



## **POTENCIAL TERAPÊUTICO DA QUITOSANA NO TRATAMENTO DE DOENÇAS PERIODONTAIS: REVISÃO INTEGRATIVA DE LITERATURA.**

Maria Clara Oliveira e Silva<sup>1</sup>, Milena Fé Arrais Guida<sup>1</sup>, Matheus Araújo Brito Santos Lopes<sup>1</sup>, Marta Rosado de Oliveira Campos<sup>1</sup>, Jose Pereira de Melo Neto<sup>1</sup>, Marcelya Chrystian Moura Rocha<sup>2</sup>.



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2025v7n10p852-869>

Artigo recebido em 4 de Setembro e publicado em 14 de Outubro de 2025

### REVISÃO DE LITERATURA

#### RESUMO

**Introdução:** A doença periodontal é uma condição inflamatória multifatorial relacionada à má higiene bucal e ao acúmulo de placa bacteriana. Os desafios no tratamento dessa condição destacam a necessidade de novas abordagens terapêuticas, como o uso da quitosana, um material biocompatível e versátil. **Objetivo:** Analisar e sintetizar as evidências disponíveis na literatura sobre o uso da quitosana como complemento no tratamento da doença periodontal. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, analisando 10 artigos científicos publicados entre 2024 e 2025, nas bases de dados: Brasil Scientific Electronic Library Online (SciELO), PubMed e LILACS, combinando os Descritores em Ciências da Saúde (DECS): quitosana, periodontite e doenças periodontais. **Resultados:** Tratamentos convencionais, como antibióticos, nem sempre alcançam os resultados esperados e podem causar efeitos colaterais, o que torna necessária a busca por novas opções. A quitosana se destaca como uma alternativa promissora para o tratamento periodontal, graças às suas propriedades. **Conclusão:** A quitosana demonstra eficácia significativa na recuperação tecidual e na eliminação de patógenos periodontais por apresentar propriedades antimicrobianas e regenerativas, melhorando os resultados clínicos e surgindo como uma nova alternativa de tratamento.

**Palavras-chave:** Quitosana, Periodontite, Doença Periodontal.



## **CHITOSAN USE TO COMBAT THE ACTIVITIES OF PERIODONTAL PATHOGENS: INTEGRATIVE LITERATURE REVIEW.**

### **ABSTRACT**

**Introduction:** Periodontal disease is a multifactorial inflammatory condition related to poor oral hygiene and bacterial plaque accumulation. The challenges in treating this condition highlight the need for new therapeutic approaches, such as the use of chitosan, a biocompatible and versatile material. **Objective:** To analyze and synthesize the evidence available in the literature on the use of chitosan as a complement in the treatment of periodontal disease. **Methodology:** This is an integrative review of the literature, analyzing 10 scientific articles published between 2024 and 2025 in the databases: Brazil Scientific Electronic Library Online (SciELO), PubMed, and LILACS, combining the Health Sciences Descriptors (DECS): chitosan, periodontitis, and periodontal diseases. **Results:** Conventional treatments, such as antibiotics, do not always achieve the expected results and can cause side effects, making it necessary to search for new options. Chitosan stands out as a promising alternative for periodontal treatment, thanks to its properties. **Conclusion:** Chitosan demonstrates significant efficacy in tissue recovery and the elimination of periodontal pathogens due to its antimicrobial and regenerative properties, improving clinical results and emerging as a new treatment alternative.

**Keywords:** Chitosan, Periodontitis, Periodontal Disease.

Instituição afiliada – CENTRO UNIVERSITÁRIO UNINOVAFAPI - AFYA

**Dados da publicação:**

DOI:

**Autor correspondente:** Maria Clara Oliveira e Silva [mariaclaraoliveira.mco.mco@gmail.com](mailto:mariaclaraoliveira.mco.mco@gmail.com)

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





## **INTRODUÇÃO**

A saúde do indivíduo começa na cavidade oral, sendo a má conservação das estruturas dessa cavidade um dos principais fatores que afetam o bem-estar geral. A placa bacteriana, película que se forma em toda a superfície da cavidade oral, é definida por Flemming e Wingender (2010) como a presença de microorganismos presentes em determinada matriz de polissacarídeos. Esta, consiste em um dos agentes essenciais para o equilíbrio bucal, sendo o PH do sulco gengival fator intrínseco à composição saudável da microbiota oral, haja vista que seu desequilíbrio favorece o crescimento de microorganismos patogênicos, fator relevante na etiologia da doença periodontal (Abdulkareem *et al.*, 2023)

A doença periodontal é uma condição crônica e inflamatória que afeta os tecidos de proteção e suporte dos dentes, sendo uma das enfermidades mais prevalentes em saúde bucal no mundo. De acordo com Kassebaum et al. (2014), a periodontite severa, estágio mais avançado da doença, ocupa a sexta posição entre as doenças de maior prevalência global, afetando cerca de 10,8% da população mundial em 2010. Seu desenvolvimento está relacionado à formação e progressão da placa bacteriana, à virulência dos micro-organismos, à resposta imunológica do hospedeiro e às condições locais da cavidade oral. Esses dados reforçam a importância da prevenção e do tratamento adequado das doenças periodontais para a manutenção da saúde bucal (Newman *et al.*, 2015).

Após o diagnóstico da doença periodontal, o tratamento inicial envolve a raspagem, o alisamento radicular e o desbridamento mecânico, com o objetivo de descontaminar as superfícies e remover micro-organismos patogênicos, podendo ser associado ao uso de antibióticos e antimicrobianos, como a clorexidina. No entanto, o tratamento convencional nem sempre apresenta resultados satisfatórios, o que tem motivado a busca por métodos alternativos mais eficazes. Estudos como os de Haas *et al.* (2008) e Carranza *et al.* (2012) questionaram a real eficácia do uso de antibióticos na terapia periodontal, apontando a ausência de diferenças significativas nos desfechos clínicos, além dos possíveis efeitos adversos associados ao seu uso. Diante dessas evidências, o emprego de antimicrobianos passou a ser amplamente discutido,



incentivando o desenvolvimento de novas abordagens terapêuticas no combate aos patógenos periodontais.

No campo da engenharia de biomateriais, a quitosana tem se destacado como uma alternativa promissora com propriedades antimicrobianas. De acordo com o estudo de Costa *et al.* (2012), a quitosana demonstrou eficácia na regeneração tecidual e apresentou ação bactericida e bacteriostática. Além de suas propriedades terapêuticas, seu uso na odontologia vem sendo amplamente estudado devido ao potencial de interferir diretamente na formação da placa bacteriana e, conseqüentemente, na ocorrência da periodontite (Tavaria *et al.*, 2013).

O trabalho a seguir tem como objetivo analisar os efeitos terapêuticos da quitosana e de suas formas modificadas no tratamento da doença periodontal, com foco em suas ações antimicrobiana, anti-inflamatória e regenerativa, assim como suas limitações. A investigação da utilização de um novo biomaterial como opção de tratamento poderá trazer um grande impacto potencial para a odontologia, envolvendo principalmente periodontistas e pacientes.

## **METODOLOGIA**

O presente estudo refere-se a uma revisão integrativa de literatura, que tem como finalidade reunir estudos e a aplicação dos seus resultados na prática (Souza, Silva e Carvalho, 2010). Como orientação da pesquisa, utilizamos a questão norteadora: Qual é o potencial da quitosana como agente terapêutico no tratamento das doenças periodontais, segundo a literatura atual?

O levantamento de dados foi realizado nas bases de dados: Brasil Scientific Electronic Library Online (SciELO), PubMed, LILACS, utilizando as seguintes combinações de Descritores em Ciências de Saúde (DECS): *quitosana; periodontite; doenças periodontais*. Foram aplicados os operadores: (“OR”, “AND” e “NOT”). Foi dada ênfase à relevância das publicações, sem restrições quanto ao idioma, entre os anos 2010 e 2025. Os critérios de inclusão abrangeram estudos que envolvam o uso de quitosana e seus derivados/modificações como parte de sistemas de liberação de fármacos para tratamento da doença periodontal, incluindo pesquisas *in vitro*, *in vivo* e ensaios clínicos

que avaliem a eficácia, segurança e propriedades funcionais desses sistemas. Os critérios de exclusão foram pesquisas voltadas para outras doenças que não a doença periodontal, estudos que não utilizem quitosana ou seus derivados como parte do sistema terapêutico ou que não apresentem resultados relevantes sobre a eficácia da quitosana.

A metodologia utilizada identificou estudos relevantes por meio de uma triagem baseada em títulos e resumos. Foi realizada uma avaliação completa dos artigos selecionados para a elegibilidade final, seguindo rigorosamente os critérios de inclusão e exclusão, resultando na seleção de 10 artigos. Com esses estudos escolhidos, organizados e sintetizados, conduziu-se uma análise qualitativa.

## RESULTADOS

Após uma busca criteriosa na literatura, foram selecionados 10 artigos que constituem esta revisão. As principais informações de cada estudo, como autor/ano, título, objetivo e conclusões, estão reunidas na Tabela 1.

TABELA 1: Matriz de síntese dos artigos incluídos.

AUTOR/ANO	TÍTULO	OBJETIVO	CONCLUSÃO
Wang et al., 2025.	<i>Injectable CuS-loaded carboxymethyl and sulfonated chitosan hydrogel with antibacterial and self-healing properties promoting periodontal tissue regeneration</i>	Desenvolver um hidrogel injetável à base de quitosana sulfonada, funcionalizado com nanopartículas de sulfeto de cobre (CuS/PCS), visando potencializar o tratamento da periodontite por meio de ação	O hidrogel de CuS/PCS demonstrou boa biocompatibilidade, preservando a viabilidade celular e estimulando a proliferação de células-tronco. Além disso, apresentou atividade antimicrobiana eficaz. Em modelo animal de

		antimicrobiana eficaz e biocompatível, sem induzir resistência bacteriana.	periodontite, reduziu a inflamação, preveniu a perda óssea e favoreceu a regeneração do tecido periodontal, indicando seu potencial como uma alternativa promissora no tratamento da periodontite.
Cai et al., 2024.	<i>A Microenvironment-Responsive, Controlled Release Hydrogel Delivering Embelin to Promote Bone Repair of Periodontitis via Anti-Infection and Osteo-Immune Modulation</i>	Desenvolver um hidrogel injetável à base de carboximetil quitosana e dextrana oxidada (CMCS-OD), incorporando o composto natural Embelin, com o propósito de criar um sistema terapêutico capaz de modular a resposta imunológica e controlar a infecção bacteriana na periodontite, favorecendo a regeneração óssea.	O hidrogel de carboximetil quitosana apresentou propriedades de autorreparação e liberação controlada do fármaco, além de comportamento responsivo ao pH característico do ambiente periodontal. Mostrou eficácia na inibição da invasão bacteriana, na redução da inflamação e na modulação dos macrófagos para um perfil regenerativo

			(M2). Esses efeitos contribuíram para o controle da destruição tecidual e para a promoção da regeneração óssea, evidenciando o potencial da quitosana como plataforma bioativa e imunomoduladora no tratamento da periodontite.
Zafar et al., 2025.	<i>PEGylated chitosan xerogels for localized periodontal therapy: design, characterization, and drug release.</i>	Desenvolver xerogéis biodegradáveis à base de quitosana PEGilada para a liberação localizada de hiclato de doxiciclina, visando tratar doenças infecciosas periodontais de forma eficaz e com menor risco de efeitos adversos sistêmicos.	Os xerogéis formulados demonstraram liberação rápida e sustentada do fármaco, boa atividade antibacteriana e propriedades físico-químicas adequadas, mostrando-se promissores para aplicação em bolsas periodontais no tratamento de doenças infecciosas.
Xiaojie et al., 2025.	<i>A photo-thermal dual crosslinked</i>	Desenvolver um hidrogel injetável de	O hidrogel de carboximetilquitosana

	<p><i>chitosan-based hydrogel membrane for guided bone regeneration.</i></p>	<p>dupla reticulação à base de carboximetilquitosana metacrilatada (CMCS), reforçado com fibroína de seda e funcionalizado com partículas de vidro bioativo, com o objetivo de aprimorar as membranas de barreira utilizadas na regeneração óssea guiada (ROG) e favorecer a reparação dos tecidos periodontais.</p>	<p>apresentou excelente biocompatibilidade, biodegradabilidade e propriedades mecânicas adequadas, além de atuar como barreira eficaz contra fibroblastos gengivais. Demonstrou ainda efeito antimicrobiano contra <i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Porphyromonas gingivalis</i>, e estimulou a angiogênese e a diferenciação osteogênica de células-tronco. Em modelo animal, seu desempenho na regeneração óssea foi comparável ao de membranas comerciais, evidenciando o potencial da quitosana como biomaterial inovador e funcional na regeneração tecidual</p>
--	--	--	--

			periodontal.
Yilmaz et al., 2025.	<i>Dual-drug carboxymethyl chitosan hydrogel: Development, characterization, and in vitro evaluation for periodontal therapy.</i>	Desenvolver e avaliar um hidrogel à base de carboximetil quitosana incorporando doxiciclina e atorvastatina, visando a liberação local e controlada de fármacos no tratamento da doença periodontal.	A formulação otimizada do hidrogel apresentou liberação sustentada dos fármacos por 72 horas, alta eficácia antimicrobiana contra <i>Porphyromonas gingivalis</i> e excelente biocompatibilidade celular. Os resultados indicam que o sistema de liberação dupla é uma estratégia promissora para o tratamento localizado da periodontite, embora estudos in vivo e clínicos ainda sejam necessários para validação terapêutica.
Chen et al., 2025.	<i>Customized Hydrogel System for the Spatiotemporal Sequential Treatment of Periodontitis Propelled by ZEB1</i>	Desenvolver um hidrogel à base de hidroxibutilquitosana modificada com ácido gálico (GA-HBC), funcionalizado com nanofolhas de hidróxido duplo de	O hidrogel desenvolvido, composto por derivado funcionalizado de quitosana (GA-HBC), demonstrou propriedades

		<p>zinco-alumínio carregadas com icarina, com o objetivo de atuar de forma sequencial no combate à periodontite avançada, promovendo efeitos antibacterianos, anti-inflamatórios e remineralizantes, além de modular o microambiente imunológico para favorecer a regeneração óssea.</p>	<p>mecânicas e de degradação adequadas, além de regular a inflamação e induzir a polarização de macrófagos para um perfil regenerativo. A combinação dessas características proporcionou um ambiente favorável à regeneração do tecido periodontal, evidenciando o potencial da quitosana modificada como base para sistemas terapêuticos avançados no tratamento da periodontite.</p>
Shamami et al., 2025.	<i>The current advancements in chitosan nanoparticles in the management of non-surgical periodontitis treatment.</i>	Revisar e apresentar os benefícios terapêuticos das nanopartículas de quitosana (CSNPs) no tratamento da periodontite, destacando seu potencial como	As nanopartículas de quitosana demonstram propriedades antibacterianas e anti-inflamatórias promissoras, além de oferecerem liberação prolongada de

		<p>carreador de fármacos antimicrobianos e anti-inflamatórios, especialmente frente às limitações da terapia antibiótica sistêmica.</p>	<p>medicamentos diretamente na bolsa periodontal. Essas características tornam as CSNPs uma alternativa terapêutica viável e eficaz no desenvolvimento de novas estratégias para o tratamento localizado de infecções periodontais.</p>
<p>Khademi, Hosseini, Kharaziha, 2025.</p>	<p><i>An injectable gelatin methacrylate containing surface-imprinted chitosan-modified bioglass microspheres for potential periodontitis treatment.</i></p>	<p>Desenvolver um hidrogel compósito injetável, combinando gelatina metacrilada (GelMA) com partículas de biovidro modificadas com quitosana (MIP), para promover a liberação controlada de doxiciclina e atuar de forma multifuncional no tratamento não cirúrgico da periodontite, com foco em atividade antibacteriana e</p>	<p>Os hidrogéis formulados com partículas de biovidro modificadas com quitosana apresentaram propriedades físico-químicas ajustáveis, bioatividade, efeitos antibacterianos e antioxidantes, além de favorecerem a diferenciação osteogênica de células-tronco da polpa dentária. Esses resultados indicam</p>

		estímulo à regeneração óssea.	que o sistema representa uma abordagem terapêutica promissora e eficaz para o tratamento localizado e não cirúrgico da periodontite.
Zhu et al., 2025.	<i>A Chitosan-based Hydrogel to Modulate Immune Cells and Promote Healing in the High-Fat Diet-induced Periodontitis Rat Model.</i>	Desenvolver um hidrogel injetável termossensível à base de quitosana (TISH), carregado com GM-CSF e resveratrol, com o propósito de imunomodular células dendríticas e células T, promovendo cicatrização periodontal e controle da inflamação em casos de periodontite associada à síndrome metabólica.	O hidrogel TISH(GR), composto por quitosana funcionalizada, demonstrou capacidade de modular respostas imunes, suprimindo vias inflamatórias e favorecendo a polarização celular para perfis anti-inflamatórios. Quando utilizado como terapia adjuvante ao tratamento convencional, melhorou significativamente a cicatrização e reduziu os danos periodontais

			em modelo com síndrome metabólica, destacando seu potencial como biomaterial terapêutico em condições clínicas complexas.
Potaś-Stobiecka et al., 2025.	<i>How to proceed with easily recrystallizing secnidazole in designing polyelectrolyte complex-based films for periodontitis treatment?</i>	Desenvolver filmes poliméricos à base de quitosana e pectina para aplicação intra-bolsa no tratamento de infecções periodontais anaeróbicas, utilizando secnidazol como agente terapêutico e superando as limitações da técnica camada por camada por meio de métodos otimizados de cocristalização e secagem.	Os filmes desenvolvidos com cocristais de secnidazol-quitosana apresentaram propriedades físico-químicas e farmacêuticas favoráveis, com destaque para a melhoria da carga do fármaco, controle da forma cristalina e liberação prolongada do secnidazol em meio salivar simulado. Esses resultados evidenciam o potencial da quitosana como plataforma polimérica eficaz para sistemas de liberação intra-



			bolsa no tratamento de periodontite.
--	--	--	--------------------------------------

## DISCUSSÃO

A abordagem terapêutica da doença periodontal segue um processo gradual e sistemático, iniciando com profilaxia, raspagem e alisamento radicular, acompanhados de orientações sobre higiene bucal. O acompanhamento periódico permite ajustes no tratamento, incluindo o uso local ou sistêmico de antibióticos e a aplicação de gluconato de clorexidina como complemento antimicrobiano, quando necessário (Gasner e Schure, 2025).

Embora a antibioticoterapia sistêmica seja eficaz no tratamento da periodontite, seu uso apresenta riscos significativos, incluindo o desenvolvimento de resistência bacteriana e diversos efeitos adversos, como alergias, nefrite, alterações hematológicas, distúrbios gastrointestinais, neurológicos e cutâneos (Skurska *et al.*, 2025). Esses riscos reforçam a necessidade de limitar seu uso e buscar alternativas terapêuticas que atuem de forma localizada, com maior precisão e menor impacto sistêmico, abrindo caminho para o uso de biomateriais como a quitosana na periodontia.

A quitosana é uma substância natural obtida da quitina, presente no exoesqueleto de crustáceos como camarões e caranguejos. Trata-se de um material seguro, biodegradável e compatível com o corpo humano, o que significa que pode ser usado em tratamentos de saúde sem causar rejeição. Na odontologia, ela tem ganhado destaque por suas propriedades antimicrobianas e anti-inflamatórias, além de poder ser moldada em diferentes formas, como géis, filmes ou esponjas. Essas características tornam a quitosana uma alternativa promissora no tratamento da doença periodontal, ajudando a controlar infecções e favorecer a regeneração dos tecidos da boca (Popa, Ghica, Dinu-Pîrvu, 2025)

A atividade antimicrobiana da quitosana está relacionada às suas características físico-químicas, como peso molecular, grau de desacetilação e pH. Sua carga positiva interage com a superfície negativamente carregada de bactérias, desestabilizando a parede celular e promovendo o vazamento de conteúdo intracelular, o que resulta na



morte bacteriana. Essa ação é especialmente relevante na periodontite, uma vez que muitos patógenos associados à doença — como *Porphyromonas gingivalis* — são bactérias Gram-negativas, tornando a quitosana particularmente eficaz nesse contexto. Além de seu efeito direto sobre as bactérias, a quitosana atua quelando íons metálicos essenciais, como cálcio e magnésio, o que interfere na integridade do biofilme e limita a proliferação microbiana. Essa propriedade é vantajosa, pois auxilia na desorganização da placa bacteriana sem efeitos tóxicos aos tecidos (Gonciarz *et al.*, 2025).

Devido à sua capacidade de formar filmes, hidrogéis e nanopartículas, a quitosana apresenta propriedades antimicrobianas, cicatrizantes e mucoadesivas. Isso possibilita seu uso em sistemas de liberação controlada de fármacos, aumentando a absorção local e o contato prolongado com tecidos biológicos. Na periodontia, essas características favorecem formulações com ação terapêutica direcionada e liberação sustentada. Além disso, sua estrutura química permite ajustes que aprimoram estabilidade, biocompatibilidade e interação celular (Gonciarz *et al.*, 2025). Logo, percebe-se que a quitosana modificada é um biomaterial versátil e promissor para terapias avançadas, sobretudo em casos complexos ou resistentes às abordagens convencionais.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A manutenção da saúde bucal é essencial para o bem-estar geral, e a doença periodontal, de natureza inflamatória e multifatorial, continua sendo um dos principais desafios nesse contexto. As limitações dos antibióticos convencionais reforçam a necessidade de novas estratégias terapêuticas. Nesse cenário, a quitosana se destaca por suas propriedades antimicrobianas e regenerativas, mostrando-se uma alternativa promissora para potencializar o tratamento periodontal e favorecer a qualidade de vida dos pacientes.

## **REFERÊNCIAS**

ABDULKAREEM, A. A. et al. Current concepts in the pathogenesis of periodontitis: from symbiosis to dysbiosis. **Journal of Oral Microbiology**, v. 15, n. 1, 2 abr. 2023.



**Potencial Terapêutico da Quitosana no Tratamento de Doenças Periodontais:  
Revisão Integrativa de Literatura**  
*Silva et al.*

CAI, G. et al. A Microenvironment-Responsive, Controlled Release Hydrogel Delivering Embelin to Promote Bone Repair of Periodontitis via Anti-Infection and Osteo-Immune Modulation. **Advanced Science**, 8 jul. 2024.

CARRANZA Jr, F. A. et al. **Periodontia Clínica**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Saunders, 2012. ISBN 9788535245400.

CHEN, J. et al. Customized Hydrogel System for the Spatiotemporal Sequential Treatment of Periodontitis Propelled by ZEB1. **Advanced science** (Weinheim, Baden-Wurttemberg, Germany), v. 12, n. 26, p. e2503338, jul. 2025.

COSTA, E. M. et al. Evaluation and insights into chitosan antimicrobial activity against anaerobic oral pathogens. **Anaerobe**, v. 18, n. 3, p. 305-309, jun. 2012.

FLEMMING, Hans-Curt; WINGENDER, Jost. The biofilm matrix. **Nature Reviews Microbiology**, v. 8, n. 9, p. 623-633, 2 ago. 2010.

GASNER, N. S.; SCHURE, R. S. Periodontal disease. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554590/>>.

HAAS, Alex N. et al. Azithromycin as an adjunctive treatment of aggressive periodontitis: 12-months randomized clinical trial. **Journal of Clinical Periodontology**, v. 35, n. 8, p. 696-704, ago. 2008.

KASSEBAUM, N. J. et al. Global Burden of Severe Periodontitis in 1990-2010. **Journal of Dental Research**, v. 93, n. 11, p. 1045-1053, 26 set. 2014.

KHADEMI, R.; HOSSEINI, M. A.; KHARAZIHA, M. An injectable gelatin methacrylate containing surface-imprinted chitosan-modified bioglass microspheres for potential periodontitis treatment. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 302, p. 140561, 31 jan. 2025.

NEWMAN, M. G.; Takei, H. H.; Klokkevold, P. P.; Caranza, F. A. **Caranza's Clinical Periodontology**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

POTAŚ-STOBIECKA, J. et al. How to proceed with easily recrystallizing secnidazole in designing polyelectrolyte complex-based films for periodontitis treatment? **European journal of pharmaceutical sciences : official journal of the European Federation for Pharmaceutical Sciences**, v. 209, p. 107115, jan. 2025.

POPA, L.; GHICA, M. V.; DINU-PÎRVU, C.-E. Chitosan Biomaterials: Advances and Challenges—2nd Edition. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 26, n. 10, p. 4836, 19 maio 2025.



SADIGHI SHAMAMI, M. et al. The current advancements in chitosan nanoparticles in the management of non-surgical periodontitis treatment. **Nanotoxicology**, v. 19, n. 3, p. 290–324, maio 2025.

SOUZA, M. T. DE; SILVA, M. D. DA; CARVALHO, R. DE. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein (São Paulo)**, v. 8, n. 1, p. 102–106, mar. 2010.

SKURSKA, A. et al. The Influence of Local Antibiotic Therapy on the Microbiological, Clinical, and Radiological Outcomes Following Minimally Invasive Periodontal Surgery in the Treatment of Intra-bony Defects—A Randomized Clinical Trial. **Antibiotics**, v. 14, n. 9, p. 850–850, 22 ago. 2025.

TAVARIA, Freni Kekhasharú et al. A quitosana como biomaterial odontológico: estado da arte. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, v. 29, n. 1, p. 110-120, 2013.

WANG, Q. et al. Injectable CuS-loaded carboxymethyl and sulfonated chitosan hydrogel with antibacterial and self-healing properties promoting periodontal tissue regeneration. **International journal of biological macromolecules**, v. 310, n. Pt 2, p. 143205, maio 2025.

WERONIKA GONCIARZ et al. Chitosan-based formulations for therapeutic applications. A recent overview. **Journal of Biomedical Science**, v. 32, n. 1, 8 jul. 2025.

XIAOJIE, X. et al. A photo-thermal dual crosslinked chitosan-based hydrogel membrane for guided bone regeneration. **International journal of biological macromolecules**, v. 296, p. 139712, mar. 2025.

YILMAZ, B. et al. Dual-drug carboxymethyl chitosan hydrogel: Development, characterization, and in vitro evaluation for periodontal therapy. **Carbohydrate polymers**, v. 363, p. 123726, jan. 2025.

ZAFAR, F. et al. PEGylated chitosan xerogels for localized periodontal therapy: design, characterization, and drug release. **Scientific reports**, v. 15, n. 1, p. 20519, jan. 2025.

ZHU, Y. et al. A Chitosan-based Hydrogel to Modulate Immune Cells and Promote Periodontitis Healing in the High-Fat Diet-induced Periodontitis Rat Model. **Acta biomaterialia**, v. 200, p. 452–463, Autumn 2025.