



Maria Carolina Gonçalves Carnasciali

**Bioatividade aplicada às resinas compostas:
uma revisão de literatura sobre conceitos, mecanismos de ação e evidências
científicas**

CURITIBA
2026

Maria Carolina Gonçalves Carnasciali

Bioatividade aplicada às resinas compostas: uma revisão de literatura sobre
conceitos, mecanismos de ação e evidências científicas

Monografia apresentada a Faculdade ILAPEO
como parte dos requisitos para obtenção de título de
Especialista em Odontologia com área de
concentração em Dentística.

Orientador(a): Prof. Dr. Cristian Higashi

Co-orientador(a): Profa. Karin Tyeme Borges

CURITIBA
2026

Maria Carolina Gonçalves Carnasciali

Bioatividade aplicada às resinas compostas: uma revisão de literatura sobre conceitos,
mecanismos de ação e evidências científicas

Presidente da Banca Orientador: Prof. Dr. Cristian Higashi

BANCA EXAMINADORA

Profa. Karin Tyeme Borges
Prof Dr. Antonio Sakamoto Jr

Aprovada em: 18/03/2026

Dedicatória

Ao Gael, meu filho, meu maior amor, minha maior motivação, e também o cara mais legal que eu conheço.

Cada conquista minha carrega um pouco de você, porque foi por nós que eu segui em frente.

Que este trabalho represente não apenas o fim de uma etapa, mas o exemplo de que, com amor, dedicação e perseverança, somos capazes de realizar nossos sonhos.

Tudo isso é por você e para você.
Com todo o meu amor.

Agradecimentos

Agradeço aos professores que fizeram parte dessa trajetória, pela dedicação, paciência e por compartilharem seus conhecimentos com excelência e compromisso. Cada ensinamento contribuiu de forma significativa para minha formação profissional e pessoal.

Aos funcionários da instituição, minha sincera gratidão pelo apoio, organização e disponibilidade ao longo desses anos. O trabalho de cada um foi essencial para que essa caminhada fosse possível.

Aos pacientes, que confiaram em mim e permitiram que eu colocasse em prática tudo aquilo que aprendi, deixo meu respeito e reconhecimento. Vocês foram fundamentais para o meu crescimento e para a construção da profissional que estou me tornando.

E, de forma muito especial, agradeço aos grandes amigos que essa especialização me presenteou. Vocês foram apoio nos momentos difíceis, companhia na alegria e nos dias mais desafiadores. Levo comigo não apenas o diploma, mas memórias, aprendizados e amizades que levarei para a vida inteira.

Meu muito obrigada a todos que fizeram parte dessa caminhada.

Sumário

1. Artigo científico	7
----------------------------	---

1. Artigo científico

Artigo de acordo com as normas da Faculdade ILAPEO, para futura publicação no periódico
Revista ILPAPEO

BIOATIVIDADE APLICADA ÀS RESINAS COMPOSTAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA SOBRE CONCEITOS, MECANISMOS DE AÇÃO E EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS

Maria Carolina Gonçalves Carnasciali¹

¹ Cirurgiã-dentista pela Universidade Federal do Paraná, especialista em Estomatologia pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro, especializanda em Dentística pela ILAPEO

RESUMO

Os materiais restauradores com propriedades bioativas têm despertado crescente interesse na Odontologia devido à sua capacidade de interagir com os tecidos dentários e com o meio bucal, promovendo liberação iônica, tamponamento do pH e potencial remineralização. Historicamente, a bioatividade foi introduzida na Odontologia por meio de materiais como os cimentos de ionômero de vidro, os vidros bioativos e os giômeros, os quais apresentam respaldo científico consolidado. Mais recentemente, as resinas compostas bioativas foram desenvolvidas com o objetivo de associar propriedades bioativas às características estéticas e mecânicas das resinas compostas convencionais. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre materiais restauradores bioativos, com enfoque nas resinas compostas bioativas, analisando seus mecanismos de ação, propriedades físico-mecânicas e evidências científicas disponíveis. A metodologia consistiu na análise de estudos *in vitro*, clínicos e revisões de literatura publicadas em periódicos científicos relevantes. Os resultados demonstram que, embora as resinas bioativas apresentem desempenho promissor em estudos laboratoriais, especialmente quanto à liberação iônica e potencial remineralizante, as evidências clínicas ainda são limitadas devido aos estudos serem recentes e ainda não demonstrarem superioridade consistente em relação às resinas compostas convencionais. Mas o fato de apresentarem resistência mecânica e propriedades estéticas superiores aos outros materiais bioativos e muito semelhantes às resinas compostas convencionais, é muito promissor. Conclui-se que as resinas compostas bioativas constituem uma alternativa restauradora viável, porém seu uso clínico deve ser criterioso, sendo necessários estudos clínicos randomizados de longo prazo para estabelecer de forma definitiva seus benefícios e indicações.

Palavras-chave: Materiais bioativos; Resinas bioativas; Materiais restauradores bioativos; Odontologia restauradora.

ABSTRACT (TIMES NEW ROMAN 11. NEGRITO)

Bioactive restorative materials have attracted increasing interest in dentistry due to their ability to interact with dental tissues and the oral environment by promoting ion release, pH buffering, and potential remineralization. Historically, bioactivity was introduced into dentistry through materials such

as glass ionomer cements, bioactive glasses, and giomers, which present well-established scientific evidence. More recently, bioactive resin composites have been developed with the aim of combining bioactive properties with the esthetic and mechanical characteristics of conventional resin composites. The aim of this study was to conduct a literature review on bioactive restorative materials, with a focus on bioactive resin composites, analyzing their mechanisms of action, physicochemical properties, and available scientific evidence. The methodology consisted of the analysis of *in vitro* studies, clinical studies, and literature reviews published in relevant scientific journals. The results indicate that although bioactive resin composites demonstrate promising performance in laboratory studies, particularly regarding ion release and remineralization potential, clinical evidence remains limited, as these materials are relatively recent and have not yet demonstrated consistent superiority over conventional resin composites. However, the fact that they present mechanical strength and esthetic properties superior to other bioactive materials and very similar to those of conventional resin composites is highly promising. It can be concluded that bioactive resin composites represent a viable restorative alternative; however, their clinical use should be judicious, and long-term randomized clinical trials are required to definitively establish their benefits and indications.

Keywords: Bioactive materials; Bioactive resins; Bioactive restorative materials; Restorative dentistry.

INTRODUÇÃO

Os materiais odontológicos foram historicamente desenvolvidos com foco primário em propriedades mecânicas, estéticas e de biocompatibilidade, assim sendo considerados, em sua maioria, materiais biologicamente inertes. Porém, causas de insucesso clínico recorrentes, como cárie secundária, degradação marginal e inflamação tecidual, evidenciaram a limitação dessa abordagem passiva (Ferracane, 2011; Hickel et al., 2015).

O conceito de bioatividade surgiu inicialmente na área de biomateriais, com os estudos pioneiros de Hench, em 1969, que desenvolveram o primeiro vidro bioativo (Bioglass® 45S5), capaz de formar uma camada de hidroxiapatita quando em contato com fluidos corporais, promovendo ligação química com tecidos mineralizados (Hench & Paschall, 1973). Esse marco científico introduziu a possibilidade de materiais que não apenas coexistem com os tecidos, mas interagem ativamente com eles.

Na Odontologia, a incorporação da bioatividade ocorreu de forma gradual e inicialmente em áreas onde a interação material-tecido era crucial para o sucesso clínico, como implantodontia, cirurgia bucomaxilofacial e endodontia. Posteriormente, esse conceito foi expandido para a Odontologia restauradora, com o desenvolvimento de materiais capazes de

liberar íons terapêuticos e influenciar o microambiente dentário adjacente (Sauro et al., 2018; Ferracane & Giannobile, 2017).

Dentre os materiais restauradores, o cimento ionômero de vidro (CIV) representa um dos primeiros exemplos amplamente utilizados de material com propriedades bioativas, devido à sua capacidade de liberação e recarga de flúor, adesão química ao dente e potencial anticariogênico (Wilson & Kent, 1972; Sidhu & Nicholson, 2016). Mais recentemente, materiais como vidros bioativos, giômeros e cimentos híbridos ampliaram o espectro de bioatividade na prática clínica restauradora.

Com os avanços na ciência dos polímeros e na nanotecnologia, surgiram as resinas compostas bioativas, que buscam associar propriedades mecânicas e estéticas adequadas às restaurações diretas com mecanismos bioativos previamente consagrados em outros materiais. Contudo, por se tratarem de materiais relativamente recentes no mercado, ainda existem controvérsias quanto ao seu real desempenho clínico e benefícios adicionais em relação aos materiais convencionais.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre materiais restauradores bioativos, com enfoque nas resinas compostas bioativas, analisando seus mecanismos de ação, propriedades físico-mecânicas e evidências científicas disponíveis.

REVISÃO DE LITERATURA

A presente revisão de literatura tem como objetivo reunir e analisar criticamente as evidências científicas disponíveis sobre materiais restauradores bioativos, com ênfase nas resinas compostas bioativas.

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE e SciELO. Foram utilizados os seguintes descritores, em inglês, combinados por meio dos operadores

booleanos “AND” e “OR”: *bioactive materials, bioactive restorative materials, bioactive resins, restorative dentistry, dental materials*.

O período de busca compreendeu publicações entre os anos de 2000 a 2026, com o intuito de incluir tanto estudos clássicos quanto evidências mais recentes sobre o tema.

Foram incluídos estudos *in vitro*, estudos clínicos, ensaios clínicos randomizados e revisões de literatura, publicados em língua inglesa e portuguesa, que abordassem propriedades, mecanismos de ação e desempenho clínico de materiais restauradores bioativos.

Foram excluídos artigos duplicados, estudos que não apresentavam relação direta com o tema proposto e trabalhos com acesso restrito ao texto completo.

A seleção dos estudos foi realizada por meio da leitura dos títulos e resumos, seguida da leitura completa dos artigos considerados relevantes para a construção desta revisão.

CAPÍTULO 1 – FUNDAMENTOS DOS MATERIAIS BIOATIVOS NA ODONTOLOGIA

1.1 Evolução do conceito de bioatividade

Inicialmente, o conceito de bioatividade estava restrito à capacidade de um material formar uma ligação química direta com tecidos mineralizados. Hench definiu materiais bioativos como aqueles capazes de provocar uma resposta biológica específica na interface material-tecido (Hench, 1991).

Com o avanço das pesquisas, essa definição foi ampliada, passando a incluir não apenas a formação de apatita, mas também outros mecanismos, como liberação iônica controlada, modulação do pH, influência sobre biofilmes bacterianos e interação com a matriz orgânica dentinária (Sauro et al., 2018; Melo et al., 2023).

Na Odontologia contemporânea, o termo bioatividade passou a abranger uma gama de materiais que exercem efeitos terapêuticos locais, mesmo sem promover ligação direta ao tecido ósseo ou dentário, desde que influenciem positivamente o ambiente biológico adjacente.

A bioatividade está presente em diferentes especialidades odontológicas, com materiais já consolidados clinicamente, como na implantodontia e cirurgia bucomaxilofacial com vidros bioativos e substitutos ósseos bioativos são amplamente utilizados para promover osteocondução e osteointegração, estimulando a formação óssea em defeitos críticos (Hench, 2006; Jones, 2013). Na endodontia com materiais à base de silicato de cálcio, como o Mineral Trioxide Aggregate (MTA) e os cimentos biocerâmicos, apresentam propriedades bioativas relacionadas à liberação de cálcio, alcalinização do meio e indução de formação de tecido mineralizado, sendo amplamente empregados em procedimentos como capeamento pulpar e selamento apical (Torabinejad et al., 1995; Camilleri, 2015). E na periodontia que os biomateriais bioativos são utilizados em procedimentos regenerativos, contribuindo para a formação de novo osso, cemento e ligamento periodontal, principalmente em associação a enxertos ósseos (Sculean et al., 2015).

1.2 Bioatividade na Odontologia restauradora: materiais consolidados

Antes do surgimento das resinas compostas bioativas, diversos materiais restauradores já apresentavam propriedades bioativas reconhecidas:

Cimento ionômero de vidro

O cimento ionômero de vidro (CIV) é considerado um marco na Odontologia restauradora bioativa, devido à sua liberação contínua de flúor, capacidade de recarga e adesão química à estrutura dentária, contribuindo para a redução da desmineralização marginal (Wilson & Kent, 1972; Sidhu & Nicholson, 2016).

Vidros bioativos

Vidros bioativos incorporados a materiais restauradores ou utilizados como aditivos demonstram capacidade de liberação de cálcio e fosfato, além de potencial remineralizador, embora limitações mecânicas restrinjam seu uso isolado em áreas de alta carga oclusal (Sauro et al., 2018).

Giômeros

Os giômeros, que combinam matriz resinosa com partículas S-PRG (Surface Pre-Reacted Glass), liberam múltiplos íons, incluindo flúor, estrôncio e silicato, sendo considerados materiais com bioatividade intermediária entre resinas compostas convencionais e ionômeros de vidro (Ikemura & Tay, 2011).

Esses materiais estabeleceram as bases conceituais e clínicas para o desenvolvimento das resinas compostas bioativas, que buscam reunir as vantagens mecânicas das resinas com os benefícios biológicos previamente observados nesses sistemas.

1.3 Surgimento das resinas compostas bioativas

As resinas compostas bioativas representam uma evolução recente na Odontologia restauradora, incorporando partículas bioativas ou monômeros funcionalizados à matriz resinosa. Esses materiais têm como proposta liberar íons terapêuticos, favorecer a remineralização dentária e, potencialmente, reduzir falhas restauradoras associadas à cárie secundária (Ferracane & Giannobile, 2017; Melo et al., 2023).

Entretanto, por se tratarem de materiais relativamente novos, a literatura ainda apresenta resultados divergentes quanto ao seu desempenho clínico quando comparadas às resinas compostas convencionais, tornando necessária uma análise crítica baseada em evidências científicas.

CAPÍTULO 2 – RESINAS COMPOSTAS BIOATIVAS

As resinas compostas bioativas são materiais restauradores à base de matriz resinosa que incorporam componentes capazes de interagir quimicamente com o ambiente bucal, promovendo efeitos terapêuticos locais, como liberação iônica, potencial remineralizador ou modulação do biofilme, sem comprometer de forma significativa as propriedades mecânicas necessárias às restaurações diretas (Ferracane & Giannobile, 2017; Melo et al., 2023).

Desta forma, as resinas bioativas buscam exercer uma função ativa na interface dente-restauração, aproximando-se conceitualmente de materiais bioativos já consagrados, como os cimentos ionômeros de vidro e os giômeros (Sauro et al., 2018).

Entretanto, a literatura destaca que não existe consenso absoluto quanto à classificação desses materiais como verdadeiramente bioativos, uma vez que os mecanismos envolvidos variam amplamente entre os produtos disponíveis no mercado (Ferracane, 2011; Sidhu & Nicholson, 2016).

2.1 Classificação e exemplos de resinas compostas bioativas

As resinas compostas bioativas podem ser classificadas de acordo com o mecanismo de bioatividade predominante:

2.1.1 Resinas com liberação de íons cálcio e fosfato

Esses materiais incorporam partículas como fosfato de cálcio amorfo (ACP) ou vidros bioativos, com o objetivo de favorecer a supersaturação mineral local e estimular a remineralização da estrutura dentária adjacente (Skrtic et al., 2004; Sauro et al., 2018).

2.1.2 Resinas híbridas bioativas

Incluem materiais comercialmente divulgados como bioativos, como ACTIVA™ BioACTIVE, que combinam matriz resinosa, componentes ionoméricos e liberação iônica,

sendo frequentemente descritos como uma ponte entre resinas compostas e cimentos ionômeros de vidro (Pameijer et al., 2015).

2.1.3 Resinas com partículas S-PRG

As partículas S-PRG caracterizam os materiais conhecidos como giômeros, diferenciando-se dos compômeros por sua capacidade de liberar múltiplos íons, como flúor, estrôncio, silicato e sódio. Devido a essa liberação iônica, esses materiais podem apresentar potencial efeito anticariogênico e de modulação do pH (Ikemura & Tay, 2011).

A Tabela 1 reúne alguns dos principais materiais com potencial bioativo atualmente disponíveis para uso clínico, destacando as composições químicas e as estratégias de incorporação de bioatividade em resinas compostas. Esses materiais variam desde híbridos com matriz iônica e cargas bioativas até sistemas baseados em tecnologia S-PRG, que múltiplos íons terapêuticos.

Tabela 1- Resinas bioativas atualmente disponíveis para uso clínico

Material	Tipo/ Categoria	Composição resumida	Fabricante
ACTIVA™ BioACTIVE- RESTORATIVE	Resina bioativa híbrida (RMGIC <i>enhanced</i>)	Matriz resinosa iônica patenteada + resina “rubberized” + bioactive glass/calcium phosphate fillers; libera/recarrega Ca ²⁺ , PO ₄ ³⁻ , F ⁻	Pulpdent Corporation
ACTIVA™ BioACTIVE- BASE/LINER	Base/liner bioativo	Semelhante ao acima (matriz iônica + bioactive fillers), com liberação contínua de íons e selamento contra microinfiltração	Pulpdent Corporation
Beautiful II	Giômer/ resina com S- PRG fillers	Matriz de Bis-GMA, UDMA, Bis- MPEPP, TEGDMA com S-PRG (fluoroboroaluminossilicato) que libera múltiplos íons (incl. flúor)	Shofu
Beautiful Flow Plus	Giômer fluido (S-PRG)	Mesmo sistema S-PRG em forma fluida, com liberação iônica e remineralizante	Shofu
Cention N	Alkasite (resina composta com liberação iônica)	Matriz resinosa (UDMA, DCP, aromatic aliphatic-UDMA, PEG-400 DMA) + cargas de vidro aluminossilicato, fluorosilicato, etc.; libera íons potencialmente bioativos	Ivoclar Vivadent

2.2 Evidências científicas *in vitro* e clínicas sobre materiais restauradores bioativos

Os estudos *in vitro* constituem a principal base científica para a avaliação inicial do desempenho dos materiais restauradores bioativos, permitindo a análise controlada de propriedades mecânicas, adesivas e biológicas.

Silveira, M. L. V. (2021) realizou um estudo *in vitro* com o objetivo de avaliar a resistência à compressão de materiais restauradores com propriedades bioativas, comparando-os a materiais restauradores convencionais. O estudo demonstrou que os materiais bioativos avaliados apresentaram valores de resistência à compressão compatíveis com os requisitos mecânicos exigidos para uso clínico, embora alguns apresentassem desempenho inferior às resinas compostas convencionais. A autora concluiu que, apesar do potencial bioativo, o comportamento mecânico desses materiais deve ser cuidadosamente considerado, especialmente em áreas submetidas a maiores cargas oclusais.

No que se refere à adaptação marginal, Kaushik et al. (2017) conduziram um estudo *in vitro* para avaliar as propriedades de microinfiltração marginal da resina composta nanohíbrida e do material restaurador bioativo ACTIVA em lesões cervicais não cariosas, utilizando dois sistemas adesivos distintos, em lesões cervicais não cariosas. Após a confecção das restaurações e envelhecimento artificial, os autores observaram que o material bioativo apresentou níveis de microinfiltração semelhantes aos da resina nanohíbrida convencional, independentemente do sistema adesivo utilizado. Os resultados indicaram que, apesar da proposta bioativa do material, não houve redução significativa da microinfiltração marginal, reforçando que o desempenho adesivo permanece dependente da técnica e do sistema adesivo empregado.

Complementando esses achados, Jang et al. (2018) investigaram o efeito de uma resina composta contendo partículas de vidro bioativo na remineralização da dentina desmineralizada. Nesse estudo *in vitro*, amostras de dentina foram submetidas a desafios ácido-base e restauradas com um compósito experimental contendo vidro bioativo, sendo comparadas a uma resina

convencional. Os autores observaram aumento significativo da microdureza da dentina adjacente e maior deposição mineral, atribuídos à liberação de íons cálcio e fosfato e à formação de apatita na interface dente-material.

Além disso, Ismail et al. (2022) avaliaram a adesão de bactérias periodonto patogênicas a diferentes materiais restauradores, incluindo materiais classificados como bioativos. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa na adesão bacteriana entre os materiais bioativos e as resinas compostas convencionais, sugerindo que a bioatividade iônica não está necessariamente associada a um efeito antibacteriano direto.

Apesar do crescente interesse por materiais restauradores com propriedades bioativas, as evidências clínicas disponíveis ainda são limitadas, especialmente no que se refere às resinas compostas bioativas, que representam uma categoria recente no mercado odontológico. Em contrapartida, materiais bioativos já consolidados, como os giômeros, apresentam estudos clínicos com maior tempo de acompanhamento.

Fusun et al. (2022) realizaram um estudo clínico prospectivo com acompanhamento de cinco anos, com o objetivo de avaliar o desempenho clínico de dois materiais restauradores à base de giômero liberadores de flúor em restaurações oclusais. As restaurações foram avaliadas de acordo com critérios clínicos padronizados, incluindo retenção, adaptação marginal, integridade anatômica, descoloração marginal e presença de cárie secundária. Ao final do período de acompanhamento, ambos os materiais apresentaram altas taxas de sucesso clínico, sem diferenças estatisticamente significativas entre eles. Os autores concluíram que os giômeros demonstraram desempenho clínico previsível a longo prazo, reforçando sua aplicabilidade clínica e sua posição como materiais bioativos já bem estabelecidos na odontologia restauradora.

Em relação às abordagens restauradoras em áreas subgengivais, Roshdy et al. (2026) conduziram um ensaio clínico randomizado com acompanhamento de três anos, avaliando o

efeito da elevação de margem gengival profunda (deep margin elevation – DME) realizada com diferentes materiais restauradores injetáveis: ionômero de vidro de alta viscosidade (HVGI), resina composta injetável de alta carga (ICR), ionômero de vidro modificado por resina (RMGI) e resina iônica bioativa (BAIR), sobre o desempenho clínico de onlays em resinas nanocerâmicas confeccionados por CAD/CAM. O estudo comparou o comportamento clínico das restaurações considerando critérios como adaptação marginal, integridade marginal, fratura e desempenho global das restaurações ao longo do tempo. Os resultados demonstraram que a técnica de DME, quando realizada adequadamente, não comprometeu o desempenho clínico das restaurações indiretas, independentemente do material restaurador utilizado para a elevação da margem. Os autores destacaram que a escolha do material restaurador para DME deve considerar não apenas propriedades mecânicas, mas também a capacidade de adaptação marginal e estabilidade ao longo do tempo, aspectos particularmente relevantes quando se discute o uso de materiais resinosos com propostas bioativas.

DISCUSSÃO

A presente revisão de literatura teve como objetivo analisar criticamente as evidências científicas disponíveis sobre materiais restauradores com propriedades bioativas, com ênfase nas resinas compostas bioativas, considerando tanto estudos *in vitro* quanto estudos clínicos. A análise conjunta dos estudos resultados laboratoriais promissores e a ainda limitada comprovação clínica desses materiais.

Os estudos *in vitro* analisados demonstram que materiais restauradores bioativos apresentam características biologicamente desejáveis, como liberação de íons cálcio, fosfato e flúor, potencial de tamponamento do pH e capacidade de favorecer a remineralização dentinária. O estudo de Jang et al. (2018) evidenciou aumento da microdureza da dentina adjacente a restaurações realizadas com compósitos contendo vidro bioativo, sugerindo

interação química positiva entre o material e o tecido dentário. De forma semelhante, o estudo de Silveira (2021) demonstrou que materiais bioativos apresentam resistência à compressão compatível com o uso clínico, ainda que alguns apresentem desempenho mecânico inferior às resinas compostas convencionais.

Entretanto, quando avaliados aspectos clínicos indiretos em laboratório, como microinfiltração marginal, os resultados não demonstram vantagens consistentes. O estudo *in vitro* conduzido por Kaushik et al. (2017) mostrou que o material restaurador bioativo ACTIVA apresentou comportamento semelhante ao de uma resina composta nanohíbrida convencional, independentemente do sistema adesivo utilizado. Esses achados reforçam que a presença de propriedades bioativas não garante, por si só, melhor selamento marginal ou desempenho adesivo superior. Porém observam-se algumas limitações neste estudo, por ser mais antigo e referir-se somente a um tipo de restaurador bioativo (ACTIVA), poderíamos estar generalizando ao falar de propriedades bioativas no geral.

Além disso, os resultados relacionados à interação com o biofilme bacteriano também devem ser interpretados com cautela. Ismail et al. (2022) demonstraram que materiais restauradores bioativos não apresentaram redução significativa na adesão de bactérias periodonto patogênicas quando comparados às resinas convencionais, indicando que a bioatividade iônica não está necessariamente associada a efeito antibacteriano direto.

No que se refere às evidências clínicas, observa-se que os materiais bioativos já consolidados, como os giômeros, apresentam maior respaldo científico. O estudo clínico prospectivo de Fusun et al. (2022) demonstrou desempenho clínico satisfatório de dois materiais giômeros liberadores de flúor ao longo de cinco anos, com altas taxas de sucesso e comportamento previsível em restaurações oclusais. Esses resultados reforçam que a bioatividade associada à liberação contínua de flúor pode atuar como fator auxiliar na

manutenção da integridade marginal, embora o sucesso clínico não possa ser atribuído exclusivamente a essa característica.

Por outro lado, as resinas compostas bioativas, por serem materiais mais recentes, ainda carecem de estudos clínicos de longo prazo que comprovem vantagens clínicas significativas em relação às resinas compostas convencionais. Essa limitação torna-se ainda mais relevante quando se considera o uso desses materiais em situações clínicas complexas.

Nesse contexto, o ensaio clínico randomizado conduzido por Roshdy et al. (2026) contribui de forma importante ao avaliar o desempenho clínico da técnica de elevação de margem gengival profunda (deep margin elevation – DME) utilizando diferentes materiais restauradores injetáveis, em associação a onlays de resina nanocerâmica confeccionados por CAD/CAM. Os resultados demonstraram que a técnica de DME, quando corretamente executada, não comprometeu o desempenho clínico das restaurações indiretas após três anos de acompanhamento, independentemente do material utilizado para a elevação da margem.

De maneira geral, a análise crítica da literatura indica que as propriedades bioativas observadas em estudos laboratoriais ainda não se traduziram de forma consistente em benefícios clínicos comprovados, especialmente no caso das resinas compostas bioativas. Mas suas propriedades mecânicas e estéticas são bem consistentes. Assim, esses materiais devem ser considerados alternativas viáveis, porém não superiores, às resinas compostas convencionais, até que evidências clínicas mais robustas estejam disponíveis.

CONCLUSÃO

Com base na literatura analisada, conclui-se que os materiais restauradores bioativos representam uma importante evolução na Odontologia, especialmente na Odontologia Restauradora, ao aliarem liberação iônica e potencial interação com os tecidos dentários às exigências clínicas contemporâneas. No que se refere às resinas compostas bioativas, a análise de seus mecanismos de ação, propriedades físico-mecânicas e evidências científicas demonstram que, embora apresentem resultados promissores em estudos *in vitro*, particularmente quanto à liberação de íons e ao potencial remineralizante, as evidências clínicas ainda são limitadas em virtude de sua recente introdução no mercado. Os estudos disponíveis não evidenciam superioridade consistente em relação às resinas compostas convencionais; entretanto, suas propriedades mecânicas e estéticas mostram-se muito semelhantes às dos compósitos tradicionais, o que se revela bastante satisfatório para sua aplicabilidade clínica. Dessa forma, as resinas compostas bioativas configuram uma alternativa restauradora viável, cujo uso deve ser criterioso, sendo necessários estudos clínicos randomizados e de longo prazo para consolidar suas indicações na prática clínica.

REFERÊNCIAS

1. Alharbi A, et al. Mechanical properties and ion release of bioactive restorative materials. *Sci Rep.* 2025;15(1).
2. Camilleri J. Investigation of biodentine as dentine replacement material. *J Dent.* 2015.
3. Carvalho AO, et al. Effectiveness of bioactive resin materials. *J Dent.* 2024;138.
4. Ferracane JL. Resin composite—state of the art. *Dent Mater.* 2011;27(1):29-38.
5. Ferracane JL, Giannobile WV. Novel bioactive restorative materials. *J Dent Res.* 2017;96(5):1-8.
6. Fusun A, et al. Five-year clinical performance of two fluoride-releasing giomer restorative materials in occlusal restorations. *Eur J Oral Sci.* 2022;130(4).
7. Hench LL. Biomaterials: a forecast for the future. *Biomaterials.* 1998;19(16):1419-1423.
8. Hench LL. The story of Bioglass®. *J Mater Sci Mater Med.* 2006;17(11):967-978.
9. Hench LL, Paschall HA. Direct chemical bond of bioactive glass-ceramics to bone and muscle. *J Biomed Mater Res.* 1973;7(3):25-42.
10. Hickel R, et al. FDI World Dental Federation: clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations—update and clinical examples. *Clin Oral Investig.* 2015;19(2):1-10.
11. Ikemura K, Tay FR. Recent advances in resin-based dental materials. *Dent Mater J.* 2011;30(3):351-368.
12. Ismail A, et al. Periodontopathic bacterial adhesion to different restorative materials used to restore cervical lesions. *Eur J Oral Sci.* 2022;130(4):e12909.
13. Ivoclar Vivadent. Cention N – scientific documentation. Schaun: Ivoclar Vivadent; 2022.
14. Jang JH, et al. Effect of resin composite containing bioactive glass on dentin remineralization. *Dent Mater.* 2018;34(6):897-905.
15. Jones JR. Review of bioactive glass: from Hench to hybrids. *Acta Biomater.* 2013.
16. Kaushik M, et al. Marginal microleakage properties of nanohybrid composite resin and bioactive restorative material ACTIVA using two different adhesives in non-carious cervical lesions: an in vitro study. *J Esthet Restor Dent.* 2017;29(6).

17. Melo MAS, et al. Developing bioactive dental resins for restorative dentistry. *Dent Mater.* 2023;39(1):1-15.
18. Mello MAS, et al. Bioactive restorative materials: a critical review. *Dent Mater.* 2018;34(2):1-14.
19. Roshdy BN, et al. Effect of deep margin elevation with different injectable materials on performance of CAD/CAM-fabricated nanoceramic-resin onlays: a 3-year randomized clinical trial. *J Esthet Restor Dent.* 2026.
20. Sauro S, et al. Bioactive restorative materials applied over coronal dentine. *J Dent.* 2018;68:61-72.
21. Sculean A, et al. Periodontal regenerative therapy. *Periodontol* 2000. 2015.
22. Shofu Inc. Beautifil II – technical profile. Kyoto: Shofu Inc.; 2022.
23. Sidhu SK, Nicholson JW. A review of glass-ionomer cements. *J Funct Biomater.* 2016;7(3):1-20.
24. Silva RM, et al. Materiais restauradores bioativos: revisão narrativa. *Braz J Implantol Health Sci.* 2023;5(3).
25. Silveira MLV. Avaliação da resistência à compressão de materiais restauradores com propriedades bioativas. 2021. Trabalho acadêmico – Instituição de Ensino Superior; Brasil.
26. Skrtic D, Antonucci JM, Ewers R, et al. Bioactive polymeric composites for tooth mineral regeneration: physicochemical and cellular aspects. *J Biomed Mater Res A.* 2004;68(4):763-772.
27. Torabinejad M, et al. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod.* 1995;21(7):349-353.
28. Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. *Br Dent J.* 1972;132(4):133-135.