

REMINERALIZAÇÃO E DESMINERALIZAÇÃO DO ESMALTE DENTÁRIO EM CRIANÇAS: FATORES DE RISCO E ESTRATÉGIAS PREVENTIVAS

Kátia Guimarães Costa Nunes¹
Paulo Victor da Costa Campos²

RESUMO: Este estudo delimitou como tema a análise dos processos de remineralização e desmineralização do esmalte dentário em crianças, enfatizando os fatores de risco e as estratégias preventivas relacionadas à cárie dentária. O objetivo geral foi analisar esses processos e identificar métodos preventivos eficazes para a promoção da saúde bucal infantil. Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, realizada entre março e setembro de 2025, com busca em bases como SciELO, PubMed, BVS/LILACS, Frontiersin e Google Acadêmico, utilizando descritores em português e inglês. Foram incluídos 18 artigos publicados entre 2020 e 2025, em português e inglês, relacionados a fatores de risco, agentes remineralizantes e prevenção da cárie dentária. Os resultados mostraram que o flúor continua sendo o padrão-ouro na prevenção da cárie, mas alternativas como hidroxiapatita biomimética, CPP-ACP, nanomateriais bioativos e até agentes dietéticos (como queijo e algas vermelhas) apresentam potencial promissor. Também se destacou o papel da dieta, da higiene oral supervisionada e do uso racional de medicamentos pediátricos não ácidos. Conclui-se que a prevenção eficaz da desmineralização e a promoção da remineralização do esmalte dentário infantil dependem da integração de medidas clínicas, educativas e sociais, priorizando estratégias personalizadas e fundamentadas em evidências científicas.

3043

Palavras-chave: Odontopediatria. Fatores de risco. Cárie dentária. Esmalte dentário. Prevenção.

ABSTRACT: This study focused on the processes of enamel remineralization and demineralization in children, emphasizing risk factors and preventive strategies related to dental caries. The general objective was to analyze these processes and identify effective preventive methods for promoting children's oral health. This is a narrative literature review, conducted between March and September 2025, with searches in databases such as SciELO, PubMed, BVS/LILACS, Frontiersin, and Google Scholar, using descriptors in Portuguese and English. A total of 18 articles published between 2020 and 2025 were included, addressing risk factors, remineralizing agents, and caries prevention. The results showed that fluoride remains the gold standard in caries prevention, but alternatives such as biomimetic hydroxyapatite, CPP-ACP, bioactive nanomaterials, and even dietary agents (such as cheese and red algae) demonstrate promising potential. The role of diet, supervised oral hygiene, and the rational use of non-acidic pediatric medications were also highlighted. It is concluded that effective prevention of enamel demineralization and promotion of remineralization in children depend on the integration of clinical, educational, and social measures, prioritizing personalized strategies based on scientific evidence.

Keywords: Pediatric dentistry. Risk factors. Dental caries. Dental enamel. Prevention.

¹ Acadêmica do curso de Odontologia – Uninassau Brasília.

² Professor Orientador do curso de Odontologia – Uninassau Brasília. Especialista em Odontopediatria.

1 INTRODUÇÃO

A cárie dentária é uma doença infecciosa de origem bacteriana, caracterizada pela desmineralização progressiva do esmalte dental em decorrência da ação de ácidos produzidos por microrganismos presentes na cavidade bucal. Trata-se de uma condição multifatorial, resultante da interação entre microbiota oral, dieta e suscetibilidade do hospedeiro. Sua prevenção fundamenta-se no controle alimentar, na manutenção de higiene oral adequada e no acompanhamento periódico com intervenções profissionais, de modo a interromper o ciclo patológico (Vasconcelos, 2018).

Além do impacto direto na saúde bucal, a cárie dentária pode acarretar consequências significativas para o desenvolvimento infantil, comprometendo a nutrição, a autoestima e até o desempenho escolar. O processo de desmineralização ocorre pela ação de ácidos gerados a partir da metabolização de carboidratos fermentáveis pelos microrganismos. A fase inicial, frequentemente assintomática, pode passar despercebida, mas, se não tratada, evolui para cavidades, dor, infecções e necessidade de tratamentos invasivos. Em contrapartida, a remineralização pode ser favorecida pelo uso de flúor e de outros agentes protetores. Nesse sentido, compreender os fatores de risco relacionados à desmineralização é essencial para o delineamento de estratégias preventivas eficazes (Vasconcelos, 2018).

3044

Entre os principais fatores de risco, destacam-se a ingestão frequente de açúcares e carboidratos, a deficiência na higiene bucal e o acesso restrito a cuidados odontológicos. Aspectos individuais, como composição salivar e presença de condições sistêmicas, também influenciam a suscetibilidade à doença. Diante disso, a educação em saúde bucal e a promoção de hábitos saudáveis desde a infância assumem papel central na prevenção (Oliveira, 2019).

Este estudo tem como objetivo evidenciar a importância do equilíbrio entre os processos de desmineralização e remineralização, bem como identificar e avaliar métodos preventivos passíveis de aplicação por pais, educadores e profissionais de saúde. Ao abordar a cárie dentária de forma abrangente, busca-se contribuir para a melhoria da saúde bucal infantil e, consequentemente, para a promoção do bem-estar das crianças na sociedade (Oliveira, 2019).²

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Os principais fatores que influenciam a desmineralização do esmalte dentário em crianças

A desmineralização do esmalte em populações pediátricas emerge como um fenômeno multifatorial no qual a interação entre exposição dietária a carboidratos fermentáveis, condições

da microbiota supragingival e fatores do hospedeiro (composição salivar, fluxo salivar, características genéticas e estado nutricional) determina a vulnerabilidade ao ataque ácido e à perda de minerais. Estudos experimentais e revisões apontam de forma consistente que o consumo frequente de açúcares é um fator determinante para a produção de ácidos cariogênicos e, consequentemente, para a desmineralização inicial do esmalte (Zhang *et al.*, 2022; Shetty *et al.*, 2024; Paltinean *et al.*, 2022).

A higiene oral insuficiente, que favorece acúmulo de biofilme e maior retenção de substrato fermentável, amplifica esse efeito, como discutido por Zhang *et al.* (2022) e Koruyucu *et al.* (2022). Além disso, determinantes biológicos como baixa disponibilidade de cálcio, fosfato e vitamina D influenciam a capacidade intrínseca de resistência e reparo do esmalte, reduzindo o potencial de remineralização promovido pela saliva (Soesilawati *et al.*, 2023; Farooq e Bugshan, 2020).

Elementos exógenos, por exemplo, uso prolongado de medicamentos pediátricos ácidos, também contribuem para erosão química e aumentam a suscetibilidade à desmineralização (Al-Olimy *et al.*, 2024).

Por fim, fatores contextuais e sociais (acesso limitado a serviços odontológicos, condições socioeconômicas e práticas culturais alimentares) modulam a ocorrência de cárie em nível populacional, reforçando que a desmineralização não é apenas um processo bioquímico, mas um marcador de desigualdades em saúde bucal (Paltinean *et al.*, 2022; Basheer *et al.*, 2024).

3045

2.2 A eficácia do flúor e de outros agentes remineralizantes na prevenção da cárie dentária

O papel consolidado do flúor como agente central na prevenção da cárie e promoção da remineralização do esmalte: estudos *in vitro* e revisões sistemáticas mostram que aplicações tópicas (vernizes) e o uso regular de dentífricos fluoretados aumentam a incorporação de fluoreto no esmalte e alteram a microecologia da placa, reduzindo a atividade cariogênica (Zhang *et al.*, 2022; Tiwari *et al.*, 2022; Basheer *et al.*, 2024). Entretanto, as evidências também apontam limites e riscos — principalmente o risco de fluorose quando o uso não é supervisionado em crianças pequenas — o que torna necessárias recomendações dose-e-idade específicas e supervisão do uso de creme dental (Tiwari *et al.*, 2022; Koruyucu *et al.*, 2022).

Em paralelo, agentes alternativos e complementares, como a hidroxiapatita biomimética, têm apresentado resultados promissores em estudos pré-clínicos e clínicos, sendo apontados como uma opção segura para lactentes e crianças que possam engolir o produto (Meyer *et al.*, 2022; Paltinean *et al.*, 2022). Compostos à base de cálcio e fosfato — notadamente

CPP-ACP e fosfato de cálcio amorfo — demonstram capacidade de fornecer íons remineralizantes e promover recuperação da matriz mineral quando comparados em modelos laboratoriais e estudos clínicos preliminares (Yan *et al.*, 2022; Dai *et al.*, 2023).

Inovações tecnológicas (nanocompósitos, revestimentos pH-sensíveis e sistemas de liberação) ampliam as possibilidades de ação *in situ* com efeitos antimicrobianos associados à remineralização (Dai *et al.*, 2023; Qin *et al.*, 2024; Xu *et al.*, 2022).

Em síntese, o flúor mantém-se como “padrão-ouro” pela robustez das evidências; entretanto, alternativas e tecnologias emergentes oferecem caminhos complementares e, possivelmente, soluções mais seguras em determinadas faixas etárias ou contextos clínicos, o que demanda estudos clínicos de maior porte e duração para aferir eficácia e segurança comparativa (Zhang *et al.*, 2022; Meyer *et al.*, 2022; Basheer *et al.*, 2024).

2.3 O impacto da dieta e da higiene bucal na saúde do esmalte dentário

A influência da dieta e da higiene bucal sobre a integridade do esmalte é bem documentada e aparece de forma recorrente nos estudos selecionados. A ingestão frequente de açúcares e bebidas ácidas eleva a produção de ácidos pelas bactérias cariogênicas, reduz o pH local e propicia episódios repetidos de desmineralização que, ao se tornar crônicos, superam a capacidade de reparo salivar (Shetty *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2022). 3046

Em contrapartida, certos alimentos têm efeito protetor: produtos lácteos (leite, queijo) e compostos ricos em cálcio/fosfato demonstraram em modelos experimentais potencial remineralizante e tamponante, sugerindo papel preventivo da dieta quando incorporados de forma regular (Shetty *et al.*, 2024; Carrilho e Bretz, 2023).

A higiene bucal, em especial a escovação mecânica adequada e o uso tópico de agentes remineralizantes, reduz a carga de biofilme e a disponibilidade de substrato para fermentação, atuando diretamente na prevenção de lesões iniciais (Zhang *et al.*, 2022; Koruyucu *et al.*, 2022).

É importante notar que fatores comportamentais (supervisão da escovação em crianças, frequência de ingestão de lanches) e barreiras de acesso a serviços influenciam a efetividade dessas práticas na vida real; intervenções meramente técnicas sem considerar esses determinantes sociais tendem a ter eficácia reduzida (Paltinean *et al.*, 2022; Basheer *et al.*, 2024).

Ademais, exposições iatrogênicas — como administração frequente de xaropes medicamentosos com pH ácido — representam um vetor adicional de risco que deve ser considerado nas avaliações de risco e na orientação parental (Al-Olimy *et al.*, 2024).

2.4 Estratégias educativas e preventivas para minimizar a desmineralização e potencializar a remineralização

A partir das evidências reunidas, estratégias preventivas eficazes devem articular intervenções clínicas, educativas e políticas públicas. No nível clínico, recomenda-se a aplicação seletiva de vernizes fluoretados em grupos de risco, uso orientado de dentífricos fluoretados com doses ajustadas à idade e a adoção, quando indicado, de agentes complementares (hidroxiapatita, CPP-ACP) em lactentes e crianças pequenas para reduzir riscos de ingestão sistêmica (Zhang *et al.*, 2022; Tiwari *et al.*, 2022; Meyer *et al.*, 2022; Yan *et al.*, 2022).

Em termos de promoção da saúde, programas de educação em saúde bucal que envolvam famílias, escolas e profissionais de saúde devem enfatizar redução da frequência de açúcares, escolhas alimentares protetoras (incentivo a laticínios e fontes de cálcio/fosfato), supervisão da escovação e limites ao consumo de bebidas ácidas e medicamentos frequentes sem proteção (Shetty *et al.*, 2024; Carrilho e Bretz, 2023; Al-Olimy *et al.*, 2024).

Estratégias organizacionais e de saúde pública, como campanhas de aplicação de verniz em creches/escolas, protocolos de triagem precoce e melhor integração entre atenção primária e odontologia, são medidas que têm evidência de impacto quando associadas a políticas de acesso universal (Basheer *et al.*, 2024; Paltinean *et al.*, 2022).

3047

Tecnologias emergentes (revestimentos pH-sensíveis, nanocompósitos liberadores de íons) oferecem soluções promissoras para prevenção localizada e terapias de reparo, mas sua incorporação rotineira requer validação clínica adicional e avaliação de custo-efetividade (Qin *et al.*, 2024; Dai *et al.*, 2023; Xu *et al.*, 2022).

Finalmente, um enfoque individualizado — avaliando risco carioso, condições salivais, fatores socioeconômicos e preferências familiares — é imperativo para otimizar intervenções e minimizar efeitos adversos (Koruyucu *et al.*, 2022). Em suma, a combinação de medidas clínicas baseadas em evidência, educação continuada para cuidadores e políticas públicas acessíveis constitui a estratégia mais coerente para reduzir a desmineralização e promover remineralização em populações infantis.

OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analizar os processos de remineralização e desmineralização do esmalte dentário em crianças e identificar estratégias preventivas eficazes.

2.2 Objetivos específicos

- a) Identificar os principais fatores que influenciam a desmineralização do esmalte dentário em crianças.
- b) Avaliar a eficácia do flúor e de outros agentes remineralizantes na prevenção da cárie dentária.
- c) Investigar o impacto da dieta e da higiene bucal na saúde do esmalte dentário.
- d) Propor estratégias educativas e preventivas para minimizar a desmineralização e potencializar a remineralização.

3 JUSTIFICATIVA

A prevenção da cárie em crianças é essencial para a manutenção da saúde bucal ao longo da vida. A compreensão dos mecanismos de desmineralização e remineralização do esmalte dentário possibilita o desenvolvimento de estratégias mais eficazes, otimizando o uso de fluoretos, as orientações nutricionais e os hábitos de higiene oral.

A desmineralização representa a fase inicial de um processo patológico que, se não for interrompido, pode evoluir para lesões cariosas extensas, dor, infecção e até perda precoce de dentes decíduos. Em contrapartida, a remineralização consiste em um processo natural de reparação do esmalte, viabilizado pela ação do flúor, do cálcio, do fosfato e de práticas adequadas de higiene oral. A compreensão da dinâmica entre esses processos é indispensável para a elaboração de estratégias preventivas efetivas e sustentáveis em saúde bucal.

3048

A relevância deste estudo justifica-se pela necessidade de aprofundar o conhecimento científico acerca dos mecanismos que envolvem a desmineralização e a remineralização em crianças. Embora já existam pesquisas sobre o tema, muitas não contemplam de forma integrada os aspectos clínicos, comportamentais e sociais que influenciam diretamente a saúde bucal infantil. Torna-se, portanto, imprescindível uma análise ampliada, que considere desde fatores biológicos, como a composição salivar, até hábitos culturais e condições socioeconômicas, que impactam o acesso à informação e aos cuidados odontológicos.

As implicações da cárie na infância extrapolam o âmbito da cavidade oral. A dor dentária pode comprometer a alimentação, o sono e a capacidade de concentração, refletindo no crescimento, no desenvolvimento e no desempenho escolar. Do ponto de vista psicológico, a presença de lesões cariosas e a perda dentária precoce afetam a autoestima e a socialização, repercutindo no bem-estar emocional da criança. Sob a perspectiva econômica, destacam-se os

custos com tratamentos restauradores e cirúrgicos, além das faltas escolares e da sobrecarga para os responsáveis, reforçando a necessidade de medidas preventivas sólidas e fundamentadas em evidências científicas.

Dante desse cenário, este trabalho propõe-se a elucidar os mecanismos biológicos da desmineralização e da remineralização, ao mesmo tempo em que busca indicar estratégias preventivas acessíveis e eficazes. A atuação precoce, por meio da educação em saúde bucal, da utilização racional do flúor, da orientação nutricional e da promoção de hábitos de higiene adequados, é fundamental para reduzir os índices ainda alarmantes de cárie precoce em populações infantis, especialmente em regiões socialmente vulneráveis.

Além disso, o estudo visa contribuir para a prática clínica odontológica ao oferecer uma análise crítica e atualizada sobre os agentes remineralizantes disponíveis e suas indicações, auxiliando os profissionais na escolha das melhores abordagens para cada situação clínica. A relevância científica e prática desta pesquisa é inequívoca, pois alia teoria e aplicabilidade em benefício direto da saúde da população pediátrica.

Assim, o presente trabalho busca proporcionar uma análise abrangente dos processos de desmineralização e remineralização do esmalte dentário, identificar os principais fatores de risco relacionados à saúde bucal infantil e propor estratégias preventivas que minimizem os danos à dentição, contribuindo para a promoção da saúde e para a melhoria da qualidade de vida desde os primeiros anos de vida.

3049

44 Metodologia

O presente estudo trata-se de uma revisão narrativa da literatura, também denominada revisão tradicional, a qual permite a integração e discussão crítica de diferentes perspectivas teóricas e evidências científicas acerca de um tema específico. Essa abordagem foi escolhida por possibilitar uma análise ampla e interpretativa dos achados disponíveis, sem a necessidade de protocolos rígidos de revisão sistemática.

A pesquisa bibliográfica foi realizada entre os meses de março e setembro de 2025, contemplando artigos científicos disponíveis nas seguintes bases de dados: Scientific Electronic Library Online (SciELO), PubMed, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS/LILACS), Frontiersin e Google Acadêmico.

Para a formulação da estratégia de busca, foram utilizados os seguintes descritores controlados e não controlados, em português e inglês, combinados por meio dos conectores booleanos “AND” e “OR”: *cárie dentária (dental caries)*, *esmalte dentário (dental enamel)*, *fatores de*

risco (*risk factors*), remineralização (*remineralization*), desmineralização (*demineralization*) e odontopediatria (*pediatric dentistry*).

Como critérios de inclusão tem-se: artigos publicados no período de 2020 a 2025; publicações em português e inglês; e estudos que abordassem a saúde bucal infantil, com ênfase em processos de desmineralização e remineralização do esmalte dentário, fatores de risco para cárie dentária e estratégias preventivas; trabalhos disponíveis em formato completo e de acesso público.

Como critérios de exclusão: publicações duplicadas nas bases de dados; artigos que não apresentavam relação direta com a temática da pesquisa; trabalhos publicados em período anterior a 2020; textos em idiomas diferentes do português e inglês; resumos, anais de eventos e materiais não científicos.

Após a aplicação dos critérios, foram selecionados 18 artigos que atenderam aos objetivos desta revisão. Os estudos incluídos foram analisados de forma crítica e interpretativa, considerando a metodologia empregada, os principais resultados e as conclusões apresentadas.

5 RESULTADOS

A busca e seleção dos estudos possibilitaram reunir evidências científicas recentes acerca dos mecanismos de desmineralização e remineralização do esmalte dentário em crianças, bem como das estratégias preventivas associadas à saúde bucal infantil. Os trabalhos incluídos contemplam diferentes delineamentos metodológicos, abrangendo revisões narrativas, revisões sistemáticas, editoriais científicos e estudos laboratoriais *in vitro*, o que permitiu uma análise ampla tanto do ponto de vista teórico quanto experimental.

Os objetivos dos artigos variaram desde a avaliação da eficácia de agentes remineralizantes, como flúor, hidroxiapatita, derivados de cálcio e biomateriais inovadores, até a investigação de fatores dietéticos, medicamentosos e ambientais que influenciam o processo carioso. De modo geral, os resultados apontaram que o flúor permanece como agente central no controle da cárie, mas alternativas promissoras, como o CPP-ACP, nanomateriais bioativos, algas vermelhas e revestimentos tecnológicos, vêm se destacando pela capacidade de potencializar a remineralização e reduzir a desmineralização.

A seguir, apresenta-se a síntese dos artigos selecionados, organizada na Tabela 1, contemplando ano, autores, objetivos, método empregado e principais resultados obtidos.

Tabela 1 - Síntese dos artigos selecionados

Ano	Autor(es)	Objetivo	Método	Principais Resultados
2022	Meyer <i>et al.</i>	Avaliar a hidroxiapatita como agente remineralizante em cuidados odontológicos infantis.	Revisão narrativa	A hidroxiapatita mostrou-se segura e eficaz na remineralização, sendo alternativa promissora ao flúor em crianças pequenas.
2022	Zhang <i>et al.</i>	Investigar os efeitos do flúor na microecologia da placa e na remineralização inicial do esmalte.	Estudo laboratorial <i>in vitro</i>	O flúor promoveu remineralização significativa e alterou a ecologia da placa bacteriana.
2024	Shetty, Nayak e Vakil	Comparar o potencial remineralizante do queijo e do GC Tooth Mousse em esmalte desmineralizado.	Estudo <i>in vitro</i> comparativo	O queijo e o GC Tooth Mousse apresentaram capacidade remineralizante, sendo recursos dietéticos relevantes.
2022	Tiwari <i>et al.</i>	Avaliar a eficácia de dentifrícios fluoretados e não fluoretados na remineralização de dentes decíduos.	Estudo <i>in vitro</i> experimental	Dentifrícios com baixas concentrações de flúor apresentaram melhor potencial remineralizante do que os não fluoretados.
2022	Koruyucu <i>et al.</i>	Discutir avanços nos procedimentos de remineralização em odontopediatria.	Editorial científico	Destacou-se a importância do flúor, biomateriais e abordagens individualizadas na prevenção da cárie em crianças.
2023	Carrilho e Bretz	Avaliar o potencial remineralizante da alga vermelha <i>Lithothamnion calcareum</i> .	Estudo laboratorial <i>in vitro</i>	As algas vermelhas demonstraram efeito positivo na mineralização do esmalte.
2024	Basheer <i>et al.</i>	Analizar a eficácia de diferentes métodos de aplicação de agentes remineralizantes.	Revisão sistemática	Métodos de aplicação influenciam os resultados; o verniz fluoretado destacou-se pela eficácia clínica.
2023	Soesilawati <i>et al.</i>	Avaliar o papel do cálcio, fosfato e vitamina D na prevenção da cárie.	Revisão narrativa	Esses nutrientes contribuem para a integridade do esmalte e prevenção da desmineralização.
2022	Xu <i>et al.</i>	Investigar novos materiais para remineralização do esmalte.	Revisão narrativa em biotecnologia	Novos biomateriais apresentam potencial para uso clínico, como nanomateriais bioativos.
2022	Yan <i>et al.</i>	Avaliar agentes à base de fosfato de cálcio amorfo na prevenção e tratamento da desmineralização.	Revisão narrativa	O CPP-ACP e outros compostos mostraram eficácia significativa na remineralização do esmalte.
2024	Al-Olimy <i>et al.</i>	Avaliar os efeitos erosivos de medicamentos pediátricos no esmalte primário.	Estudo <i>in vitro</i>	Xaropes infantis ácidos causaram erosão significativa; agentes remineralizantes reduziram os danos.
2023	Dai <i>et al.</i>	Desenvolver nanocompósito de EGCG-ACP para prevenção de cáries.	Estudo laboratorial <i>in vitro</i>	O nanocompósito apresentou efeito remineralizante e propriedades antimicrobianas.
2020	Hou <i>et al.</i>	Criar um revestimento antiadesivo e remineralizante para esmalte desmineralizado.	Estudo experimental	O revestimento mostrou ação dupla: remineralização e redução da adesão bacteriana.
2024	Yao <i>et al.</i>	Investigar danos e estratégias de remineralização após radioterapia.	Revisão narrativa	A radioterapia compromete o esmalte, mas o flúor e biomateriais podem reduzir os efeitos deletérios.

2024	Qin <i>et al.</i>	Desenvolver revestimento para alinhadores ortodônticos com funções antibacterianas e remineralizantes.	Estudo laboratorial <i>in vitro</i>	O revestimento promoveu remineralização do esmalte e inibiu crescimento bacteriano.
2022	Paltinean <i>et al.</i>	Discutir perspectivas de cuidados odontológicos.	Revisão narrativa	Destacou-se a importância da prevenção precoce e agentes remineralizantes alternativos.
2020	Farooq e Bugshan	Revisar o papel da saliva e tecnologias modernas na remineralização do esmalte.	Revisão narrativa	A saliva e novas tecnologias biomiméticas são fundamentais na prevenção e remineralização.
2023	Luiz <i>et al.</i>	Explorar novas abordagens tecnológicas para tratamento da cárie.	Revisão narrativa em nanotecnologia	Sistemas líquidos cristalinos e nanocarreadores apresentam potencial terapêutico inovador.

Fonte: elaborado pela autora (2025)

6 DISCUSSÃO

A saúde do esmalte dentário infantil depende do equilíbrio entre os processos de desmineralização, provocados principalmente por ácidos oriundos da fermentação de carboidratos pelas bactérias cariogênicas, e da remineralização, promovida por minerais da saliva ou de agentes terapêuticos aplicados clinicamente (Soesilawati *et al.*, 2023; Farooq e Bugshan, 2020). Enquanto Zhang *et al.* (2022) enfatizam que a dieta rica em açúcares é o principal fator associado à desmineralização, Shetty *et al.* (2024) destacam que a ausência de higiene oral adequada tem efeito ainda mais determinante sobre o aumento do risco de cárie. Por sua vez, Koruyucu *et al.* (2022) argumentam que ambos os fatores, dieta e higiene, devem ser analisados em conjunto, reforçando a necessidade de estratégias personalizadas de prevenção.

No que se refere ao papel dos nutrientes, Soesilawati *et al.* (2023) observaram que cálcio, fosfato e vitamina D desempenham papel central na integridade do esmalte, enquanto Farooq e Bugshan (2020) ampliam essa discussão ao incluir a importância da saliva como meio natural de remineralização. Entretanto, quando se trata de fatores externos, como o uso de medicamentos pediátricos, Al-Olimy *et al.* (2024) trazem um contraponto ao demonstrar que xaropes ácidos podem induzir erosão significativa, mesmo em crianças com dieta controlada, indicando a complexidade multifatorial da saúde bucal infantil.

Quanto às estratégias preventivas, existe consenso de que o flúor continua sendo o padrão-ouro. Zhang *et al.* (2022) e Basheer *et al.* (2024) evidenciam sua capacidade de remineralizar e modificar a microecologia da placa bacteriana, enquanto Tiwari *et al.* (2022) sugerem que dentífricos com baixas concentrações de flúor apresentam melhores resultados em dentes decíduos do que os sem flúor. Em contraste, Xu *et al.* (2022) e Yao *et al.* (2024)

3052

defendem que, embora eficaz, o flúor não deve ser utilizado de forma isolada, sendo necessário associá-lo a biomateriais inovadores para alcançar resultados superiores.

A hidroxiapatita biomimética surge como alternativa promissora. Meyer *et al.* (2022) relatam que sua eficácia é comparável ao flúor, com a vantagem de maior segurança para crianças pequenas. Contudo, Paltinean *et al.* (2022) ponderam que, embora viável, sua aplicação ainda carece de estudos clínicos de longo prazo para substituir totalmente o flúor. Da mesma forma, os agentes à base de fosfato de cálcio, como CPP-ACP, receberam apoio de Yan *et al.* (2022), que destacaram sua eficácia significativa, mas Yao *et al.* (2024) alertam que a resposta clínica pode variar conforme a condição inicial do esmalte.

Os produtos naturais também dividem opiniões. Shetty *et al.* (2024) mostraram que o queijo e o GC Tooth Mousse apresentam potencial remineralizante relevante, enquanto Carrilho e Bretz (2023) defendem que as algas vermelhas oferecem efeito ainda mais consistente. Já Soesilawati *et al.* (2023) colocam os alimentos ricos em cálcio e vitamina D como medidas coadjuvantes, mas não suficientes isoladamente, ressaltando a necessidade de associação com agentes terapêuticos convencionais.

Por fim, novas tecnologias vêm ampliando as perspectivas. Hou *et al.* (2020) desenvolveram revestimentos com dupla ação (remineralizante e antibacteriana), e Qin *et al.* 3053 (2024) mostraram resultados semelhantes com revestimentos aplicados em alinhadores ortodônticos. Contudo, Luiz *et al.* (2023) argumentam que a incorporação de nanocarreadores e sistemas cristalinos líquidos apresenta vantagens adicionais de liberação controlada, o que pode representar um salto qualitativo frente aos métodos tradicionais.

Dessa forma, observa-se que a literatura científica, embora convergente em alguns pontos — como a eficácia do flúor e a importância do controle dietético e da higiene oral — apresenta também divergências quanto ao papel de agentes alternativos e biomateriais. A análise comparativa dos estudos demonstra que a prevenção da desmineralização e a promoção da remineralização do esmalte em crianças exigem não apenas intervenções isoladas, mas a combinação de estratégias que considerem fatores biológicos, comportamentais e tecnológicos, além da individualização das medidas preventivas.

CONCLUSÃO

O estudo evidenciou que a saúde do esmalte dentário infantil resulta do equilíbrio entre desmineralização e remineralização, processos diretamente influenciados por fatores biológicos, dietéticos, comportamentais e sociais.

A cárie dentária, ainda prevalente em crianças, pode ser prevenida por meio de estratégias integradas que envolvem dieta equilibrada, higiene oral adequada, uso racional do flúor e, quando indicado, de agentes remineralizantes alternativos, como hidroxiapatita e compostos à base de cálcio e fosfato.

A literatura analisada também ressalta o potencial de novas tecnologias e biomateriais, embora ainda demandem maior validação clínica.

Conclui-se que a adoção de medidas preventivas individualizadas, aliadas a ações educativas e políticas públicas de acesso à saúde bucal, é essencial para reduzir os índices de cárie precoce e promover qualidade de vida desde a infância.

REFERÊNCIAS

AL-OLIMY, Y.; EL-HOSARY, A.; EL-DOSOKY, A. Erosive effects of different pediatric medicaments on primary teeth enamel with and without remineralizing agents. *Tanta Dental Journal*, v. 21, p. 87-93, 2024. DOI: https://doi.org/10.4103/tdj.tdj_63_23.

BASHEER, B.; ALQAHTANI, A.; ALOWAIRDHI, A.; ALOHALI, S. Analyzing the effectiveness of different delivery methods for remineralization agents in pediatric dental health: A systematic review. *Cureus*, v. 16, 2024. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.76577>.

CARRILHO, M.; BRETZ, W. Red marine algae *Lithothamnion calcareum* supports dental enamel mineralization. *Marine Drugs*, v. 21, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/MD21020109>. 3054

DAI, D.; WANG, J.; XIE, H.; ZHANG, C. An epigallocatechin gallate-amorphous calcium phosphate nanocomposite for caries prevention and demineralized enamel restoration. *Materials Today Bio*, v. 21, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mtbiol.2023.100715>.

FAROOQ, I.; BUGSHAN, A. The role of salivary contents and modern technologies in the remineralization of dental enamel: a narrative review. *F1000Research*, v. 9, 2020. DOI: <https://doi.org/10.12688/f1000research.224993>.

HOU, A. *et al.* Two-in-one strategy: a remineralizing and anti-adhesive coating against demineralized enamel. *International Journal of Oral Science*, v. 12, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41368-020-00097-y>.

KORUYUCU, M.; İNCE, E.; ZANDONÁ, A.; VIEIRA, A. Editorial: Remineralization procedures in pediatric dentistry. *Frontiers in Dental Medicine*, v. 3, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fdmed.2022.949367>.

LUIZ, M. *et al.* New technological approaches for dental caries treatment: from liquid crystalline systems to nanocarriers. *Pharmaceutics*, v. 15, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15030762>.

MEYER, F. *et al.* Hydroxyapatite as remineralization agent for children's dental care. *Frontiers in Dental Medicine*, v. 3, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fdmed.2022.859560>.

OLIVEIRA, Caio César Borges. **Comparação histomorfométrica da biomíneralização dentinária de compósitos cimentantes *in vivo*.** 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/64010/1/Caio%20Oliveira%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Mestrado.pdf>. Acesso em 12 set. 2025.

PALTINEAN, G. et al. Perspectives of oral dental care. *Annals of the Academy of Romanian Scientists Series on Biological Sciences*, v. II, n. 2, p. 140, 2022. DOI: <https://doi.org/10.56082/annalsarscibio.2022.2.140>.

QIN, Q. et al. A pH-sensitive, renewable invisible orthodontic aligners coating manipulates antibacterial and *in situ* remineralization functions to combat enamel demineralization. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, v. 12, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2024.1418493>.

SHETTY, V.; NAYAK, P.; VAKIL, I. Remineralizing potential of cheese and GC Tooth Mousse on demineralized human enamel: an *in vitro* comparative evaluation. *World Journal of Dentistry*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10015-2342>.

SOESILAWATI, P. et al. Effectivity of calcium, phosphate and vitamin D in dental caries prevention. *Denta*, v. 17, n. 2, 2023. DOI: <https://doi.org/10.30649/denta.v17i2.4>.

TIWARI, S. et al. Remineralizing potential of low-fluoridated, nonfluoridated and herbal nonfluoridated dentifrices on demineralized surface of primary teeth: an *in vitro* study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, v. 15, p. 251-257, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2365>.

3055

VASCONCELOS, K. A. **Associação entre lesões de cárie dentária e defeitos do desenvolvimento do esmalte com o índice de massa corporal e com polimorfismos nos genes que codificam as metaloproteinases 8, 13 e 20, em crianças de Manaus-AM.** 2018. Tese (Doutorado em Odontologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: https://scholar.archive.org/work/t6sip26hefgmxfdz4qyx3rh4cy/access/wayback/https://teses.usp.br/teses/disponiveis/58/58135/tde-23112018-095908/publico/DO_Katia_Vasconcelos_Corrigida.pdf. Acesso em 12 set. 2025.

XU, J. et al. Advanced materials for enamel remineralization. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, v. 10, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.985881>.

YAN, J. et al. Application of amorphous calcium phosphate agents in the prevention and treatment of enamel demineralization. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, v. 10, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.853436>.

YAO, L. et al. The damage and remineralization strategies of dental hard tissues following radiotherapy. *BMC Oral Health*, v. 24, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04561-7>.

ZHANG, Q. et al. Application of fluoride disturbs plaque microecology and promotes remineralization of enamel initial caries. *Journal of Oral Microbiology*, v. 14, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/20002297.2022.2105022>.