

ADESAO BACTERIANA AOS BIOMATERIAIS

¹ Simone Kreve; ² Andréa Cândido dos Reis.

¹ Pós -graduanda em Reabilitação Oral pela Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo – FORP/USP; ² Professora Associada do Departamento de Materiais Dentários e Prótese da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – FORP/USP

Área temática: Inovações em Saúde e Odontologia

Modalidade: Comunicação Oral Online

E-mail dos autores: simonekreve@hotmail.com ¹; andreare73@yahoo.com.br ²

RESUMO

INTRODUÇÃO: A adesão bacteriana à superfície dos biomateriais é de grande interesse para área médica e odontológica devido as consequências causadas à implantes dentários, próteses odontológicas, cateteres, marca-passo, cânulas traqueais e outros, levando a necessidade da introdução de métodos para controle do biofilme e mitigação de infecções. **OBJETIVO:** Descrever sobre os fatores que regulam a adesão microbiana às superfícies dos biomateriais. **MÉTODOS:** Revisão narrativa da literatura. **RESULTADOS:** A adesão de biofilmes é um processo multifatorial e envolve características pertinentes a célula bacteriana assim como propriedades biológicas, químicas e físicas relativas à superfície dos biomateriais. **CONCLUSÃO:** As bactérias desenvolvem estratégias de comunicação interespecíes, assim como, vários mecanismos para detectar o ambiente e facilitar sua sobrevivência, como sensores químicos ou mecanismos de detecção física.

Palavras-chave: (Biofilmes), (Aderência Bacteriana), (Percepção de Quorum).

1 INTRODUÇÃO

Biofilmes desempenham papel significativo nas infecções associadas aos biomateriais (STRAUB et al., 2019; BERNE et al., 2018), e no que diz respeito aos implantes dentários, a perimplantite pode ser a principal causadora de insucessos nas reabilitações (SCHULDT et al., 2020).

As bactérias são seres altamente desenvolvidos que se adaptam rapidamente a sinais ambientais como luz, temperatura, campos magnéticos e oxigênio (BERNE et al., 2018), alterando a constituição da membrana, e mudando os receptores de superfície (DHAYAKARAN & NEETHIRAJAN 2017). Além disso, elas possuem um meio eficiente de comunicação sem contato físico direto, através da secreção de sinais químicos extracelulares, conhecido por detecção de quórum (SAEKI et al., 2020; ELBOURNE et al., 2019).

A adesão bacteriana à superfície dos biomateriais envolve diferentes tipos de interações físico-químicas e processos biológicos, sendo que os mecanismos podem ser próprios das bactérias ou do substrato (STRAUB et al., 2019; BERNE et al., 2018).

Com relação aos mecanismos próprios das bactérias, estas promovem adesão por meio do desenvolvimento de células que detectam sinais, produção de polissacarídeos extracelulares (EPS), atividade metabólica, viabilidade celular (ALAM & BALANI 2017), carga, hidrofobicidade, rigidez da parede celular, ligação receptor-ligante mediada por adesinas que são complexos protéicos que reconhecem e se ligam a receptores também protéicos na superfície da célula do hospedeiro, e apêndices (pili e curli) (VILJOEN et al., 2020; ELBOURNE et al., 2019).

Assim como as características pertinente às bactérias, os parâmetros físico-químicos do substrato (ELBOURNE et al., 2019) também regulam a adesão e a formação inicial do biofilme, e incluem carga superficial, energia livre de superfície, hidrofobicidade, rugosidade, geometria específica da superfície (macro, micro e nano), topografia e química (STRAUB et al., 2019; ELBOURNE et al., 2019).

Adesão se refere à fixação das células a um substrato, enquanto a coesão é à ligação entre células (PALUCH et al., 2020; DHAYAKARAN & NEETHIRAJAN 2017).

Essa revisão tem o objetivo de reunir informações sobre como as bactérias se ligam aos substratos, uma vez que esse conhecimento possibilitará direcionar as pesquisas na busca por superfícies antimicrobianas.

2 MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura. Foram realizadas buscas no Google Acadêmico, PubMed e SCOPUS utilizando como descritores de busca: adesão bacteriana, biomateriais e detecção de quórum. Os estudos incluídos foram escolhidos de acordo com o objetivo de pesquisa, sem necessidade de estabelecer critérios a priori, conforme permitido pela revisão narrativa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Essa revisão buscou responder algumas dúvidas sobre a adesão bacteriana. A primeira diz respeito a como uma bactéria sente ou percebe que está próxima de uma superfície? Um elemento

chave no processo de adesão das bactérias é o desenvolvimento de mecanismos para sentir o ambiente, que pode ser por meio da detecção de sinais químicos (pH), de moléculas biológicas (detecção de quórum), ou mecanismos de detecção física (deformação da parede celular, apêndices, mensageiro secundários, dentre outros) (HARAPANAHALLI et al., 2015).

O sensoramento químico depende da presença de moléculas específicas, como íons H^+ , antimicrobianos, ou moléculas de sinalização biológica (HARAPANAHALLI et al., 2015). Já a capacidade das bactérias de sentir mecanicamente o contato físico com o substrato (GORDON & WANG 2019; CARNIELLO et al., 2018; HARAPANAHALLI et al., 2015) é referida como mecanossensoriamento de superfícies (STRAUB et al., 2019), e para isso os apêndices flagelares são usados por várias bactérias como mecanossensores (DUFRENE & PERSAT 2020). Um possível mecanismo para detecção da superfície ocorre quando o contato inibe a rotação flagelar (GORDON & WANG 2019). Outro mecanismo no processo de adesão das bactérias é a deformação da membrana lipídica quando do contato com uma superfície. Essa membrana é carregada com sensores ambientais (proteínas sensíveis ao estresse) que são ativados pela pressão do contato, e ainda, possuem canais mecanossensíveis que atuam como intérpretes da tensão da membrana onde os estímulos mecânicos podem ser traduzidos em resposta biológica (STRAUB et al., 2019; GORDON & WANG 2019; HARAPANAHALLI et al., 2015). A deformação da parede celular não só aumenta a área de contato com a superfície assim como favorece a ligação físico-química (CARNIELLO et al., 2018; HARAPANAHALLI et al., 2015).

E ainda, outro mecanismo para sentir o ambiente diz respeito as moléculas biológicas usadas para detecção de quórum. As bactérias possuem um mecanismo de comunicação que permite produzir, detectar e responder a sinais produzidos por outros microrganismos da mesma espécie ou de espécies diferentes (SAEKI et al., 2020; ELBOURNE et al., 2019; CARNIELLO et al., 2018; PREETHANATH et al., 2017; DHAYAKARAN & NEETHIRAJAN 2017; ELIAS & BANIN 2012). Este é chamado de “quorum sensing” ou detecção de quórum e consiste de uma enzima que catalisa a síntese de sinais químicos, e um receptor que se liga ao sinal e induz a expressão de genes responsáveis por vários mecanismos fisiológicos (por exemplo a esporulação, produção de biofilme, conjugação e motilidade), e fatores de virulência, (como enzimas que degradam proteínas, produção de toxinas e adesinas (SAEKI et al., 2020; ELIAS & BANIN 2012).

A segunda pergunta que essa revisão abordou é como ocorre adesão bacteriana a uma superfície? As interações envolvidas na adesão bacteriana podem ser classificadas em três diferentes níveis, sendo 1) interações físico-químicas inespecíficas, 2) interações específicas e 3) mecanossensoriamento de superfícies.

Nas interações físico-químicas inespecíficas a adesão ocorre por interações não covalentes onde os apêndices e proteínas interagem com certas frações químicas de uma superfície. Ou seja, utilizam forças de van der Waals (geralmente atrativas), cargas eletrostáticas (geralmente repulsivas), ou interações ácido-base (atrativas ou repulsivas) e tem suas características influenciadas pela composição do meio, pH ambiental, pressão, disponibilidade de nutrientes, oxigênio e propriedades da superfície (PALUCH et al., 2020; STRAUB et al., 2019; ELBOURNE et al., 2019; BERNE et al., 2018; DHAYAKARAN & NEETHIRAJAN 2017; HARAPANAHALLI et al., 2015).

Nas interações específicas, os mecanismos de adesão envolvem apêndices específicos capazes de se ligar a algumas espécies químicas de determinadas superfícies. As interações são altamente específicas e envolvem o reconhecimento de receptores em um tipo de célula por adesinas na célula parceira, e um exemplo ocorre quando a adesina da superfície celular de determinada bactéria reconhece um polissacarídeo contendo glicose, manose e galactose na superfície de outra bactéria (STRAUB et al., 2019). *S. sanguinis* reconhece os receptores das películas ao entrar em contato com uma superfície (STRAUB et al., 2019), e a adesão é mediada por órgãos sensoriais, como flagelos, e tensão na retração do pili, sendo que, a característica dessa adesão está no envolvimento de transdução de sinal e resposta do organismo (STRAUB et al., 2019).

No mecanossensoriamento de superfície, a interação implica na detecção ativa de uma bactéria ao entrar em contato com uma superfície, e a adesão é mediada por órgãos sensoriais, como os flagelos, e tensão na retração do pili. Uma característica dessa adesão é o envolvimento da transdução do sinal e da resposta do organismo.

O processo de adesão bacteriana a uma determinada superfície envolve os três tipos de interações (específicas, inespecíficas e mecanossensoriamento de superfície) e acontece com a formação da camada de condicionamento que é a base sobre a qual um biofilme cresce, sendo formada por partículas orgânicas e inorgânicas (PREETHANATH et al., 2017; DHAYAKARAN & NEETHIRAJAN 2017).

4 CONCLUSÃO

A célula bacteriana e o meio no qual ela se desenvolve são extremamente dinâmicos, e a modificação de um deles pode repercutir na forma como eles interagem entre si. Se pudermos compreender as forças e as interações físicas que governam essa adaptação, assim como a fixação bacteriana, poderíamos obter meios de controlar a adesão indesejada. Isso possibilitaria amenizar infecções associadas aos biomateriais, assim como controlar a patogenicidade dos biofilmes.

REFERÊNCIAS

- ALAM, Fahad; BALANI, Kantesh. Adhesion force of staphylococcus aureus on various biomaterial surfaces. **Journal of the mechanical behavior of biomedical materials**, v. 65, p. 872-880, 2017.
- BERNE, Cecile et al. Bacterial adhesion at the single-cell level. **Nature Reviews Microbiology**, v. 16, n. 10, p. 616-627, 2018.
- CARNIELLO, Vera et al. Physico-chemistry from initial bacterial adhesion to surface-programmed biofilm growth. **Advances in colloid and interface science**, v. 261, p. 1-14, 2018.
- DHAYAKARAN, Rekha; NEETHIRAJAN, Suresh. Microscopic methods in biofilm research. **Biofilms: Emerging Concepts and Trends**, Murthy, S.(Ed.) Narosa Publishers, Índia, 2017.
- DUFRÊNE, Yves F.; PERSAT, Alexandre. Mechanomicrobiology: how bacteria sense and respond to forces. **Nature Reviews Microbiology**, v. 18, n. 4, p. 227-240, 2020.
- ELBOURNE, Aaron et al. Bacterial-nanostructure interactions: The role of cell elasticity and adhesion forces. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 546, p. 192-210, 2019.
- ELIAS, Sivan; BANIN, Ehud. Multi-species biofilms: living with friendly neighbors. **FEMS microbiology reviews**, v. 36, n. 5, p. 990-1004, 2012.
- GORDON, Vernita D.; WANG, Liyun. Bacterial mechanosensing: the force will be with you, always. **Journal of Cell Science**, v. 132, n. 7, p. jcs227694, 2019.
- HARAPANAHALLI, Akshay K. et al. Chemical signals and mechanosensing in bacterial responses to their environment. **PLoS pathogens**, v. 11, n. 8, p. e1005057, 2015.
- PALUCH, E. et al. Prevention of biofilm formation by quorum quenching. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 104, p. 1871-1881, 2020.
- PREETHANATH, Reghunathan S. et al. Microbiome of dental implants and its clinical aspect. **Microbial pathogenesis**, v. 106, p. 20-24, 2017.
- SAEKI, Erika Kushikawa; KOBAYASHI, Renata Katsuko Takayama; NAKAZATO, Gerson. Quorum sensing system: Target to control the spread of bacterial infections. **Microbial pathogenesis**, v. 142, p. 104068, 2020.

SCHULDT, Luisa et al. Decontamination of rough implant surfaces colonized by multispecies oral biofilm by application of leukocyte-and platelet-rich fibrin. **Journal of periodontology**, v. 92, n. 6, p. 875-885, 2021.

STRAUB, Hervé et al. Bacterial adhesion on soft materials: passive physicochemical interactions or active bacterial mechanosensing?. **Advanced healthcare materials**, v. 8, n. 8, p. 1801323, 2019.

VILJOEN, Albertus et al. How microbes use force to control adhesion. **Journal of Bacteriology**, v. 202, n. 12, p. 10.1128/jb. 00125-20, 2020.