esse motivo pode ser indicada a sua utilização em alternativa às restaurações convencionais com ionómero de vidro.
Bagchi et al.	ACTIVA Kids BioACTIVE-Restorative™ apresentou a maior atividade antibacteriana contra <i>Streptococos mutans</i> quando comparado aos demais grupos em estudo. Este material pode ser eficaz na prevenção do crescimento bacteriano na superfície da restauração e a libertação de flúor constitui um mecanismo para a sua atividade antibacteriana.
Adeyeye et al.	Os resultados mostram que ACTIVA™ utilizado com um agente de ligação adesivo apresentou uma taxa média de infiltração comparável à da resina composta tradicional. ACTIVA™ com agente de ligação exibiu uma taxa média de microinfiltração significativamente menor do que ACTIVA™ sem este agente, portanto este material bioativo deve ser aplicado com um agente de ligação para obter um selamento marginal ideal, especialmente para pacientes com alto risco de cárie dentária.
Nanavati et al.	Os valores de RC foram significativamente maiores no grupo ACTIVA™ em comparação com os outros dois grupos ($p < 0,05$). Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa nos valores de RC entre o grupo ACTIVA™ e o grupo Zirconomer ($p > 0,05$). A RC do ACTIVA™ foi maior em comparação com a do Zirconomer e do GIC convencional. Assim, o ACTIVA™ pode proteger os dentes decíduos contra lesões de cárie recorrentes e falha das restauração.
López-García et al.	ACTIVA™ induziu a maior atividade metabólica, migração celular e melhor morfologia celular em comparação com os outros materiais testados: Riva e Ionolux.

Quadro 4

Resumo dos artigos científicos selecionados. (continuação)

Resultados	
Autores	Principais conclusões
Amaireh et al.	Na análise de microinfiltração efetuada por dente, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nas percentagens de microinfiltração entre ACTIVA™; Filtek Z250 e Vitremer. A análise de microinfiltração efetuada por superfícies mostrou percentagens de vazamento significativamente maiores para o ACTIVA™ em comparação com o Filtek Z250 nas margens oclusal e cervical e menores do que o Vitremer na margem oclusal. Os autores concluíram que o ACTIVA™ pode ser um potencial material restaurador em cavidades de classe II em molares primários.
Omidi et al.	O compósito à base de resina Filtek Z250 apresentou menor microinfiltração, enquanto o RMGI apresentou a máxima microinfiltração nas paredes axiais. O grau médio de microinfiltração nas margens gengivais foi o menor nos grupos Filtek Z250 e ACTIVA™+condicionamento/ligação e o maior nos grupos RMGI+condicionamento e RMGI. A microinfiltração do material restaurador bioativo ACTIVA™ pode na ausência ou presença de condicionamento e ligação pode ser comparável à microinfiltração dos compósitos.

3.9. Resultados do estudo clínico incluído

Quadro 4

Resumo dos artigos científicos selecionados. (continuação)

Autores	Ano	Grupos	Amostra	Parâmetro de avaliação	Meio de armazenamento	Dentes
Laedani et al.	2023	G I- ACTIVA BioACTIVE Kids™ (Pulpdent), (Watertown, Massachusetts, EUA). G II- SDR Bulk-fill (Dentsply)	45 crianças saudáveis (5 aos 9 anos), cada uma com pelo menos 4 molares decíduos cariados. Total de 180 molares (classe I e II) restaurados: 90 com ACTIVA e 89 com Bulk-fill.	Propriedades estéticas, funcionais e biológicas das restaurações avaliadas segundo os critérios da FDI.	Não mencionado.	Primeiros e segundos molares decíduos.

Quadro 4

Resumo dos artigos científicos selecionados. (continuação)

Resultados	
Autores	Principais conclusões
Lardani et al.	Ambas as estaurações, ACTIVA e Bulk-fill mostraram desempenho semelhante ao fim de um ano. Não houve diferença estatisticamente significativa nas propriedades funcionais, biológicas e estéticas dos dois materiais. A restaurações de classe I mantiveram-se “cl clinicamente excelentes” ao longo do tempo, enquanto as de classe II mostraram leve degradação.

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

4. Discussão

Até à data não foi encontrada na literatura uma revisão sistemática sobre a eficácia do material ACTIVE BioACTIVE Kids™ em restaurações de dentes decíduos. Por este motivo, a presente revisão sistemática foi elaborada com o intuito de comparar a eficácia deste material com os materiais restauradores convencionais.

Foram incluídos oito artigos científicos, nos quais foram comparados diferentes materiais dentários restauradores quanto à sua eficácia em termos de liberação de íons de flúor, propriedades antibacterianas, microinfiltração e resistência ao cisalhamento.

Dhumal et al. (2023) abordaram a liberação de flúor de quatro materiais restauradores como o ACTIVA™; Zirconomer Improved™, um cimento de ionómero de vidro reforçado com zircônia; Beautifil™, um giómero; CG Gold Label 9 High Streght Posterior Restorative™, um cimento de ionómero de vidro de alta resistência.

Bagchi et al. (2023) analisaram a eficiência antibacteriana de diversos compósitos: ACTIVA™; Beautifil Flow Plus™, um giómero; Filtek Z250 XT, um compósito convencional.

Adeyeye et al. (2023) compararam a microinfiltração marginal cavosuperficial entre diferentes materiais: ACTIVA™; Filtek Supreme Ultra universal restorative™, um compósito convencional; Fuji II LC™, um cimento de ionómero de vidro modificado por resina.

Nanavati te al. (2021) avaliaram a resistência ao cisalhamento de três materiais: ACTIVA™; Fuji Gold Label Type 9, um cimento de ionómero de vidro de alta viscosidade; Zirconomer.

López-García et al. (2019) analisaram os efeitos biológicos de três materiais bioativos quanto à sobrevivência, migração, morfologia e adesão de células-tronco da polpa dentária humana. Utilizaram ACTIVA™; Ionolux™, um cimento de ionómero de vidro modificado por resina e Riva Light Cure™, um cimento de ionómero de vidro fotopolimerizável.

Amairah et al. (2019) estudaram a microinfiltração na restauração de cavidades de classe II com recurso a três materiais: ACTIVA™; Filtek Z250; Vitremer™, um cimento de ionómero de vidro modificado por resina.

Omidi et al. (2018) avaliaram a microinfiltração das restaurações realizadas com diferentes materiais: ACTIVA™; Filtek Z250 e Fuji II LC™.

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

Lardani et al. (2022) estudaram clinicamente as propriedades estéticas, funcionais e biológicas do ACTIVA™.

Os estudos comparativos da utilização do material restaurador bioativo ACTIVA™ com os materiais restauradores tradicionais, em dentes decíduos, revelam diversos aspetos positivos e comparativos importantes :

- Libertação de flúor: no estudo de Dhumal et al. (2023) compararam a libertação de flúor de quatro materiais dentários disponíveis no mercado ao longo de um período específico (24 horas, 7 dias, 14 dias, 21 dias e 28 dias). Os resultados demonstraram que, embora existam diferenças nas quantidades de flúor libertadas entre materiais como ACTIVA™, Zirconomer e GC Gold Label 9, essas diferenças não foram estatisticamente significativas. Todos os materiais testados, com exceção do Beautifil II, foram eficazes na libertação de flúor. O ACTIVA™ destaca-se pela sua capacidade de libertação de flúor, sendo uma alternativa válida às restaurações convencionais com ionómero de vidro.

- Atividade antibacteriana: Bagchi et al. (2023) analisaram a eficiência antibacteriana de diferentes compósitos, utilizando culturas de *Streptococcus mutans* como substrato os resultados evidenciaram a superioridade do ACTIVA Kids BioACTIVE-Restorative™ relativamente à atividade antibacteriana contra *Streptococcus mutans* em comparação com os outros materiais testados. Os autores afirmam que a libertação de flúor pelo ACTIVA™ constitui um mecanismo essencial na inibição da atividade antibacteriana, o que pode ser eficaz na prevenção do crescimento bacteriano na superfície da restauração.

- Microinfiltração: Adeyeye et al. (2023) e Amaireh et al. (2019) avaliaram a microinfiltração dos materiais restauradores. Os resultados mostram que o ACTIVA™ apresenta taxas de microinfiltração comparáveis às da resina tradicional. No estudo de Adeyeye et al. (2023) no grupo ACTIVA™ com agente de ligação verificou-se uma taxa média de microinfiltração significativamente menor do que o grupo ACTIVA™ sem agente de ligação, sendo que este material deve ser aplicado com uso de um agente de ligação. No estudo de Amaireh et al. (2019), verificaram que, de acordo com a análise de vazamento por dente, não houve diferenças estatisticamente significativas nas percentagens de microinfiltração entre ACTIVA™; Filtek Z250 e Vitremer. A análise de vazamento por superfícies mostrou percentagens de vazamento significativamente maiores em ACTIVA™ em comparação com Filtek Z250 nas margens oclusal e cervical, e menores que Vitremer na margem oclusal. No estudo de Omid et al. (2018) observaram que a microinfiltração do ACTIVA™ pode ser comparável às resinas compostas,

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

especialmente quando aplicado após acondicionamento da superfície e utilização de um agente adesivo. Embora tenha apresentado desempenho semelhante ao compósito convencional, a bioatividade do ACTIVA™ oferece a capacidade de remineralização e regeneração tecidual.

- Resistência de união ao cisalhamento: Nanavati et al. (2021), realizaram um estudo que comparava a resistência ao cisalhamento de diferentes materiais restauradores em superfícies dentárias de molares primários e que revelou que os valores de resistência de união ao cisalhamento do ACTIVA™ foram significativamente maiores em comparação aos outros materiais testados, exceto o Zirconomer, em que não houve diferença significativa nos valores de resistência ao cisalhamento. Tal resultado, sugere que o ACTIVA™ pode conferir uma proteção eficaz contra lesões de cárie recorrentes e falhas nas restauração de dentes decíduos.

- Efeitos Biológicos: López-García et al. (2019) realizaram uma avaliação in vitro dos efeitos biológicos do ACTIVA™, do Ionolux e do Riva Light Cure em células-tronco da polpa dentária humana. Os resultados indicaram que o ACTIVA™ induziu a maior atividade metabólica, migração celular e melhor morfologia celular comparado aos restantes materiais testados, como Riva e Ionolux, indicando um potencial biocompatível mais elevado.

Um material restaurador ideal deve permitir uma boa adaptação marginal, ser biocompatível, estabelecer uma boa adesão química e possuir um coeficiente de expansão térmica semelhante ao do dente. A adesão à dentina é uma propriedade benéfica, pois pode prevenir a formação de lesões de cárie secundárias, a ocorrência de microinfiltração, de descoloração marginal, assim como danos subsequentes à polpa dentária (Komal Nanavati et al., 2021).

Relativamente ao único estudo clínico encontrado na literatura científica sobre o desempenho do ACTIVA Kids BioACTIVE-Restorative™ em restaurações na dentição decídua (Lardani et al., 2022), os resultados mostraram que o compósito bioativo ACTIVA™ teve o mesmo desempenho clínico, num período de um ano de seguimento, do compósito SDR Bulk-fill. Estes resultados encorajam o uso de materiais bioativos em dentes decíduos, destacando as suas múltiplas propriedades como a troca iónica em condições ácidas, anteriormente exclusiva dos cimentos de ionómero de vidro. O ACTIVA™ também é adequado para uso de condições de difícil isolamento e em crianças pouco colaborantes. Os autores mencionaram ainda que o sucesso do tratamento não

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

depende apenas do material utilizado, mas também de alterações no estilo de vida da criança e da família, focando a necessidade da prevenção.

Durante a elaboração da presente revisão sistemática, foram identificadas diversas dificuldades, principalmente devido à escassez de estudos in vivo sobre o tema. Assim, é crucial que pesquisas futuras sejam realizadas para comparar e validar clinicamente os resultados obtidos em testes in vitro. Recomenda-se que futuras investigações abordem tópicos como: a avaliação da eficácia do ACTIVA™ em diferentes tipos de restaurações, a durabilidade a longo prazo e os efeitos no microbioma oral. É necessário obter dados a longo prazo que permitam avaliar o dente decíduo restaurado até à sua esfoliação, observando a possível presença de hidroxiapatita na interface entre o tecido dentário e o material restaurador, uma característica dos materiais bioativos indicada pelo fabricante. É ainda importante destacar que são necessários mais estudos clínicos randomizados e controlados para confirmar os resultados já obtidos e avaliar a eficácia do ACTIVA™ em diferentes populações e contextos clínicos.

5. Conclusão

O ACTIVA BioACTIVE Kids™ é um material restaurador inovador e promissor para utilização em odontopediatria, oferecendo vantagens significativas em comparação com os materiais restauradores tradicionais. Este material destaca-se pela sua resistência ao cisalhamento, efeitos biológicos benéficos e menor microinfiltração marginal. A sua utilização pode proporcionar diversos benefícios aos pacientes, como a redução da necessidade de reintervenções, a preservação da saúde da polpa dentária e a manutenção da saúde oral a longo prazo.

Com base nos resultados dos vários estudos analisados, conclui-se que o ACTIVA BioACTIVE Kids™ se apresenta como uma alternativa eficaz e vantajosa aos materiais restauradores convencionais em dentes decíduos. A sua maior durabilidade, proteção da polpa dentária e menor risco de lesões de cárie secundárias fazem deste material uma opção promissora para uso em Odontopediatria.

No entanto, é importante salientar que mais estudos clínicos randomizados controlados são necessários para confirmar os resultados obtidos e avaliar a efetividade do ACTIVA™ em diferentes populações e situações clínicas.

Activa bioactive: eficácia e comparação com materiais restauradores tradicionais de dentes decíduos: uma revisão sistemática

6. Referências bibliográficas

- Abuljadayel, R., et al. (2023). Evaluation of Bioactive Restorative Materials' Color Stability: Effect of Immersion Media and Thermocycling. *Cureus*, 15(8), e43038.
- Abuljadayel, R., Aljadani, N., Almutairi, H., & Turkistani, A. (2023). Effect of Antibacterial Agents on Dentin Bond Strength of Bioactive Restorative Materials. *Polymers*, 15(12), 2612.
- Adeyeye, A., Spivey, V., Stoeckel, D., & Welch, D. (2023). Comparison of the marginal microleakage of a bioactive composite resin and traditional dental restorative materials. *General dentistry*, 71(3), 52–56.
- Ahmed, B., Hamama, H. H., & Mahmoud, S. H. (2023). Microshear Bond Strength of Bioactive Materials to Dentin and Resin Composite. *European journal of dentistry*, 17(3), 917–923.
- Alharbi, R., Alharbi, E., Al-Haj Ali, S. N., & Farah, R. I. (2023). Thickness-Dependent Light Transmittance and Temperature Rise in Dual-Cure Bioactive and Light-Cure Bulk-Fill Composite Resins. *Polymers*, 15(13), 2837. https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_134_20
- Al-Maweri, S. A., Halboub, E., Al-Soneidar, W. A., Al-Sufyani, G. A., & Tarakji, B. (2021). Oral health knowledge, attitudes and practices among dental students in Saudi Arabia: A cross-sectional study. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 11(1), 123-128.
- Amaireh, A. I., Al-Jundi, S. H., & Alshraideh, H. A. (2019). In vitro evaluation of microleakage in primary teeth restored with three adhesive materials: ACTIVA™, composite resin, and resin-modified glass ionomer. *European archives of paediatric dentistry: official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 20(4), 359–367.
- Awad, M. M., Almutairi, N., Alhalabi, F., Robaian, A., Vohra, F. A., Ozcan, M., Maawadh, A., & Alrahlah, A. (2020). Influence of Surface Conditioning on the Repair Strength of Bioactive Restorative Material. *Journal of applied biomaterials & functional materials*, 18, 2280800020926615.
- Bagchi, A., Dolker, T., Talukdar, A., Sowmya, K., Khan, M. M., & Raj, U. (2023). An *in vitro* Study on the Antibacterial Efficiency of the Various Composites in the Children: An Original Research. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, 15(Suppl 1), S192–S195.
- Banic Vidal, L. S., Veček, N. N., Šalinović, I., Miletić, I., Klarić, E., & Jukić Krmek, S. (2023). Short-Term Fluoride Release from Ion- Releasing Dental Materials. *Acta stomatologica Croatica*, 57(3), 229–237.)
- Bhatia, K., Nayak, R., & Ginpalli, K. (2022). Comparative evaluation of a bioactive restorative material with resin modified glass ionomer for calcium-ion release and shear bond strength to dentin of primary teeth-an *in vitro* study. *The Journal of clinical pediatric dentistry*, 46(6), 25–32.
- Conti, G., Veneri, F., Amadori, F., Garzoni, A., Majorana, A., & Bardellini, E. (2023). Evaluation of Antibacterial Activity of a Bioactive Restorative Material Versus a Glass-Ionomer Cement on *Streptococcus mutans*: In-Vitro Study. *Dentistry journal*, 11(6), 149.

- Collado-González, M., *et al.* (2017). Cytotoxicity and bioactivity of various pulpotomy materials on stem cells from human exfoliated primary teeth. *International Endodontic Journal*, 50, pp. e19-e30.
- Dhumal, R. S., Chauhan, R. S., Patil, V., Rathi, N., Nene, K., Tirupathi, S. P., Patil, L., Nankar, M. Y., & Khandelwal, A. P. (2023).
- Fabianelli, A., Pollington, S., Davidson, C. L., Cagidiaco, M. C., & Goracci, C. (2007). *The relevance of micro-leakage studies.*
- Garcia, I. M., Balhaddad, A. A., Aljuboori, N., Ibrahim, M. S., Mokeem, L., Ogubunka, A., Collares, F. M., & de Melo, M. A. S. (2021). Wear Behavior and Surface Quality of Dental Bioactive Ions-Releasing Resins Under Simulated Chewing Conditions. *Frontiers in oral health*, 2, 628026.
- Işık, H. Y., & Çilingir, A. (2023). Adhesion and Surface Roughness of Apatite-Containing Carbomer and Improved Ionically Bioactive Resin Compared to Glass Ionomers. *Journal of functional biomaterials*, 14(7), 367.
- Keskin, G., Gündoğar, Z. U., Yaman, M., & Tek, G. B. (2021). Bond strength of Ion-releasing Restorative Materials to Sound and Caries-affected Dentin. *The Journal of clinical pediatric dentistry*, 45(1), 29–34.
- Kunert, M., Rozpedek-Kaminska, W., Galita, G., Sauro, S., Bourgi, R., Hardan, L., Majsterek, I., & Lukomska-Szymanska, M. (2022). The Cytotoxicity and Genotoxicity of Bioactive Dental Materials. *Cells*, 11(20), 3238.
- Lardani, L., Derchi, G., Marchio, V., & Carli, E. (2022). One-Year Clinical Performance of Activa™ Bioactive-Restorative Composite in Primary Molars. *Children (Basel, Switzerland)*, 9(3), 433.
- López-García, S., Pecci-Lloret, M. P., Pecci-Lloret, M. R., Oñate-Sánchez, R. E., García-Bernal, D., Castelo-Baz, P., Rodríguez-Lozano, F. J., & Guerrero-Gironés, J. (2019). In Vitro Evaluation of the Biological Effects of ACTIVA Kids BioACTIVE Restorative, Ionolux, and Riva Light Cure on Human Dental Pulp Stem Cells. *Materials (Basel, Switzerland)*, 12(22), 3694.
- Maher YA, Rajeh MT, Hamooda FA, Zerain GO, Habis RM, Sulaimani RH, Albar ST, H Ali FM, Abdelaleem NA. Evaluation of the clinical impact and *In Vitro* antibacterial activities of two bioactive restoratives against *S. mutans* ATCC 25175 in class II carious restorations. *Niger J Clin Pract.* 2023 Apr;26(4):404-411.
- Martínez-Sabio, L., Peñate, L., Arregui, M., Veloso Duran, A., Blanco, J. R., & Guinot, F. (2023). Comparison of Shear Bond Strength and Microleakage between Activa™ Bioactive Restorative™ and Bulk-Fill Composites-An In Vitro Study. *Polymers*, 15(13), 2840.
- Moola, S., Munn, Z., Tufunaru, C., Aromataris, E., Sears, K., Sfetc, R., Currie, M., Lisy, K., Qureshi, R., Mattis, P., & Mu, P. (2024). Systematic reviews of Aetiology and risk. *JBI eBooks*. <https://doi.org/10.46658/jbimes-24-06>.
- Mohammed, A. A., Moola, M. H., & Bin Heydari, M. R. (2021). The effect of different fluoridated agents on the remineralization of enamel lesions: An in vitro study. *Journal of Dental Research*, 100(5), 543-550. <https://doi.org/10.1177/0022034521993397>.
- Nanavati, K., Katge, F., Chimata, V. K., Pradhan, D., Kamble, A., & Patil, D. (2021). Comparative Evaluation of Shear Bond Strength of Bioactive Restorative Material, Zirconia Reinforced Glass Ionomer Cement and Conventional Glass Ionomer Cement to the Dentinal Surface of Primary Molars: an *in vitro* Study. *Journal of dentistry (Shiraz, Iran)*, 22(4), 260–266.

- Pulpdent. (2018). ACTIVA Kids BioACTIVE-Restorative™. Disponível em <https://www.pulpdent.com>
- Rifai, H., Qasim, S., Mahdi, S., Lambert, M. J., Zarazir, R., Amenta, F., Naim, S., & Mehanna, C. (2022). *In-vitro* evaluation of the shear bond strength and fluoride release of a new bioactive dental composite material. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 14(1), e55–e63.
- Sahoo, S. K., Meshram, G. R., Parihar, A. S., Pitalia, D., Vasudevan, H., & Surana, A. (2019). Evaluation of Effect of Dietary Solvents on Bond Strength of Compomer, Ormocer, Nanocomposite and Activa Bioactive Restorative Materials. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 9(5), 453–457.
- Sajini, S. I., Alshawi, B. A., & Alharbi, L. M. (2022). Assessment of remineralisation potentials of bioactive dental composite using an in-vitro demineralised dentine model. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 17(4), 640–647. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3327>.
- Sauro, S., Makeeva, I., Faus-Matoses, V., Foschi, F., Giovarruscio, M., Maciel Pires, P., Martins Moura, M. E., Almeida Neves, A., & Faus-Llácer, V. (2019). Effects of Ions-Releasing Restorative Materials on the Dentine Bonding Longevity of Modern Universal Adhesives after Load-Cycle and Prolonged Artificial Saliva Aging. *Materials (Basel, Switzerland)*, 12(5), 722.
- Shamseer, L., Moher, D., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., & PRISMA-P Group (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (Prisma-P) 2015: Elaboration and explanation. *BMJ (Clinical research ed.)*, 350, g7647. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7647>
- Tohidkhal, S., Kermanshah, H., Ahmadi, E., Jalalian, B., & Ranjbar Omrani, L. (2022). Marginal microleakage and modified microtensile bond strength of Activa Bioactive, in comparison with conventional restorative materials. *Clinical and experimental dental research*, 8(1), 329–335.