

**COMPONENTES E FISILOGIA DAS ESTRUTURAS PERIODONTAIS**  
**COMPONENTS AND PHYSIOLOGY OF PERIODONTAL STRUCTURES**  
**COMPONENTES Y FISIOLÓGÍA DE LAS ESTRUCTURAS PERIODONTALES**

 10.56238/sevened2026.017-001

**Isabella Santos Paula**

Instituição: Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Uberlândia  
E-mail: isabellasantospaula@gmail.com

**Maria Clara de Paula Lima**

Instituição: Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Uberlândia  
E-mail: mariaclarapaulal@hotmail.com

**Fernanda Castelo Branco Santos Bettero**

Instituição: Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Uberlândia  
E-mail: fcb1506@hotmail.com

**Ana Paula de Lima Oliveira**

Instituição: Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Uberlândia  
E-mail: aploliveira@ufu.br

**Guilherme José Lopes de Oliveira**

Instituição: Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Uberlândia  
E-mail: guilherme.lopesoliveira@ufu.br

**Priscilla Barbosa Ferreira Soares**

Instituição: Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Uberlândia  
E-mail: pbfsoares@yahoo.com.br

---

**RESUMO**

**Introdução:** O periodonto é um complexo tecidual dinâmico, essencial para a proteção e sustentação dos elementos dentários, cuja compreensão histofisiológica evoluiu significativamente com os avanços da mecanobiologia. **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão narrativa da literatura sobre a anatomia e a fisiologia do periodonto, integrando conceitos clássicos às atualizações científicas recentes. **Materiais e Métodos:** Foi realizada uma busca eletrônica na base de dados PubMed/MEDLINE com publicações de 2014 até 22 de fevereiro de 2026. Foram incluídos 67 artigos, em quatro eixos temáticos: (1) ligamento periodontal e mecanobiologia; (2) epitélio juncional; (3) fluido gengival crevicular; e (4) remodelação óssea alveolar. Adicionalmente, foram consultadas obras clássicas da Periodontia e Histologia Oral para fundamentação dos aspectos anatômicos e histológicos das estruturas periodontais, sendo utilizadas como suporte teórico complementar às evidências científicas recentes. **Resultados:** Os estudos mostraram que a interação entre componentes celulares, matriz extracelular e suprimento vascular conferem ao complexo periodontal elevada capacidade

adaptativa e reparadora. Assim, o equilíbrio funcional entre tecidos de proteção e de inserção mostrou-se essencial para a estabilidade da saúde periodontal. Conclusão: A integração entre literatura clássica e revisões contemporâneas permitiu a construção de uma abordagem atualizada, ancorada em fundamentos biológicos estabelecidos, indispensável para a prática odontológica, para diagnósticos mais precisos e terapias regenerativas com maior previsibilidade de sucesso.

**Palavras-chave:** Periodonto. Mecanobiologia. Histologia Oral. Homeostase Periodontal. Interação Tecido-Microbiota.

## ABSTRACT

**Introduction:** The periodontium is a dynamic tissue complex, essential for the protection and support of teeth, whose histophysiological understanding has evolved significantly with advances in mechanobiology. **Objective:** The objective of this study was to conduct a narrative literature review on the anatomy and physiology of the periodontium, integrating classical concepts with recent scientific updates. **Materials and Methods:** An electronic search was conducted in the PubMed/MEDLINE database with publications from 2014 to February 22, 2026. Sixty-seven articles were included, in four thematic areas: (1) periodontal ligament and mechanobiology; (2) junctional epithelium; (3) gingival crevicular fluid; and (4) alveolar bone remodeling. Additionally, classic works on Periodontics and Oral Histology were consulted to provide a foundation for the anatomical and histological aspects of periodontal structures, being used as complementary theoretical support to recent scientific evidence. **Results:** Studies have shown that the interaction between cellular components, extracellular matrix, and vascular supply confers a high adaptive and reparative capacity to the periodontal complex. Thus, the functional balance between protective and attachment tissues has proven essential for the stability of periodontal health. **Conclusion:** The integration of classical literature and contemporary reviews allowed the construction of an updated approach, anchored in established biological principles, indispensable for dental practice, for more precise diagnoses and regenerative therapies with greater predictability of success.

**Keywords:** Periodontium. Mechanobiology. Oral Histology. Periodontal Homeostasis. Tissue-Microbiota Interaction.

## RESUMEN

**Introducción:** El periodonto es un complejo tisular dinámico, esencial para la protección y el soporte de los dientes, cuya comprensión histofisiológica ha evolucionado significativamente con los avances en mecanobiología. **Objetivo:** El objetivo de este estudio fue realizar una revisión narrativa de la literatura sobre la anatomía y fisiología del periodonto, integrando conceptos clásicos con actualizaciones científicas recientes. **Materiales y Métodos:** Se realizó una búsqueda electrónica en la base de datos PubMed/MEDLINE con publicaciones desde 2014 hasta el 22 de febrero de 2026. Se incluyeron sesenta y siete artículos, en cuatro áreas temáticas: (1) ligamento periodontal y mecanobiología; (2) epitelio de unión; (3) líquido crevicular gingival; y (4) remodelación del hueso alveolar. Además, se consultaron obras clásicas sobre Periodoncia e Histología Oral para fundamentar los aspectos anatómicos e histológicos de las estructuras periodontales, sirviendo como apoyo teórico complementario a la evidencia científica reciente. **Resultados:** Los estudios han demostrado que la interacción entre los componentes celulares, la matriz extracelular y la vascularización confiere una alta capacidad adaptativa y reparadora al complejo periodontal. Por lo tanto, el equilibrio funcional entre los tejidos protectores y de inserción ha demostrado ser esencial para la estabilidad de la salud periodontal. **Conclusión:** La integración de la literatura clásica y las revisiones contemporáneas permitió la construcción de un enfoque actualizado, basado en principios biológicos establecidos, indispensable para la práctica odontológica, para diagnósticos más precisos y terapias regenerativas con mayor predictibilidad de éxito.

**Palabras clave:** Periodonto. Mecanobiología. Histología Oral. Homeostasis Periodontal. Interacción Tejido-Microbiota.

## 1 INTRODUÇÃO

O periodonto corresponde ao conjunto de estruturas que circundam e sustentam o dente, constituindo o complexo de inserção responsável pela manutenção da integridade funcional do elemento dental. É formado por tecidos duros e moles organizados de maneira integrada, cuja principal função é proporcionar suporte mecânico, absorver e distribuir adequadamente as forças geradas durante a mastigação (Newman *et al.*, 2020; Berglundh *et al.*, 2024).

Sob a perspectiva estrutural e funcional, o órgão periodontal constitui uma unidade altamente especializada e biologicamente integrada, composta por quatro componentes interdependentes: (1) a gengiva, que reveste e protege as estruturas subjacentes; (2) o ligamento periodontal, tecido conjuntivo especializado que conecta o cemento ao osso alveolar, e atua como sistema de amortecimento das cargas oclusais; (3) o cemento, tecido conjuntivo mineralizado avascular que recobre a superfície radicular, e possibilita a inserção das fibras periodontais; e (4) o osso alveolar, responsável pela inserção e sustentação do dente no arco dentário (Newman *et al.*, 2020; Berglundh *et al.*, 2024)

O ligamento periodontal desempenha papel central nesse sistema, não apenas como elemento de suporte mecânico, mas como tecido altamente mecanossensível, capaz de converter estímulos físicos em respostas celulares e moleculares, que regulam a remodelação óssea e a manutenção da homeostase periodontal por meio de mecanismos de mecanotransdução e sinalização intracelular (Wen *et al.*, 2025).

Embora existam numerosos estudos abordando componentes isolados do periodonto, observa-se relativa escassez de publicações que integrem de forma didática os fundamentos anatômicos e histológicos clássicos às evidências científicas contemporâneas. Nesse contexto, este capítulo tem como objetivo consolidar e atualizar o conhecimento sobre gengiva, ligamento periodontal, cemento e osso alveolar, apresentando o periodonto como uma unidade funcional dinâmica.

## 2 METODOLOGIA

O presente capítulo foi elaborado por revisão narrativa estruturada da literatura, associada à consulta de obras clássicas consolidadas na área de Periodontia e Histologia Oral, utilizadas para fundamentação dos aspectos anatômicos e histológicos das estruturas periodontais.

Para atualização científica, foi realizada busca eletrônica na base de dados PubMed/MEDLINE até 22 de fevereiro de 2026, com delimitação de publicações a partir de 2014 e aplicação dos filtros “Review” e “Systematic Review”. A estratégia foi organizada em quatro eixos temáticos: (1) ligamento periodontal e mecanobiologia; (2) epitélio juncional; (3) fluido gengival crevicular; e (4) remodelação óssea alveolar.

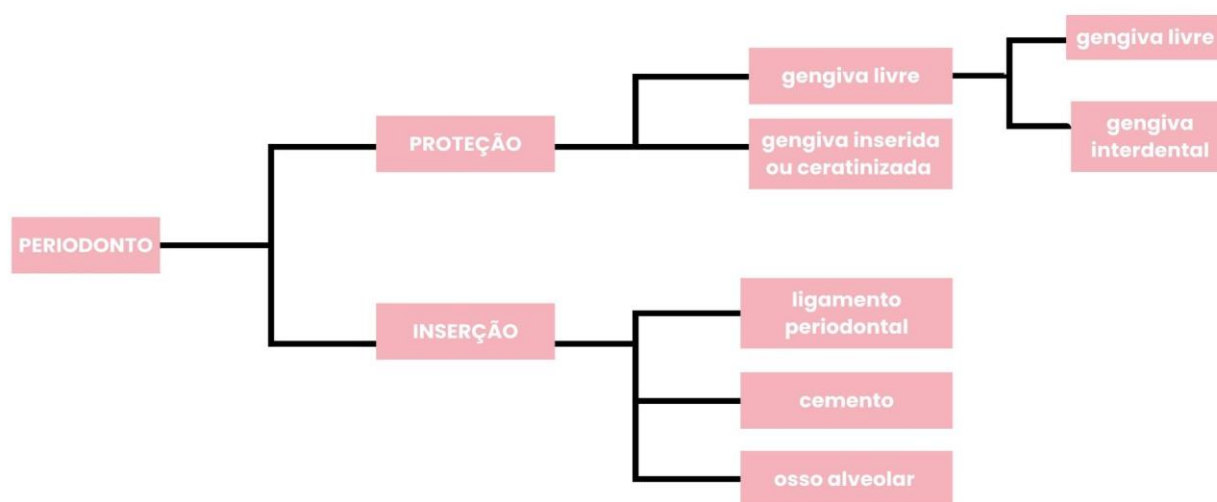
Foram identificados 67 estudos, consolidados e submetidos à triagem por leitura de títulos e resumos. Foram excluídas revisões com enfoque predominantemente clínico-terapêutico, aplicações

ortodônticas específicas, biomateriais regenerativos, técnicas cirúrgicas, intervenções adjuvantes e abordagens exclusivamente metodológicas ou sistêmicas sem relação direta com a fisiologia periodontal. Permaneceram incluídas revisões que abordavam aspectos estruturais, celulares e moleculares relacionados à dinâmica funcional do ligamento periodontal, epitélio juncional, fluido gengival crevicular e osso alveolar.

A integração entre literatura clássica e revisões contemporâneas permitiu a construção de uma abordagem atualizada, ancorada em fundamentos biológicos estabelecidos.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 GENGIVA - ASPECTO MACROSCÓPICO



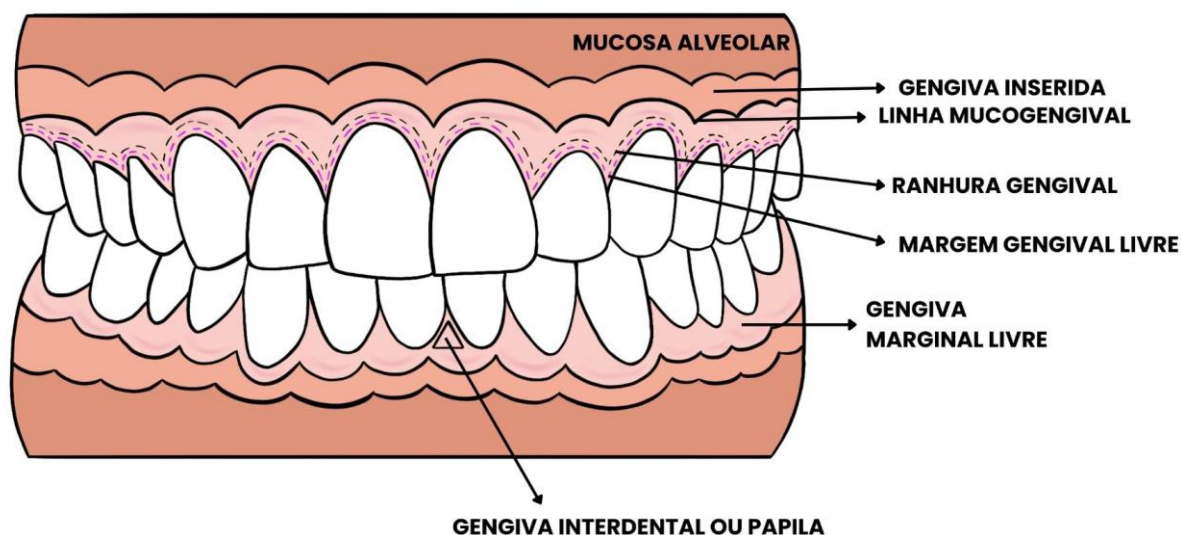
A gengiva constitui a porção da mucosa oral que recobre os processos alveolares e circunda o colo dos dentes, desempenhando papel essencial na proteção dos tecidos periodontais subjacentes contra o trauma mastigatório e irritantes locais, como o biofilme bacteriano (Newman *et al.*, 2020; Berglundh *et al.*, 2024). Do ponto de vista clínico, a saúde gengival é caracterizada pela ausência de sinais inflamatórios, como sangramento à sondagem, eritema e edema, podendo estar presente tanto em um periodonto íntegro, quanto reduzido, desde que mantida a estabilidade tecidual (Chapple *et al.*, 2018).

Do ponto de vista anatômico, é dividida em **gengiva marginal (ou livre)** e **gengiva inserida** (Figuras 1, 2 e 3). Embora essas regiões apresentem diferenças quanto à espessura, grau de queratinização e características histológicas, todas são estruturalmente organizadas para atuar como

uma barreira eficiente contra agressões mecânicas e a penetração de microrganismos nos tecidos periodontais mais profundos (Newman *et al.*, 2020).

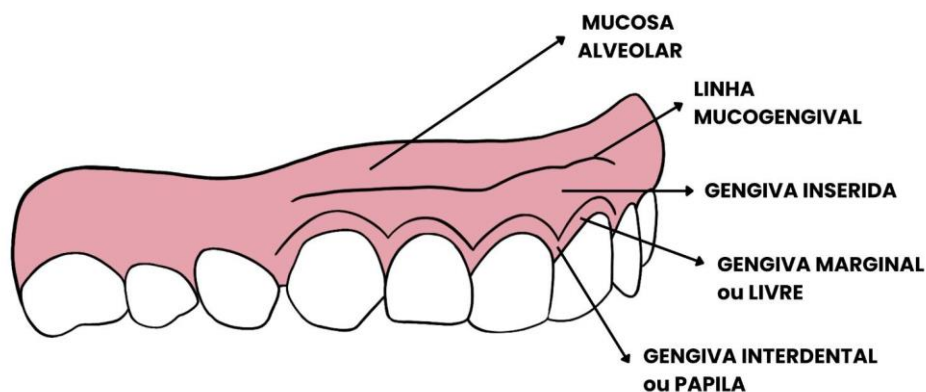
A **gingiva marginal**, também denominada gengiva livre, corresponde à porção coronária da gengiva que circunda o dente em forma de colar. Em aproximadamente 50% dos casos, pode ser delimitada a gengiva inserida por uma discreta depressão linear denominada ranhura gengival livre. Essa faixa gengival mede, em média, cerca de 1 mm de largura e constitui a parede externa do sulco gengival. Pode ser afastada da superfície dental mediante a introdução cuidadosa de uma sonda periodontal. O ponto mais apical da curvatura côncava da gengiva marginal recebe o nome de zênite gengival, conforme descrito na literatura clássica de Periodontia (Newman *et al.*, 2020).

Figura 1. Ilustração da mucosa alveolar; gengiva inserida; linha mucogengival; ranhura gengival; margem gengival livre; gengiva marginal livre; gengiva interdental ou papila.



Fonte: Ilustrada pelos autores. Adaptado de Lindhe Tratado de Periodontia Clínica e Implantologia Oral. 6. ed. 2018, pág 35, figura 1.10.

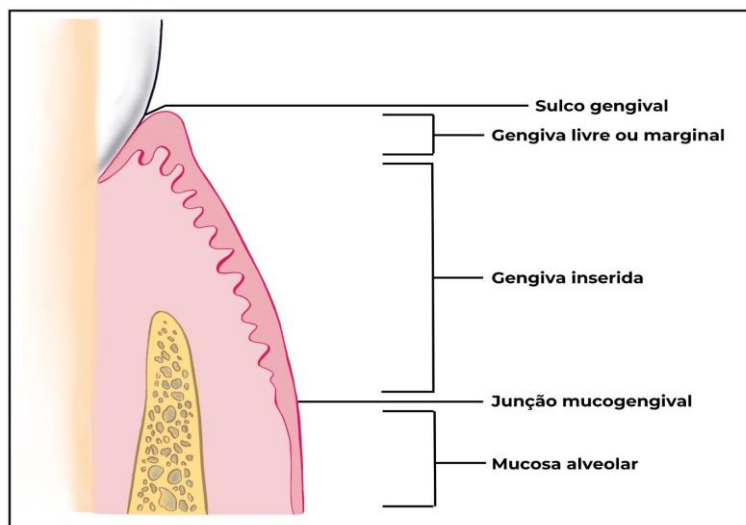
Figura 2. Componentes anatômicos da gengiva.



Fonte: Ilustrada pelos autores. Adaptado de Lindhe Tratado de Periodontia Clínica e Implantologia Oral. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2024, pág 5, figura 1.5.

A **gengiva inserida** corresponde à porção da gengiva firmemente aderida ao perióstio do osso alveolar subjacente, apresentando consistência firme e resiliente. Estende-se da gengiva marginal até a junção mucogengival, que constitui importante referência clínica. Diferentemente da mucosa alveolar, a gengiva inserida é queratinizada e exerce função protetora frente às forças mastigatórias (Newman *et al.*, 2020; Nanci, 2019).

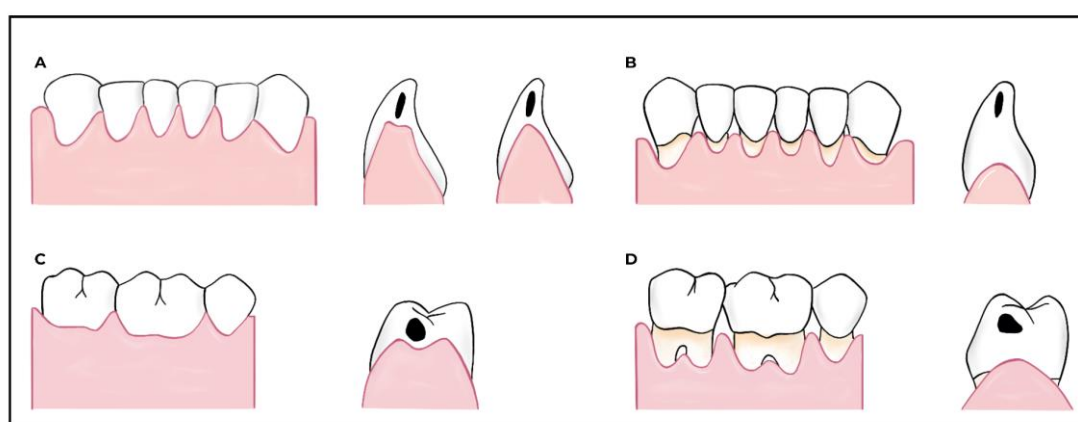
Figura 3. Componentes anatômicos da gengiva.



Fonte: Ilustrada pelos autores. Adaptado de NEWMAN, Michel G. Newman e Carranza - Periodontia Clínica 13ª ed. 2020, pág 21, figura 3.2.

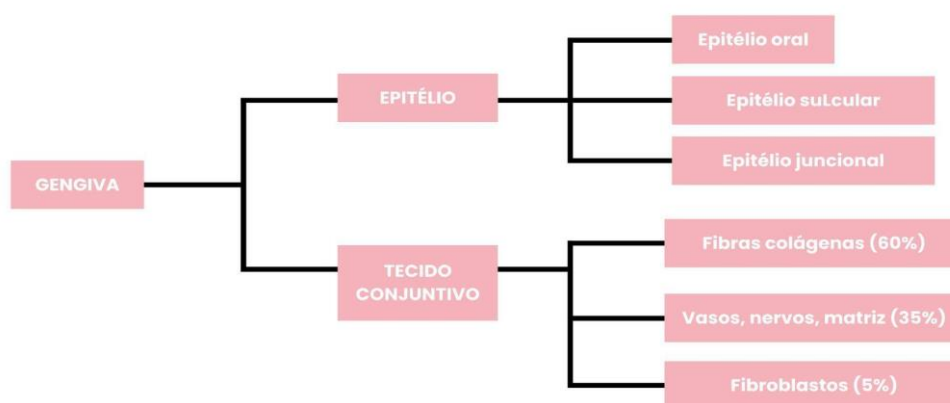
A **papila interdental** ocupa o espaço interproximal situado abaixo da área de contato entre dentes adjacentes, denominado ameia gengival. Pode apresentar formato piramidal ou em “col”, este caracterizado por uma depressão que conecta as papilas vestibular e lingual. Sua morfologia depende da presença ou ausência do ponto de contato, da distância entre o ponto de contato e a crista óssea alveolar e da ocorrência de recessão gengival. (Newman *et al.*, 2020; Berglundh *et al.*, 2024). Na região anterior o formato é piramidal em que a ponta da papila encontra-se imediatamente abaixo do ponto de contato. Na região posterior o formato em “col” é uma depressão em forma de vale que liga a papila lingual com a vestibular e se adapta a forma do contato interproximal dos dentes posterior (Figura 3).

Figura 4. Diagrama de comparações das variações anatômicas do “col” interdental na gengiva normal e da retração gengival.



Fonte: Ilustrada pelos autores. Adaptado de NEWMAN, Michael G. Newman e Carranza - Periodontia Clínica. 13ª. ed. Rio de Janeiro: GEN Guanabara Koogan, 2020, pág 22, figura 3.6.

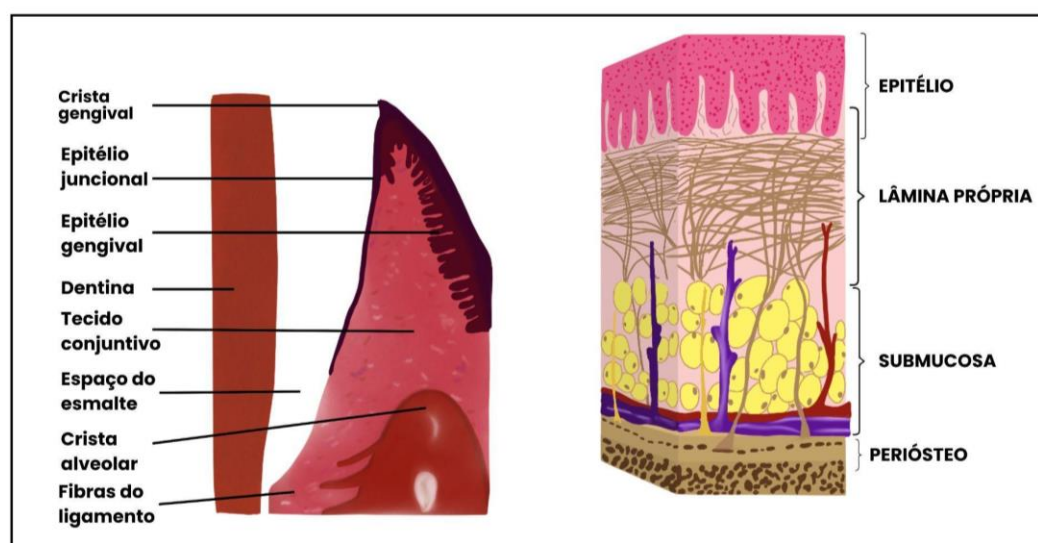
### 3.2 GENGIVA - ASPECTO MICROSCÓPICO



Microscopicamente, a gengiva é composta por epitélio escamoso estratificado que recobre um núcleo de tecido conjuntivo subjacente. O epitélio apresenta predominância celular, com pouca matriz extracelular e ausência de vasos sanguíneos, enquanto o tecido conjuntivo é vascularizado, constituído principalmente por fibras colágenas do tipo 1, produzidas pelos fibroblastos e imersas em uma matriz extracelular. A interação entre esses componentes garante resistência mecânica e proteção aos tecidos periodontais (Nanci, 2019).

O epitélio oral é um epitélio estratificado pavimentoso que reveste a superfície da mucosa bucal e constitui a principal barreira protetora entre o ambiente oral e os tecidos conjuntivos subjacentes (Figura 4). Histologicamente, organiza-se em camadas celulares bem definidas, sustentadas por intensa coesão intercelular por meio de desmossomos e filamentos intermediários de citoqueratina. Sua integridade é mantida por um processo contínuo de renovação celular, no qual células progenitoras localizadas na camada basal — incluindo células-tronco e células amplificadoras transitórias — sofrem divisões mitóticas e originam queratinócitos que migram em direção à superfície, passando por diferenciação terminal e posterior descamação (Nanci, 2019).

Figura 5. Componentes do epitélio oral.



Fonte: Ilustrada pelos autores. Adaptado de Ten Cate - Histologia Oral. 9. ed. 2019, pág 283, figura 12-33.

Dependendo da região da cavidade oral, esse processo de maturação pode seguir dois padrões principais: queratinização, típica da mucosa mastigatória, e não queratinização, característica da mucosa de revestimento. No epitélio queratinizado, distinguem-se as camadas basal, espinhosa, granulosa e córnea, com formação do envoltório celular cornificado rico em queratinas e proteínas estruturais, conferindo maior resistência mecânica e impermeabilidade. Já no epitélio não queratinizado, as camadas basal e espinhosa são seguidas pelas camadas intermediária e superficial,

sem formação evidente de estrato granuloso ou camada córnea anucleada, mantendo células superficiais nucleadas e maior flexibilidade tecidual (Nanci, 2019).

Neste nicho anatômico encontra-se o fluido gengival crevicular (FGC), também denominado fluido crevicular gengival. Em condições de saúde, é descrito como um transudato modificado derivado do plexo vascular do tecido conjuntivo gengival, que migra para o interior do sulco gengival e participa da homeostase local (Newman et al., 2020; Berglundh et al., 2024). Apresenta papel relevante na defesa imunológica, incluindo a migração fisiológica de neutrófilos para a fenda gengival (Newman et al., 2020; Berglundh *et al.*, 2024).

Do ponto de vista funcional, o FGC promove limpeza mecânica do sulco, transporte de leucócitos, imunoglobulinas (IgG, IgA), componentes do sistema complemento e enzimas como metaloproteinases da matriz, refletindo tanto a resposta imunológica quanto a atividade destrutiva tecidual. Assim, além de participar ativamente da defesa local, o FGC destaca-se como ferramenta diagnóstica não invasiva capaz de identificar biomarcadores inflamatórios e de reabsorção óssea antes mesmo da manifestação clínica evidente, reforçando sua relevância na prática periodontal contemporânea (Barros *et al.*, 2016). Revisões recentes reforçam o potencial do FGC como ferramenta diagnóstica minimamente invasiva para monitoramento da atividade periodontal (Fatima *et al.*, 2021; Ghallab, 2018).

O **sulco gengival** é definido como uma fenda rasa ao redor do dente, delimitada internamente pela superfície dental e externamente pelo epitélio sulcular, que reveste a face interna da gengiva marginal livre. Apresenta formato em “V”, permitindo a inserção da sonda periodontal para fins diagnósticos (Newman *et al.*, 2020). A avaliação da profundidade do sulco constitui parâmetro clínico fundamental na análise periodontal.

A medição clínica dessa profundidade é realizada por meio da sondagem periodontal, procedimento no qual se estima a distância alcançada pela sonda, quando inserida no interior do sulco, contabilizada em milímetros, a partir da margem gengival, até o fundo do sulco gengival. Contudo, a profundidade de sondagem pode ser influenciada por fatores como o diâmetro do instrumento, a força aplicada e o grau de inflamação tecidual.

O epitélio juncional (EJ) é descrito como uma barreira epitelial não queratinizada, altamente dinâmica, caracterizada por intensa atividade proliferativa, permeabilidade funcional e firme adesão à superfície dental. Suas células sofrem descamação contínua, contribuindo para a remoção mecânica de microrganismos e para o controle da invasão bacteriana na interface dentogengival (Nanci, 2019; Schroeder & Listgarten, 2003; Yuan *et al.*, 2021).

Estruturalmente, o EJ é contínuo com o epitélio oral (EO) queratinizado adjacente, e apresenta uma interface especializada, composta por hemidesmossomos e uma lâmina basal, que asseguram sua fixação ao dente. Subjacente a essa interface encontra-se uma zona de tecido conjuntivo rica em fibras

colágenas, com osso marginal organizado e delicada rede vascular, compondo o aparato de suporte periodontal (Nanci, 2019; Schroeder & Listgarten, 2003). Morfologicamente, organiza-se como um colar epitelial ao redor da porção cervical do dente, delimitando o fundo do sulco gengival; apresenta maior espessura na região coronária e afina progressivamente em direção apical ao longo da superfície dental. Sua constante renovação decorre da proliferação ativa de queratinócitos basais, o que favorece reparo rápido e manutenção da integridade da interface dente-gengiva.

Do ponto de vista estrutural, o EJ distingue-se por apresentar junções intercelulares incluindo desmossomos, junções aderentes e junções comunicantes (gap), além de amplos espaços intercelulares. Essa organização permite a passagem controlada de fluido crevicular gengival e a migração de células inflamatórias em direção ao sulco, compondo um mecanismo dinâmico de defesa (Theodoro *et al.*, 2023). A integridade dessas junções depende da organização de proteínas específicas, como claudinas e outras proteínas de adesão, que regulam a permeabilidade epitelial e contribuem para a manutenção da vedação biológica. Paralelamente, a adesão à superfície mineralizada do dente é mediada por hemidesmossomos e por uma lâmina basal interna (internal basal lamina), assegurando firme ancoragem e vedação biológica eficaz (Nanci, 2019; Schroeder & Listgarten, 2003; Theodoro *et al.*, 2023). Essa vedação não é estática, mas resulta de um equilíbrio dinâmico entre adesão celular, renovação epitelial e controle imunológico local (Nanci, 2019).

Funcionalmente, o EJ ocupa posição estratégica entre tecido duro e tecido mole, atuando como primeira linha de defesa contra a invasão bacteriana e contribuindo para a homeostase periodontal. O epitélio juncional deve ser compreendido como uma estrutura dinâmica, imunologicamente ativa e essencial para a manutenção da saúde periodontal (Newman *et al.*, 2020; Theodoro *et al.*, 2023). Além de atuar como barreira física, o epitélio juncional participa ativamente da resposta imune inata, por meio da expressão de mediadores inflamatórios e moléculas de sinalização que modulam o recrutamento de neutrófilos para o sulco gengival (Yuan *et al.*, 2021).

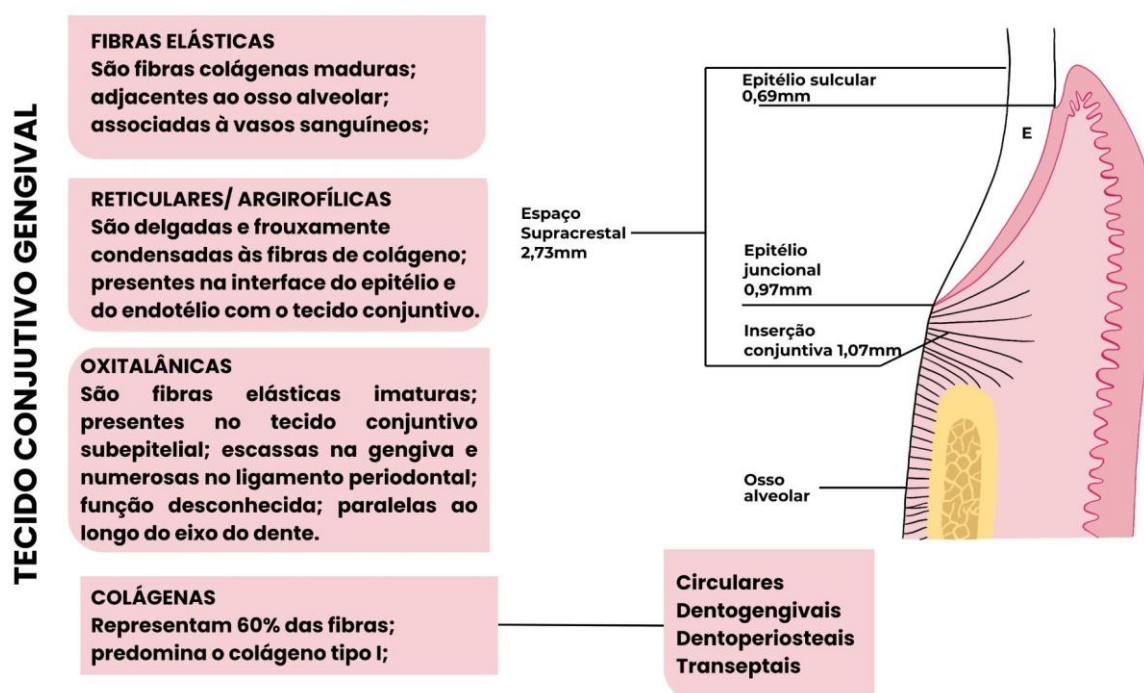
O tecido conjuntivo subjacente, por sua vez, apresenta características próprias, incluindo a presença fisiológica de infiltrado inflamatório discreto, além de abundantes fibras colágenas, fibroblastos, vasos sanguíneos, nervos e matriz extracelular, compondo a inserção conjuntiva que sustenta estruturalmente o complexo dentogengival. As fibras do tecido conjuntivo gengival são componentes fundamentais da gengiva e exercem um papel essencial na sua resistência, sustentação e adaptação funcional. Esse tecido é rico em fibras produzidas principalmente pelos fibroblastos, sendo as fibras colágenas as mais abundantes e importantes. Elas são formadas predominantemente por colágeno tipo I, com menor quantidade de colágeno tipo III, e conferem grande resistência à tração, permitindo que a gengiva suporte as forças mecânicas da mastigação e permaneça firmemente aderida às estruturas dentárias e ósseas. Além disso, essas fibras colágenas se organizam em feixes que contribuem diretamente para a estabilidade da gengiva ao redor dos dentes.

Embora em menor quantidade, também estão presentes fibras elásticas, que incluem fibras elásticas propriamente ditas, além das elaunínicas e oxitalânicas. Essas fibras são responsáveis por conferir certa elasticidade ao tecido gengival, permitindo que ele tenha uma leve capacidade de adaptação sem perder sua integridade estrutural. Mesmo sendo discretas na gengiva, elas desempenham um papel complementar importante.

Outro tipo de fibra encontrado é o das fibras reticulares, constituídas principalmente por colágeno tipo III. Essas fibras são mais finas e formam uma rede delicada que sustenta as células e os vasos sanguíneos presentes no tecido conjuntivo. Elas contribuem para a organização interna do tecido, oferecendo suporte estrutural mais sutil em comparação com as fibras colágenas.

Dessa forma, o tecido conjuntivo gengival apresenta uma predominância de fibras colágenas, responsáveis pela resistência e firmeza, associadas a fibras elásticas e reticulares que auxiliam na elasticidade e na sustentação interna, garantindo a integridade e o bom funcionamento da gengiva.

Figura 6. Representação das fibras elásticas; fibras reticulares; fibras oxitalânicas; e fibras colágenas - constituição do tecido conjuntivo gengival.

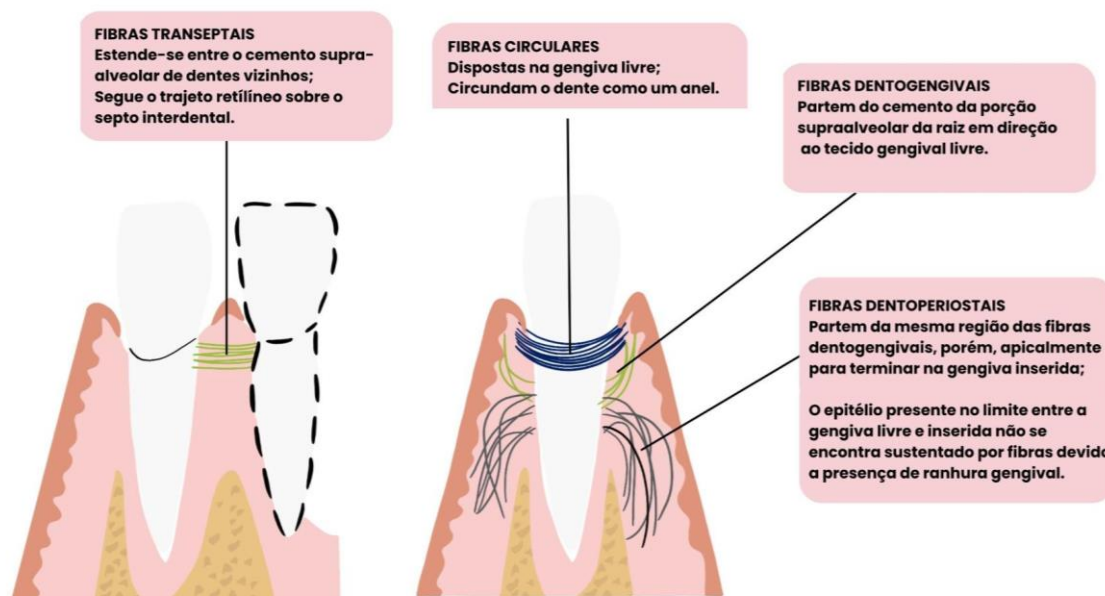


Fonte: Ilustrada pelos autores. Adaptado de LINDHE et al. 2024, - Tratado de Periodontia Clínica e Implantodontia Oral - 7ª ed. , pág 7, figura 2.4.

As fibras presentes são principalmente fibras colágenas do tecido conjuntivo gengival, organizadas em grupos que ajudam a manter a integridade e a posição da gengiva ao redor dos dentes. Os principais tipos de fibras do periodonto de proteção são: (1) Fibras dentogengivais, se estendem do cemento do dente para a gengiva com a função de manter a gengiva aderida ao dente; (2) Fibras circulares, circundam o dente como um “anel” com a função de manter a gengiva firme ao redor do

dente; (3) Fibras dentoperiosteais, saem do cimento atravessando o osso até o periosteio com função de reforço estrutural da gengiva; (4) Fibras transeptais, estendem-se de um dente ao outro (cimento a cimento) com função de manter o alinhamento dos dentes.

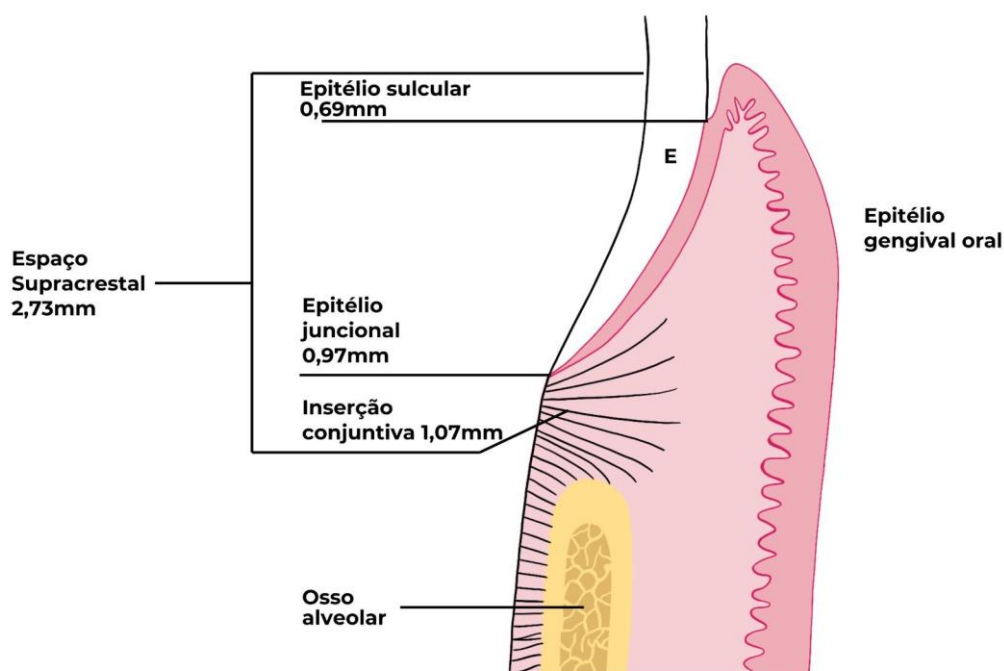
Figura 7. Representação das fibras transeptais; fibras circulares; fibras dentogengivais; e fibras dentoperiosteais



Fonte: Ilustrada pelos autores. Adaptado de LINDHE et al. 2024, - Tratado de Periodontia Clínica e Implantodontia Oral - 7ª ed. , pág 16, figura 1.6.

O espaço de inserção supracrestal- anteriormente denominada espaço biológico - corresponde à dimensão composta pelo epitélio juncional e pela inserção conjuntiva supracrestal, totalizando aproximadamente 2 mm, conforme descrito nos estudos histométricos clássicos (Gargiulo *et al.*, 1961) e redefinido conceitualmente no World Workshop de 2018 (Caton *et al.*, 2018). Sua integridade é essencial para que todos os tecidos gengivais permaneçam unidos ao dente, prevenindo alterações periodontais, portanto atua como uma área de defesa do organismo e deve ser respeitado em procedimentos de reabilitação dental (Caton *et al.*, 2018; Lyra *et al.*, 2022; Bertolini *et al.*, 2024).

Figura 8. Unidade dentogengival.

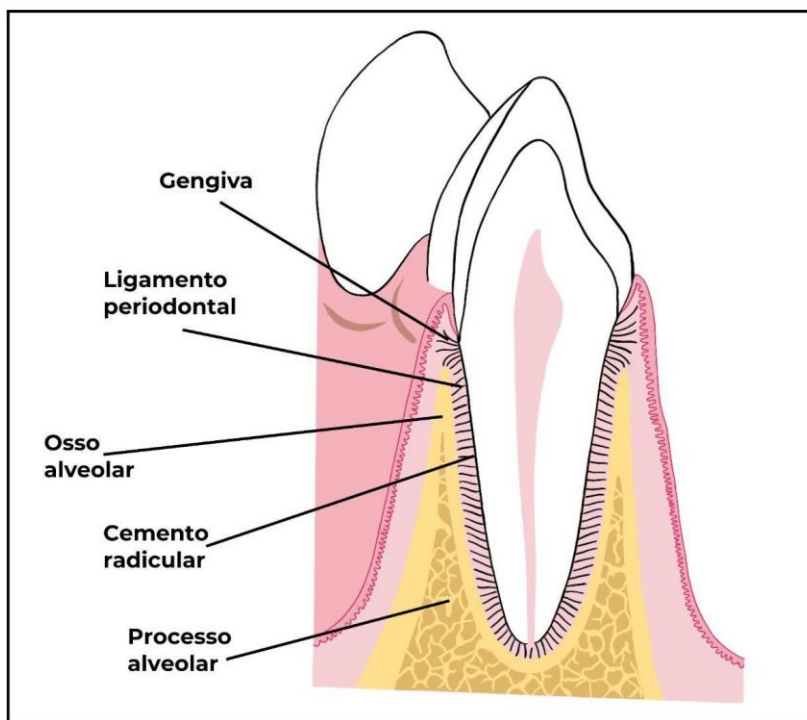


Fonte: Ilustrada pelos autores. Adaptado de LINDHE et al. 2024, - Tratado de Periodontia Clínica e Implantodontia Oral - 7ª ed. , pág 9, figura 1.15.

### 3.3 LIGAMENTO PERIODONTAL

O ligamento periodontal é um tecido conjuntivo frouxo, altamente vascularizado e com grande quantidade de células, que envolve as raízes dentárias e promove a união entre o cemento da raiz e a lâmina dura, isto é, o osso alveolar propriamente dito. Além de sua função estrutural, o ligamento periodontal é considerado um tecido biologicamente ativo, capaz de responder de maneira adaptativa a estímulos mecânicos e inflamatórios (Berglundh *et al.*, 2024; Zhao *et al.*, 2025). Em direção à porção coronal, ele mantém continuidade com a lâmina própria da gengiva, sendo delimitado desta pelos feixes de fibras colágenas que se estendem da crista do osso alveolar até a raiz do dente, conhecidas como fibras da crista alveolar (Berglundh *et al.*, 2024).

Figura 9. Anatomia dos componentes do periodonto.



Fonte: Ilustrado pelos autores. Adaptado de LINDHE et al. 2024, - Tratado de Periodontia clínica e Implantodontia Oral - 7ª ed., cap 3, pág 2, figura 1.1.

Ao ligamento periodontal são atribuídas diversas funções, que podem ser agrupadas em quatro categorias principais:

1. Exerce a função física ao ancorar o dente, promovendo a união firme entre o cemento e o osso alveolar;
2. Garante estabilidade mecânica e atua como um amortecedor capaz de proteger tanto o dente quanto o osso alveolar contra os impactos das forças intensas geradas durante a mastigação;
3. Desempenha também função formadora e modeladora, funcionando como um reservatório celular essencial para a manutenção da homeostase tecidual, bem como para o reparo e a regeneração dos componentes celulares e das fibras colágenas;
4. Possui função nutricional, pois assegura o suprimento sanguíneo e de nutrientes ao cemento, ao osso alveolar e ao próprio ligamento periodontal, ao mesmo tempo em que contribui para a remoção de metabólitos;
5. Apresenta função sensorial, uma vez que sua rica inervação permite, por meio de receptores específicos, a percepção de forças de diferentes intensidades aplicadas aos dentes (Newman *et al.*, 2020; Berglundh *et al.*, 2024; Nanci, 2019).

Dessa forma, o ligamento periodontal deve ser compreendido como um tecido dinâmico, que integra funções mecânicas, biológicas e sensoriais de maneira coordenada (Newman *et al.*, 2020).

Sua espessura média é de cerca de 0,2 mm, podendo variar de acordo com a espécie, a idade do indivíduo, a distância em relação à JCE e as demandas funcionais. A existência do ligamento

periodontal possibilita que as forças geradas durante a mastigação e em outros contatos oclusais sejam distribuídas e absorvidas pelo processo alveolar, por meio do osso alveolar propriamente dito. Além disso, ele desempenha papel fundamental na mobilidade dentária, que depende, em grande parte, da largura e da altura desse ligamento (Berglundh *et al.*, 2024).

O ligamento periodontal é constituído por diversos tipos celulares e por uma matriz extracelular especializada. Entre as células presentes, destacam-se os fibroblastos, que são os mais numerosos e se dispõem paralelamente às fibras colágenas principais, sendo responsáveis tanto pela síntese quanto pela degradação do colágeno, o que garante constante renovação tecidual. Também estão presentes os cementoblastos, localizados na superfície do cimento radicular adjacente ao espaço do ligamento periodontal, onde atuam na formação do cimento, e os osteoblastos, situados na superfície do osso alveolar voltada para o espaço periodontal, desempenhando papel fundamental na formação óssea. Além deles, encontram-se osteoclastos, responsáveis pela reabsorção óssea, e odontoclastos, relacionados à reabsorção de tecidos dentários (Berglundh *et al.*, 2024).

O ligamento periodontal contém ainda histiócitos e diferentes células de defesa, como neutrófilos, macrófagos, eosinófilos e mastócitos, que participam das respostas inflamatórias e imunológicas. Estão presentes também células associadas a elementos neurovasculares, além de fibras nervosas e vasos sanguíneos, que contribuem para as funções sensoriais e nutricionais do tecido (Newman *et al.*, 2020).

Este tecido encontra-se em permanente processo de renovação, no qual células e fibras envelhecidas são continuamente degradadas e substituídas por novas estruturas. Observa-se com frequência atividade mitótica especialmente em fibroblastos e células endoteliais. Os fibroblastos são responsáveis pela produção das fibras colágenas, enquanto as células mesenquimais remanescentes podem se diferenciar em osteoblastos e cementoblastos. A velocidade com que ocorre a formação e a diferenciação de osteoblastos, cementoblastos e fibroblastos influencia diretamente a produção de colágeno, bem como a formação de cimento e de osso (Newman *et al.*, 2020). Estudos recentes demonstram que esse processo contínuo de renovação envolve mecanismos regulados de proliferação celular e morte celular programada, essenciais para a manutenção da homeostase do tecido periodontal (He *et al.*, 2023).

Além dos elementos celulares, o ligamento periodontal apresenta matriz extracelular que preenche os espaços entre fibras e células. Presume-se que seja constituída em grande parte de água de solvatação e o restante corresponde aos componentes fundamentais (fibronectina, proteoglicanos, glicoproteínas estruturais, eletrólitos, hormônios, laminina e sais minerais). Sua função seria principalmente nutritiva. Este tecido possui ainda uma rede neural e um suprimento sanguíneo extenso (de Jong *et al.*, 2017; Newman *et al.*, 2020). A disposição organizada desses grupos de fibras permite

que o ligamento periodontal distribua as forças oclusais de maneira eficiente ao osso alveolar (Nanci, 2019).

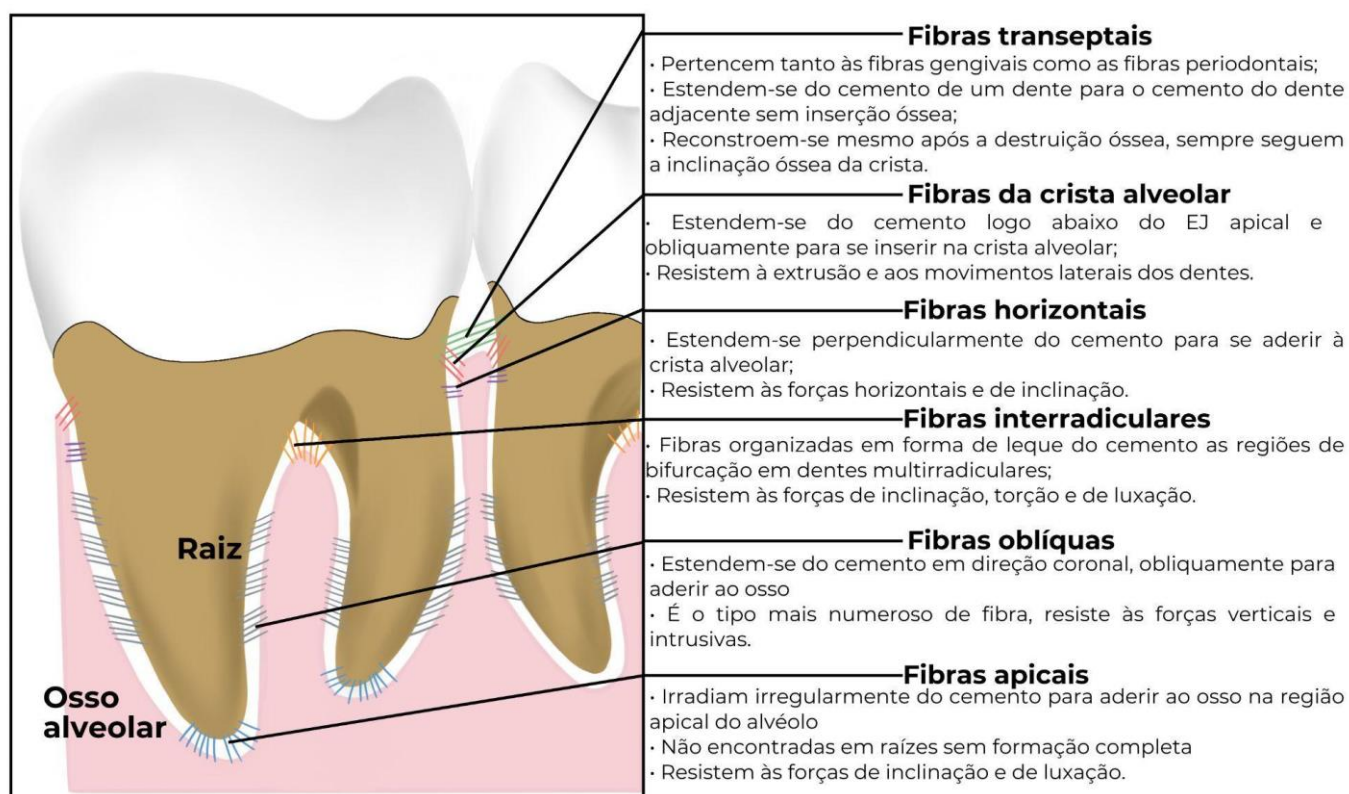
No ligamento periodontal, os tipos de colágeno predominantes são os tipos I, III e XII. A maior parte das fibrilas colágenas organiza-se em feixes bem definidos, que lembram cordas trançadas. Embora as fibrilas individuais passem por constante remodelação, o feixe como um todo mantém sua estrutura e função, o que permite ao ligamento adaptar-se continuamente às forças e aos estresses mecânicos aos quais é submetido (Nanci, 2019).

Os feixes que se estendem entre o cemento radicular e o osso alveolar constituem os principais grupos de fibras do ligamento periodontal. Entre eles, destaca-se o grupo da crista alveolar, que se fixa ao cemento logo abaixo da junção amelocementária e segue em direção inferior e lateral para inserir-se na crista do osso alveolar. Logo abaixo desse grupo encontra-se o grupo horizontal, cujas fibras se dispõem perpendicularmente ao longo eixo do dente, estendendo-se do cemento até o osso alveolar (Nanci, 2019).

O grupo oblíquo é o mais abundante do ligamento periodontal e apresenta fibras que partem do cemento em direção oblíqua, inserindo-se no osso alveolar em posição mais coronária. Já o grupo apical distribui-se ao redor do ápice radicular, irradiando-se do cemento para o osso alveolar e fixando-se na base do alvéolo. Por fim, o grupo inter-radicular está presente apenas em dentes com múltiplas raízes, estendendo-se do cemento até o osso alveolar na região da crista do septo inter-radicular (Nanci, 2019).

Fibras elásticas como as oxitalânicas estão presentes no ligamento periodontal, enquanto as fibras elunínicas, também elásticas, podem ser encontradas no ligamento gengival (Nanci, 2019). As fibras oxitalânicas são constituídas por feixes de microfibrilas amplamente distribuídos no ligamento periodontal. Elas apresentam orientação predominantemente vertical, estendendo-se da superfície do cemento em direção apical e formando uma rede tridimensional ramificada que envolve a raiz dentária e termina na região do complexo apical, onde se localizam artérias, veias e vasos linfáticos. Além disso, essas fibras mantêm associação com feixes nervosos e pequenos vasos sanguíneos. Na região cervical do ligamento periodontal, as fibras oxitalânicas são particularmente numerosas e densas, dispendo-se paralelamente ao grupo de fibras colágenas gengivais (Nanci, 2019). Embora sua função ainda não esteja totalmente esclarecida, acredita-se que desempenhem papel na regulação do fluxo sanguíneo em resposta à função mastigatória. Por integrarem o sistema elástico, possuem capacidade de se distender diante de alterações tensionais, permitindo que essas variações sejam transmitidas e percebidas pelas paredes das estruturas vasculares. Essas características reforçam o papel do ligamento periodontal como um tecido capaz de adaptar-se continuamente às variações funcionais da mastigação (Nanci, 2019).

Figura 10. Representação esquemática dos principais grupos de fibras do ligamento periodontal - fibras transeptais, fibras da crista alveolar, fibras horizontais, fibras interradiculares, fibras oblíquas e fibras apicais



Fonte: Ilustrado pelos autores. Adaptado de NEWMAN, Michael G.; ELANGOVA, Sathesh; Irina F. Dragan; et al. Newman e Carranza - Periodontia Clínica Essencial. Rio de Janeiro: GEN Guanabara Koogan, 2022, pág 16, figura 2.3.

Nos níveis molecular e celular, as cargas sobre o ligamento periodontal desencadeiam eventos mecanobiológicos no osso alveolar, o que leva à remodelação óssea, uma vez que, o alongamento das fibras do ligamento periodontal causa o aumento do fluxo sanguíneo, divisão celular e produção de fibras, especialmente nos movimentos ortodônticos (Dutra *et al.*, 2016; Zhao *et al.*, 2025). Essa capacidade de adaptação às forças é fundamental para permitir a movimentação dentária controlada e a manutenção da integridade do osso alveolar (Dutra *et al.*, 2016).

Os tecidos periodontais derivam da crista neural, e é justamente de remanescentes dessas células que surgem as CTLPs (Células-Tronco do Ligamento Periodontal) com potencial regenerativo. No microambiente da cavidade oral, essas células são submetidas a uma exposição contínua e dinâmica a dois estímulos predominantes: as forças mecânicas e os sinais inflamatórios (Nanci, 2019; Zhao *et al.*, 2025). Em um contexto fisiológico, as CTLPs respondem a cargas cíclicas decorrentes da mastigação normal, enquanto em tratamentos ortodônticos, forças controladas são aplicadas para estimular essas células e promover a movimentação dentária programada.

Entretanto, em cenários patológicos, o estresse mecânico excessivo — proveniente de trauma oclusal ou forças ortodônticas inadequadas — pode causar danos severos ao ligamento, resultando em desfechos adversos como a reabsorção radicular ou a perda óssea alveolar. Somado a isso, a presença de inflamação de origem bacteriana pode desencadear processos destrutivos no LPD, culminando na

degradação dos tecidos moles e das estruturas ósseas adjacentes (Zhao *et al.*, 2025). Nesse panorama, as CTLPs emergem como reguladoras centrais, exercendo um papel determinante tanto na progressão da patogênese periodontal quanto na mediação da resolução terapêutica e do remodelamento tecidual. A caracterização dessas células baseia-se em critérios específicos de multipotencialidade e marcadores celulares definidos na literatura especializada (Bartold; Gronthos, 2017). Além disso, populações celulares associadas aos vasos sanguíneos, como os pericitos, também podem contribuir para o potencial regenerativo do ligamento periodontal (Komaki, 2019). Observa-se ainda que o envelhecimento pode reduzir a capacidade proliferativa e regenerativa dessas células, influenciando a resposta tecidual ao longo da vida (Tang & Yang, 2024).

A inervação da gengiva ocorre por meio de ramos terminais das fibras do ligamento periodontal, além de contribuições dos nervos infraorbitário, palatino ou lingual, mentoniano e bucal. Na gengiva inserida, a maior parte das terminações nervosas está localizada na lâmina própria, sendo menos frequente sua presença entre as células epiteliais. Existem terminações especializadas, como nociceptores e mecanorreceptores, que permitem a percepção de dor, pressão e tato. A presença de receptores no ligamento periodontal possibilita a identificação de pequenas forças aplicadas aos dentes, o que, em associação com os proprioceptores dos músculos e tendões, é fundamental para o controle dos movimentos e da intensidade das forças durante a mastigação. Na mandíbula, os dentes e seus ligamentos periodontais são inervados pelo nervo alveolar inferior, enquanto, na maxila, essa inervação é realizada pelo plexo alveolar superior (Berglundh *et al.*, 2024).

### 3.4 CEMENTO RADICULAR

O cimento caracteriza-se como um tecido conjuntivo mineralizado avascular que desempenha o papel fundamental de recobrir as superfícies radiculares dos elementos dentários. De acordo com os preceitos de Nanci (2019), a classificação desse tecido baseia-se primordialmente em dois pilares: a presença ou ausência de componentes celulares embutidos em sua matriz e a natureza da origem das fibras colágenas que o constituem. O processo de formação do cimento, ou cementogênese, é estruturado em dois momentos biológicos distintos: o estágio pré-funcional, que abrange todo o período de desenvolvimento da raiz, e o estágio funcional, que se estabelece quando o dente alcança o plano de oclusão, mantendo-se ativo durante toda a vida do indivíduo.

Essa diferenciação temporal e estrutural resulta em tipos de cimento com propriedades específicas. O cimento acelular, formado precocemente, é o que desempenha papel predominante pela fixação firme do dente ao alvéolo. Em contrapartida, o cimento celular apresenta um caráter marcadamente adaptativo, sendo depositado em resposta a demandas fisiológicas como o desgaste oclusal e a movimentação dentária, além de possuir uma participação direta e essencial nos processos de reparo dos tecidos periodontais (Nanci, 2019).

De acordo com a literatura especializada (Nanci, 2019), a composição bioquímica do cimento apresenta uma notável similaridade com a do tecido ósseo, sendo constituída por uma fase inorgânica de aproximadamente 45% a 50% de hidroxiapatita, enquanto o volume remanescente é preenchido por colágeno e proteínas não colagênicas da matriz. O colágeno do tipo I estabelece-se como o componente orgânico predominante, chegando a representar 90% da matriz no cimento celular de fibras intrínsecas e desempenhando um papel crucial na estruturação da deposição mineral, de forma equivalente ao que ocorre na osteogênese. Esta proteína é igualmente essencial no ligamento periodontal, onde organiza os feixes de fibras responsáveis pela ancoragem dentária e pela dissipação das cargas mastigatórias. Além do colágeno tipo I, observa-se a presença do colágeno tipo III, associado a processos de desenvolvimento e reparo tecidual, embora sua concentração decline com a maturação do tecido, e do colágeno tipo XII, que interage com fibrilas e proteínas não colagênicas para auxiliar na manutenção da integridade funcional do ligamento periodontal frente às forças oclusais. Conforme aponta Nanci (2019), outras variantes, como os colágenos tipos V, VI e XIV, são detectadas em proporções vestigiais no cimento maduro, possivelmente como subprodutos da atividade de fibroblastos do ligamento periodontal adjacente.

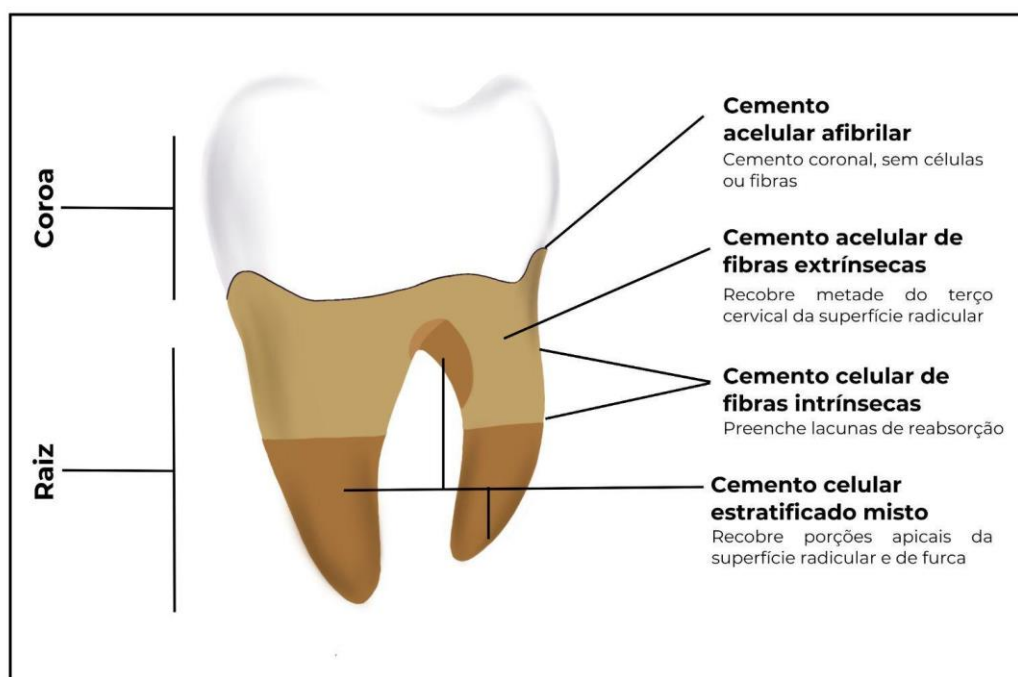
Quanto ao conteúdo não colagênico, o cimento compartilha com o osso uma série de moléculas sinalizadoras e estruturais, incluindo a fosfatase alcalina, sialoproteína óssea, osteocalcina, osteopontina e diversos fatores de crescimento, além de proteoglicanos e proteolipídios. No entanto, pesquisas citadas por Nanci (2019) sugerem a existência de moléculas potencialmente exclusivas deste tecido, como uma proteína de adesão específica e um fator de crescimento análogo à insulina, cuja caracterização funcional plena ainda depende de investigações complementares. A semelhança biológica entre cementoblastos e osteoblastos é ainda mais reforçada pela expressão da proteína Bril, um componente de membrana característico dessas linhagens celulares, consolidando a proximidade ontogenética e funcional entre esses dois tecidos mineralizados.

Com essas deposições constantes ao longo da vida, formam-se diferentes tipos de cimento que são classificados segundo Schroeder & Page (1990) da seguinte forma:

- 1) **Cimento acelular afibrilar** - é encontrado no esmalte, particularmente ao longo da junção amelocementária.
- 2) **Cimento acelular fibrilar** - é constituído quase que integralmente por feixes de fibras de Sharpey (formam sistema extrínseco de fibras e são produzidas pelos fibroblastos do ligamento periodontal e incorporadas ao cimento. Estão dispostas perpendiculares à superfície radicular, são espessas e dispersas). É frequentemente encontrado ao nível cervical e médio das raízes. Está envolvido na inserção do dente ao osso adjacente e apresenta um potencial de adaptação a funções, tais como deslocamento mesial e desgaste oclusal.

- 3) **Cimento celular de fibras intrínsecas** - é inicialmente depositado na superfície radicular nos locais onde não há cimento acelular de fibras extrínsecas. Pode ser encontrado nas regiões apicais e de furca, e não apresenta função imediata na fixação dos dentes. (intrínsecas são produzidas pelos cementoblastos orientadas paralelas ao longo eixo da raiz, são delicadas e agrupadas).
- 4) **Cimento celular de fibras mistas** - é constituído tanto por fibras extrínsecas como intrínsecas dentro de uma matriz calcificada que contém cementócitos.

Figura 11. Tipos de cimento com propriedades específicas



Fonte: Ilustrado pelos autores. Adaptado de NEWMAN, Michael G.; ELANGO VAN, Satheesh; Irina F. Dragan; et al. Newman e Carranza - Periodontia Clínica Essencial. Rio de Janeiro: GEN Guanabara Koogan, 2022, pág 18, figura 2.4.

As funções biológicas do cimento são fundamentais para a manutenção da integridade e da posição do elemento dental no arco, sendo categorizadas primordialmente em ancoragem, adaptação e reparo. A ancoragem é viabilizada principalmente pelo cimento acelular de fibras extrínsecas, com participação complementar do cimento celular estratificado misto; em ambas as variedades, a inserção das fibras de Sharpey é o mecanismo que garante a fixação efetiva do dente ao alvéolo (Newman *et al.*, 2022).

No que tange à função adaptativa, esta é desempenhada majoritariamente pelo cimento celular através de uma deposição contínua, especialmente nas regiões de ápice e furca, o que permite compensar o desgaste oclusal e manter o contato com os dentes antagonistas. Além disso, essa deposição ocorre de forma mais acentuada nas superfícies distais para contrapor o deslocamento fisiológico mesial dos dentes ao longo da vida (Newman *et al.*, 2022).

Adicionalmente, a capacidade de reparo do periodonto é uma atribuição do cimento celular de fibras intrínsecas, que se manifesta em áreas de reabsorção radicular ou em linhas de fratura. Esse processo de reparo ocorre de maneira acelerada e, por geralmente carecer de fibras extrínsecas em sua fase inicial, foca-se primordialmente na restauração da integridade tecidual e no preenchimento do defeito, em vez de atuar diretamente na ancoragem mecânica imediata do dente (Newman *et al.*, 2020).

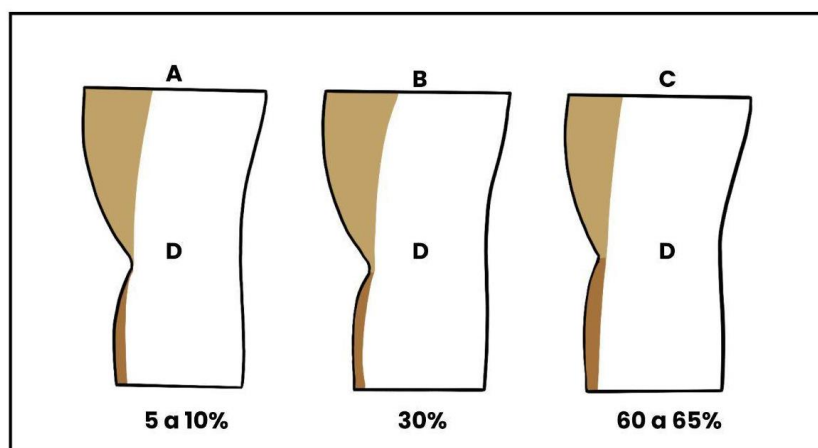
A deposição de cimento ocorre de forma contínua ao longo da vida, com variações na taxa de formação conforme a idade e as exigências funcionais, sendo mais intensa na região apical, onde compensa a erupção dentária decorrente do desgaste oclusal (Newman *et al.*, 2020). Na metade coronária da raiz, sua espessura varia entre 16 e 60  $\mu\text{m}$ , enquanto no terço apical e nas áreas de bifurcação pode atingir de 150 a 200  $\mu\text{m}$ . As superfícies distais tendem a apresentar maior espessura do que as mesiais, possivelmente em razão da mesialização fisiológica dos dentes. Com o envelhecimento, a espessura média do cimento pode triplicar entre 11 e 70 anos, passando de cerca de 95  $\mu\text{m}$  aos 20 anos para aproximadamente 215  $\mu\text{m}$  aos 60 anos (Newman *et al.*, 2020).

Alterações nesse processo podem gerar a hipercementose, um espessamento exagerado que, embora muitas vezes fisiológico, pode dificultar procedimentos de exodontia ou estar associado a patologias fibro-ósseas.

O cimento de dentes erupcionados está sujeito à reabsorção, esta pode ocorrer devido a causas sistêmicas e locais como trauma de oclusão, movimento ortodôntico, pressão de dentes mal posicionados em erupção, dentes reimplantados, doença periapical e periodontal, deficiência de vitamina D e A, deficiência de cálcio, hipotireodismo, doença de Paget, ou pode ocorrer sem etiologia aparente (Newman *et al.*, 2020). O cimento é mais resistente à reabsorção que o osso alveolar. Devido ao seu crescimento contínuo as reabsorções podem ser reparadas se a intensidade da pressão é reduzida e se o tecido conjuntivo circundante permanecer intacto.

Podem existir três tipos de situações diferentes envolvendo a relação entre o cimento e esmalte: a) em cerca de 60 a 65% dos casos, o cimento sobrepõe o esmalte; b) em aproximadamente 30% a união é topo a topo e; c) em 5 a 10% não há união entre cimento e esmalte (Newman *et al.*, 2020).

Figura 12. As estruturas de suporte do dente



Fonte: Ilustrado pelos autores. Adaptado de NEWMAN, Michael G.; ELANGO VAN, Satheesh; Irina F. Dragan; et al. Newman e Carranza - Periodontia Clínica Essencial. Rio de Janeiro: GEN Guanabara Koogan, 2022, pág 37, figura 2.14.

### 3.5 OSSO ALVEOLAR

Em conjunto com LP e cimento radicular, o osso alveolar constitui o periodonto de sustentação, cuja principal função é distribuir e absorver as tensões geradas pela mastigação e por outros contatos dentais (Berglundh *et al.*, 2024). O processo alveolar consiste do osso da maxila e da mandíbula que abrigam os alvéolos dentais em sua estrutura. A manutenção do processo alveolar depende da presença dos dentes e da estimulação que estes provocam nas paredes ósseas por meio de fibras colágenas do ligamento periodontal (Berglundh *et al.*, 2024).

O processo alveolar é formado por diferentes componentes estruturais que, embora possam ser descritos separadamente sob o ponto de vista anatômico, atuam de maneira integrada no suporte dos dentes. Externamente, apresenta uma camada de osso cortical composta por osso haversiano e lamelas ósseas compactas, conferindo resistência e proteção à estrutura. Internamente, a parede do alvéolo é constituída por uma fina camada de osso compacto denominada osso alveolar propriamente dito, que radiograficamente corresponde à lâmina dura. Histologicamente, essa região apresenta múltiplas perfurações, caracterizando a lâmina cribriforme, por onde passam feixes neurovasculares que conectam o ligamento periodontal à porção central do osso alveolar, representada pelo osso esponjoso. Entre as duas camadas de osso compacto localizam-se as trabéculas de osso esponjoso, responsáveis por fornecer sustentação estrutural ao processo alveolar, sendo que o septo interdental é formado por osso esponjoso delimitado por uma camada de osso compacto, sustentando os dentes adjacentes. Além dessas estruturas relacionadas diretamente aos dentes, os maxilares incluem o osso basal, situado mais apicalmente e sem relação direta com os elementos dentários (Newman *et al.*, 2020).

O osso e a parede dos alvéolos precisam se adaptar às forças de tensão e deformação, pois os dentes estão constantemente em movimento. A plasticidade da lâmina dura é refletida nas várias

morfologias (rígidas, adesivas, arborizadas e contínuas) de fixação das fibras de Sharpey (Nanci, 2019).

Os osteoblastos são os responsáveis pela formação do osso alveolar. Durante o processo de mineralização, algumas células ficam incorporadas passando a serem chamadas de osteócitos. Atualmente reconhece-se que os osteócitos atuam como sensores mecânicos e reguladores da remodelação óssea, influenciando a atividade de osteoblastos e osteoclastos (Huang et al., 2023). Os osteoclastos desempenham papel complementar essencial na remodelação do osso alveolar, promovendo reabsorção controlada e permitindo a renovação contínua do tecido ósseo (Omi & Mishina, 2022).

De acordo com a demanda funcional do processo alveolar, os osteoblastos e osteoclastos realizam a deposição de matriz óssea e remodelação do tecido neoformado. Dessa forma, existe um equilíbrio entre formação e reabsorção óssea, porém este pode ser alterado por fatores locais e sistêmicos. Em condições inflamatórias, esse equilíbrio pode ser rompido por mediadores imunológicos que estimulam a atividade osteoclástica, fenômeno descrito no campo da osteoimunologia (Tompkins, 2016). Nas áreas onde as fibras colágenas encontram-se sob constante tensão ocorrem a deposição de matriz óssea e em áreas sob pressão ocorre reabsorção, a qual se acredita ser causada pela diminuição da vascularização e do número de células no local. Dessa forma, sugere-se que o tamanho e orientação das trabéculas ósseas estejam relacionadas com a intensidade do estímulo ao qual são expostas (Newman *et al.*, 2020).

### 3.6 FISILOGIA PERIODONTAL

O suprimento sanguíneo do periodonto deriva principalmente das artérias alveolares superior e inferior, a qual emite a artéria intra-septal antes de penetrar no alvéolo. Os ramos terminais desta, conhecidos como ramos perfurantes, penetram no osso alveolar propriamente dito pelos canais em todos os níveis do alvéolo (Nanci, 2019; Berglundh *et al.*, 2024). No espaço do ligamento periodontal, eles se anastomosam com os vasos sanguíneos originários da porção apical do ligamento periodontal e com os demais ramos terminais da artéria intra-septal. Antes de penetrar no canal radicular, a artéria dentária fornece ramos que suprem a porção apical do ligamento periodontal (Berglundh *et al.*, 2024).

A gengiva recebe seu suprimento sanguíneo principalmente através dos vasos sanguíneos supraperiosteais, que são ramos terminais das artérias sublingual, mentoniana, bucal, facial, palatina maior, infra-orbitária e da dentária superior posterior. No ligamento periodontal, os vasos sanguíneos organizam-se em uma rede com formato poliédrico que envolve toda a raiz dentária. Já a gengiva livre recebe suprimento sanguíneo proveniente de três principais fontes: vasos supraperiosteais, vasos originados do próprio ligamento periodontal e vasos provenientes do osso alveolar (Berglundh *et al.*, 2024).

O ligamento periodontal apresenta rica inervação sensorial, sendo amplamente suprido por fibras nervosas capazes de conduzir estímulos táteis, de pressão e de dor por meio das vias do nervo trigêmeo. Os feixes nervosos alcançam o ligamento a partir da região periapical e também através de canais presentes no osso alveolar, acompanhando o trajeto dos vasos sanguíneos. No interior do ligamento, esses feixes se subdividem em fibras mielinizadas que, ao se aproximarem de suas terminações, perdem a bainha de mielina e se diferenciam em quatro tipos principais de terminações nervosas. Entre elas estão as terminações livres, com aspecto arboriforme, responsáveis principalmente pela percepção da dor; os mecanorreceptores do tipo Ruffini, localizados predominantemente na região apical; os corpúsculos espirais de Meissner, também mecanorreceptores, mais frequentemente encontrados no terço médio da raiz; e as terminações fusiformes sensíveis à pressão e vibração, envolvidas por uma cápsula fibrosa e situadas principalmente na região do ápice radicular. Dessa forma, a regulação dos movimentos e forças mastigatórias é devido a associação dos proprioceptores dos músculos e tendões com os receptores do ligamento periodontal (Newman *et al.*, 2020; Berglundh *et al.*, 2024).

A habilidade de adaptar-se rapidamente às alterações funcionais, mantendo sua espessura relativamente constante é uma característica notável. Essa capacidade é fundamental para a manutenção da homeostase do tecido, refletindo a atuação de mecanismos biológicos responsáveis por regular o metabolismo e a organização espacial das células envolvidas na formação do osso, do cimento e das fibras periodontais. Além disso, as células do ligamento periodontal possuem elevada capacidade de produzir e liberar diversas moléculas reguladoras, o que desempenha papel essencial nos processos de remodelação tecidual e na manutenção do equilíbrio funcional do ligamento periodontal (Newman *et al.*, 2020).

No geral, os dentes e os elementos periodontais da maxila são inervados pelo plexo alveolar superior. A gengiva maxilar também é inervada pelas ramificações dos nervos infra-orbital (gengiva vestibular dos incisivos, caninos e pré-molares), palatino maior (gengiva palatina da região dos molares e pré-molares) e nasopalatino (gengiva palatina da região dos incisivos e caninos) (Berglundh *et al.*, 2024). No periodonto, os nervos de pequeno calibre acompanham, em grande parte, o mesmo trajeto dos vasos sanguíneos. Na gengiva, eles percorrem o tecido conjuntivo mais superficial em direção ao periosteio e, ao longo desse caminho, emitem diversos ramos destinados ao epitélio gengival oral, seguindo até a região da gengiva livre.

A inervação do ligamento periodontal ocorre tanto pela via apical, por meio de ramos do nervo dentário, quanto lateralmente, através das perfurações existentes na parede do alvéolo, conhecidas como canais de Volkmann. No interior do ligamento, essas fibras nervosas se agrupam em feixes maiores, que passam a seguir paralelamente ao eixo longitudinal do dente. A partir desses feixes

ascendentes, partem pequenos ramos que suprem áreas específicas do tecido periodontal (Berglundh *et al.*, 2024).

Segundo Berglundh e colaboradores (2024), no periodonto, a drenagem linfática dirige-se aos linfonodos da cabeça e do pescoço. De modo geral, a maior parte dos dentes e de seus tecidos periodontais adjacentes drena para os linfonodos submandibulares. As gengivas da região dos incisivos inferiores drenam principalmente para os linfonodos submentuais, enquanto a gengiva palatina da maxila é direcionada aos linfonodos cervicais profundos. Já os terceiros molares drenam para os linfonodos jugulodigástricos.

#### 4 CONCLUSÃO

Em suma, o periodonto configura-se como uma unidade biológica dinâmica, onde a morfologia tecidual está intrinsecamente ligada às funções sensorial e imunológica. A literatura atual consolida que o periodonto não é apenas um suporte passivo, mas um sistema altamente responsivo pois enquanto a gengiva e o epitélio juncional garantem a vedação biológica e a defesa contra patógenos, o ligamento periodontal (LPD) atua como o principal sensor mecanobiológico do complexo.

A homeostase do osso alveolar e do cimento radicular é ditada pela capacidade do LPD de converter estímulos mecânicos em sinais bioquímicos, permitindo a adaptação contínua às cargas mastigatórias e ortodônticas. Portanto, o sucesso das intervenções clínicas e das terapias regenerativas depende da preservação desta integridade funcional. Em última análise, o conhecimento detalhado da fisiologia periodontal é o pilar que sustenta decisões clínicas seguras e eficazes, permitindo que o cirurgião-dentista atue em harmonia com a biologia do paciente para assegurar a estabilidade biomecânica e a saúde periodontal a longo prazo.

#### AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) – Código Financeiro 001 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - INCT Saúde Oral e Odontologia - Bolsa n. 406840/2022-9.

## REFERÊNCIAS

- AMBROSIO, Nagore; MARÍN, María José; LAGUNA, Estefanía; HERRERA, David; SANZ, Mariano; FIGUERO, Elena. Detection and quantification of *Porphyromonas gingivalis* and *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* in bacteremia induced by interdental brushing in periodontally healthy and periodontitis patients. *Archives of Oral Biology*, v. 98, p. 213-219, 2019. DOI: 10.1016/j.archoralbio.2018.11.025.
- AVILA-ORTIZ, Gustavo; GONZALEZ-MARTIN, Oscar; COUSO-QUEIRUGA, Emilio; WANG, Hom-Lay. The peri-implant phenotype. *Journal of Periodontology*, v. 91, n. 3, p. 283-288, 2020. DOI: 10.1002/JPER.19-0566.
- BARROS, Silvana P.; WILLIAMS, Ryan; OFFENBACHER, Steven; MORELLI, Teresa. Gingival crevicular fluid as a source of biomarkers for periodontitis. *Periodontology 2000*, v. 70, n. 1, p. 53-64, 2016. DOI: 10.1111/prd.12107.
- BARTOLD, P. M.; GRONTHOS, S. Standardization of criteria defining periodontal ligament stem cells. *Journal of Dental Research*, v. 96, n. 3, p. 231-238, 2017.
- BERGLUNDH, Tord; GIANNOBILE, William V.; LANG, Niklaus P.; SANZ, Mariano et al. *Lindhe – Tratado de Periodontia Clínica e Implantologia Oral*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2024.
- BERTOLINI, Patrícia Fernanda Roesler et al. Invasão do espaço biológico: indicações e limitações de técnicas cirúrgicas para sua recuperação. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, v. 24, n. 12, p. 1-8, 2024. DOI: 10.25248/REAS.e17930.2024.
- CATON, Jack G. et al. A new classification scheme for periodontal and peri-implant diseases and conditions. *Journal of Clinical Periodontology*, v. 45, supl. 20, p. S1-S8, 2018.
- CHAPPLE, Iain L. C. et al. Periodontal health and gingival diseases and conditions on an intact and a reduced periodontium. *Journal of Periodontology*, v. 89, supl. 1, p. S74-S84, 2018.
- CORTELLINI, Pierpaolo; BISSADA, Nabil F. Mucogingival conditions in the natural dentition: Narrative review, case definitions, and diagnostic considerations. *Journal of Periodontology*, v. 89, supl. 1, p. S204-S213, 2018.
- DE JONG, Tessa et al. The intricate anatomy of the periodontal ligament and its development: Lessons for periodontal regeneration. *Journal of Periodontal Research*, v. 52, n. 6, p. 965-974, 2017. DOI: 10.1111/jre.12477.
- DUTRA, Eliane Hermes; NANDA, Ravindra; YADAV, Sumit. Bone response of loaded periodontal ligament. *Current Osteoporosis Reports*, v. 14, n. 6, p. 280-283, 2016. DOI: 10.1007/s11914-016-0328-X.
- FATIMA, T. et al. Gingival Crevicular Fluid (GCF): A Diagnostic Tool for the Detection of Periodontal Disease. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 6, p. 3038, 2021.
- GARGIULO, A. W.; WENTZ, F. M.; ORBAN, B. Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. *Journal of Periodontology*, v. 32, n. 3, p. 261-267, 1961.
- GHALLAB, Noha Ayman. Diagnostic potential and future directions of biomarkers in gingival

crevicular fluid and saliva of periodontal diseases: Review of the current evidence. *Archives of Oral Biology*, [s. l.], v. 87, p. 115-124, 2018.

HE, W. et al. Programmed cell death of periodontal ligament cells in periodontal homeostasis and disease. *Journal of Cellular Physiology*, v. 238, n. 8, p. 1743–1755, 2023.

HUANG, H.; YANG, R.; ZHOU, Y. H. Mechanobiology of periodontal ligament stem cells. *Journal of Dental Research*, v. 101, n. 9, p. 1021–1030, 2022.

HUANG, X. et al. The roles of osteocytes in alveolar bone destruction and remodeling. *Journal of Cellular Physiology*, v. 238, n. 3, p. 567–579, 2023.

KOMAKI, M. Pericytes in the periodontal ligament. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, v. 1123, p. 187–199, 2019.

LANG, Niklaus P.; BARTOLD, P. Mark. Periodontal health. *Journal of Periodontology*, v. 89, supl. 1, p. S9-S16, 2018.

LYRA, S. Q. P.; SAMPAIO, R. I. F.; OLIVEIRA, D. F. Biological space: importance of restoring prior to prosthetic rehabilitation. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 7, e29814, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i7.29814.

NANCI, Antonio. *Ten Cate – Histologia Oral*. 9. ed. Rio de Janeiro: GEN Guanabara Koogan, 2019. E-book.

NEWMAN, Michael G. *Newman e Carranza – Periodontia Clínica*. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2020.

NEWMAN, Michael G.; ELANGOVA, Sathesh; DRAGAN, Irina F. et al. *Newman e Carranza – Periodontia Clínica Essencial*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2022.

OMI, M.; MISHINA, Y. Roles of osteoclasts in alveolar bone remodeling. *Journal of Bone and Mineral Research*, v. 37, n. 8, p. 1415–1426, 2022.

SCHROEDER, Hans E.; LISTGARTEN, Max A. The junctional epithelium: from strength to defense. *Journal of Dental Research*, v. 82, n. 3, p. 158-161, 2003. DOI: 10.1177/154405910308200302.

TANG, J.; YANG, K. Periodontal ligament stem cell aging in age-related periodontal tissue changes. *Journal of Periodontal Research*, v. 59, n. 2, p. 145–156, 2024.

THEODORO, Leticia Helena et al. Role of junctional epithelium in maintaining dento-gingival adhesion and periodontal health. *Frontiers in Dental Medicine*, v. 4, 2023. DOI: 10.3389/fdmed.2023.1144537.

TOMPKINS, K. A. The osteoimmunology of alveolar bone loss. *Journal of Dental Research*, v. 95, n. 7, p. 746–753, 2016.

WEN, Xinyu; PEI, Fang; JIN, Ying; ZHAO, Zhihe. Exploring the mechanical and biological interplay in the periodontal ligament. *International Journal of Oral Science*, v. 17, n. 1, p. 23, 2025. DOI: 10.1038/s41368-025-00354-y.



YUAN, Xue et al. Comparative analyses of the soft tissue interfaces around teeth and implants: Insights from a pre-clinical implant model. *Journal of Clinical Periodontology*, v. 48, n. 5, p. 745-753, 2021. DOI: 10.1111/jcpe.13446.

ZHAO, Zimo et al. Periodontal ligament stem cells in tissue remodeling: from mechanical forces to inflammatory signals. *Stem Cell Research & Therapy*, v. 16, n. 1, p. 653, 2025. DOI: 10.1186/s13287-025-04777-6.