

FORMAÇÃO DO BIOFILME DENTÁRIO E SUA RELAÇÃO COM A CÁRIE: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Pablo da Silva Rabelo¹

Pedro Henrique Pinheiro de Meneses¹

Roseny de Oliveira Pinheiro¹

Thaynara Pereira Leão¹

Guilherme Antônio Lopes de Oliveira²

RESUMO

O biofilme dentário é uma comunidade microbiana organizada que se desenvolve sobre as superfícies dentárias e apresenta papel central na manutenção da saúde bucal e no desenvolvimento da cárie. Sua formação envolve a deposição da película adquirida, adesão inicial de microrganismos, coagregação, crescimento, produção de matriz extracelular e maturação do biofilme. Em condições de equilíbrio, a comunidade microbiana pode permanecer compatível com a saúde. Entretanto, a exposição frequente a carboidratos fermentáveis modifica o ambiente do biofilme, favorecendo microrganismos acidogênicos e acidúricos e aumentando a produção de ácidos. A queda repetida do pH altera o equilíbrio entre desmineralização e remineralização, podendo resultar no aparecimento e progressão das lesões de cárie. Embora *Streptococcus mutans* seja importante pela capacidade de produzir polissacarídeos extracelulares, ácido e tolerar ambientes de baixo pH, a cárie não deve ser atribuída a uma única espécie bacteriana. A compreensão contemporânea enfatiza a natureza ecológica, multifatorial e biofilme-dependente da doença. Assim, o controle mecânico do biofilme, a exposição adequada ao fluoreto, a redução da frequência de consumo de açúcares e a manutenção do fluxo salivar constituem medidas fundamentais para prevenção. Conclui-se que compreender a formação e o comportamento do biofilme é essencial para orientar estratégias de promoção de saúde e controle da cárie dentária.

Palavras-chave: biofilme; cárie dentária; microbiota oral; desmineralização; *Streptococcus mutans*.

¹Graduandos em Odontologia – Centro Universitário Chrisfapi.

² Doutor em Biotecnologia (UFPI), Docente do Centro Universitário Chrisfapi.

1 INTRODUÇÃO

A cárie dentária constitui uma das doenças mais prevalentes da cavidade bucal e representa um importante problema de saúde pública. Sua ocorrência não depende de um único agente etiológico, mas da interação dinâmica entre biofilme dentário, dieta, fatores relacionados ao hospedeiro e tempo. A compreensão atual da doença deslocou-se de uma visão centrada na presença isolada de determinadas bactérias para uma abordagem ecológica, na qual as condições ambientais do biofilme determinam quais microrganismos e atividades metabólicas serão favorecidos (Cai, Kim *et al.*, 2023; Tauber; Koo, 2023).

O biofilme dentário pode ser definido como uma comunidade microbiana estruturada, aderida às superfícies da cavidade oral e envolvida por uma matriz extracelular. Essa organização permite interações entre diferentes microrganismos, troca de metabólitos e formação de microambientes com características próprias. Segundo Marsh (2022), o biofilme dental apresenta organização estrutural e funcional e, em condições de saúde, tende a permanecer relativamente estável por meio de mecanismos de homeostase microbiana.

A formação do biofilme inicia-se com a deposição de componentes salivares sobre o esmalte, originando a película adquirida. Posteriormente, microrganismos pioneiros aderem à superfície, seguem-se fenômenos de coagregação e colonização e, por fim, ocorre maturação da comunidade. A matriz extracelular produzida pelos microrganismos contribui para a adesão, proteção e organização espacial do biofilme, permitindo que a comunidade permaneça na superfície dental por períodos prolongados (Marsh, 2023).

Em condições de equilíbrio, a presença do biofilme não necessariamente provoca doença. A cavidade oral abriga uma microbiota diversa, na qual relações de cooperação e competição contribuem para a estabilidade do ecossistema. A alteração desse equilíbrio, entretanto, pode favorecer comunidades associadas à doença. Na cárie, a exposição frequente a açúcares fermentáveis representa um fator ambiental decisivo, pois fornece substratos para a produção de ácidos e favorece microrganismos capazes de crescer e permanecer ativos em ambientes de baixo pH (Marsh, 2022; Kilian *et al.*, 2024).

O consumo frequente de carboidratos fermentáveis promove quedas repetidas do pH do biofilme. Quando essas quedas são recorrentes, aumenta a pressão seletiva sobre comunidade microbiana, favorecendo espécies acidogênicas e acidúricas. Como consequência, o equilíbrio

entre perda e ganho mineral dos tecidos dentários pode ser deslocado em direção à desmineralização, iniciando e potencialmente agravando o processo carioso (Marsh, 2023; Selwitz; Ismail; Pitts, 2024).

Nesse processo, *Streptococcus mutans* possui relevância por apresentar capacidade de produzir ácidos a partir de carboidratos, sintetizar polissacarídeos extracelulares e tolerar condições ácidas. Contudo, a evidência científica não sustenta a ideia de que a cárie seja causada por uma única espécie. Trata-se de uma doença biofilme-dependente, na qual diferentes integrantes da comunidade podem contribuir para o fenótipo cariogênico (KOO et al., 2013; Simón-Soro; Mira, 2025).

2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo analisar, por meio de revisão de literatura, a formação do biofilme dentário e sua relação com o desenvolvimento e a progressão da cárie dentária.

3 MÉTODO

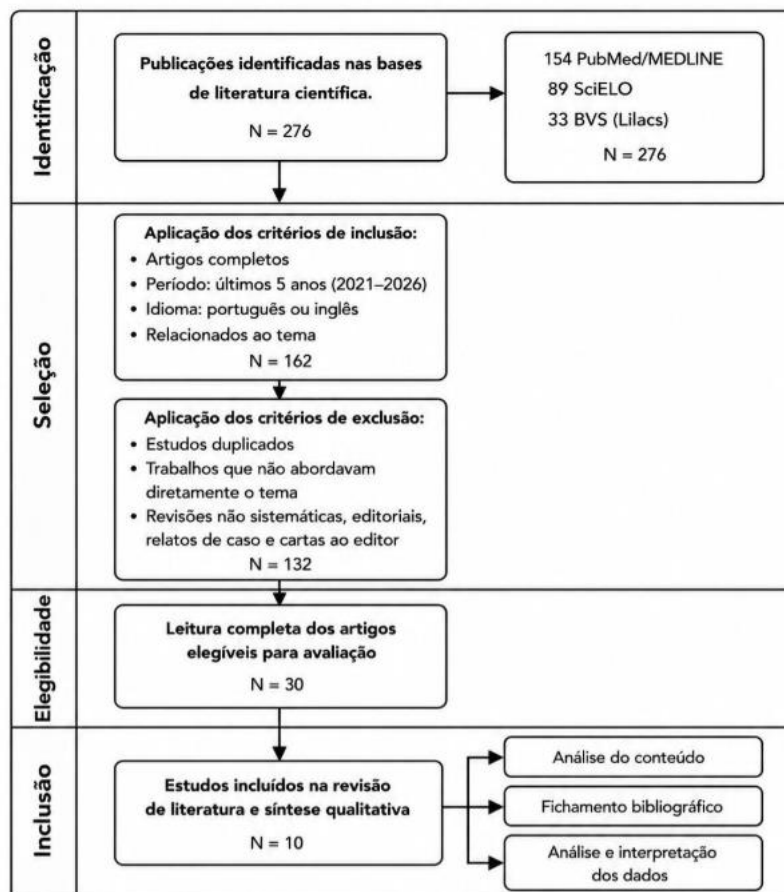
Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, de caráter descritivo, sobre a formação do biofilme dentário e sua relação com a cárie. A busca bibliográfica foi orientada por literatura científica disponível em bases como PubMed e periódicos de acesso científico, utilizando termos relacionados a dental biofilm, dental caries, oral microbiota, biofilm ecology, demineralization, fluoride e *Streptococcus mutans*.

Foram priorizados artigos de revisão, estudos experimentais e trabalhos clássicos relevantes para a compreensão da ecologia do biofilme e da etiologia da cárie. A seleção considerou a pertinência temática, a contribuição para a explicação dos mecanismos envolvidos e a relevância científica das publicações. A discussão foi organizada em eixos: formação do biofilme, ecologia microbiana, metabolismo e pH, desmineralização, participação de saliva e fluoreto e prevenção.



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 1 – Fluxograma do processo de pesquisa dos artigos científicos no portal de periódicos.



Fonte: Autores (2026).



A tabela a seguir sintetiza os principais artigos encontrados e sua contribuição para a formação do biofilme e de sua relação com a cárie dentária.

Autor (es)	Ano	Tema principal	Principais contribuições
Marsh	2023	Biofilme como comunidade microbiana	Reforçou que a placa dentária é uma comunidade organizada e que a doença resulta de alterações ecológicas, e não apenas da presença de uma bactéria específica.
Cai e Kim	2023	Ecologia do biofilme associada à cárie dentária: a compreensão das interações microbianas em comunidades orais leva ao desenvolvimento de estratégias terapêuticas direcionadas a biofilmes cariogênicos	Demonstra que o biofilme cariogênico é uma comunidade polimicrobiana e organizada.
Maske et al.	2023	Modelos experimentais de biofilme	Revisaram modelos in vitro utilizados para estudar cárie e destacaram sua importância para avaliar metabolismo bacteriano, desmineralização e ação de agentes preventivos.
Marsh et al.	2022	Biofilmes e saúde oral	Discutiram o papel dos biofilmes na manutenção da saúde e no desenvolvimento de cárie e



			doenças periodontais, enfatizando a interação entre microbiota e ambiente
Zaura et al	2023	Infecções por biofilme dentário	Apresentaram uma atualização sobre a organização dos biofilmes orais e suas implicações para a prevenção e o tratamento das doenças bucais.
Cai, Kim et al.	2024	Biofilme dentário e modelos laboratoriais	Abordaram modelos microbianos utilizados em pesquisas de cariologia e destacaram a necessidade de reproduzir condições próximas às encontradas na cavidade oral.
Cai e Kim	2023	Ecologia do biofilme associado à cárie	Ressaltaram que as interações microbianas e as condições ambientais são fundamentais para a formação de biofilmes cariogênicos e para o desenvolvimento de novas estratégias terapêuticas.
Thayumanavan et al	2025	Biofilmes de Streptococcus mutans	Revisaram os mecanismos de adesão, produção de matriz extracelular, acidogenicidade e tolerância ácida relacionados à participação do S. mutans na cárie.
Fejerskov	2024	Compreensão moderna da cárie	Destacou a cárie como uma doença multifatorial, dinâmica e relacionada ao desequilíbrio entre desmineralização e remineralização.
Selwitz, Ismail e Pitts	2024	Epidemiologia e prevenção da cárie	Apresentaram fatores de risco, mecanismos de progressão e estratégias



**XVII Semana
Científica do
UniChrisfapi**

RESILÊNCIA E SAÚDE MENTAL NA FORMAÇÃO ACADÊMICA E PROFISSIONAL



Unichrisfapi
CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISFAPI

			preventivas relacionadas ao biofilme, dieta e fluoreto.
--	--	--	---

Fonte: Autores (2026).

A literatura científica evidencia que a compreensão da relação entre biofilme dentário e cárie sofreu importante transformação ao longo das últimas décadas. Os primeiros modelos explicativos enfatizavam a presença de microrganismos, específicos, especialmente o *Streptococcus mutans*, como principais responsáveis pela doença. Entretanto, os estudos atuais demonstram que a cárie é melhor explicada por um desequilíbrio ecológico do biofilme, no qual diferentes espécies interagem entre si e respondem às condições ambientais da cavidade oral.

O biofilme dentário não deve ser considerado apenas um agrupamento de bactérias, mas uma comunidade organizada, envolvida por uma matriz extracelular que influencia a difusão de nutrientes, a retenção de ácidos e a proteção dos microrganismos contra alterações ambientais. Essa estrutura favorece a comunicação entre as espécies e permite a formação de microambientes com diferentes concentrações de oxigênio, nutrientes e pH. Dessa forma, a maturação do biofilme aumenta sua capacidade de persistir sobre a superfície dentária e de responder às mudanças provocadas pela dieta e pela saliva.

O *S. mutans* apresenta características que justificam sua relevância na cariologia. A produção de polissacarídeos extracelulares, a capacidade de aderir ao esmalte, a fermentação de açúcares e a tolerância a ambientes ácidos favorecem sua participação na formação de biofilmes cariogênicos. Contudo, a presença dessa espécie não é suficiente para explicar, isoladamente, o desenvolvimento da cárie. A doença pode ocorrer em comunidades microbianas nas quais outras bactérias acidogênicas e acidúricas desempenham funções semelhantes ou complementares.

A hipótese da placa ecológica explica que a exposição frequente aos açúcares provoca repetidas quedas do pH no biofilme. Esse ambiente seleciona microrganismos capazes de sobreviver e se multiplicar em condições ácidas, modificando progressivamente a composição da comunidade. Assim, a dieta não atua apenas como fonte de energia para as bactérias, mas também como fator ambiental capaz de direcionar a seleção microbiana. A frequência de ingestão de açúcares parece ser particularmente importante, pois reduz o tempo disponível para a recuperação do pH e para a remineralização dos tecidos dentários.

A desmineralização ocorre quando a produção de ácidos ultrapassa a capacidade de neutralização e reparação proporcionada pela saliva e pelo fluoreto. A saliva exerce funções essenciais nesse processo, incluindo tamponamento, limpeza mecânica, fornecimento de cálcio e fosfato e formação da película adquirida. Indivíduos com fluxo salivar reduzido apresentam maior risco de cárie porque permanecem por mais tempo sob condições de baixo pH. Esse aspecto demonstra que a avaliação do risco de cárie deve considerar não apenas a presença do biofilme, mas também as condições individuais do hospedeiro.

O fluoreto, por sua vez, atua principalmente na interface entre o biofilme e o tecido dentário. Sua presença reduz a dissolução mineral e favorece a remineralização de lesões iniciais. Além disso, pode interferir no metabolismo bacteriano e diminuir a produção de ácidos. Entretanto, o fluoreto não elimina a necessidade de controle mecânico do biofilme e da redução da frequência de consumo de açúcares. Sua ação é mais efetiva quando associada a medidas que diminuam a atividade cariogênica do ambiente oral.

Os estudos analisados também indicam que os modelos de biofilme utilizados em laboratório são importantes para compreender a formação da cárie, embora apresentem limitações. Modelos *in vitro* permitem controlar variáveis como composição microbiana, concentração de açúcar, pH e exposição ao fluoreto. Porém, a cavidade oral humana apresenta maior complexidade, envolvendo saliva, imunidade, hábitos alimentares, anatomia dentária e variações individuais. Portanto, os resultados laboratoriais devem ser interpretados com cautela e complementados por estudos clínicos e epidemiológicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A formação do biofilme dentário é um processo natural, organizado e contínuo, que começa com a formação da película adquirida e progride por meio da adesão, coagregação, crescimento e maturação microbiana. Em equilíbrio, o biofilme pode coexistir com os tecidos dentários sem provocar doença.

A cárie surge quando mudanças ambientais, principalmente relacionadas à exposição frequente a carboidratos fermentáveis, favorecem uma comunidade microbiana com maior capacidade acidogênica e acidúrica. A produção repetida de ácidos reduz o pH do biofilme e

altera o equilíbrio entre desmineralização e remineralização, aumentando o risco de desenvolvimento e progressão das lesões.

Embora *Streptococcus mutans* apresente características importantes para o desenvolvimento de biofilmes cariogênicos, a cárie deve ser entendida como uma doença multifatorial, ecológica e biofilme-dependente. A prevenção, portanto, deve combinar controle mecânico do biofilme, uso adequado de fluoreto, controle da frequência de ingestão de açúcares, atenção à função salivar e acompanhamento odontológico.

Conclui-se que a compreensão da formação e da ecologia do biofilme é fundamental para uma odontologia baseada em prevenção e controle da doença. A abordagem deve priorizar a interrupção dos fatores que favorecem a disbiose e a atividade cariogênica, buscando preservar a estrutura dentária e promover saúde bucal a longo prazo.

REFERÊNCIAS

FEATHERSTONE, J. D. B. The continuum of dental caries—evidence for a dynamic disease process. **Journal of Dental Research**, v. 83, p. 39-42, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1177/154405910408301s08>.

KILIAN, M. *et al.* The oral microbiome – an update for oral healthcare professionals. *British Dental Journal*, v. 221, n. 10, p. 657-666, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2016.865>.
KOO, H. *et al.* Exopolysaccharides produced by *Streptococcus mutans* glucosyltransferases modulate the virulence of cariogenic biofilms. **Journal of Dental Research**, v. 92, n. 9, p. 771-776, 2013.

MARSH, P. D. Dental plaque as a biofilm and a microbial community – implications for health and disease. **BMC Oral Health**, v. 6, suppl. 1, p. S14, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1186/1472-6831-6-S1-S14>.

SELWITZ, R. H.; ISMAIL, A. I.; PITTS, N. B. **Dental caries**. *The Lancet*, v. 369, n. 9555, p. 51-59, 2007. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)60031-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)60031-2).

SIMÓN-SORO, A.; MIRA, A. Solving the etiology of dental caries. **Trends in Microbiology**, v. 23, n. 2, p. 76-82, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tim.2014.10.010>.

CAI, J. N.; KIM, D. Biofilm ecology associated with dental caries: understanding of microbial interactions in oral communities leads to development of therapeutic strategies targeting cariogenic biofilms. **Advances in Applied Microbiology**, v. 123, p.

FITRI, D. K. *et al.* Key virulence genes associated with *Streptococcus mutans* biofilm formation: a systematic review. **Frontiers in Oral Health**, v. 6, 1654428, 2025.

GAO, Z. *et al.* New strategies and mechanisms for targeting *Streptococcus mutans* biofilm formation to prevent dental caries: a review. **Microbiological Research**, v. 278, 127526, 2023. DOI: 10.1016/j.micres.2023.127526.

MAZUREL, D. *et al.* *Streptococcus mutans* and caries: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Dental Research**, v. 104, n. 6, p. 594-603, 2025. DOI: 10.1177/00220345241303880