



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**FACULDADE FARMÁCIA, ODONTOLOGIA E ENFERMAGEM**  
**PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**EFEITOS DA INCORPORAÇÃO DE NANOTUBOS DE HALOISITA  
CARREGADOS COM CLOREXIDINA NA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E EM  
PROPRIEDADES FÍSICAS DE UMA RESINA ACRÍLICA PARA  
REEMBASAMENTO DE PRÓTESES DENTÁRIAS**

**MAYARA SOARES CARDOSO SALES OLIVEIRA**

**FORTALEZA**

**2023**

**MAYARA SOARES CARDOSO SALES OLIVEIRA**

**EFEITOS DA INCORPORAÇÃO DE NANOTUBOS DE HALOISITA  
CARREGADOS COM CLOREXIDINA NA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E EM  
PROPRIEDADES FÍSICAS DE UMA RESINA ACRÍLICA PARA  
REEMBASAMENTO DE PRÓTESES DENTÁRIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Rômulo Rocha Régis

**FORTALEZA**

**2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S655e Soares Cardoso Sales Oliveira, Mayara.  
Efeitos da incorporação de nanotubos de halosita carregados com clorexidina na atividade antimicrobiana e em propriedades físicas de uma resina acrílica para reembasamento de próteses dentárias / Mayara Soares Cardoso Sales Oliveira. – 2023.  
51 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Fortaleza, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. Rômulo Rocha Regis.
1. Resinas acrílicas. 2. Nanopartículas. 3. Clorexidina. 4. Reembasadores de prótese dentária. I. Título.  
CDD 617.6
-

**MAYARA SOARES CARDOSO SALES OLIVEIRA**

**EFEITOS DA INCORPORAÇÃO DE NANOTUBOS DE HALOISITA  
CARREGADOS COM CLOREXIDINA NA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E EM  
PROPRIEDADES FÍSICAS DE UMA RESINA ACRÍLICA PARA  
REEMBASAMENTO DE PRÓTESES DENTÁRIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Rômulo Rocha Régis

Aprovada em: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Rômulo Rocha Régis  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof. Dra Karina Matthes de Freitas Pontes  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Profa. Dra. Bruna Frota Albuquerque  
University of Florida

## Dedicatória

Primeiramente a **Deus**, pelo dom da minha vida, por cuidar de todos os meus passos e me fazer chegar até aqui. A **Nossa Senhora**, minha fiel intercessora, quem sempre recorro nos momentos de mais aflição.

A minha mãe, **Margarida Cardoso**, que é peça fundamental na minha vida. Se dedicando inteiramente a minha criação e abdicando de seus próprios sonhos em prol da minha educação e crescimento. Eu não estaria aqui hoje sem a senhora!

Ao meu marido, **Gustavo Oliveira**, que me acompanhou desde a graduação como namorado. Noivamos e casamos durante o mestrado e sempre estive ao meu lado, me apoiando e incentivando. Você é meu maior companheiro, obrigada por tudo!

Ao meu orientador, **Prof Rômulo Rocha Regis**, que me acompanha desde a graduação. Eu o admiro desde o projeto Sorriso Grisalho, pela competência, dedicação e pela forma tranquila e com humildade que lida com o trabalho e a vida. Obrigada por dividir comigo seus ensinamentos e sua disponibilidade.

## **Agradecimentos**

A minha família por todo o suporte dado, em especial a **Elenilse**, ou nega, que é minha segunda mãe e cuida de tudo desde que nasci. Aos meus amigos de infância, **Nicole Diniz**, **Matheus Aragão**, **Gabriele Portela**, **Clarice Ximenes**, **Lícia Martins**, **Raquel Colares**, e a minha amiga de faculdade e mestrado **Adília Mirela Pereira Lima Cid**, que também me apoiou e dividiu as alegrias e dificuldades da jornada.

A minha dupla de pesquisa, **Isabelle da Costa Góes Timbó**, que conheci no mestrado e sempre se mostrou muito dedicada. Dividimos os últimos anos juntas na pesquisa e tornou tudo mais agradável. A aluna de Iniciação Científica **Letícia Barbosa** pela ajuda durante a execução do projeto, sempre disponível quando precisava e se dedicando a realização da pesquisa.

A Professora **Karina Matthes de Freitas Pontes**, minha orientadora da graduação, que me impulsionou a buscar o mestrado, sempre disposta a ajudar e orientar o que fosse necessário.

Ao Professor **Pierre Basílio Almeida Fechine** e seus orientandos **Anderson Valério Chaves** e **Vanessa de Abreu Pereira**, que nos ajudaram com seus conhecimentos e auxiliaram a execução das análises químicas, em parceria ao **Laboratório de Química Analítica e Físico-Química** e da **Central Analítica da UFC**.

A Professora **Ramille Araújo Lima**, que também foi essencial para a melhor execução da pesquisa, compartilhando conosco toda sua experiência e aprendizado, juntamente ao **Laboratório de Microbiologia da Unichristus**.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Odontologia (PPGO)** pela oportunidade de cursar o mestrado e a todos os funcionários envolvidos ao programa, pela paciência, prontidão e ajuda em todos os momentos que precisei. E a **Universidade Federal do Ceará**, que há anos é a minha casa de formação, que me orgulha fazer parte. Obrigada por fornecer um ambiente favorável ao meu crescimento profissional.

## RESUMO

A criação de um reembasador odontológico aprimorado com nanopartículas, como os nanotubos de Haloisita (HNT), carreadoras de antimicrobianos, como a clorexidina (CHX), pode ser relevante no controle e tratamento de lesões associadas ao uso de próteses dentárias removíveis. Assim, avaliou-se o efeito da incorporação de HNT carregados com CHX (HNT/CHX) na atividade antimicrobiana e em propriedades físicas de um material reembasador (RE). Os HNT foram carregados com CHX a 20% e a eficiência de incorporação calculada. A HNT/CHX obtida foi caracterizada por espectroscopia no ultravioleta visível (UV/VIS), microscopia eletrônica de varredura (MEV), espectroscopia na região do infravermelho e análise termogravimétrica. Foram obtidos 72 espécimes de um RE resiliente de resina acrílica autopolimerizável com 0, 3%, 5% ou 10% de HNT/CHX. A liberação da CHX do RE foi mensurada por UV/VIS após 4 e 8 horas e 1, 2, 5, 10, 20, 30, 40 e 50 dias. O efeito antimicrobiano contra *Candida albicans* e *Staphylococcus aureus* foi avaliado em teste de disco-difusão em ágar. Após a obtenção dos espécimes (T0) e 30 dias de imersão em água destilada (T1), foram avaliadas rugosidade de superfície (Ra), variação de cor ( $\Delta E$ ) e topografia de superfície do material. Os dados foram analisados usando ANOVA a 1 e 2 fatores com pós teste de Bonferroni e teste t-pareado ( $\alpha = 0,05$ ). A eficiência de incorporação da CHX no HNT foi de 8,15%. No meio aquoso, o nanocompósito apresentou liberação gradual e crescente de CHX, com maior pico nas primeiras 24 horas (6,25%), atingindo a concentração de 10% na avaliação de 50 dias. Um efeito antimicrobiano significativo ( $p < 0,001$ ) e dose-dependente foi observado em ambos os períodos frente a *C. albicans*, com melhor resultado em 10%. Para *S. aureus*, os grupos HNT/CHX apresentaram ação antimicrobiana significativa ( $p < 0,001$ ) e semelhante entre si. Em T0, todos os grupos testes apresentaram Ra semelhantes ( $p = 0,588$ ); já em T1, os grupos 5% e 10% apresentaram aumento significativo da Ra ( $p < 0,001$ ), com maior variação observada no grupo 10% ( $p = 0,001$ ). A  $\Delta E$  nos grupos contendo HNT/CHX foi semelhante em T0 ( $p = 0,578$ ) e T1 ( $p = 0,189$ ). A  $\Delta E$  intragrupo foi estatisticamente menor no grupo 10% ( $p < 0,001$ ). Conclui-se que a incorporação da HNT/CHX em RE em baixas concentrações, como no grupo 3%, pode conferir característica antimicrobiana sustentada, apresentando o potencial de atuar no controle e tratamento de lesões associadas ao uso de próteses dentárias, sem prejudicar de forma significativa as propriedades avaliadas do material reembasador.

**Palavras-chave:** Resinas Acrílicas; Nanopartículas; Clorexidina; Reembasadores de Prótese Dentária; *Candida albicans*; *Staphylococcus aureus*.

## ABSTRACT

The creation of a dental relining enhanced with nanoparticles, such as Halloysite nanotubes (HNT), carrying antimicrobials, such as chlorhexidine (CHX), may be relevant in the control and treatment of lesions associated with the use of removable dental prostheses. Therefore, was evaluated the effect of incorporating CHX-loaded HNTs (HNT/CHX) on antimicrobial activity and physical properties of a relining material (RE). HNTs were loaded with CHX at 20% and the incorporation efficiency calculated. The obtained HNT/CHX was characterized by ultraviolet visible spectroscopy (UV/VIS), scanning electron microscopy (SEM), infrared spectroscopy and thermogravimetric analysis. A total of 72 specimens of a resilient RE of self-curing acrylic resin with 0, 3%, 5% or 10% HNT/CHX were obtained. The release of CHX from the RE was measured by UV/VIS after 4, 8 hours, 1, 2, 5, 10, 20, 30, 40 and 50 days. The antimicrobial effect against *Candida albicans* and *Staphylococcus aureus* was evaluated in disc-diffusion agar test. After obtaining the specimens (T0) and 30 days of immersion in distilled water (T1), surface roughness (Ra), color variation ( $\Delta E$ ) and surface topography of the material were evaluated. Data were analyzed using 1- and 2-factor ANOVA with Bonferroni post-test, and paired t-test ( $\alpha = 0,05$ ). The incorporation efficiency of CHX into HNT was 8.15%. In aqueous medium, the nanocomposite showed gradual and increasing release of CHX, with the highest peak in the first 24 hours (6.25%), reaching the concentration of 10% at the 50-day evaluation. A significant ( $p < 0.001$ ) and dose-dependent antimicrobial effect was observed in both periods against *C. albicans*, with the best result at 10%. For *S. aureus*, the HNT/CHX groups showed significant antimicrobial action ( $p < 0.001$ ) and similar to each other. At T0, all the test groups showed similar Ra ( $p = 0.588$ ); on the other hand, at T1 the 5% and 10% groups showed significant increase in Ra ( $p < 0.001$ ), with greater variation observed in the 10% group ( $p = 0.001$ ).  $\Delta E$  in the groups containing HNT/CHX was similar at T0 ( $p = 0.578$ ) and T1 ( $p = 0.189$ ). Intragroup  $\Delta E$  was statistically lower in the 10% group ( $p < 0.001$ ). It is concluded that incorporation of HNT/CHX in RE at low concentrations, as in the 3% group, may confer sustained antimicrobial characteristic, presenting the potential to act in the control and treatment of lesions associated with the use of dental prostheses, without significantly impairing the evaluated properties of the relining material.

**Key-words:** Nanotubes, Chlorhexidine, Denture Liners, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*.



## SUMÁRIO

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| <b>Introdução Geral.....</b> | <b>09</b> |
| <b>Proposição.....</b>       | <b>13</b> |
| Objetivo Geral.....          | 13        |
| Objetivos Específicos.....   | 13        |
| <b>Capítulo.....</b>         | <b>14</b> |
| <b>Conclusão Geral.....</b>  | <b>41</b> |
| <b>Referências.....</b>      | <b>42</b> |
| <b>Apêndice.....</b>         | <b>49</b> |
| <b>Anexos.....</b>           | <b>51</b> |