REVISTA TÉCNICA
DA AGROINDÚSTRIA

Vol. 3, n. 2, Artigo 159
23 de novembro de 2026
ISSN 2965-8691

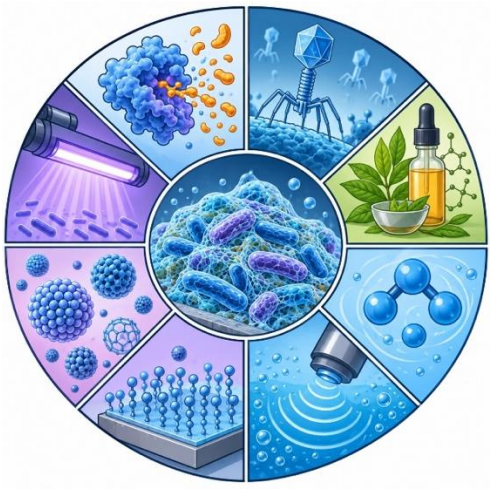
ARTIGO TÉCNICO

BIOFILMES NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: TECNOLOGIAS PARA PREVENÇÃO E CONTROLE

Autores: João Mattos Brum[1], Felipe Kelmer Müller[1], Fabiano Freire Costa[1], Humberto Moreira Húngaro[1]

[1]Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, Universidade Federal de Juiz de Fora - MG (UFJF-MG)

Autor para correspondência (e-mail): joaomattosbm@gmail.com



DESTAQUE

O controle eficaz de biofilmes exige estratégias integradas de limpeza, sanitização e prevenção, aliada a tecnologias emergentes conforme a superfície, o microrganismo-alvo e as condições de uso.

1. INTRODUÇÃO

Biofilmes são estruturas complexas formadas por comunidades de microrganismos aderidas a superfícies por uma matriz extracelular. Na indústria de alimentos, os biofilmes representam um dos maiores desafios para a segurança e a qualidade dos processos, pois sua estrutura confere proteção às células microbianas e aumenta a resistência contra os procedimentos convencionais de higienização. Essa característica favorece a persistência e a disseminação da contaminação microbiana, podendo resultar na deterioração dos alimentos, risco à saúde dos consumidores por veiculação de patógenos, danos a equipamentos e, consequentemente, em significativas perdas econômicas para o setor (Ban-Cucerzan *et al*., 2025).

REVISTA TÉCNICA
DA AGROINDÚSTRIA

Vol. 3, n. 2, Artigo 159
23 de novembro de 2026
ISSN 2965-8691

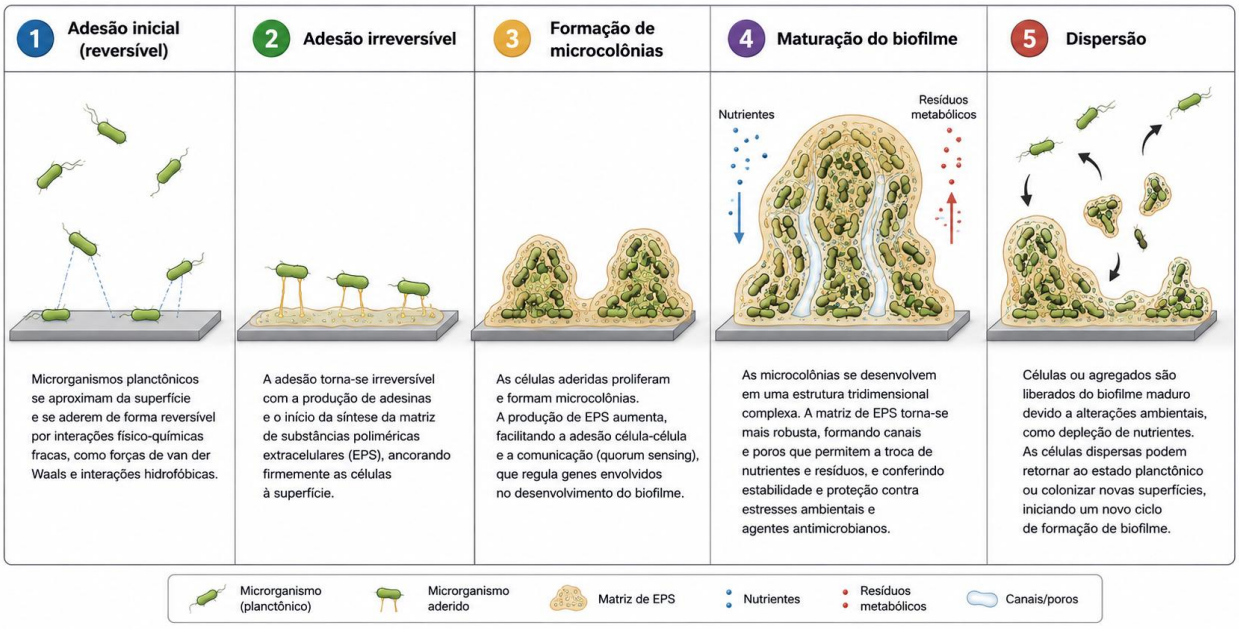
As células microbianas em biofilmes apresentam características fisiológicas distintas das células planctônicas (células livres), tornando-as mais resistentes à atividade de compostos antimicrobianos e elevando a sua capacidade de sobrevivência em ambientes hostis. Essa resistência se deve a diferentes fatores, incluindo a arquitetura dos biofilmes, que pode limitar a ação dos sanitizantes, além de alterações fisiológicas das células e outros fatores adaptativos (Shineh et al., 2023). Além disso, a limpeza mecânica pode ser insuficiente, devido a falhas no desenho estrutural de equipamentos, superfícies danificadas ou zonas de difícil acesso. Esses fatores podem dificultar a remoção dos biofilmes e favorecer a persistência de microrganismos, elevando os riscos de recontaminação dos alimentos (Ban-Cucerzan *et al*., 2025).

2. BIOFILMES E ESTRATÉGIAS DE CONTROLE

2.1. Como ocorre a formação de biofilmes?

A formação dos biofilmes ocorre em cinco estágios, os quais são apresentados na Figura 1 (Ban-Cucerzan *et al*., 2025).

Figura 1 - Etapas da formação de biofilmes.



Fonte: Elaborado pelo autor, com auxílio do ChatGPT (2026).

2.2. Principais microrganismos formadores de biofilmes na indústria de alimentos

Diversos grupos de microrganismos, incluindo bactérias patogênicas e deteriorantes, apresentam capacidade de formar biofilmes em superfícies presentes na indústria de alimentos. Esses biofilmes podem ser constituídos por uma única espécie ou, de forma mais complexa e frequente, por comunidades multiespécies e multigêneros, nas quais diferentes microrganismos interagem e podem favorecer a persistência da comunidade microbiana. Entre os principais microrganismos associados à formação de biofilmes na indústria de alimentos destacam-se a

Vol. 3, n. 2, Artigo 159
23 de novembro de 2026
ISSN 2965-8691

Escherichia coli, Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Pseudomonas spp., *Salmonella* spp., *Clostridium* spp. e *Streptococcus* spp (Chowdhury *et al.*, 2025).

2.3. Estratégias inovadoras para controle de biofilmes

O controle de biofilmes envolve diferentes abordagens, que incluem a prevenção, impedindo a colonização inicial à superfície, a remoção, visando o desprendimento do biofilme formado sobre a superfície, e a inativação, reduzindo ou eliminando a viabilidade tanto das bactérias no interior dos biofilmes quanto das bactérias planctônicas (Yin *et al.*, 2020). Diante das limitações dos procedimentos convencionais de higienização para o controle de biofilmes, o desenvolvimento de estratégias inovadoras e mais eficazes tem se consolidado como um importante foco de investigação científica. Nesse contexto, o Quadro 1 resume as principais estratégias atualmente estudadas de controle de biofilmes na indústria de alimentos.

Quadro 1 - Estratégias inovadoras para controle de biofilmes.

Estratégia	Princípio de ação	Principal finalidade potencial	Limitação a considerar
Enzimas	Degradação dos componentes do biofilme	Remoção	Estabilidade frente a fatores ambientais (pH, temperatura e outros).
Bacteriófagos líticos	Infecção e lise de bactérias hospedeiras e enzimas que degradam componentes do biofilme	Prevenção, remoção e inativação	Especificidade, estabilidade frente a fatores ambientais, resistência bacteriana e obstáculos regulatórios.
Compostos naturais	Bioativos que penetram e rompem membranas, levando a lise celular e dispersão de biofilme	Prevenção, remoção e inativação	Estabilidade frente a fatores ambientais (pH, temperatura e outros) e obstáculos regulatórios.
Ozônio	Oxidação de componentes do biofilme e de componentes celulares	Remoção e inativação	Toxicidade para operadores, desestabilização de componentes de alimentos e corrosão de equipamentos.
Ultrassom	Bolhas de cavitação que geram pressão e ruptura física de estruturas dos biofilmes e dos microrganismos	Remoção	Ação não seletiva, afetando materiais circundantes.
Superfícies modificadas	Alteração física da superfície e/ou aplicação de revestimentos antimicrobianos	Prevenção	Alto custo, segurança dos revestimentos e durabilidade.
Nanotecnologia	Potencialização de compostos antimicrobianos através da nanotecnologia	Prevenção e inativação	Alto custo e estabilidade das formulações.
Luz ultravioleta	Danos ao material genético dos microrganismos pela radiação	Inativação	Baixa penetração e eficácia reduzida em áreas de difícil acesso ou com resíduos que bloqueiam a radiação.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Ban-Cucerzan *et al*. (2025), Chowdhury *et al.* (2025) e Dawan; Zhang; Ahn (2025).

Vol. 3, n. 2, Artigo 159
23 de novembro de 2026
ISSN 2965-8691

É importante considerar que a remoção da estrutura do biofilme e a inativação microbiana são resultados distintos, devendo ser avaliados separadamente. Além disso, a validação da aplicação dessas tecnologias deve incluir condições representativas dos ambientes industriais de alimentos, permitindo determinar se os resultados experimentais são reprodutíveis e se a tecnologia pode ser incorporada com segurança aos programas e protocolos de higienização das indústrias de alimentos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A formação de biofilmes em superfícies de contato com alimentos constitui um dos principais desafios para a efetividade dos programas de higienização na indústria de alimentos, com implicações diretas sobre a persistência de microrganismos, a segurança microbiológica e a qualidade dos produtos. Nesse contexto, diferentes estratégias vêm sendo investigadas, incluindo agentes biológicos, compostos naturais, antimicrobianos, enzimas, modificações de superfícies e métodos físicos e químicos. Embora novas tecnologias sejam promissoras, a prevenção da adesão e formação de biofilmes deve ser priorizada, por meio de desenho higiênico, superfícies adequadas, controle do processamento, monitoramento microbiológico e procedimentos de higienização validados, favorecendo uma abordagem preventiva e integrada para o controle eficaz e sustentável de biofilmes.

REFERÊNCIAS

BAN-CUCERZAN, Alexandra *et al*. Persistent threats: a comprehensive review of biofilm formation, control, and economic implications in food processing environments. Microorganisms, v. 13, n. 8, p. 1805, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.3390/microorganisms13081805. Acesso em 09 set. 2026.

CHOWDHURY, Md Anamul Hasan; REEM, Chowdhury Sanat Anjum; ASHRAFUDOULLA, Md.; RAHMAN, Md. Ashikur; SHAILA, Shanjida; HA, Angela Jie-won; HA, Sang-Do. Role of advanced cleaning and sanitation techniques in biofilm prevention on dairy equipment. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, v. 24, e70176, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1111/1541-4337.70176. Acesso em 07 set. 2026.

DAWAN, Jirapat; ZHANG, Song; AHN, Juhee. Recent advances in biofilm control technologies for the food industry. Antibiotics, v. 14, n. 3, p. 254, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.3390/antibiotics14030254. Acesso em 10 set. 2026.

SHINEH, Ghazal *et al*. Biofilm formation, and related impacts on healthcare, food processing and packaging, industrial manufacturing, marine industries, and sanitation–a review. Applied Microbiology, v. 3, n. 3, p. 629-665, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/applmicrobiol3030044. Acesso em 11 set. 2026.

YIN, Wen *et al*. Ways to control harmful biofilms: prevention, inhibition, and eradication. **Critical reviews in microbiology**, v. 47, n. 1, p. 57-78, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1080/1040841X.2020.1842325. Acesso em 20 out. 2026.