

Emanuela Carla dos Santos  
(Organizadora)

# EPIDEMIOLOGIA, DIAGNÓSTICO E INTERVENÇÕES EM ODONTOLOGIA



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

Emanuela Carla dos Santos  
(Organizadora)

# EPIDEMIOLOGIA, DIAGNÓSTICO E INTERVENÇÕES EM ODONTOLOGIA



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

## **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Fernando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

## **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miraniide Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

#### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Epidemiologia, diagnóstico e intervenções em odontologia

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadora:** Emanuela Carla dos Santos

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E64 Epidemiologia, diagnóstico e intervenções em odontologia / Organizadora Emanuela Carla dos Santos. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5983-150-0  
DOI 10.22533/at.ed.500210706

1. Odontologia. 2. Saúde bucal. I. Santos, Emanuela Carla dos (Organizadora). II. Título.

CDD 617.6

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## **APRESENTAÇÃO**

A odontologia atualmente demanda muito mais conhecimento científico, além do conhecimento técnico, do que anos atrás. Entender os fatores determinantes das doenças, reconhecer sinais e sintomas para o correto diagnóstico, leva a execução de intervenções acertadas, baseadas no planejamento, que envolve todos esses fatores.

Este e-book traz um compilado de artigos que atualizam o profissional que busca melhorar seu conhecimento científico. A leitura deste conteúdo trará a experiência de colegas que atuam em várias regiões do país, o que enriquece ainda mais este portfólio.

Convido você, leitor, a aprofundar sua ciência nestas páginas sempre com olhar crítico e atento.

Ótima leitura!

Emanuela Carla dos Santos

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **A IMPORTÂNCIA DA ATUAÇÃO MULTIPROFISSIONAL ENTRE ODONTÓLOGOS E FONOAUDIÓLOGOS**

Jordana Resende Martins  
Winícius Arildo Ferreira Araújo  
Isabela Joane Prado Silva  
Heitor Ceolin Araújo  
Cristina Antoniali Silva  
Camila Ferreira Silva  
Glauco Issamu Miyahara

**DOI 10.22533/at.ed.5002107061**

### **CAPÍTULO 2..... 11**

#### **EFEITOS DOS TRATAMENTOS MULTIDISCIPLINARES EM PACIENTES COM DISFUNÇÃO TEMPOROMANDIBULAR – UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Emilly Karolyne Rodrigues Silva Lago  
Felipe José de Araújo D'Emery  
Cácio Lopes Mendes  
Odair Alves da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.5002107062**

### **CAPÍTULO 3..... 15**

#### **A IMPORTÂNCIA DO CIRURGIÃO BUCOMAXILOFACIAL NO COMBATE À VIOLÊNCIA DOMÉSTICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Lidylara Lacerda Araújo Carvalho  
Anna Karolyne Grando Silveira  
Chelsea Uramoto Barbosa  
Brenda Barbosa Gonçalves  
Simone de Melo Costa

**DOI 10.22533/at.ed.5002107063**

### **CAPÍTULO 4..... 18**

#### **PROTOCOLO DE ATUAÇÃO EM ÂMBITO HOSPITALAR DAS EQUIPES DE CIRURGIA E TRAUMATOLOGIA BUCOMAXILOFACIAL E ODONTOLOGIA HOSPITALAR NA ATENÇÃO AO PACIENTE INFANTIL COM ABSCESSO DENTÁRIO**

Patrícia de Fátima Firek  
Dayane Jaqueline Gross  
Luiz Ricardo Marafigo Zander  
Fabiana Bucholdz Teixeira Alves

**DOI 10.22533/at.ed.5002107064**

### **CAPÍTULO 5..... 27**

#### **ABCESSO DENTÁRIO COMPLICADO: UM RELATO DE CASO**

José Guilherme Belchior Costa  
Carlos Brandão Feitosa Nina

João Marcelo Garcez Alves  
Raissa Ribeiro de Queiroz Chaves  
Valéria Carvalho Ribeiro  
Lorayne Lino Sousa  
Levy Chateaubriand Feller  
Vanisse Portela Ramos  
Erika Maria do Nascimento Sá  
Manoel Lages Neto Castello Branco  
Neide Cristina Nascimento Santos

**DOI 10.22533/at.ed.5002107065**

**CAPÍTULO 6..... 34**

**OSTEOMIELITE: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Hayara Ohana Lima Santos  
Murillo José Martins Silva  
Isabelly Eduarda Avelino Firmino  
Jéssica Beatriz Caires Oliveira  
Mariana Camerino Sampaio  
João Pedro Matar Lemos  
Celso Pereira do Nascimento  
Anderson dos Santos Panaro  
Diego Maurício de Oliveira  
Maxsuel Fabian Cavalcante Silva  
Francielly do Carmo Guedes  
Lucas Fortes Cavalcanti de Macêdo

**DOI 10.22533/at.ed.5002107066**

**CAPÍTULO 7..... 44**

**REFERÊNCIAS ANATÔMICAS DE ACESSO CIRÚRGICO SUBMANDIBULAR PARA TRATAMENTO DE FRATURAS: REVISÃO DE LITERATURA**

Luana Ferreira Gomes  
Sara Juliana de Abreu de Vasconcellos  
Beatriz Reis de Oliveira  
José Sávio dos Santos  
Naynne Soares de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.5002107067**

**CAPÍTULO 8..... 50**

**TRATAMENTO DE FRATURAS DO ASSOALHO ORBITÁRIO: REVISÃO DE LITERATURA**

Guilherme Ferreira Parra  
Claudio Maldonado Pastori

**DOI 10.22533/at.ed.5002107068**

**CAPÍTULO 9..... 61**

**CAPTAÇÃO DE DENTES HUMANOS EXTRAÍDOS NO SERVIÇO PÚBLICO DOS MUNICÍPIOS DA 3ª REGIONAL DE SAÚDE DO PARANÁ PELO BANCO DE DENTES HUMANOS DA UEPG**

Luiz Ricardo Marafigo Zander

Mariane Aparecida Sanson Wayar  
Jessyca Twany Demogalski  
Thais Regina Kummer Ferraz  
Stella Kossatz

**DOI 10.22533/at.ed.5002107069**

**CAPÍTULO 10..... 72**

**CIRURGIA DE AUMENTO DE COROA CLÍNICA ESTÉTICA EM ELEMENTO UNITÁRIO  
COM FINALIDADE DE TRATAMENTO DO SORRISO GENGIVAL: RELATO DE CASO**

Gabriel Querobim Sant'Anna  
Gabriela de Arruda Ribeiro  
Bruno Gualtieri Jesuino  
Leonardo Ribeiro Marques da Silva  
Pedro Pimentel Negri  
Letícia Dragonetti Girotti  
Carla Andreotti Damante  
Mariana Schutzer Raghianti Zangrando  
Adriana Campos Passanezi Sant'Ana  
Talyta Sasaki Jurkevicz  
Vitor Artur Miyahara Kondo

**DOI 10.22533/at.ed.50021070610**

**CAPÍTULO 11..... 79**

**USO DE PROBIÓTICOS NA PERIODONTIA: REVISÃO DE LITERATURA**

Allyce Jucá Dantas de Santa Rosa  
Ana Mercia Bernardino Ferreira  
Natália Karol de Andrade

**DOI 10.22533/at.ed.50021070611**

**CAPÍTULO 12..... 86**

**PROTOCOLO INFERIOR IMEDIATO: DO PLANEJAMENTO À CONCLUSÃO - RELATO  
DE CASO CLÍNICO**

Marcelo Ribeiro de Melo  
Juliana Barbosa de Faria  
Luís Henrique Borges

**DOI 10.22533/at.ed.50021070612**

**CAPÍTULO 13..... 101**

**ANALISE DE MOLDAGENS OBTIDAS PELA TÉCNICA CONVENCIONAL UTILIZANDO  
ELASTÔMEROS UM ESTUDO**

Vivian Mainieri Henkin  
Ézio Teseo Mainieri

**DOI 10.22533/at.ed.50021070613**

**CAPÍTULO 14..... 117**

**APLICAÇÃO DE LAMINADOS CERÂMICOS PARA REESTABELECIMENTO ESTÉTICO:  
REVISÃO DE LITERATURA**

Thays Mariane Cardoso Moura Silva

Luana Peixoto Gama  
Ana Clara de Almeida Silva  
Sofia Virna Jucá Dantas Melo  
Michelle Leão Bittencourt Brandão Medeiros  
**DOI 10.22533/at.ed.50021070614**

**CAPÍTULO 15..... 124**

**LENTE DE CONTATO DENTAL: REVISÃO DE LITERATURA**

Irlanda Roseane Costa Flores

**DOI 10.22533/at.ed.50021070615**

**CAPÍTULO 16..... 133**

**ANÁLISE DO CUIDADO COM A SAÚDE BUCAL DE IDOSOS PORTADORES DE PRÓTESES DENTÁRIAS PELO PROGRAMA PET SAÚDE EM UMA ESTRATÉGIA DE SAÚDE DA FAMÍLIA**

Leonardo de Souza Marques  
Ana Carolina da Graça Fagundes  
Lisamara Dias de Oliveira Negrini  
Rosa Fátima de Oliveira Rodrigues  
Carolina Bernardi Stefani  
Jane de Oliveira  
Adriana de Lima Simões  
Clara Brito Alves  
Eloisa Pais Pereira Felix  
Karina Grazielle Oliveira Machado  
Maynara Eto Bernardes  
Matheus de Almeida Russo

**DOI 10.22533/at.ed.50021070616**

**CAPÍTULO 17..... 143**

**RELATO DE EXPERIÊNCIA: PROJETO DE EXTENSÃO EM ODONTOGERIATRIA**

Thalia Santos Silva  
Anne Gabrielly Correia Jucá  
Beatriz Vieira Nunes  
Evelyn Cavalcante Sarmento  
Catarina Brito da Rocha Medeiros  
Tawanne Francinne Soares Feitosa  
Maria Eduarda Lima Moraes Sarmento  
Paulinne Braga Rezende Sarmento  
Ana Luiza Pontes de Oliveira  
Fernanda Braga Peixoto  
Olívia Maria Guimarães Marroquim

**DOI 10.22533/at.ed.50021070617**

**CAPÍTULO 18..... 151**

**APOIO DE ACADÊMICOS DE ODONTOLOGIA COMO RECURSOS MEDIADORES (MONITORES) NA ACESSIBILIDADE, INCLUSÃO E ACOLHIMENTO DO ALUNO DE ODONTOLOGIA COM NECESSIDADES ESPECIAIS NA PRÁTICA CLÍNICA**

Artur Henrique Caldeira Carvalho

Emyly Natanny Reis Rocha

Fátima Heritier Corvalan

Nára Rejane Santos Pereira

Valério Antonio Parizotto

**DOI 10.22533/at.ed.50021070618**

**CAPÍTULO 19..... 157**

**ATIVAÇÃO DE METALOPROTEINASES DA MATRIZ: QUAL O IMPACTO NOS TECIDOS MINERALIZADOS DA CAVIDADE BUCAL?**

Francisco Wanderley Garcia Paula-Silva

Maya Fernanda Manfrin Arnez

Claudia Maria Carpio Bonilla

Angélica Aparecida de Oliveira

Paulla Iáddia Zarpellon Barbosa

Alexandra Mussolino de Queiroz

**DOI 10.22533/at.ed.50021070619**

**CAPÍTULO 20..... 178**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE EXTRATOS DE PRÓPOLIS NA DESCONTAMINAÇÃO DE CONES DE GUTA-PERCHA**

Italo Vasconcelos Cavalcante

Isabelly Eduarda Avelino Firmino

Bárbara Tenório Sarmento

Gastão Tenório Lins Filho

Jéssica Beatriz Caires de Oliveira

Yáskara Veruska Ribeiro Barros

Fernanda Freitas Lins

**DOI 10.22533/at.ed.50021070620**

**CAPÍTULO 21..... 188**

**ÓLEO DE *MELALEUCA ALTERNIFÓLIA*: PRODUTOS NATURAIS APLICADOS A TERAPIA ANTIFÚNGICA**

Keilla Pereira Batista de Meneses

Tháís Batista de Carvalho Ramos

Emerson Raimundo Freitas de Lira

Thomás Bezerra dos Anjos

Lilian Emanuelle Santos de Souza

Júlia Gabriela de Lima Leal

Ivana Chagas Benvindo Martins

Kauane Darlla da Silva Laurindo

Isabela Pedroso dos Santos

Viviane de Albuquerque Azevedo Salvador

Talita Íria Cunha Ferreira do Carmo

Yuri Cássio de Lima Silva

**DOI 10.22533/at.ed.50021070621**

**CAPÍTULO 22..... 199**

**INFORMAÇÕES DE INTERESSE DO CIRURGIÃO-DENTISTA E DO PACIENTE SOBRE HMI E HMD**

Samantha Jéssica Lopes Sousa

Raíza Dias de Freitas

Renata Zoraida Rizental Delgado

Thaise Mayumi Taira

Isabela Ribeiro Madalena

Gisele Carvalho Inácio

**DOI 10.22533/at.ed.50021070622**

**CAPÍTULO 23..... 229**

**ODONTOLOGIA BASEADA NA HUMANIZAÇÃO**

Emyly Natanny Reis Rocha

Artur Henrique Caldeira Carvalho

Fátima Heritier Corvalan

Nára Rejane Santos Pereira

Valério Antônio Parizotto

**DOI 10.22533/at.ed.50021070623**

**CAPÍTULO 24..... 237**

**NÍVEL DE COMPREENSÃO DOS CIRURGIÕES DENTISTA EM GOIÂNIA-GO SOBRE BISFOSFONATOS (BFS)**

Bárbara de Oliveira Horvath Pereira

Andressa Christine Borges Moura

Anna Luísa de Castro Mafra Rodrigues

Bianca de Oliveira Horvath Pereira

Leandro Norberto da Silva Júnior

Claudio Maranhão Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.50021070624**

**CAPÍTULO 25..... 250**

**USO CONSCIENTE DE AMÁLGAMA NA PRÁTICA ODONTOLÓGICA**

Mariana Gabriele Velozo de Carvalho

Vanessa Rebeqa Ferreira de Luna Silva

Richard Pereira da Silva Filho

Maria Catarina Almeida Lago

Caroline Tavares Silva

Odair Alves da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.50021070625**

<b>CAPÍTULO 26.....</b>	<b>253</b>
<b>SISTEMAS DE INFORMAÇÃO EM SAÚDE: UMA REVISÃO DE LITERATURA DOS AVANÇOS TECNOLÓGICOS DO CADASTRAMENTO E MONITORAMENTO DA POPULAÇÃO</b>	
Anayla Oliveira da Silva	
Cleuton Braz Morais	
Isabela Pinheiro Cavalcanti Lima	
Radaiany Fernandes Malheiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.50021070626</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA .....</b>	<b>264</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>265</b>

# CAPÍTULO 19

## ATIVÇÃO DE METALOPROTEINASES DA MATRIZ: QUAL O IMPACTO NOS TECIDOS MINERALIZADOS DA CAVIDADE BUCAL?

Data de aceite: 21/05/2021

### **Francisco Wanderley Garcia Paula-Silva**

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da  
Universidade de São Paulo  
Ribeirão Preto, SP, Brasil  
ORCID 0000-0001-8559-532X  
<http://lattes.cnpq.br/9333456417436433>

### **Maya Fernanda Manfrin Arnez**

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da  
Universidade de São Paulo  
Ribeirão Preto, SP, Brasil  
ORCID 0000-0002-1044-0937  
<http://lattes.cnpq.br/2069638991297931>

### **Claudia Maria Carpio Bonilla**

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da  
Universidade de São Paulo  
Ribeirão Preto, SP, Brasil  
ORCID 0000-0003-0671-1914  
<http://lattes.cnpq.br/9602971251664202>

### **Angélica Aparecida de Oliveira**

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da  
Universidade de São Paulo  
Ribeirão Preto, SP, Brasil  
ORCID 0000-0002-0447-8939  
<http://lattes.cnpq.br/1576791689853319>

### **Paula Iáddia Zarpellon Barbosa**

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da  
Universidade de São Paulo  
Ribeirão Preto, SP, Brasil  
ORCID 0000-0002-9212-6107  
<http://lattes.cnpq.br/3159479870457027>

### **Alexandra Mussolino de Queiroz**

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da  
Universidade de São Paulo  
Ribeirão Preto, SP, Brasil  
ORCID 0000-0003-2900-5000  
<http://lattes.cnpq.br/9519111050465131>

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho é abordar informações sobre o impacto da ativação das metaloproteinases da matriz (MMPs) nos tecidos mineralizados da cavidade bucal. Para isso, foi realizado um levantamento bibliográfico nas bases PUBMED/MEDLINE, LILACS, Science Direct e Scielo e utilizados os descritores “Metaloproteinase da Matriz”, “Periodontite Apical”, “Cavidade Bucal”, “Esmalte Dentário”, “Dentina” e “Reabsorção Radicular”. A amostra foi constituída por 420 trabalhos e após leitura criteriosa dos títulos e resumos, 132 trabalhos foram incluídos nessa revisão. As MMPs estão envolvidas no processo de remodelação tecidual apresentando-se como enzimas-chave para o metabolismo do colágeno. Existem MMPs na matriz dentinária com um papel importante na degradação do colágeno dentinário durante a progressão de lesões de cárie. As MMPs exercem papel na inflamação pulpar, sendo que elas estão aumentadas na pulpite irreversível o que pode resultar na desorganização do tecido pulpar. No esmalte, estão envolvidas no processo de formação, além de desempenharem um papel importante na progressão da erosão dental e delaminação do esmalte na cárie de radiação. Desse modo, as MMPs são de particular interesse devido aos importantes papéis que

desempenham nas estruturas da cavidade bucal. Elas podem agir tanto em processos fisiológicos quanto em patológicos, dependendo de diversos fatores locais que atuam como co-fatores na reorganização da matriz orgânica tecidual.

**PALAVRAS - CHAVE:** Inibidores de Metaloproteinases. Inibidores Teciduais de Metaloproteinases. Metaloproteinases da Matriz.

## MATRIX METALLOPROTEINASE ACTIVATION: WHAT IS THE IMPACT ON MINERALIZED TISSUES OF THE ORAL CAVITY?

**ABSTRACT:** The aim of this work is approach information about the impact of the activation of matrix metalloproteinases (MMPs) on mineralized tissues of the oral cavity. For this, a bibliographic survey was carried out on the bases PUBMED/MEDLINE, LILACS, Science Direct and Scielo and the descriptors “Matrix Metalloproteinase”, “Apical Periodontitis”, “Oral Cavity”, “Dental Enamel” “Dentin” and “Resorption Root”. The sample was found by 420 papers and after careful reading of the titles and abstracts, 132 papers were included in this review. MMPs are involved in the tissue remodeling process, as key enzymes for collagen metabolism. There are MMPs in the dentin matrix with an important role in the degradation of dentin collagen during a progression of caries lesions. MMPs play a role in pulp inflammation, and they are increased in irreversible pulpitis, which can result in pulp tissue disorganization. In enamel, they are involved in the formation process, in addition to an important role in the progression of dental erosion and delamination of enamel in radiation caries. Thus, MMPs are of particular interest due to the important roles they play in the structures of the oral cavity. They can act in both physiological and pathological processes, depending on several local factors that act as co-factors in the reorganization of the organic tissue matrix.

**KEYWORDS:** Matrix Metalloproteinases. Matrix Metalloproteinase Inhibitors. Tissue Inhibitors of Metalloproteinases.

## INTRODUÇÃO

As metaloproteinases da matriz (MMPs) compreendem um importante grupo de endopeptidases metal-dependentes, que são consideradas as principais enzimas responsáveis pela remodelação dos componentes da matriz extracelular, que incluem diferentes tipos de colágeno nativo e desnaturado, fibronectina, laminina e elastina. As MMPs são secretadas na forma de zimógenos ou proenzimas inativas que são ativadas no tecido pela segmentação dos propeptídeos. As metaloproteinases contêm o íon zinco ( $Zn^{++}$ ) no sítio catalítico e a presença do íon cálcio ( $Ca^{++}$ ) é fundamental para sua estabilidade e atividade<sup>48,5,47</sup>. A expressão dessas proteinases é dependente de estímulos específicos, e ocorre tanto por células residentes do tecido conjuntivo durante a remodelação e o desenvolvimento tecidual, bem como por células inflamatórias recrutadas durante os eventos inflamatórios<sup>5,47,37,82,35,77,86,88,86,29</sup>. Dentre os eventos de remodelação estão o desenvolvimento embriológico, tanto a ovulação quanto a involução do útero no pós-parto, a remodelação óssea e o reparo de feridas. Por outro lado, a atividade das MMPs está

intimamente relacionada com importantes doenças como artrite reumatóide e osteoartrite, câncer, aneurisma aórtico abdominal e infarto agudo do miocárdio <sup>109,79</sup>.

Existem pelo menos 24 tipos distintos de MMPs <sup>36</sup>, das quais 23 são encontrados em humanos e, com base na especificidade com o substrato, podem ser divididas em 6 subgrupos: colagenases, estromelisinases, matrilisinases, metaloelastases, MMPs do tipo de membrana e outros tipos. As TIMPs, tissue inhibitors of metalloproteinases, inibidores específicos que controlam a atividade das MMPs. Esses inibidores (TIMPs) são proteínas pequenas e com múltiplas funções que regulam as funções, o nível de ativação e habilidade de hidrolisar um determinado substrato das metaloproteínases <sup>6,111,70</sup>. O que mantém a homeostase da matriz extracelular é o equilíbrio entre a produção de MMPs e TIMPs. É bem relatado na literatura que o excesso de atividade das MMPs nos tecidos sinalizam um processo patológico da matriz extracelular. Portanto, o interesse em desenvolver inibidores sintéticos das MMPs que possam ser usados em terapias médicas e odontológicas é o que movimenta muitos estudos nessa área. Dentro desse contexto, este trabalho objetiva abordar informações sobre o impacto da ativação das metaloproteínases da matriz (MMPs) nos tecidos mineralizados da cavidade bucal.

## **METODOLOGIA**

Foi realizada uma revisão de estudos disponíveis na literatura por meio da busca bibliográfica nas bases de dados eletrônicas PUBMED/MEDLINE (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online), LILACS (Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde), Science Direct e Scielo (Scientific Electronic Library), no período de 1965 à 2019. Para a pesquisa foram utilizados os seguintes descritores: “Metaloproteinase da Matriz”, “Periodontite Apical”, “Cavidade Bucal”, “Esmalte Dentário” “Dentina” e “Reabsorção Radicular”, utilizando a seguinte estratégia de busca (metaloproteínases da matriz e cavidade oral e dente) (inflamação ou reabsorção ou lesão periapical) (esmalte ou dentina ou cimento). Foram incluídos artigos publicados em inglês, espanhol e português. A amostra foi constituída por 420 trabalhos, dos quais, após leitura criteriosa do resumo, 132 trabalhos foram incluídos na revisão de literatura.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **MMPs no tecido ósseo**

O tecido ósseo é um tipo de tecido conjuntivo especializado, de consistência rígida que desenvolve funções como suporte dos tecidos moles, proteção de órgãos vitais e apoio à musculatura esquelética. Além disso, os ossos atuam como depósito de íons como cálcio e fosfato, promovendo o armazenamento ou a liberação controlada, de acordo com suas concentrações nos fluidos corporais. Dentre as moléculas envolvidas no processo

de remodelação deste tecido encontram-se as metaloproteinases da matriz (MMPs), enzimas-chave para o metabolismo do colágeno <sup>77,47,105</sup>. No processo de ossificação, as metaloproteinases de matriz MMP-9, MMP-13 e MMP-14 medeiam a remodelação da cartilagem, enquanto a MMP-9 também é um fator angiogênico<sup>44</sup>.

A modificação estrutural da matriz extracelular óssea é regulada por vários tipos de metaloproteinases de matriz <sup>21</sup>. A metaloproteinase da matriz-2 é uma endopeptidase expressa em condições fisiológicas, importante para a remoção do conteúdo ósseo orgânico durante o processo de maturação óssea <sup>8,75</sup>. Por outro lado, a expressão de metaloproteinase da matriz-9 é menor no tecido ósseo medular e pouco associada à remodelação. A MMP-9 é expressa principalmente por osteoclastos durante o processo de reabsorção óssea ativa <sup>86,29</sup>. A MMP-2 é importante para a função dos osteoclastos, recrutamento de osteoblastos e manutenção da viabilidade dos osteócitos <sup>79</sup>, contribuindo para o reparo e regeneração óssea <sup>78</sup>. A redução na síntese de MMP-2 relacionada à idade está associada a efeitos deletérios no processo homeostático e regenerativo do tecido ósseo <sup>4</sup>. Um desequilíbrio na síntese de MMP-2 leva à remodelação óssea deficiente <sup>79</sup> interrompendo o processo de reparo do tecido e ocasionando menor grau de mineralização <sup>80</sup> Na remodelação óssea após implantação de biomaterial também ocorre uma modulação positiva de MMP-2 e baixa expressão de MMP-9 <sup>105</sup>.

As MMPs regulam a degradação do colágeno no processo de reabsorção óssea na doença periodontal <sup>6,124,17,71,102,133,53,40</sup> e, portanto, estão envolvidas na perda de inserção do dente <sup>38,110</sup>.

Na lesão periapical, as MMPs também regulam a degradação dos componentes da matriz extracelular durante a infecção endodôntica, tanto nos estágios iniciais (pulpite irreversível) <sup>106,127,33,122</sup>, como na reabsorção óssea periapical <sup>88</sup>.

As MMP-1, -3, -7, -8 e MMP-9 apresentaram um importante aumento na sua expressão e atividade, e pequena contribuição da MMP-13 e MMP-14 <sup>78</sup> sendo assim proposto que as MMP-1, -8, -9 e MMP-13 contribuem para a expansão de lesões periapicais <sup>118,119,50,14,100,26</sup>. Granulomas periapicais mostraram alta síntese de MMP-13 e um padrão de expressão de MMP-9 em neutrófilos, diferentemente dos cistos <sup>87</sup>. Em cistos periapicais de humanos, a expressão de MMP-1 ocorre no tecido epitelial que circunda a lesão, em macrófagos, no endotélio e células residentes (fibroblastos) <sup>51</sup>.

Em modelo animal, a expressão de MMP-2 e -9 se estende da exposição pulpar até aproximadamente 21 dias após a contaminação dos canais radiculares. Em torno de 30 dias, com a cronicidade do processo, é possível identificar a expressão de metaloproteinases da matriz diminuída nos tecidos <sup>20</sup>. A síntese de MMP-1 ocorre em regiões do tecido ósseo que se encontram em processo osteolítico <sup>52,40</sup>.

A terapia endodôntica tem importante papel na redução de inflamação periapical e na expressão de metaloproteinases da matriz <sup>88, 94</sup>. Em dentes de humanos com necrose pulpar, a concentração de MMP-8 presente no interior dos canais radiculares, pode ser

modulada durante tratamento endodôntico, assim como a expressão de RNA mensageiro (RNAm) para MMP-3, -10 e -12 após o tratamento de canais radiculares em dentes com lesão periapical induzida experimentalmente <sup>59</sup>.

### **MMPs no cimento**

Os mecanismos envolvidos no processo de reabsorção dos tecidos mineralizados após infecção endodôntica ou traumatismos dentários <sup>39,90,89</sup> envolvem proteases, citocinas pró-inflamatórias e células clássicas <sup>88,93,89</sup>. Especificamente na reabsorção dentária, maior síntese de MMP-2 e MMP-13 foi identificada após movimentação ortodôntica em ratas ovariectomizadas <sup>2</sup> e maior expressão gênica de MMP-1 localizada em cementócitos próximos aos clastos envolvidos na reabsorção dentária <sup>22</sup>. Ainda, a detecção de MMP-9 no fluido crevicular tem sido associada à reabsorção dentária após traumatismos <sup>32</sup> e no processo de rizólise e esfoliação de dentes decíduos <sup>55</sup>.

### **MMPs no complexo dentino-pulpar**

Dentina e polpa são dois tecidos intimamente relacionados, que possuem características comuns referentes à origem, relação topográfica e função, constituindo o complexo dentino-pulpar. A dentina é uma estrutura avascular que não apresenta células em seu interior, apenas os prolongamentos dos odontoblastos que encontram-se no interior de túbulos que a percorrem desde a polpa até a junção amelodentinária. O conteúdo mineral da dentina é estimado em 70% do seu peso, na forma de hidroxiapatita. O restante de sua composição é constituído por aproximadamente 18% de material orgânico (sendo que 85% deste corresponde a colágeno do tipo I e 5% a colágeno do tipo III e V; e os 10% restantes são constituídos pelas proteínas não colágenas que são: sialofosfoproteína dentinária, que se desdobra na matriz orgânica em sialoproteína e fosfoproteína dentinária; proteínas da matriz dentinária 1, 2 e 3; proteínas morfogenéticas dentinárias, osteopontina, osteocalcina e osteonectina, proteoglicanas e proteínas séricas) e 12% de água. A polpa, por sua vez, é um tecido conjuntivo frouxo, circundado pela dentina, com duas camadas periféricas: a camada de odontoblastos e a região sub-odontoblástica <sup>65</sup>, sendo funções fundamentais da polpa a formação de dentina e as respostas defensivas à diferentes estímulos, por meio de dilatação e aumento da permeabilidade de vasos sanguíneos e da presença de células inflamatórias <sup>85</sup>.

No interior dos túbulos dentinários há um fluxo constante de líquido tissular, oriundo da polpa, constituindo o fluido dentinário. De 20 a 39% do volume total da dentina correspondem aos túbulos dentinários, enquanto o fluido dentinário representa cerca de 22% desse volume. A quantidade de túbulos dentinários varia, na dentina, de acordo com a proximidade com o tecido pulpar, existindo uma média de 65.000 a 75.000 túbulos por mm<sup>2</sup> nas proximidades da polpa, de 30 a 35.000 túbulos na porção média e de 10 a 25.000 túbulos próximo ao esmalte. Nas proximidades da polpa, além de mais numerosos, o

diâmetro dos túbulos é maior, variando entre 2,5 e 3,0  $\mu\text{m}$ , enquanto na periferia o mesmo atinge diâmetro menor que 1,0  $\mu\text{m}$  <sup>30</sup>. A permeabilidade da dentina próxima à junção amelodentinária é de 1%, na porção mediana é de 7,6% e próximo à polpa é de 22% <sup>84,65</sup>.

Pelo exposto, percebe-se que é possível a difusão de substâncias através da dentina, podendo alcançar o tecido pulpar e ocasionar, nesse tecido, alterações patológicas. Quanto menor a espessura do remanescente dentinário, mais intensos os possíveis efeitos tóxicos dessa difusão <sup>35,67,28</sup>.

Recentemente, foi demonstrado que a MMP-2 <sup>58,60</sup> e a MMP-9 <sup>60</sup> estão presentes na matriz dentinária. Foi demonstrado que as MMPs têm um papel crucial na degradação do colágeno dentinário em lesões de cárie <sup>121,116</sup>.

Os níveis de MMP-9 estão significativamente aumentados em polpas de dentes com pulpíte <sup>33,123</sup>, enquanto os níveis de MMP-2 podem estar diminuídos em polpas de dentes com pulpíte <sup>33</sup>. Em dentes com pulpíte verifica-se o aumento da atividade genatinolítica, a qual está positivamente correlacionada com os níveis de MMP-9 <sup>33</sup>. Ainda, células da polpa dental estimuladas com o fator de necrose tumoral- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) expressaram MMP-1 e -13, demonstrando a importância destas enzimas durante os eventos pró-inflamatórios <sup>87</sup>. TNF- $\alpha$  e interleucina 1 estimularam a produção de elevados níveis de MMP-2 e 9 em culturas de células pulpares humanas demonstrando que essas MMPs exercem papel na inflamação pulpar <sup>76</sup>. TNF- $\alpha$ , interleucina 1 $\beta$  e interleucina 6 causaram o aumento da expressão de MMP-1, -2 e -3 por células pulpares <sup>131</sup>. A expressão de MMP-3 foi aumentada em 12 e 24h após a lesão pulpar, enquanto MMP-2 e MMP-14 não foram alterados <sup>135</sup>. A MMP-3, localizada em células endoteliais, aumenta a proliferação, migração e sobrevivência celular, induz a angiogênese e formação de dentina reparadora <sup>42</sup>.

Estudos prévios demonstraram também que os adesivos dentinários autocondicionantes são capazes de aumentar a atividade colagenolítica no complexo dentino-pulpar, via ativação de MMPs *in vitro* <sup>72,117,49</sup>, enquanto o cimento de óxido de zinco e eugenol inibiu a expressão das MMPs *ex vivo* <sup>105</sup>. Os agentes cimentantes Ketac Cem e Rely-X Unicem são materiais que induzem a produção de MMP-2 e -9 quando implantados no tecido conjuntivo de camundogos <sup>98</sup>, porém compatíveis e não modulam a produção dessas enzimas no tecido pulpar, ao serem utilizados em cavidades profundas <sup>97</sup>.

Com relação à capacidade de deposição de dentina reparadora, o processo requer a elaboração de uma matriz extracelular de natureza colagenosa por odontoblastos ou células semelhantes à odontoblastos, respectivamente. As células da polpa dental controlam a mineralização da rede de fibras colágenas pela adição de cristais de hidroxiapatita durante a conversão da pré-dentina em dentina <sup>11</sup>. Durante este processo, a remodelação do tecido de natureza orgânica é realizada com a participação das MMPs, uma vez que foi demonstrado que a inibição de MMP-2 e -9 previne a remodelação dentinária <sup>25</sup>. Entretanto, quanto o estímulo agressor é muito intenso, a integridade da matriz extracelular colagenosa pode ser comprometida pela degradação proteolítica por collagenases (MMP-1, -8 e -13) e

gelatinases (MMP-2 e -9) produzidas pelas células da polpa dental em resposta ao estímulo inflamatório <sup>25</sup>. Portanto, as MMPs participam tanto da remodelação tecidual fisiológica ou em resposta à irritação leve, estão associadas com a remodelação da matriz orgânica da dentina <sup>34,115</sup> e como também da degradação do tecido conjuntivo, dependendo da quantidade de enzima nos tecidos.

MMP-1, -2, -9, -10, -11, -13, -14, -15, -16, -17, -19, -20 e -23, assim como TIMP-1, -2 e -3 (inibidores de metaloproteinases) são expressos tanto por odontoblastos como pelas células mesenquimais indiferenciadas do tecido pulpar. MMP-2, -10, -11, -14 e -20 são expressas mais abundantemente pelos odontoblastos, por outro lado o tecido pulpar expressa mais MMP-13 e -17. O TGF- $\beta$ 1 estimula a expressão de MMP-9 nos odontoblastos, embora não tenha sido detectado efeito no restante do tecido pulpar. A expressão de MMPs e TIMPs por odontoblastos maduros e tecido pulpar indica que os mesmos devem participar da organização da matriz dentinária prévia à mineralização <sup>81</sup>. As principais colagenases identificadas nos odontoblastos, nos compartimentos de pré-dentina/dentina e no esmalte são a colagenase MMP-8, as gelatinases MMP-2 e MMP-9 (conhecidas também como gelatinases A e B, respectivamente), estromelina-1 (MMP-3 ou proteoglicanase), MMP-2 MMP-ativadores 14 (MT1-MMP), MMP-13 e enamelinina (MMP-20) <sup>133,126,74,36</sup>.

A literatura relata que a MMP-2 foi identificada em toda a profundidade da dentina humana em dentes permanentes, sendo altamente concentrada na área subjacente a pré-dentina e na JAD. A MMP-9 foi identificada nos túbulos dentinários e na dentina intertubular em dentes permanentes. Em dentes decíduos, a concentração de MMP-9 foi considerada moderada na dentina infectada, entretanto mais elevada do que a de MMP-2. Por outro lado, a MMP-20, em dentes permanentes, está localizada na matriz do esmalte, na JAD e na dentina <sup>60,10,73,19,62</sup>.

As gelatinases (MMPs-2 e -9) tem a capacidade de degradar o colágeno, e são de particular interesse devido aos seus importantes papéis na formação do dente e mineralização <sup>104,9</sup>, bem como no processo de progressão da lesão de cárie <sup>121,18</sup> e degradação da camada híbrida <sup>83,113</sup>. Boushell et al. (2008) verificaram que na dentina humana, a MMP-2 foi identificada em toda a sua profundidade, mas estava altamente concentrada na área subjacente à pré-dentina e na junção amelodentinária. Mazzoni et al. (2007) identificaram a presença de MMP-9 nos túbulos dentinários e na dentina intertubular. Por outro lado, Chibinski et al. (2014) compararam a expressão das metaloproteinases da matriz (MMPs-2, -8 e -9), colágeno tipo I e sialoproteína óssea (BSP) em dentina infectada de dentes decíduos e verificaram que a expressão da MMP-9 foi considerada moderada, entretanto mais elevada do que a de MMP-2, apesar de alguns estudos reportarem que a MMP-2 é a principal gelatinase em dentina <sup>73</sup>.

Tendo em vista que ácidos fracos são capazes de ativar as MMPs dentinárias, as quais passam a apresentar atividades colagenolítica e gelatinolítica, pó de dentina de dentes de humanos foi misturado com diferentes adesivos all-in-one (Clearfil Tri-S Bond, G-Bond,

Adper Prompt L-Pop) ou a um primer autocondicionante (Clearfil SE Bond primer) <sup>72</sup>. Foi verificada uma correlação positiva entre a atividade gelatinolítica e o pH, com o Clearfil Tri-S Bond apresentando a maior atividade, sugerindo que os adesivos autocondicionantes podem ativar MMPs latentes e aumentar sua atividade, contribuindo para degradação da união resina dentina, com o decorrer do tempo. As MMPs podem representar importantes mediadores na perda de adesão das restaurações <sup>83,118, 83</sup>.

O uso de clorexidina ou EDTA inibe a atividade colagenolítica da dentina intrarradicular enquanto sistemas adesivos autocondicionantes ativam MMPs latentes <sup>117</sup>. Esses resultados indicam que a longevidade da cimentação de pinos intraradiculares pode ser comprometida dependendo do material utilizado com essa finalidade.

Em restaurações adesivas, um dos principais problemas é a degradação da camada híbrida. Atualmente essa deterioração é explicada pela ativação das MMPs endógenas, presentes na dentina, devido à propriedade ácida dos sistemas adesivos. O aumento na expressão de MMP-2 e -9 no complexo dentino-pulpar na camada de odontoblastos, após tratamento de cavidades dentinárias com adesivo dentinário autocondicionante, indicam que estas células podem participar ativamente da degradação da camada híbrida <sup>49</sup>.

Foi observado *in vitro* que a MMP-2 estava presente no interior da camada híbrida que foi formada por um sistema adesivo de 2 passos <sup>60</sup>. Os níveis de MMP-2 diminuíram no grupo tratado com ácido fosfórico a 1 %, quando comparado com o grupo controle (pó de dentina humana mineralizado). Por outro lado, a aplicação de adesivo resultou no aumento da MMP-2, enquanto que a aplicação de clorexidina a 0,2% antes da aplicação do adesivo reduziu a MMP-2.

Na erosão avançada, em dentina, as MMPs desempenham papéis importantes na progressão da erosão. As MMPs são secretadas como precursores inativos e requerem de ativação para degradar componentes da matriz extracelular. MMPs humanas purificadas e salivares (-2, -8, -9) são ativadas em pH baixo <sup>4,5</sup>. O pH baixo provoca a desmineralização da dentina e exposição das fibrilas de colágeno, concomitantemente, as MMPs da dentina e/ou salivares são ativadas. No pH baixo, as MMPs tem pouca atividade, conforme vai aumentando o pH, a atividade das MMPs aumenta, quebrando a matriz de colágeno exposta pela desmineralização, permitindo a progressão e perda de dentina <sup>13</sup>.

## **MMPs no esmalte**

O esmalte contém cerca de 96% de minerais e menos de 1% de matriz orgânica e seu desenvolvimento pode ser dividido em quatro fases. Durante a fase pré-secretória, os ameloblastos atravessam e removem a lâmina basal e começam a secretar proteínas da matriz de esmalte formando a junção amelodentinária (JAD). São três as proteínas estruturais e duas as proteinases. As proteínas estruturais são amelogenina (principal componente estrutural da matriz do esmalte), ameloblastina e enamelinina. As proteinases são a metaloproteinase da matriz -20 (MMP-20 ou enamelisina) e a calicreína relacionada

com a peptidase-4 (KLK4). Nesta fase, antes da deposição de minerais, também acontece a deposição de pré-dentina por odontoblastos. Isso ocorre primeiramente nas pontas de cúspides e progride para as regiões cervicais. A pré-dentina é composta principalmente de colágeno, mas também contém proteínas não colágenas. A pré-dentina é o primeiro tecido que se mineraliza, começando pelo que vai se tornar a JAD, tornado se mais espessa ao longe da JAD até chegar no que num futuro será a câmara pulpar. No entanto, quase imediatamente após o início do processo da mineralização perto da JAD, os pré-ameloblastos se transformam em ameloblastos que entram numa fase de secreção, alongando-se para formar células cilíndricas altas chamadas processos de Tomes. Em seguida, os ameloblastos começam a secretar proteínas na matriz do esmalte que iniciam rapidamente a mineralização e a formação da JAD <sup>80,46</sup>. Os primeiros cristais de esmalte formados, crescem entre os cristais de dentina, como se fosse uma mineralização em torno de proteínas de colágeno <sup>102</sup>. Uma vez que o esmalte atinge a espessura total, os ameloblastos sofrem uma transição e passam a reabsorver o componente orgânico, iniciando a fase da maturação. Ao final desta fase o esmalte atingirá sua dureza final. Embora a matriz extracelular biológica do esmalte seja em grande parte removida depois da maturação, uma pequena quantidade de proteína permanece na região interna do tecido pós-erupção <sup>23</sup>; ainda estruturas histológicas distintas conhecidas como “tufts” de esmalte também se estendem verticalmente a partir da JAD <sup>130</sup>. Acredita-se que estas fissuras hipomineralizadas, sejam fonte primária das fraturas que se desenvolvem no esmalte durante sobrecargas oclusais <sup>68</sup>.

Em comparação com a matriz orgânica do esmalte, a matriz dentinária é uma rede complexa de estruturas fibrilares e globulares constituindo o andaime orgânico da dentina <sup>56</sup>. O colágeno do tipo I é o principal componente da matriz dentinária, enquanto proteoglicanos e outras proteínas não-colagênicas completam a sua porção orgânica <sup>54,12,24,31</sup>. Durante a dentinogênese, estas proteínas são sintetizadas e secretadas por odontoblastos e após a organização estrutural da camada de pré-dentina, a mineralização ocorre por formação de cristais de hidroxiapatita <sup>12</sup>. Esmalte e dentina estão firmemente unidos por meio da JAD. A remoção da membrana basal em dentes é única entre os outros tecidos e parece coincidir com a deposição da matriz e/ou mineral ao longo do desenvolvimento da JAD. McGuire et al. (2014c, 2014d) especulam que a mineralização e o desenvolvimento da JAD poderia ocorrer pelas proteínas macromoleculares residuais incorporadas na membrana basal, por exemplo, colágeno tipo IV e tipo VII. Evidência científica suporta que o colágeno tipo IV apresenta um papel funcional para o desenvolvimento da JAD <sup>69</sup>, e o colágeno tipo VII para amelogênese <sup>124</sup>. A degradação da membrana basal e proteínas da matriz de esmalte por metaloproteinases da matriz-2, -9 (gelatinases do tipo IV), e pelas proteases -20 (MMP-20) e KLK4, antes e durante a fase de maturação, foi demonstrada <sup>109</sup>.

Dentinogênese e mineralização são fenômenos de desenvolvimento complexos que requerem controle enzimático ativo. Algumas proteases, principalmente pertencentes à

família das MMPs, desempenham papéis cruciais durante estas fases <sup>122</sup>. As MMPs estão envolvidas no desenvolvimento do esmalte e nas fluoroses <sup>15</sup> e desempenham um papel importante na progressão da erosão dental <sup>13</sup>.

A MMP-20 (enamelinina) é conhecida por ser quase exclusivamente expressa por células formadoras de dente, apresentam propriedades estruturais e enzimáticas únicas, sendo capaz de degradar amelogenina, exercendo um papel importante durante o desenvolvimento do esmalte <sup>15</sup>. A MMP-20 é produzida durante a dentinogênese primária e incorporada na dentina, podendo ser liberada durante a progressão da cárie <sup>115</sup>.

A importância da JAD para a estabilidade mecânica dos dentes tem sido demonstrada<sup>57</sup>. A JAD associada com o esmalte interno são conhecidos por inibir a propagação de fissuras, exibindo uma maior tenacidade à fratura <sup>41</sup> e raramente é acometida por falhas mecânicas, mesmo decorrente da intensa carga mastigatória e hábitos parafuncionais, por longos períodos. No entanto, pacientes com câncer bucal submetidos à radioterapia apresentaram lesões dentárias pós- radiação que se iniciam com a fratura de esmalte de cisalhamento, que resultam em delaminação total desse substrato, sugerindo instabilidade da JAD <sup>45,95,43</sup>. A delaminação total de esmalte, destacando-se da dentina, é um padrão único de destruição dental associado à radioterapia, com atividade de uma protease específica de tecidos dentais importante durante a amelogênese, a MMP-20, nas regiões externas da dentina coronária e na JAD <sup>62</sup>. Uma vez que a radiação pode causar alterações líticas em polipeptídeos de colágeno, é possível que esta possa estimular a transcrição e ativação de MMPs nos dentes expostos <sup>114</sup>, o que poderia resultar na degradação de componentes orgânicos da matriz de esmalte e da JAD desestabilizando-a, e assim levando-a a delaminação.

McGuire et al. (2014a), num esforço para identificar o mecanismo responsável pela delaminação de esmalte associada com altas doses de radioterapia em pacientes com câncer oral, realizaram um estudo para avaliar se dentes humanos irradiados poderiam conter MMPs ativas. Os resultados sugeriram que a MMP-20 foi um componente resistente à radiação em esmalte e dentina, e sua forma ativa (23 kDa) degradou a matriz orgânica nestes sítios, podendo ser este fato responsável pela delaminação do esmalte. Dentre os substratos que são degradados pela MMP-20, está a amelogenina, principal componente estrutural da matriz do esmalte durante a amelogênese. Estudos sobre o desenvolvimento do esmalte bovino demonstraram que a porcentagem de proteína em peso caiu de 30% durante a fase secretória a 2% durante a fase de maturação <sup>27</sup> e em incisivos de ratos, um declínio semelhante foi associado a uma alteração significativa na composição total de aminoácidos das proteínas da matriz do esmalte, entretanto mesmo em dentes formados, parece que proteínas residuais exercem uma função importante. Em virtude da pequena quantidade de substrato para MMP-20 num dente já formado estão envolvidas outras MMPs capazes de degradar a matriz orgânica do esmalte, da JAD e da dentina coronária, como as MMPs -2 e -9. Estas estão parcialmente em forma ativa, e podem degradar colágeno

tipo I, IV e VII <sup>18</sup>.

A ativação de metaloproteinasas da matriz na JAD foi demonstrada após a radioterapia tanto em dentes decíduos como em dentes permanentes <sup>98,100</sup>, indicando um possível mecanismo envolvido na delaminação do esmalte dentário. A região do esmalte apresenta uma camada de matriz orgânica que permanece no tecido dental após a erupção, sendo notavelmente maior nas regiões de cúspide/oclusal, a qual começa na JAD e se estende em direção à superfície exterior do dente por 200-300 µm <sup>63</sup>. Essa região contém fibras de colágeno tipo IV e VII, além das fibras de colágeno tipo I, que atravessam da dentina ao esmalte. As fibras de colágeno tipo VII incorporadas ao esmalte podem contribuir não só para a resistência estrutural à fratura e dureza do esmalte adjacente à JAD, como também desempenharem um papel na ligação do esmalte com a dentina <sup>64</sup>. A perda de colágeno tipo IV pode representar uma possível explicação bioquímica para a instabilidade observada na JAD após radioterapia.

## CONCLUSÃO

As MMPs são de particular interesse devido aos importantes papéis que desempenham nas estruturas da cavidade bucal. Elas podem agir tanto em processos fisiológicos quanto em patológicos, dependendo de diversos fatores locais que atuam como co-fatores na reorganização da matriz orgânica tecidual. O interesse em desenvolver inibidores sintéticos das MMPs que possam ser usados em terapias médicas e odontológicas é o que movimenta muitas pesquisas nessa área.

## REFERÊNCIAS

1. Amaro ERS, Ortiz FR, Dorneles LS, Santos MS, Barrioni BR, Miranda RM, Garlet GP, Teixeira MM, Szawka RE, Silva TA, Macari S. Estrogen protects dental roots from orthodontic-induced inflammatory resorption. **Archives of Oral Biology**, v. 117, n.104820, 2020.
2. Amaro ERS, Ortiz FR, Dorneles LS, Santos MS, Barrioni BR, Miranda RM, Garlet GP, Teixeira MM, Szawka RE, Silva TA, Macari S. Estrogen protects dental roots from orthodontic-induced inflammatory resorption. **Archives of Oral Biology**, v. 117, n.104820, 2020.
3. Belmar MJ, Pabst C, Martínez B, Hernández M. Gelatinolytic activity in gingival crevicular fluid from teeth with periapical lesions. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 105, p. 801-6, 2008.
4. Becerikli M, Jaurich H, Schira J, Schulte M, Döbele C, Wallner C, Abraham S, Wagner JM, Dadras M, Kneser U, Lehnhardt M, Behr B. Age-dependent alterations in osteoblast and osteoclast activity in human cancellous bone. **Journal of cellular and molecular medicine**, v. 21, n. 11, p. 2773-2781, 2017.

5. Birkedal-Hansen H, Moore WG, Bodden MK, Windsor LJ, Birkedal-Hansen B, DeCarlo A, et al. Matrix metalloproteinases: a review. **Critical Reviews in Oral Biology & Medicine**, v. 4, p. 197-250, 1993a.
6. Birkedal-Hansen H. Role of matrix metalloproteinases in human periodontal diseases. **Journal of Periodontology**, v. 64, p. 474-84, 1993b.
7. Birkedal-Hansen H. Role of matrix metalloproteinases in inhibitor RECK is a key regulator of extracellular matrix human periodontal diseases. **Journal of Periodontology**, v. 25, p 4230-4, 2006.
8. Bonfil RD, Osenkowski P, Fridman R, Cher ML. Matrix metalloproteinases and bone metastasis. **Cancer Treatment and Research**, v. 118, p. 173-95, 2004.
9. Bourd-Boittin K, Fridman R, Fanchon S, Septier D, Goldberg M, Menashi S. Matrix metalloproteinase inhibition impairs the processing, formation and mineralization of dental tissues during mouse molar development. **Experimental Cell Research**, v. 304, p. 493-505, 2005.
10. Boushell LW, Kaku M, Mochida Y, Bagnell R, Yamauchi M. Immunohistochemical localization of matrix metalloproteinase-2 in human coronal dentin. **Archives of Oral Biology**, v. 53, n. 2, p. 109-16, 2008.
11. Butler WT, Brunn JC, Qin C. Dentin extracellular matrix (ECM) proteins: comparison to bone ECM and contribution to dynamics of dentinogenesis. **Connective Tissue Research**, v. 44, p. 171-8, 2003.
12. Butler WT. Dentin matrix proteins and dentinogenesis. **Connective Tissue Research**, v. 33, p. 59-65, 1995.
13. Buzalaf MA, Kato MT, Hannas AR. The role of matrix metalloproteinases in caries dentin in primary teeth. **Caries Research**, v. 48, n. 4, p. 312-9, 2014.
14. Carneiro E, Menezes R, Garlet GP, Garcia RB, Bramante CM, Figueira R, et al. Expression analysis of matrix metalloproteinase-9 in epithelialized and nonepithelialized apical periodontitis lesions. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 107, p. 127-32, 2009.
15. Caterina JJ, Skobe Z, Shi J, Ding Y, Simmer JP, Birkedal-Hansen H, et al. Enamelysin (matrix metalloproteinase 20)-deficient mice display an amelogenesis imperfect phenotype. **Journal of Biological Chemistry**, v. 277, p. 49598-604, 2002.
16. Chakraborti S, Mandal M, Das S, Mandal A, Chakraborti T. Regulation of matrix metalloproteinases: an overview. **Molecular and Cellular Biochemistry**, v. 253, p. 269-285, 2003.
17. Chang YC, Yang SF, Lai CC, Liu JY, Hsieh YS. Regulation of matrix metalloproteinase production by cytokines, pharmacological agents and periodontal pathogens in human periodontal ligament fibroblast cultures. **Journal of Periodontal Research**, v. 37, p. 196-203, 2002.
18. Chaussain-Miller C, Fioretti F, Goldberg M, Menashi S. The role of matrix metalloproteinases (MMPs) in human caries. **Journal of Dental Research**, v. 85, p. 22-32, 2006.
19. Chibinski AC, Gomes JR, Camargo K, Reis A, Wambier DS. Bone sialoprotein, matrix metalloproteinases and type I collagen expression after sealing infected caries dentin in primary teeth. **Caries Research**, v. 48, n. 4, p. 312-9, 2014.

20. Corotti MV, Zambuzzi WF, Paiva KB, Menezes R, Pinto LC, Lara VS, et al. Immunolocalization of matrix metalloproteinases-2 and -9 during apical periodontitis development. **Archives of Oral Biology**, v. 54, p. 764-71, 2009.
21. De Sousa Neto IV, Durigan JLQ, Carreiro de Farias Junior G, Bogni FH, Ruivo AL, de Araújo JO, Nonaka KO, Selistre-de-Araújo H, Marqueti RC. Resistance Training Modulates the Matrix Metalloproteinase-2 Activity in Different Trabecular Bones in Aged Rats. **Clinical Interventions in Aging**, v. 16, p. 71, 2021.
22. Domon S, Shimokawa H, Matsumoto Y, Yamaguchi S, Soma K. In situ hybridization for matrix metalloproteinase-1 and cathepsin K in rat root-resorbing tissue induced by tooth movement. **Archives of Oral Biology**, v. 44, n. 11, p. 907-915, 1999.
23. Dusevich V, Xu C, Wang Y, Walker M, Gorski J. Identification of a protein-containing enamel matrix layer which bridges with the dentine–enamel junction of adult human teeth. **Archives of Oral Biology**, v. 57, p.1585–94, 2012.
24. Embery G, Hall R, Waddington R, Septier D, Goldberg M. Proteoglycans in dentinogenesis. **Critical Reviews in Oral Biology & Medicine**, v. 12, n. 4, p. 331-49, 2001.
25. Fanchon S, Bourd K, Septier D, Everts V, Beertsen W, Menashi S, Goldberg M. Involvement of matrix metalloproteinases in the onset of dentin mineralization. **European Journal of Oral Sciences**, v. 112, n. 2, p. 171-6, 2004.
26. Fu X, Kassim SY, Parks WC, Heinecke JW. Hypochlorous acid oxygenates the cysteine switch domain of pro-matrilysin (MMP-7). A mechanism for matrix metalloproteinase activation and atherosclerotic plaque rupture by myeloperoxidase. **Journal of Biological Chemistry**, v. 276, p. 41279-87, 2001.
27. Fukae M., Shimizu M. Studies on the proteins of developing bovine enamel," **Archives of Oral Biology**. v. 19, n. 5, p. 381-386, 1974.
28. Galler K, Hiller KA, Ettl T, Schmalz G. Selective influence of dentin thickness upon cytotoxicity of dentin contacting materials. **Journal of Endodontics**, v. 31, n. 5, p. 396-9, 2005.
29. Galliera E, Banfi G, Corsi MM. Human bone disorders: pathological role and diagnostic potential of matrix metalloproteinases. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, v. 42, n. 10, p. 1590-3, 2010.
30. Garberoglio R, Brännström M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. **Archives of Oral Biology**, v. 21, n. 6, p. 355-62, 1976.
31. Goldberg M, Smith AJ. Cells and extracellular matrices of dentin and pulp: a biological basis for repair and tissue engineering. **Critical Reviews in Oral Biology & Medicine**, v. 15, n. 1, p. 13-27, 2004.
32. Gregorczyk-Maga I, Kaszuba M, Olszewska M, Lichołai S, Iwaniec T, Kościelniak D, Krzyściak W, Jurczak A. Biomarkers of inflammatory external root resorption as a result of traumatic dental injury to permanent teeth in children. **Archives of Oral Biology**, v. 99, p.82-91, 2019.

33. Gusman H, Santana RB, Zehnder M. Matrix metalloproteinase levels and gelatinolytic activity in clinically healthy and inflamed human dental pulps. **European Journal of Oral Sciences**, v. 110, p. 35-7, 2002.
34. Hall R, Septier D, Embery G, Goldberg M. Stromelysin-1 (MMP-3) in forming enamel and predentine in rat incisor-coordinated distribution with proteoglycans suggests a functional role. **The Histochemical Journal**, v. 31, p. 761-70, 1999.
35. Hanks CT, Wataha JC, Parsell RR, Strawn SE, Fat JC. Permeability of biological and synthetic molecules through dentine. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 21, p.475-87, 1994.
36. Hannas AR, Pereira JC, Granjeiro JM, Tjäderhane L. The role of matrix metalloproteinases in the oral environment. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 65, n. 1, p. 1-13, 2007.
37. Hayakawa T. Matrix metalloproteinases (MMPs) and tissue inhibitors of metalloproteinases (TIMPs) in development and disease of oral tissues. **Dental Japan**, v. 34, p. 167-77, 1998.
38. Hernandez M, Valenzuela MA, Lopez-Otin C, Alvarez J, Lopez JM, Vernal R, Gamonal J. Matrix metalloproteinase-13 is highly expressed in destructive periodontal disease activity. **Journal of Periodontology**, v. 77, p. 1863-70, 2006.
39. Herrera H, Herrera H, Leonardo MR, de Paula e Silva FW, da Silva LA. Treatment of external inflammatory root resorption after autogenous tooth transplantation: case report. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, and Oral Radiology**, v. 102, n. 6, p. 51-4, 2006.
40. Hong CY, Lin SK, Kok SH, Cheng SJ, Lee MS, Wang TM, Chen CS, Lin LD, Wang JS. The role of lipopolysaccharide in infectious bone resorption of periapical lesion. **Journal of Oral Pathology & Medicine**, v. 33, p.162-169, 2004.
41. Imbeni V, Kruzic JJ, Marshall GW, Marshall SJ, Ritchie RO. The dentin-enamel junction and the fracture of human teeth. **Nature Materials**, v. 4, p. 229-232, 2005.
42. Iohara K, Zheng L, Ito M, Ishizaka R, Nakamura H, Into T, Matsushita K, Nakashima M. Regeneration of dental pulp after pulpotomy by transplantation of CD31(-)/CD146(-) side population cells from a canine tooth. **Regenerative Medicine**, v. 4, n. 3, p. 377-85, 2009.
43. Jansma J, Vissink A, Jongebloed WL, et al. Natural and induced radiation caries: A SEM study. **American Journal of Dentistry**, v. 6, p. 130–136, 1993.
44. JIANG, Zhirui et al. Ultrastructural analysis of different skeletal cell types in mucopolysaccharidosis dogs at the onset of postnatal growth. **Journal of Anatomy**, v. 238, n. 2, p. 416-425, 2021.
45. Jongebloed WL, Gravenmade EJ, Retief DH. Radiation caries. A review and SEM study. **American Journal of Dentistry**, v. 1, p.139–146, 1988.
46. Kim HE, Hong JH. The overview of channels, transporters, and calcium signaling molecules during amelogenesis, **Archives of Oral Biology**, v. 93, p. 47-55, 2018.
47. Krane SM, Inada M. Matrix metalloproteinases and bone. **Bone** v. 43, n. 1, p.7-18, 2008.

48. Krane SM. Clinical Importance of metalloproteinases and their inhibitors. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 732, p. 1-10, 1994.
49. Lehmann N, Debret R, Roméas A, Magloire H, Degrange M, Bleicher F, Sommer P, Seux D. Self-etching increases matrix metalloproteinase expression in the dentin-pulp complex. **Journal Dental Research** v. 88, n. 1, p. 77-82, 2009.
50. Leonardi R, Caltabiano R, Loreto C. Collagenase-3 (MMP-13) is expressed in periapical lesions: an immunohistochemical study. **International Endodontic Journal**, v. 38, p. 297-301, 2005.
51. Lin SK, Chiang CP, Hong CY, Lin CP, Lan WH, Hsieh CC, et al. Immunolocalization of interstitial collagenase (MMP-1) and tissue inhibitor of metalloproteinases-1 (TIMP-1) in radicular cysts. **Journal of Oral Pathology & Medicine**, v. 26, p. 458-63, 1997.
52. Lin SK, Kok SH, Kuo MY, Lee MS, Wang CC, Lan WH, Hsiao M, et al. Nitric oxide promotes infectious bone resorption by enhancing cytokine-stimulated interstitial collagenase synthesis in osteoblasts. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 18, p. 39-46, 2003.
53. Lin SK, Kok SH, Kuo MYP, Wang TJ, Wang JT, Yeh FTC, et al. Sequential expressions of MMP-1, TIMP-1, IL-6 and COX-2 genes in induced periapical lesions in rats. **European Journal of Oral Sciences**, v. 110, p. 246-253, 2002.
54. Linde A, Goldberg M. Dentinogenesis. **Critical Reviews in Oral Biology & Medicine**, v. 4, n. 5, p. 679-728, 1993.
55. Linsuwanont B, Takagi Y, Ohya K, Shimokawa H. Expression of matrix metalloproteinase-9 mRNA and protein during deciduous tooth resorption in bovine odontoclasts. **Bone**, v. 31, n. 4, p. 472-478, 2002.
56. Marshall GW Jr, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. **Journal of Dentistry**, v. 25, n. 6, p. 441-58, 1997.
57. Marshall SJ, Balooch M, Habelitz S, Balooch G, Gallagher R, Marshall GW. The dentin- enamel junction - a natural, multilevel interface. **Journal of the European Ceramic Society**, v. 23, p. 2897-2904, 2003.
58. Martin-De Las Heras S, Valenzuela A, Overall CM. The matrix metalloproteinase gelatinase A in human dentine. **Archives of Oral Biology**, v. 45, n. 9, p. 757-65, 2000.
59. Martinez ZR, Naruishi K, Yamashiro K, Myokai F, Yamada T, Matsuura K, et al. Gene profiles during root canal treatment in experimental rat periapical lesions. **Journal of Endodontics**, v. 33, p. 936-43, 2007.
60. Mazzoni A, Mannello F, Tay FR, Tonti GA, Papa S, Mazzotti G, Di Lenarda R, Pashley DH, Breschi L. Zymographic analysis and characterization of MMP-2 and -9 forms in human sound dentin. **Journal of Dental Research**, v.86, n. 5, p. 436-40, 2007.
61. McGuire JD, Gorski JP, Dusevich V, Wang Y, Walker MP. Type IV collagen is a novel DEJ biomarker that is reduced by radiotherapy. **Journal of Dental Research**, v. 93, n. 10, p. 1028-34, 2014c.

62. McGuire JD, Mousa AA, Zhang BJ, Todoki LS, Huffman NT, Chandrababu KB, et al. Extracts of irradiated mature human tooth crowns contain MMP-20 protein and activity. **Journal of Dentistry**, v. 42, p. 626-636, 2014a.
63. McGuire JD, Walker MP, Dusevich V, Wang Y, Gorski JP. Enamel organic matrix: potential structural role in enamel and relationship to residual basement membrane constituents at the dentin enamel junction. **Connective Tissue Research**, v. Suppl 1, p. 33-7, 2014d.
64. McGuire JD, Walker MP, Mousa A, Wang Y, Gorski JP. Type VII collagen is enriched in the enamel organic matrix associated with the dentin-enamel junction of mature human teeth. **Bone**, v. 63, p. 29-35, 2014b.
65. Mjör IA. Dentin permeability: the basis for understanding pulp reactions and adhesive technology. **Brazilian Dental Journal**, v. 20, n. 1, p. 3-16, 2009.
66. Morimoto T, Yamasaki M, Nakata K, Tsuji M, Nakamura H. The expression of macrophage and neutrophil elastases in rat periradicular lesions. **Journal of Endodontics**, v. 34, p. 1072-6, 2008.
67. Murray PE, About I, Lumley PJ, Franquin JC, Remusat M, Smith AJ. Cavity remaining dentin thickness and pulpal activity. **American Journal of Dentistry**, v. 15, n. 1, 41-6, 2002a.
68. Myoung S, Lee J, Constantino P, Lucas P, Chai H, Lawn B. Morphology and fracture of enamel. **Journal of Biomechanics**, v. 42, p. 1947-51, 2009.
69. Nagai N, Nakano K, Sado Y, Naito I, Gunduz M, Tsujigiwa H, Nagatsuka H, Ninomiya Y, Siar CH. Localization of type IV collagen alpha 1 to alpha 6 chains in basement membrane during mouse molar germ development. **International Journal of Developmental Biology**, v. 45, p. 827-31, 2001.
70. Navarro VP, Nelson-Filho P, Silva LAB, Freitas AC. The participation of matrix metalloproteinases in the physiopathological processes of the oral cavity. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 35, n. 4, p. 233-38, 2006.
71. Nishikawa M, Yamaguchi Y, Yoshitake K, Saeki Y. Effects of TNF-alpha and prostaglandin E2 on the expression of MMPs in human periodontal ligament fibroblasts. **Journal of Periodontal Research**, v. 37, p. 167-76, 2002.
72. Nishitani Y, Yoshiyama M, Wadgaonkar B, Breschi L, Mannello F, Mazzoni A, Carvalho RM, Tjäderhane L, Tay FR, Pashley DH. Activation of gelatinolytic/collagenolytic activity in dentin by self-etching adhesives. **European Journal Oral Sciences**, v. 114, n. 2, p. 160-6, 2006.
73. Niu LN, Zhang L, Jiao K, Li F, Ding YX, Wang DY, Wang MQ, Tay FR, Chen JH. Localization of MMP-2, MMP-9, TIMP-1, and TIMP-2 in human coronal dentine. **Journal of Dentistry**, v. 39, n. 8, p. 536-42, 2011.
74. Nuttall RK, Sampieri CL, Pennington CJ, Gill SE, Schultz GA, Edwards DR. Expression analysis of the entire MMP and TIMP gene families during mouse tissue development. **FEBS Letters** v. 563, n. 1-3, p. 129-34, 2004.

75. Nyman JS, Lynch CC, Perrien DS, Thillooy S, O'Quinn EC, Patil CA, et al. Differential effects between the loss of MMP-2 and MMP-9 on structural and tissue-level properties of bone. **Journal of Bone and Mineral Research** v. 26, n. 6, p. 1252-60, 2011.
76. O'Boskey FJ Jr, Panagakos FS. Cytokines stimulate matrix metalloproteinase production by human pulp cells during long-term culture. **Journal of Endodontics**, v. 24, n. 1, p. 7-10, 1998.
77. Page-McCaw A, Ewald AJ, Werb Z. Matrix metalloproteinases and the regulation of tissue remodelling. **Nature Reviews Molecular Cell Biology**, v. 8, n. 3, p. 221-33, 2007.
78. Paiva, Katiucia BS; GRANJEIRO, Jose M. Matrix metalloproteinases in bone resorption, remodeling, and repair. *Progress in molecular biology and translational science*, v. 148, p. 203-303, 2017.
79. Paiva, Katiucia Batista Silva; GRANJEIRO, José Mauro. Bone tissue remodeling and development: focus on matrix metalloproteinase functions. **Archives of biochemistry and biophysics**, v. 561, p. 74-87, 2014.
80. Pham CD, Smith CE, Hu Y, Hu JC, Simmer JP, Chun YP. Endocytosis and Enamel Formation, **Frontiers in Physiology**, v. 8, p. 529, 2017.
81. Palosaari H, Pennington CJ, Larmas M, Edwards DR, Tjäderhane L, Salo T. Expression profile of matrix metalloproteinases (MMPs) and tissue inhibitors of MMPs in mature human odontoblasts and pulp tissue. **European Journal Oral Sciences**, v. 111, n. 2, p. 117-27, 2003.
82. Parks WC, Wilson CL, López-Boado YS. Matrix metalloproteinases as modulators of inflammation and innate immunity. **Nature Reviews Immunology**, v. 4, p. 617-29, 2004.
83. Pashley DH, Tay FR, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho RM, et al. Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. **Journal of Dental Research**, v. 83, p. 216–21, 2004.
84. Pashley DH. Dentin-predentin complex and its permeability: physiologic overview **Journal of Dental Research**, v. 64, p. 613-20, 1985.
85. Pashley DH. Dynamics of the pulpo-dentin complex. **Critical Reviews in Oral Biology & Medicine**, v. 7, n. 2, p. 104-33, 1996.
86. Pasternak B, Aspenberg P. Metalloproteinases and their inhibitors-diagnostic and therapeutic opportunities in orthopedics. **Acta Orthopaedica**, v. 80, n. 6, p. 693-703, 2009.
87. Paula-Silva FW, Ghosh A, Silva LA, Kapila YL. TNF-alpha promotes an odontoblastic phenotype in dental pulp cells. **Journal of Dental Research**, v. 88, n. 4, p. 339-44, 2009.
88. Paula-Silva FW, da Silva LA, Kapila YL. Matrix metalloproteinase expression in teeth with apical periodontitis is differentially modulated by the modality of root canal treatment. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 2, p. 231-7, 2010.
89. Paula-Silva FWG, Arnez MFM, Petean IBF, Almeida-Junior LA, da Silva RAB, da Silva LAB, Faccioli LH. Effects of 5-lipoxygenase gene disruption on inflammation, osteoclastogenesis and bone resorption in polymicrobial apical periodontitis. **Archives of Oral Biology**, v. 112, p. 104670, 2020.

90. Paula-Silva FWG, D'Silva NJ, Silva LAB, Kapila YL. High matrix metalloproteinase activity is a hallmark of periapical granulomas. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 9, p. 1234-42, 2009a.
91. Paula-Silva FWG, Ghosh A, Silva LA, Kapila YL. TNF-alpha promotes an odontoblastic phenotype in dental pulp cells. **Journal of Dental Research**, v. 88, n. 4, p. 339-44, 2009b.
92. Paula-Silva FWG, Santamaria M Jr, Leonardo MR, Consolaro A, da Silva LA. Cone-beam computerized tomographic, radiographic, and histologic evaluation of periapical repair in dogs' post-endodontic treatment. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, and Oral Radiology**, v. 108, n. 5, p. 796-805, 2009.
93. Paula-Silva FWG; Petean IBF, Silva LAB, Faccioli LH. Dual Role of 5-Lipoxygenase in Osteoclastogenesis in Bacterial-induced Apical Periodontitis. **Journal of Endodontics**, v. 42, p. 447-454, 2016.
94. Paula-Silva FWG, Arnez MFM, de Campos Chaves Lamarque G, Petille R, Ribeiro-Santos FR, de Sena MF, Nelson-Filho P, da Silva LAB. Osteoclast formation, inflammation, and matrix metalloproteinase-9 are downregulated in bone repair following root canal treatment in dogs teeth. **Clinical oral investigations**, p. 1-9, 2021.
95. Pioch T, Golfels D, Staehle HJ. An experimental study of the stability of irradiated teeth in the region of the dentinoenamel junction. **Endodontics & Dental Traumatology**, v. 8, n. 6, p. 241-4, 1992.
96. Pisani-Proença J, Erhardt MC, Amaral R, Valandro LF, Bottino MA, Del Castillo-Salmerón R. Influence of different surface conditioning protocols on microtensile bond strength of self-adhesive resin cements to dentin. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 105, n. 4, p. 227-35, 2011.
97. Queiroz AM, Amaral THA, Mira PS, Paula-Silva FWG, Nelson-Filho P, Silva RAB, Silva LAB. In vivo evaluation of inflammation and matrix metalloproteinase expression in dental pulp induced by luting agents in dogs. **Revista Científica do CRO-RJ**, v. 4, p. 61-72, 2019.
98. Queiroz AM, Amaral THA, Paula-Silva FWG, Silva RAB, Nelson-Filho P, Gatón-Hernández GM, Silva LAB. Luting agents differentially modulate inflammation and matrix metalloproteinases in connective tissue. **Revista Científica do CRO-RJ**, v. 3, p. 8-15, 2018.
99. Queiroz AM, Bonilla CMC, Palma-Dibb RG, Oliveira HF, Nelson-Filho P, Silva LAB, Lucisano MP, Paula-Silva FWG. Radiotherapy Activates and Protease Inhibitors Inactivate Matrix Metalloproteinases in the Dentinoenamel Junction of Permanent Teeth. **Caries Research**, v. 53, p. 253-259, 2018.
100. Queiroz AM, Carpio-Bonilla CM, Arnez MFM, Dos Santos TT, Palma-Dibb RG, Oliveira HF, Nelson-Filho P, Silva LAB, Paula-Silva FWG. Radiotherapy activates matrix metalloproteinases in dentinoenamel junction of deciduous teeth. **Journal of Dentistry for Children**, v. 87, p. 83-89, 2020.
101. Romualdo PC, Lucisano MP, Paula-Silva FWG, Leoni GB, Sousa-Neto MD, Silva RAB, Silva LAB, Nelson-Filho P. Ovariectomy Exacerbates Apical Periodontitis in Rats with an Increase in Expression of Proinflammatory Cytokines and Matrix Metalloproteinases. **Journal of Endodontics**, p. 780-785, 2018.
102. Rönholm E. An electron microscopic study of the amelogenesis in human teeth. I. The fine structure of the ameloblasts, **Journal of Ultrastructure Research**, v. 5, n. 2, p. 229-248, 1962.

103. Rossa-Junior C, Liu M, Patil C, Kirkwood KL. MKK3/6-p38 MAPK negatively regulates murine MMP-13 gene expression induced by IL-1beta and TNF-alpha in immortalized periodontal ligament fibroblasts. **Matrix Biology**, v. 24, p. 478-88, 2005.
104. Sahlberg C, Reponen P, Tryggvason K, Thesleff I. Timp-1, -2 and -3 show coexpression with gelatinases A and B during mouse tooth morphogenesis. *European Journal of Oral Sciences* 1999;107:121–30.
105. Santos MC, de Souza AP, Gerlach RF, Trevilatto PC, Scarel-Caminaga RM, Line SR. Inhibition of human pulpal gelatinases (MMP-2 and MMP-9) by zinc oxide cements. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 31, n. 7, p. 660-4, 2004.
106. Saran WR, Chierice GO, Paula-Silva FWG, Queiroz AM, Silva RAB, Silva LAB. Castor oil polymer induces bone formation with high matrix metalloproteinase-2 expression. **Journal of Biomedical Materials Research. Part A**, v. 102, p. 324-331, 2014.
107. Shin SJ, Lee J, Baek SH, Lin SS. Tissue levels of matrix metalloproteinases in pulps and periapical lesions. **Journal of Endodontics**, v. 28, p. 313-315, 2002.
108. da Silva LAB, Longo DL, Stuani MBS, de Queiroz AM, da Silva RAB, Nelson-Filho P, Vieira HAO, Pucinelli CM, Paula-Silva FWG. Effect of root surface treatment with denusomab after delayed tooth replantation. **Clin Oral Investig**. 2021
109. Simmer J, Hu J-C. Dental enamel formation and its impact on clinical dentistry. **Journal of Dentistry**, v. 65, p. 896–905, 2001.
110. Sorsa T, Tjaderhane L, Salo T. Matrix metalloproteinases/(MMPs) in oral diseases. **Oral Diseases**, v. 10, p. 311-8, 2004.
111. Sorsa T, Tjaderhane L, Konttinen YT, Lauhio A, Salo T, Lee HM, et al. Matrix metalloproteinases: contribution to pathogenesis, diagnosis and treatment of periodontal inflammation. **Annals of Medicine**, v. 38, p. 306-21, 2006.
112. Souza AP, Line SRP. The biology of matrix metalloproteinases. **Revista Faculdade de Odontologia de Bauru**, v. 10, n. 1, p. 1-6, 2002.
113. Stanislawczuk R, Reis A, Loguercio AD. A 2-year in vitro evaluation of a chlorhexidine-containing acid on the durability of resin–dentin interfaces. **Journal of Dentistry**, v. 39, p. 40–7, 2011.
114. Strup-Perrot C, Vozenin-Brotans MC, Vandamme M, Benderitter M, Mathe D. Expression and activation of MMP-2, -3, -9, -14 are induced in rat colon after abdominal Xirradiation. **Scandinavian Journal of Gastroenterology**, v. 41, p. 60–70, 2006.
115. Sulkala M, Larmas M, Sorsa T, Salo T, Tjaderhane L. The localization of matrix metalloproteinase-20 (MMP-20, Enamelysin) in mature human teeth. **Journal of Dental Research**, v. 81, p. 6037, 2002.
116. Sulkala M, Wahlgren J, Larmas M, Sorsa T, Teronen O, Salo T, et al. The effects of MMP inhibitors on human salivary MMP activity and caries progression in rats. **Journal of Dental Research**, v. 80, p. 1545-1549, 2001.

117. Tay FR, Pashley DH, Loushine RJ, Weller RN, Monticelli F, Osorio R. Self-etching adhesives increase collagenolytic activity in radicular dentin. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 9, p. 862-8, 2006.
118. Tay FR, Pashley DH. Dentin bonding is there a future? **Journal of Adhesive Dentistry**, v. 6, p. 263, 2004.
119. Teronen O, Salo T, Konttinen YT, Rifkin B, Vernillo A, Ramamurthy NS, et al. Identification and characterization of gelatinase/ type IV collagenase in jaw cysts. **Journal of Oral Pathology and Medicine**, v. 24, p. 78-84, 1995a.
120. Teronen O, Salo T, Laitinen J, Törnwall J, Ylipaavalniemi P, Konttinen YT, et al. Characterization of interstitial collagenases in jaw cyst wall. **European Journal Oral Sciences**, v. 103, p. 141-7, 1995b.
121. Tjäderhane L, Larjava H, Sorsa T, Uitto VJ, Larmas M, Salo T. The activation and function of host matrix metalloproteinases in dentin matrix breakdown in caries lesions. **Journal of Dental Research**, v. 77, p. 1622-9, 1998.
122. Tjäderhane L, Palosaari H, Wahlgren J, Larmas M, Sorsa T, Salo T. Human odontoblast culture method: the expression of collagen and matrix metalloproteinases (MMPs). **Advances in Dental Research**, v. 15, p. 55-58, 2001.
123. Tsai CH, Chen YJ, Huang FM, Su YF, Chang YC. The upregulation of matrix metalloproteinase-9 in inflamed human dental pulps. **Journal of Endodontics**, v. 31, n. 12, p. 860-2, 2005.
124. Umemoto H, Akiyama M, Domon T, Nomura T, Shinkuma S, Ito K, Asaka T, Sawamura D, Uitto J, Uo M, Kitagawa Y, Shimizu H. Type VII collagen deficiency causes defective tooth enamel formation due to poor differentiation of ameloblasts. **American Journal of Pathology**, v. 181, p. 1659-71, 2012.
125. van der Zee E, Everts V, Beertsen W. Cytokine-induced endogenous procollagenase stored in the extracellular matrix of soft connective tissue results in a burst of collagen breakdown following its activation. **Journal of Periodontal Research**, v. 31, p. 483-8, 1996.
126. Visse R, Nagase H. Matrix metalloproteinases and tissue inhibitors of metalloproteinases: structure, function and biochemistry. **Circulation Research**, v. 92, p. 827-39, 2003.
127. Wahlgren J, Maisi P, Sorsa T, Sutinen M, Tervahartiala T, Pirilä E, et al. Expression and induction of collagenases (MMP-8 and -13) in plasma cells associated with bone-destructive lesions. **Journal Pathology**, v. 194, p. 217-24, 2001.
128. Wahlgren J, Salo T, Teronen O, Luoto H, Sorsa T, Tjäderhane L. Matrix metalloproteinase-8 (MMP-8) in pulpal inflammation and periapical root-canal exudates. **International Endodontic Journal**, v. 35, p. 897-904, 2002.
129. Wahlgren J, Väänänen A, Teronen O, Sorsa T, Pirilä E, Hietanen J, et al. Laminin-5 gamma 2 chain is colocalized with gelatinase-A (MMP-2) and collagenase-3 (MMP-13) in odontogenic keratocysts. **Journal of Oral Pathology and Medicine**, v. 32, p. 100-7, 2003.
130. Weatherell J, Weidmann S, Eyre D. Histological appearance and chemical composition of enamel protein from mature human molars. **Caries Research**, v. 2, p. 281-93, 1968.

131. Wisithphrom K, Murray PE, About I, Windsor LJ. Interactions between cavity preparation and restoration events and their effects on pulp vitality. **International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry**, v. 26, n. 6, p. 596-605, 2006.
132. Wisithphrom K, Windsor LJ. The effects of tumor necrosis factor-alpha, interleukin-1beta, interleukin-6, and transforming growth factor-beta1 on pulp fibroblast mediated collagen degradation. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 9, p. 853-61, 2006a.
133. Woessner JF. Matrix metalloproteinase inhibition. From the Jurassic to the third millennium. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 30, n. 878, p. 388-403, 1999.
134. Woessner JF. Matrix metalloproteinases and their inhibitors in connective tissue remodeling. **Federation of American Societies for Experimental Biology**, v. 5, n. 8, p. 2145-54, 1991.
135. Zheng L, Amano K, Iohara K, Ito M, Imabayashi K, Into T, Matsushita K, Nakamura H, Nakashima M. Matrix metalloproteinase-3 accelerates wound healing following dental pulp injury. **American Journal of Pathology**, v. 175, n. 5, p. 1905-14, 2009.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abcesso 6, 27, 28, 29, 39

Anatomia 6, 18, 32, 44, 45, 46, 48, 52, 237

Assistência a Idosos 144

Assistência Odontológica 11, 12, 200, 201

Atenção Primária à Saúde 141, 144, 253, 256, 260, 262, 263

Aumento da coroa clínica 73

### C

Cirurgia 1, 2, 3, 6, 7, 10, 18, 20, 25, 29, 31, 33, 39, 44, 49, 50, 52, 54, 56, 57, 58, 73, 74, 75, 86, 92, 96, 98, 99, 118, 240

Cirurgia Bucal 18

Criança 6, 8, 10, 18, 25, 27, 30, 42

### D

Dentário 6, 4, 5, 7, 18, 20, 21, 22, 23, 27, 28, 32, 62, 68, 69, 118, 119, 125, 128, 130, 140, 157, 159, 167, 200, 201, 202, 203, 206, 207, 209, 213, 250

Dente decíduo 61

Dentição Permanente 61, 200, 211, 212

Doença Periodontal 20, 79, 81, 82, 88, 128, 130, 135, 136, 145, 149, 160, 240, 241

### E

Epidemiologia 2, 134, 263

Estética 8, 1, 32, 50, 54, 56, 72, 73, 74, 75, 78, 86, 87, 88, 98, 99, 101, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 129, 130, 131, 132, 136, 207, 209, 211, 212, 220

Estética dentária 117, 119

Ética odontológica 16, 61

### F

Fisioterapia 11, 133

Fluxo de Trabalho 61

Foco 21, 22, 23, 27, 28, 29, 31, 32, 135, 137, 256

Fonética 2, 88, 90, 118

Fratura orbitária 50, 54, 60

Fraturas mandibulares 44, 45, 46, 47, 48, 49

## I

Idosos 9, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 148, 149, 150, 192, 193

Implantes dentários 87, 100, 209

Infecção Odontogênica 18, 19, 20, 25, 33, 34, 35

Infecção SFocal Dentária 18

## L

Laminados dentários 117, 119, 125

## O

Odontogênico 27, 28

Odontologia Geriátrica 144

Orbitário 7, 28, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60

Osteomielite 7, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43

## P

Perda de dente 61

Periodontia 8, 73, 74, 78, 79, 82, 250

Periodontite 36, 40, 79, 80, 82, 83, 149, 157, 159

Planejamento de Prótese Dentária 87

Pontos de Referência anatômicos 44

Prática profissional 2

Práticas Interdisciplinares 18

Probióticos 8, 79, 80, 81, 82, 83, 84

Prognóstico 25, 35, 41, 52, 136, 142, 213, 214

Prótese Dentária 40, 87, 101, 102, 134, 138, 141, 142, 264

Protocolos Clínicos 12, 18, 19, 24, 26, 260

## R

Reabilitação bucal 2

Reconstrução 38, 47, 50, 52, 54, 55, 56, 58, 59

## S

Saúde Bucal 9, 23, 29, 32, 62, 65, 66, 69, 133, 134, 135, 136, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 196, 211, 241

Saúde Pública 10, 15, 19, 20, 24, 70, 80, 134, 141, 142, 145, 150, 191

## **T**

Terapia 10, 9, 12, 13, 38, 44, 83, 84, 140, 160, 188, 237, 241, 248

Transtornos da Articulação Temporomandibular 11, 12

Tratamento 7, 8, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 32, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 58, 59, 60, 70, 72, 73, 74, 75, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 88, 89, 98, 100, 119, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 132, 135, 140, 142, 145, 146, 149, 161, 164, 178, 180, 183, 184, 185, 190, 191, 193, 194, 195, 196, 198, 201, 208, 209, 211, 213, 214, 221, 232, 233, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 244, 245, 246, 247, 248

## **V**

Violência contra a Mulher 16, 17

Violência Doméstica 6, 15, 16, 17

# EPIDEMIOLOGIA, DIAGNÓSTICO E INTERVENÇÕES EM ODONTOLOGIA



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

@atenaeditora 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# EPIDEMIOLOGIA, DIAGNÓSTICO E INTERVENÇÕES EM ODONTOLOGIA



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)   
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)   
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)   
[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 