

ANTISSEPZIA RÁPIDA DE CONES DE GUTA-PERCHA: SOLUÇÕES CONVENCIONAIS VERSUS ABORDAGENS NANOTECNOLÓGICAS — UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

RAPID ANTISEPSIS OF GUTTA-PERCHA CONES: CONVENTIONAL SOLUTIONS VERSUS NANOTECHNOLOGICAL APPROACHES — AN INTEGRATIVE LITERATURE REVIEW

ANTISEPSIA RÁPIDA DE CONOS DE GUTAPERCHA: SOLUCIONES CONVENCIONALES FRENTE A ENFOQUES NANOTECNOLÓGICOS — UNA REVISIÓN INTEGRATIVA DE LA LITERATURA

Francisco Diego Gomes Oliveira¹
Luciana Reinaldo Lima²
Helton Diego Dantas Linhares³
Matheus Araújo Brito Santos Lopes⁴

RESUMO: O sucesso da terapia endodôntica exige o controle microbiológico rigoroso e a selagem hermética do sistema de canais radiculares. Como a gutta-percha é um polímero termossensível sujeito à rápida contaminação clínica, sua antissepsia por imersão no tempo ideal de 30 a 60 segundos torna-se indispensável. Entretanto, os desinfetantes tradicionais podem comprometer a estrutura do material, o que tem impulsionado a investigação da nanotecnologia como alternativa. Este estudo teve como objetivo analisar a eficácia antimicrobiana e as alterações na topografia de superfície promovidas por protocolos de antissepsia rápida em cones de gutta-percha, comparando agentes nanotecnológicos às soluções convencionais. Foi realizada uma revisão integrativa nas bases PubMed, Scopus, SciELO e BVS, considerando estudos publicados entre 2020 e 2026. Foram selecionados oito estudos focados na desinfecção rápida (entre 30 e 60 segundos) e seus impactos físico-químicos. O hipoclorito de sódio (NaOCl) promoveu rápida eliminação bacteriana, porém causou erosão da matriz orgânica e precipitação de cristais de cloreto de sódio. A clorexidina (CHX) a 2% preservou a superfície do polímero, mas apresentou ação lenta contra biofilmes maduros. As soluções de nanopartículas de prata (AgNPs), quitosana e óxido de zinco (ZnO-NPs) alcançaram inativação microbiológica em até 60 segundos, mantendo a lisura da superfície. Os estudos analisados indicam resultados promissores para as formulações nanotecnológicas quanto à atividade antimicrobiana e à preservação superficial, contudo são necessários estudos adicionais e evidências clínicas para confirmar sua superioridade e segurança.

Palavras-chave: Guta-Percha. Desinfecção. Nanopartículas.

¹Discente do curso de Odontologia na Afya Centro Universitário Uninovafapi, Teresina - Pi.

²Docente do curso de Odontologia na Afya Centro Universitário Uninovafapi, Teresina - Pi.

³Docente do curso de Odontologia na Afya Centro Universitário Uninovafapi, Teresina - Pi.

⁴Docente do curso de Odontologia na Afya Centro Universitário Uninovafapi, Teresina - Pi.

ABSTRACT: The success of endodontic therapy requires rigorous microbiological control and hermetic sealing of the root canal system. As gutta-percha is a thermosensitive polymer subject to rapid clinical contamination, its immersion antiseptics within an ideal timeframe of 30 to 60 seconds becomes essential. However, traditional disinfectants can compromise the material's structure, which has driven the investigation of nanotechnology as an alternative. This study aimed to analyze the antimicrobial efficacy and surface topography alterations promoted by rapid antiseptics protocols in gutta-percha cones, comparing nanotechnological agents with conventional solutions. An integrative review was conducted in PubMed, Scopus, SciELO, and VHL/LILACS databases, considering studies published between 2020 and 2026. Eight studies focused on rapid disinfection (between 30 and 60 seconds) and its physicochemical impacts were selected. Sodium hypochlorite (NaOCl) promoted rapid bacterial elimination; however, it caused erosion of the organic matrix and precipitation of sodium chloride crystals. Chlorhexidine (CHX) at 2% preserved the polymer surface but demonstrated slow action against mature biofilms. Solutions of silver nanoparticles (AgNPs), chitosan, and zinc oxide nanoparticles (ZnO-NPs) achieved microbiological inactivation in up to 60 seconds while maintaining surface smoothness. The analyzed studies indicate promising results for nanotechnological formulations regarding antimicrobial activity and surface preservation; however, additional studies and clinical evidence are needed to confirm their superiority and safety.

Keywords: Gutta-Percha. Disinfection. Nanoparticles.

RESUMEN: El éxito de la terapia endodóntica exige un control microbiológico riguroso y el sellado hermético del sistema de conductos radiculares. Debido a que la gutapercha es un polímero termosensible sujeto a una rápida contaminación clínica, su antisepsia por inmersión en un tiempo ideal de 30 a 60 segundos resulta indispensable. Sin embargo, los desinfectantes tradicionales pueden comprometer la estructura del material, lo que ha impulsado la investigación de la nanotecnología como alternativa. Este estudio tuvo como objetivo analizar la eficacia antimicrobiana y las alteraciones en la topografía de superficie promovidas por protocolos de antisepsia rápida en conos de gutapercha, comparando agentes nanotecnológicos con soluciones convencionales. Se realizó una revisión integrativa en las bases de datos PubMed, Scopus, SciELO y BVS, considerando estudios publicados entre 2020 y 2026. Se seleccionaron ocho estudios enfocados en la desinfección rápida (entre 30 y 60 segundos) y sus impactos fisicoquímicos. El hipoclorito de sodio (NaOCl) promovió una rápida eliminación bacteriana; sin embargo, causó erosión de la matriz orgánica y precipitación de cristales de cloruro de sodio. La clorhexidina (CHX) al 2% preservó la superficie del polímero, pero presentó una acción lenta contra biofilmes maduros. Las soluciones de nanopartículas de plata (AgNPs), quitosano y óxido de zinc (ZnO-NPs) lograron la inactivación microbiológica en hasta 60 segundos, manteniendo la tersura de la superficie. Los estudios analizados indican resultados prometedores para las formulaciones nanotecnológicas en cuanto a la actividad antimicrobiana y la preservación superficial; sin embargo, se necesitan estudios adicionales y evidencia clínica para confirmar su superioridad y seguridad.

Palabras clave: Gutapercha. Desinfección. Nanopartículas.

INTRODUÇÃO

A Endodontia contemporânea tem como pilar o controle microbiológico rigoroso do sistema de canais radiculares e a subsequente selagem tridimensional hermética, visando à prevenção da reinfecção e ao êxito da reparação tecidual periapical (*Siqueira Jr. & Rôças, 2022*). Durante a etapa da obturação, a gutta-percha se mantém como o material sólido padrão-ouro devido às suas propriedades de plasticidade, radiopacidade e biocompatibilidade. Contudo, apesar de saírem de fábrica em embalagens primárias lacradas, os cones de gutta-percha não são estéreis e sofrem contaminação microbiológica rápida ao serem expostos ao ar ambiente do consultório, ao manuseio clínico e durante o teste de travamento na cavidade bucal (*Kowalsky et al., 2020; Silva et al., 2023*).

Por se tratar de um polímero termossensível, a gutta-percha não suporta os métodos convencionais de esterilização pelo calor, como a autoclavagem, o que exige o emprego de protocolos químicos de antissepsia rápida por imersão (*Zanini et al., 2021*). Tradicionalmente, soluções como o hipoclorito de sódio e a clorexidina são as mais utilizadas. No entanto, a literatura recente alerta que concentrações elevadas dessas substâncias podem provocar degradação estrutural e erosões na superfície do cone, além de gerarem precipitados cristalinos que alteram a lisura do material, prejudicam a adesão dos cimentos obturadores e apresentam potencial citotoxicidade aos tecidos periapicais se não houver um enxágue rigoroso (*Alves et al., 2021; Medeiros et al., 2024*).

Diante dessas limitações, a introdução da nanotecnologia na Endodontia emerge como uma alternativa altamente promissora e biocompatível. O uso de agentes químicos estruturados em nanoescala, tais como as nanopartículas de prata (AgNPs), nanopartículas de quitosana e nanopartículas de óxido de zinco (ZnO-NPs) tem se destacado pela elevada relação área/volume, que garante ação antimicrobiana ultrarrápida e eficaz contra biofilmes recalcitrantes em baixas concentrações (*Prasad et al., 2022; Zhang et al., 2025*). Adicionalmente, as formulações nanotecnológicas demonstram menor agressividade à topografia da gutta-percha, preservando a morfologia do cone e reduzindo os riscos de citotoxicidade tecidual (*Kumar et al., 2023; Ferreira et al., 2026*).

Justifica-se, portanto, a necessidade de sintetizar e analisar criticamente as evidências científicas atuais que comparam os métodos químicos convencionais às novas abordagens nanotecnológicas de antissepsia rápida em cones de gutta-percha, buscando definir um protocolo que alie máxima eficácia biocida, integridade estrutural do material e biossegurança tecidual.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, a eficácia antimicrobiana e as alterações na topografia de superfície dos protocolos de antissepsia rápida em cones de guta-percha, destacando o papel emergente dos agentes químicos nanotecnológicos frente às soluções desinfetantes convencionais.

MÉTODOS

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de caráter descritivo, exploratório e qualitativo. A revisão integrativa foi o método escolhido por permitir a síntese do conhecimento teórico e empírico produzido sobre a descontaminação de materiais endodônticos, viabilizando a análise comparativa entre as soluções químicas desinfetantes tradicionais e as abordagens nanotecnológicas emergentes.

Para nortear o desenvolvimento deste estudo, estabeleceu-se como pergunta condutora a seguinte indagação: Quais são as evidências científicas que comparam a eficácia antimicrobiana e as alterações nas propriedades físico-químicas do material provocadas por agentes nanotecnológicos em relação às soluções desinfetantes convencionais na antissepsia rápida de cones de guta-percha?

A coleta de dados bibliográficos foi realizada no mês de janeiro de 2026, abrangendo as bases de dados eletrônicas em ciências da saúde: PubMed/MEDLINE (National Library of Medicine), Scopus (Elsevier), Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS/LILACS).

A estratégia de busca foi estruturada a partir da combinação de Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e *Medical Subject Headings* (MeSH), articulados pelos operadores booleanos AND e OR. As equações e palavras-chave customizadas empregadas em cada base de dados foram: PubMed/MEDLINE: ("Gutta-Percha"[Mesh] OR "Gutta-Percha Cones" OR "Gutta Percha Points") AND ("Disinfection"[Mesh] OR "Antisepsis"[Mesh] OR "Rapid Disinfection") AND ("Nanoparticles"[Mesh] OR "Nanotechnology"[Mesh] OR "Sodium Hypochlorite"[Mesh] OR "Chlorhexidine"[Mesh]); Scopus: ("Gutta-percha" OR "Gutta percha cones") AND ("Disinfection" OR "Antisepsis") AND ("Nanoparticles" OR "Sodium Hypochlorite" OR "Chlorhexidine"); BVS/LILACS: (Guta-Percha OR Cones de Guta-Percha) AND (Desinfecção OR Antissepsia OR Desinfecção Rápida) AND (Nanopartículas OR Hipoclorito de Sódio OR Clorexidina); SciELO: (Guta-Percha) AND (Desinfecção OR Antissepsia) AND (Nanopartículas OR Hipoclorito de Sódio OR Clorexidina).

Os critérios de inclusão pré-estabelecidos contemplaram artigos originais e revisões sistemáticas, publicados entre os anos de 2020 e 2026, nos idiomas português, inglês ou espanhol. Foram selecionados apenas trabalhos que avaliassem diretamente a antissepsia rápida de cones de guta-percha sob a ótica da eficácia antimicrobiana (redução de carga bacteriana/fúngica) e/ou das alterações estruturais e topográficas do material (analisadas por Microscopia Eletrônica de Varredura — MEV ou Microscopia de Força Atômica — MFA). Em contrapartida, foram excluídos estudos voltados exclusivamente à desinfecção de instrumentais metálicos, relatos de caso clínico, editoriais, cartas ao editor, publicações duplicadas e pesquisas sem acesso ao texto integral.

A busca inicial nas bases de dados resultou em um total de 48 artigos, distribuídos da seguinte forma: PubMed ($n = 22$), Scopus ($n = 15$), BVS ($n = 7$) e SciELO ($n = 4$). Inicialmente, foram identificadas e removidas 11 duplicatas. Dos 37 artigos restantes submetidos à triagem por leitura de títulos e resumos, 22 foram excluídos por não atenderem aos critérios de elegibilidade.

Consequentemente, 15 trabalhos foram selecionados para leitura na íntegra. Após a avaliação completa dos textos, 7 artigos foram excluídos devido aos seguintes motivos: ausência de avaliação de tempos reduzidos de imersão ($n = 4$), foco exclusivo em desinfecção de limas e instrumentos ($n = 2$) e indisponibilidade de dados sobre topografia de superfície ($n = 1$). A amostra final desta revisão foi composta por 8 estudos que preencheram rigorosamente todos os critérios de inclusão.

RESULTADOS

A partir da aplicação das estratégias de busca nas bases de dados selecionadas e do rigoroso emprego dos critérios de inclusão e exclusão (período de 2020 a 2026), obteve-se uma amostra final composta por 8 artigos científicos que responderam integralmente à pergunta norteadora do estudo.

O Quadro 1 sintetiza as principais informações extraídas das pesquisas selecionadas, categorizadas por autores/ano, agente químico desinfetante avaliado, tempo de imersão testado, metodologia de análise empregada e os principais achados referentes à eficácia biocida e às alterações no material.

Quadro 1 - Síntese das evidências científicas selecionadas sobre a antissepsia rápida de cones de guta-percha (2020–2026).

Autor / Ano	Agentes Químicos Testados	Tempo de Imersão	Metodologia de Análise	Principais Achados (Eficácia Biocida vs. Alterações do Material)
Kowalsky et al. (2020)	NaOCl 2,5%, NaOCl 5,25%, CHX 2%	30s, 60s, 5 min	Microbiológica (<i>E. faecalis</i>)	O NaOCl a 5,25% e 2,5% eliminou 100% da carga bacteriana em 60s. A CHX 2% exigiu tempo superior a 1 min para eliminação completa de esporos e biofilmes maduros.
Alves et al. (2021)	NaOCl 5,25%, CHX 2%	1 min, 5 min	MEV / Análise Topográfica	O NaOCl 5,25% provocou erosão na matriz orgânica da guta-percha e deposição de microcristais de NaCl na superfície. A CHX 2% causou pequenas alterações morfológicas.
Zanini et al. (2021)	NaOCl 2,5%, Ácido Peracético 0,2%, CHX 2%	30s e 60s	MEV / Ensaio de Rugosidade (MFA)	O Ácido Peracético e a CHX mantiveram a lisura da guta-percha inalterada. O NaOCl aumentou significativamente a rugosidade superficial em exposições de 60s.
Prasad et al. (2022)	Nanopartículas de Prata (AgNPs), NaOCl 5,25%	30s e 60s	Microbiológica / MEV	As AgNPs apresentaram ação bactericida ultra-rápida (30s) equivalente ao NaOCl 5,25%, porém sem causar qualquer alteração, erosão ou cristalização na superfície da guta-percha.
Silva et al. (2023)	NaOCl 2,5%, CHX 2%, AgNPs, Quitosana Nano	30s, 60s	Revisão / Análise Multicêntrica	Os agentes nanotecnológicos demonstraram alto poder de penetração em biofilmes bacterianos em baixas concentrações, preservando totalmente as propriedades físicas do polímero.
Kumar et al. (2023)	Nanopartículas de Quitosana, NaOCl 5,25%	30s e 60s	MEV / Teste Microbiológico	A Quitosana nanoestruturada combateu efetivamente cepas de <i>E. faecalis</i> em 30s e manteve a topografia do cone perfeitamente preservada, ao contrário das fendas geradas pelo NaOCl.

Autor / Ano	Agentes Químicos Testados	Tempo de Imersão	Metodologia de Análise	Principais Achados (Eficácia Biocida vs. Alterações do Material)
Medeiros et al. (2024)	NaOCl 2,5%, CHX 2%, AgNPs	60s	Ensaio de Adesão (Push-out) / MEV	Os cones desinfetados com NaOCl apresentaram menor força de adesão aos cimentos endodônticos devido à precipitação salina. As AgNPs não interferiram na adesão ao cimento.
Zhang et al. (2025)	Nanopartículas de Óxido de Zinco (ZnO-NPs), NaOCl	30s e 60s	MEV / MFA / Microbiológica	As ZnO-NPs demonstraram rápida esterilização de superfície em 30s com manutenção da estabilidade dimensional do cone e ausência de degradação da matriz polimérica.

Fonte: Autoria própria.

DISCUSSÃO

A busca por um protocolo ideal de antisepsia rápida para cones de gutta-percha baseia-se na urgência de eliminar patógenos endodônticos sem comprometer as propriedades do polímero. A literatura analisada aponta que o hipoclorito de sódio, em concentrações de 2,5% e 5,25%, permanece como a solução convencional de ação mais veloz, demonstrando alto potencial bactericida e esporicida contra cepas resistentes de *Enterococcus faecalis* em períodos reduzidos de imersão de 30 a 60 segundos (Kowalsky et al., 2020; Alves et al., 2021). Esse desempenho rápido é atribuído ao seu mecanismo de ação oxidativo, baseado na dissociação do ácido hipocloroso e na liberação de íons cloridrato, que promovem a dissolução de matrizes orgânicas, a inativação enzimática e a desnaturação irreversível de proteínas celulares bacterianas (Basrani et al., 2003; Kowalsky et al., 2020).

Em contrapartida, a clorexidina a 2%, embora amplamente empregada por sua baixa toxicidade tecidual e substantividade em tecidos dentinários, apresentou ação mais lenta quando submetida a intervalos de exposição curtos (30 a 60 segundos), sobretudo diante de biofilmes maduros (Kowalsky et al., 2020; Silva et al., 2023). O mecanismo da clorexidina fundamenta-se na atração eletrostática com a parede celular bacteriana de carga negativa, induzindo o extravasamento do conteúdo citoplasmático; contudo, a presença de uma matriz extracelular polimérica densa nos biofilmes pode retardar a penetração do agente em tempos

reduzidos de imersão (Silva et al., 2023). Assim, enquanto o hipoclorito de sódio oferece maior velocidade de inativação microbiológica, a CHX exige períodos de contato mais prolongados para atingir eficácia equivalente, revelando a limitação das soluções tradicionais em conciliar rapidez biocida e integridade ao substrato.

Além da ação antimicrobiana, a avaliação das alterações estruturais causadas pelos desinfetantes no polímero é determinante para a selagem endodôntica. Nos estudos analisados, o emprego da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e da Microscopia de Força Atômica (MFA) possibilitou avaliar minuciosamente as modificações morfológicas e a rugosidade de superfície em escala nanométrica induzidas pelos protocolos químicos (Zanini et al., 2021; Medeiros et al., 2024). Enquanto o MEV forneceu imagens qualitativas sobre a formação de fendas e microerosões, a MFA permitiu quantificar variações na topografia e na energia superficial dos cones.

Os achados de Alves et al. (2021) e Zanini et al. (2021) indicam que a imersão no hipoclorito de sódio a 5,25% promove a degradação da matriz orgânica e de ceras constituintes da guta-percha, gerando ranhuras superficiais e o depósito indesejado de cristais de cloreto de sódio após a evaporação do líquido. Conforme sugerem Medeiros et al. (2024), o aumento na rugosidade e a presença desses precipitados cristalinos tendem a alterar a molhabilidade do material, interferindo negativamente no escoamento do cimento endodôntico e na força de adesão (*push-out*). Essa degradação superficial cria lacunas (*gaps*) na interface entre o cone desinfetado e o cimento resinoso ou biocerâmico, o que pode favorecer vias de microinfiltração bacteriana e comprometer o hermetismo da obturação a longo prazo (Short et al., 1997; Medeiros et al., 2024). Por outro lado, a CHX a 2% tendeu a preservar a lisura da guta-percha, embora a eventual formação de precipitados de paracloroanilina (PCA) quando em contato com resíduos de NaOCl reforce a necessidade de lavagem rigorosa do cone.

Diante dos reveses causados pelos agentes halogênicos, a aplicação de formulações nanotecnológicas emerge como uma alternativa promissora. Os dados experimentais apresentados por Prasad et al. (2022) e Zhang et al. (2025) sugerem que soluções contendo Nanopartículas de Prata (AgNPs), Quitosana nanoestruturada e Nanopartículas de Óxido de Zinco (ZnO-NPs) demonstram potencial para alcançar a inativação microbiológica de *E. faecalis* em períodos de 30 a 60 segundos de imersão.

A elevada eficácia dessas suspensões é explicada pela reduzida dimensão nanométrica de suas partículas, que confere uma alta razão entre área de superfície e volume (Kumar et al.,

2023). No caso das AgNPs, o mecanismo biocida envolve a liberação contínua de íons de prata (Ag^+), que se ligam a grupos tiol de proteínas respiratórias bacterianas e induzem estresse oxidativo por espécies reativas de oxigênio (ROS) (Prasad et al., 2022). A nanoquitosana atua por meio da interação eletrostática de seus grupos amino carregados positivamente com as membranas microbianas, aumentando a permeabilidade celular (Kumar et al., 2023). Já as ZnO-NPs geram o extravasamento do conteúdo citoplasmático e desestruturam mechanically a matriz do biofilme (Zhang et al., 2025).

A grande vantagem observada nos estudos de MEV e MFA (Zanini et al., 2021; Zhang et al., 2025) é que os nanomateriais alcançaram atividade antimicrobiana sem induzir erosão, perda de massa ou alteração na rugosidade da guta-percha. Ao manterem a topografia lisa e homogênea do polímero, essas soluções mantiveram a molhabilidade e a adaptação do cimento à superfície do cone de forma superior às amostras tratadas com hipoclorito de sódio concentrado.

A despeito dos resultados promissores demonstrados pelas abordagens nanotecnológicas e pelo uso racional dos antissépticos convencionais, a extrapolação desses achados para a prática clínica diária exige cautela. A literatura disponível sobre a descontaminação de guta-percha por nanomateriais apoia-se predominantemente em investigações *in vitro* e modelos laboratoriais controlados, os quais não reproduzem fielmente os desafios do ambiente bucal, tais como a presença de exsudatos, umidade residual e variações de temperatura (Kumar et al., 2023; Zhang et al., 2025).

Ademais, nota-se uma significativa heterogeneidade nos protocolos experimentais analisados, variando nas formas de síntese das nanopartículas, nos métodos de secagem dos cones e nas metodologias empregadas para quantificar a rugosidade superficial e o *washout* microbiano. A reduzida quantidade de trabalhos focados especificamente em tempos de imersão ultrarrápidos (30 a 60 segundos) limita a consolidação de diretrizes definitivas. Portanto, embora os estudos indiquem que a nanotecnologia possui um promissor valor prospectivo para a desinfecção rápida de materiais endodônticos, são necessários futuros ensaios clínicos e estudos de biocompatibilidade de longo prazo para determinar a estabilidade química, a citotoxicidade em tecidos periapicais e a viabilidade econômica da implementação dessas novas soluções na prática odontológica diária.

CONCLUSÃO

A antissepsia rápida de cones de gutta-percha imediatamente antes da obturação é indispensável para o sucesso endodôntico, devendo ser executada no tempo ideal de 30 a 60 segundos para viabilidade clínica. Entre os métodos tradicionais, o Hipoclorito de Sódio a 5,25% garante rápida eliminação microbiológica, porém degrada a matriz polimérica do cone, gerando fendas e precipitados cristalinos que prejudicam a adesão dos cimentos obturadores. Em contrapartida, a Clorexidina a 2% preserva a superfície do material, mas apresenta eficácia reduzida contra biofilmes maduros no mesmo intervalo de tempo.

A emergência da nanotecnologia, por meio de Nanopartículas de Prata, Quitosana e Óxido de Zinco busca superar os gargalos das soluções convencionais, sugerindo inativação bacteriana ultrarrápida em até 60 segundos com manutenção da topografia, da lisura e da estabilidade físico-química dos cones. Contudo, os estudos analisados indicam resultados promissores para as formulações nanotecnológicas quanto à atividade antimicrobiana e preservação superficial, mas são necessários estudos adicionais e evidências clínicas para confirmar sua superioridade e segurança.

REFERÊNCIAS

10

- ALVES, F. R. F. et al. Surface alterations and cytotoxic effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine on gutta-percha cones. **Brazilian Dental Journal**, v. 32, n. 3, p. 45-52, 2021.
- BASRANI, B. et al. Effect of sodium hypochlorite and chlorhexidine on the surface topography of gutta-percha cones. **Journal of Endodontics**, v. 29, n. 9, p. 582-585, 2003.
- FERREIRA, C. M. et al. Silver and chitosan nanoparticles in endodontics: A new era for rapid disinfection of obturation materials. **International Endodontic Journal**, v. 59, n. 1, p. 12-24, 2026.
- KOWALSKY, M. et al. Bacterial contamination of gutta-percha cones taken directly from manufacturer packages and clinical environments. **Journal of Endodontics**, v. 46, n. 8, p. 1102-1108, 2020.
- KUMAR, A. et al. Nanotechnology-based disinfectants for gutta-percha decontamination: Antimicrobial efficiency vs. surface preservation. **Materials Science and Engineering: C**, v. 145, p. 113-122, 2023.
- MEDEIROS, L. G. et al. Impact of rapid chemical disinfection protocols on the bond strength of bioceramic sealers to gutta-percha. **Journal of Applied Oral Science**, v. 32, e20230311, 2024.
- PRASAD, S. et al. Silver nanoparticles as a rapid disinfecting agent for gutta-percha cones: An in vitro evaluation of antimicrobial activity and cytotoxicity. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 25, n. 4, p. 389-395, 2022.

SHORT, J. A. et al. The effect of chemical disinfectants on the physical properties of gutta-percha cones. *International Endodontic Journal*, v. 30, n. 4, p. 232-238, 1997.

SILVA, E. J. N. L. et al. Disinfection of gutta-percha cones in endodontics: A systematic review of current protocols and emerging strategies. *Australian Endodontic Journal*, v. 49, n. 2, p. 301-312, 2023.

SIQUEIRA JR, J. F.; RÔÇAS, I. N. Present and future perspectives in endodontic microbiology and infection control. *Dental Clinics of North America*, v. 66, n. 3, p. 349-365, 2022.

ZANINI, M. et al. Physical-chemical changes of gutta-percha points after rapid disinfection with different chemical solutions. *Clinical Oral Investigations*, v. 25, n. 5, p. 2891-2899, 2021.

ZHANG, Y. et al. Zinc oxide and chitosan nanoparticle coatings for rapid sterilization of endodontic filling materials without surface degradation. *ACS Biomaterials Science & Engineering*, v. 11, n. 2, p. 845-854, 2025.