

POTENCIAL ANTIMICROBIANO: USO DE EXTRATO DE *CYBBOPOGON CITRATUS* (DC) STAPF. COMO ATIVO DE PRODUTO ODONTOLÓGICO

Fabício Lima Léda

Universidade Estadual do Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/8959244754763931>
<https://orcid.org/0000-0003-0102-594X>.
E-mail: fabicio.ll16@outlook.com

Patrícia de Maria Silva Figueiredo

Universidade Federal do Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/8959244754763931>
<https://orcid.org/0000-0003-0102-594X>
E-mail: figueiredo.patricia@ufma.br

DOI-Geral: <http://dx.doi.org/10.47538/RPS-2025.V2N4>

DOI-Individual: <http://dx.doi.org/10.47538/RPS-2025.V2N4-12>

RESUMO: A presença do biofilme dental é um dos fatores predisponentes para a maioria das patologias bucais. Entende-se como biofilme cariogênico como a deposição de diversas populações de microrganismos residentes, suplementares e transitórios da microbiota bucal humana aderida à película adquirida do esmalte do elemento dentário. Este estudo tem como maior importância avaliar a atividade antimicrobiana relacionada ao extrato de *Cybopegon citratus* (DC) Strapf. para o desenvolvimento de diferentes concentrações de uma forma farmacêutica desenvolvida e derivada do polímero natural em constituinte da parede resistente de alguns crustáceos, o verniz a base de quitosana. A ideia é utilizá-lo como alternativa aos produtos já existentes no mercado, que contém flúor e clorexidina. O verniz à base de quitosana foi desenvolvido de acordo com a adição de um solvente químico orgânico ou inorgânico, ou uma mistura deles, que seja volátil e evapore rapidamente, deixando os ativos sobre o esmalte dos dentes. Apresentou atividade antimicrobiana significativa para *Streptococcus mutans* (CIM: 3,125 mg/mL), *Candida albicans* (CIM: 6,25 mg/ml), *Enterococcus faecalis* (CIM: 6,25 mg/mL), *Enterococcus spp.* (CIM: 6,25 mg/mL) e *Staphylococcus aureus* (CIM 6,25 mg/mL). A CBM para *Streptococcus mutans* é a mesma para a concentração inibitória mínima, pois a semeadura em placas de ágar-sangue após 24 horas indicou crescimento negativo para colônias nos títulos 1: 32 ou 0,3125 % do extrato no produto. Os resultados demonstraram que tem maior eficácia sobre *Streptococcus mutans* em relação aos outros microrganismos testados. Em relação ao extrato hidroalcolico apenas *Staphylococcus aureus* mostrou-se menos efetiva devido maior concentração da CIM. O produto estável e sua formulação foram registradas em depósito de patente - Privilégio de Inovação, com o seguinte registro: BR1020190066873.

PALAVRAS-CHAVE: Biofilme dentário. Verniz cavitário. Anti-Infeciosos.

ANTIMICROBIAL POTENTIAL: USE OF CYBBOPOGON CITRATUS (DC) STAPF EXTRACT AS AN ACTIVE INGREDIENT IN A DENTAL PRODUCT

ABSTRACT: The presence of dental biofilm is one of the predisposing factors for most oral pathologies. Cariogenic biofilm is understood as the deposition of various populations of resident, supplementary, and transient microorganisms of the human oral

microbiota adhered to the acquired pellicle of the enamel of the dental element. This study aims to evaluate the antimicrobial activity related to the extract of *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. for the development of different concentrations of a pharmaceutical form developed and derived from the natural polymer that constitutes the resistant wall of some crustaceans, the chitosan-based varnish. The idea is to use it as an alternative to existing products on the market, which contain fluoride and chlorhexidine. The chitosan-based varnish was developed according to the addition of an organic or inorganic chemical solvent, or a mixture thereof, that is volatile and evaporates rapidly, leaving the active ingredients on the enamel of the teeth. It showed significant antimicrobial activity against *Streptococcus mutans* (MIC: 3.125 mg/mL), *Candida albicans* (MIC: 6.25 mg/mL), *Enterococcus faecalis* (MIC: 6.25 mg/mL), *Enterococcus* spp. (MIC: 6.25 mg/mL), and *Staphylococcus aureus* (MIC: 6.25 mg/mL). The MBC for *Streptococcus mutans* is the same for the minimum inhibitory concentration, as plating on blood agar plates after 24 hours indicated negative growth for colonies at titers of 1:32 or 0.3125% of the extract in the product. The results demonstrated greater efficacy against *Streptococcus mutans* compared to the other microorganisms tested. Regarding the hydroalcoholic extract, only *Staphylococcus aureus* showed less effectiveness due to the higher MIC concentration. The stable product and its formulation have been registered in a patent application - Innovation Privilege, with the following registration number: BR1020190066873.

KEYWORDS: Dental plaque. Dental Cavity Lining. Anti-Infective Agents.

INTRODUÇÃO

A presença do biofilme dental é um dos fatores predisponentes para a maioria das patologias bucais, envolvendo dentes e os tecidos adjacentes à cavidade oral. Entende-se como biofilme cariogênico como a deposição de diversas populações de microrganismos residentes, suplementares e transitórios da microbiota bucal humana aderida à película adquirida do esmalte do elemento dentário (Oliveira, 2004). Entre as espécies bacterianas participantes, a espécie *Streptococcus mutans* tem papel determinante na instalação desse biofilme, relacionando sua presença à etiologia da cárie dentária. Inúmeros estudos desenvolveram biofilme utilizando esta bactéria isolada para testar a eficácia de agentes antimicrobianos e do tratamento de interior do canal radicular do dente (Carvalho *et al.*, 2018).

Os antimicrobianos de primeira-linha na prevenção da cárie dental são o flúor e a clorexidina, devido a sua atividade conhecida contra *Streptococcus mutans*. Esses antimicrobianos são frequentemente utilizados em pastas, enxaguatórios e géis, porém, suas atividades são significativamente reduzidas nesses veículos. Dessa forma, essas drogas têm sido usadas na forma de vernizes, que são formulações de liberação

prolongada que proporcionam a formação de um filme antimicrobiano na superfície do dente formando uma barreira protetora contra cáries (Strohmenger I e Brambilla, 2001).

Há constante busca de alternativas para substituir antimicrobianos sintéticos, como a clorexidina, que se alega provocar reações adversas orais como: alteração na coloração nos elementos dentários, perda do paladar, queimaduras no tecido mole, dor, xerostomia, lesões descamativas, ulcerações na mucosa e gosto residual desagradável na boca (Zanatta e Rösing, 2007). Também para o flúor que tem seu principal efeito anticárie sobre o esmalte sendo também um importante, porém sutil, efeito antimicrobiano (Marsh, 1993).

Apesar dos dois ativos, flúor e clorexidina, terem uma atividade antimicrobiana conhecida, há uma dificuldade de alto custo de comercialização no Brasil e uma escassez de produtos alternativos que possa baratear a produção. Isso torna o seu emprego oneroso na clínica odontológica e, conseqüentemente reflete no custo do atendimento que muitas vezes impede o paciente de usufruir dos benefícios deste produto. Sendo assim, o desenvolvimento de um verniz à base de quitosana contendo um extrato ativo vegetal como capim-limão, com efeito antimicrobiano comprovado cientificamente (Lou et al., 2017), pode suprir as necessidades de determinado público que não possa usufruir dos tratamentos já existentes.

Embora há mais estudos relacionados ao óleo essencial de capim-limão, abre-se um leque vago em relação ao extrato, pois há poucos relatos científicos restringindo a atividade anti-fúngica (Almeida *et al.* 2008) ou sua atividade antimicrobiana a *S. aureus* (Menezes, *et al.* 2009). Desta forma é necessária a investigação de novos veículos que possam carregar extratos de *C. citratus* para um possível controle do biofilme cariogênico.

Este estudo tem como maior importância avaliar a atividade antimicrobiana relacionada ao extrato de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. para o desenvolvimento de diferentes concentrações de uma forma farmacêutica desenvolvida e derivada do polímero natural em constituinte da parede resistente de alguns crustáceos, o verniz a base de quitosana. A ideia é utilizá-lo como alternativa aos produtos já existentes no mercado, que contém flúor e clorexidina, por exemplo.

Sendo assim, a ideia do trabalho foi desenvolver uma forma farmacêutica capaz de incorporar extratos naturais para poder liberar de forma controlada os insumos ativos e que tenha melhor facilidade de adesão ao esmalte dentário. O produto é baseado em três grupos principais: insumo ativo, solvente e modificadores de viscosidade. Os ativos podem ser de origem natural, no caso deste trabalho, extrato de capim-limão. O solvente ou veículo foi pensado preferencialmente para ser orgânico e volátil. Já o polímero natural seria capaz de proporcionar um contato mais prolongado do ativo com a área de aplicação, assim como os modificadores de viscosidade.

Objetivou-se desenvolver verniz de quitosana para utilização no tratamento da cárie dentária incorporado com extrato de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. com potencial atividade antimicrobiana, em que, as formulações de verniz à base de quitosana capaz de incorporar extrato ativo de *Cymbopogon citratus*, em uma concentração seriada, sobre microrganismos da microbiota oral e oportunistas.

MATERIAIS E MÉTODOS

OBTENÇÃO DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO DE *CYMBOPOGON CITRATUS* (DC) STAPF.

Primeiramente as folhas foram colhidas no Horto Medicinal “Berta Lange de Morretes” no Herbário “Ático Seabra” da Universidade Federal do Maranhão-UFMA (Brasil) (S: 2°33’14” e W: 44°18’21”) e enviadas ao respectivo Herbário, para identificá-las e catalogá-las sob exsicata de número 00537.

O extrato hidroalcoólico foi obtido, segundo a metodologia proposta por Matos (2009), a partir das folhas de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf após secagem natural durante 72 horas e trituração em pulverizador. Submeteu-se o pó ao processo de extração por esgotamento pelo método de maceração a frio utilizando solvente hidroetanólico 70% na proporção droga/solvente de 1:3, por cinco dias, com renovação de solvente a cada 24 horas. O extrato obtido foi concentrado em rota-vapor (Modelo Ika-Werk), a uma temperatura constante de 45° C com 60 rpm de rotação. Depois de concentrado, foi congelado e liofilizado para facilitar a incorporação e diluição no produto.

Figura 1. Etapas e operações para obtenção do extrato.



Fonte: Matos (2009)

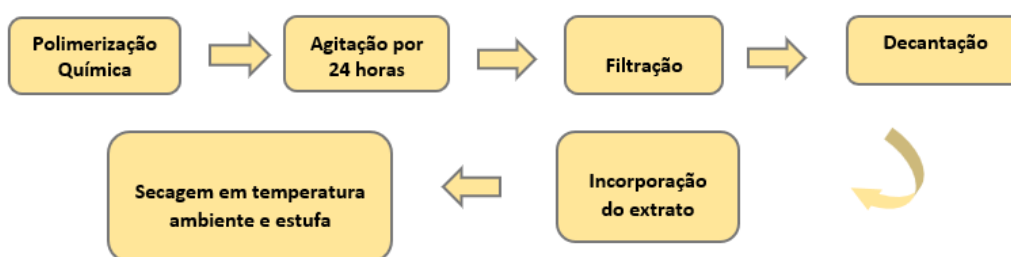
PRODUÇÃO DOS VERNIZES

A idealização da formulação baseou-se na adaptação, segundo Ferreira (2009) e De Luca (2011), que consiste na adição de um solvente químico orgânico ou inorgânico, ou uma mistura deles, que seja volátil e evapore rapidamente, deixando os ativos sobre o esmalte dos dentes. Com isso, pesou-se os componentes para a formulação alterando gradativamente as concentrações do polímero natural. Diluiu-se a quitosana já extraída em pedido de uma farmácia de manipulação (variando de 1% a 10%), em ácido orgânico fraco (ácido acético), variando as concentrações de 0,5% a 2% e água destilada estéril formando uma solução etanólica ácida.

Adicionou-se plastificantes químicos, entre eles a glicerina (concentrações de 1% a 3%). As formulações foram agitadas por 24 h em agitador magnético para homogeneização. Depois de 24h de agitação filtrou-se os componentes insolúveis do produto por meio de papel filtro e gaze em funil e béquero. Espera-se estabilidade da fórmula em até 24 horas para a deposição de sedimentos e verificar se há formação de bolhas. Utiliza-se o extrato hidroalcoólico de *Cymbopogon citratus* esterilizado em filtro de 22 µm de membrana PES (Polietersulfona). A partir disto, dilui-se o extrato em uma alíquota do produto, de acordo com o cálculo da concentração desejada e posteriormente adicionados ao volume inteiro.

Depois de filtradas e incorporadas com extrato as amostras foram gotejadas e/ou pinceladas em placas de petri ou lâminas de vidro e esperou-se secar em temperatura ambiente, assim como secagem em estufa de circulação de ar em 37°C para a secagem. Os materiais viscosos resultantes foram secos em placa de Petri e lâminas de vidro. O produto estável e sua formulação foram registradas em depósito de patente - Privilégio de Inovação, com o seguinte número do registro: BR1020190066873, título: “Verniz dental a base de quitosana”.

Figura 2. Etapas e operações para produção do verniz.



Fonte: Ferreira (2009); De Luca (2011); Autor (2025)

AVALIAÇÃO ANTIMICROBIANA *IN VITRO* DE EXTRATO E PRODUTO

Para os testes de sensibilidade ou susceptibilidade (avaliação) antimicrobiana foi utilizado o método de microdiluição em caldo Mueller-Hinton para descobrir o título responsável pela CIM (Concentração inibitória mínima) capaz de impedir o crescimento da carga microbiana das seguintes espécies: *Streptococcus mutans* UA 159 700610, *Candida albicans* ATCC 14053, *Candida Albicans* IC, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Enterococcus* IC 15087185, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 e *Staphylococcus aureus* IC. As diluições foram feitas em triplicata separando os microrganismos de teste de acordo com o extrato hidroalcólico de *Cymbopogon citratus* e o verniz incorporado com extrato.

Por meio de uma concentração inicial da solução-mãe, no caso o produto finalizado com o extrato incorporado, realizou-se sucessivas diluições nas placas de 96 poços em formato de “U” e descobriu-se qual concentração capaz de inibir o crescimento bacteriano e fúngico. A concentração do extrato para o produto foi de 100 mg/mL. A

partir daí diluiu-se o inóculo ajustado em solução salina até 15 minutos após sua preparação, de maneira que, após a inoculação, cada tubo de ensaio ou poço continha aproximadamente 5×10^5 UFC/mL ou até a turbidez de 0,5 em uma solução padrão da escala McFarland (CLSI, 2009).

Revelou-se com 20 µL de Resazurina 0,01% para identificar o valor do título da CIM. Em seguida foram feitas semeaduras para CBM (Concentração bactericida mínima) tanto para bactérias e CFM (Concentração fungicida mínima) para leveduras. O tempo de revelação para bactérias foi de 3 a 4 horas e para leveduras 4 a 6 horas. Como validação dos resultados utilizou-se os controles positivo com Clorexidina 0,12% para bactérias e fungos e controle negativo verniz base sem extrato e álcool 50%. Para controle crescimento diluiu-se o inóculo ao meio de cultura. Todos os testes foram realizados em triplicata.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

PRODUÇÃO DO VERNIZ DE QUITOSANA

Seguiu-se o desenvolvimento de várias tentativas para chegar em uma formulação de verniz adequada para incorporação do extrato de *Cymbopogon citratus*. As formulações-testes variaram de acordo com a concentração e o tipo de componente presente em cada metodologia. Produções baseadas na metodologia de Ferreira (2009) houve presença de glicerina e as produções baseadas em De Luca (2011) entre seus componentes. Os vernizes foram identificados de A a H de acordo com os componentes presentes na fórmula. Apenas dois vernizes tiveram resultados promissores com alguma viscosidade e maior chance de secagem na estufa ou em temperatura ambiente sem sedimentação, tais como vernizes F e G. Já os vernizes A, D e E apresentaram aspecto ressecado e quebradiço com possibilidades inviáveis de continuação da avaliação científica.

Os vernizes de formulação elaborados com a metodologia De Luca (2011) tiveram menor tempo de secagem sem precisar de estufa com circulação de ar ou temperaturas elevadas, pois os testes foram postos em lâminas de vidro em temperatura ambiente com formação de película entre 3 a 4 horas de secagem. Vale ressaltar que todos

os testes foram realizados primeiramente sem extrato e em posterior momento incorporou-se o extrato hidroalcoólico filtrado.

O verniz H foi descartado devido à impossibilidade de filtrar maiores quantidades de sedimentos insolúveis. Os vernizes A, D e E apresentaram maior sedimentação depois de agitado. Seguiram-se os testes de caracterização de secagem, Ph e condutividade elétrica para o melhor verniz que teve menor deposição de sedimentos no fundo do pote após a agitação por 24 horas e que demonstrou ter maior estabilidade. A melhor resposta da base para os testes foi a formulação G.

Figura 3. Verniz a base de quitosana G.



Fonte: Autor (2025).

Desta forma, com os resultados obtidos, pode-se inferir que a solubilidade da quitosana depende do nível de acetilação da quitina e de seu peso molecular, aumentando de acordo com sua densidade. Pois segundo Abreu (2013), a solubilidade da quitosana foi estimada de 0,5g polímero em solução 2% de ácido acético, podendo ajustar as concentrações para melhores resultados. Portanto, o valor da concentração da quitosana enquadrou-se em relação aos níveis de solubilidade e adequado de acordo com as necessidades de acréscimo na formulação, no caso de 1% a 10 % no verniz.

A quitosana é um material ideal para a liberação prolongada de fármacos por ser biocompatível e biodegradável, além de ser um polímero de carga positiva que se combina à parede celular das bactérias, conferindo ação bactericida e bacteriostática a esse material (Uysal *et al.*, 2011). A capacidade de formar uma película e de ser

mucoaderente, aliadas às propriedades citadas, torna a quitosana a base ideal para liberação de fármacos e extratos vegetais de forma lenta, no caso deste trabalho, o extrato de *Cymbopogon citratus*.

AVALIAÇÃO DE ATIVIDADE ANTIMICROBIANA IN VITRO DE EXTRATO E PRODUTO

As diluições dos extratos hidroalcóolicos tiveram suas diferenças de concentração subtraída de acordo com a CBM de cada microorganismo para as diluições do álcool 70%. Apenas *Candida albicans* ATCC 14053, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 e *Staphylococcus aureus* IC tiveram CBM igual a base do extrato na concentração de 25 mg/mL. A CBM para *Streptococcus mutans* é a mesma para a concentração inibitória mínima, pois a semeadura em placas de ágar-sangue após 24 horas indicou crescimento negativo para colônias nos títulos 1: 16 ou 0,625% do extrato hidroalcólico. O extrato hidroalcólico foi testado em cada microorganismo obtendo-se os seguintes resultados na tabela 1:

Tabela 1. Atividade antimicrobiana de extratos hidroalcóolicos de *C. citratus* na concentração inicial antes do primeiro poço de 50 mg/mL.

Microrganismo	CIM	CBM/CFM
<i>Streptococcus mutans</i> UA 159 700610	3,125 mg/mL	3,125mg/mL
<i>Candida albicans</i> ATCC 14053	6,25 mg/mL	25 mg/mL
<i>Candida Albicans</i> IC	3,125 mg/mL	6,25 mg/mL
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	3,125 mg/mL	25 mg/mL
<i>Enterococcus</i> IC 15087185	3,125 mg/mL	Ausente
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	6,25 mg/mL	Ausente
<i>Staphylococcus aureus</i> IC	3,125 mg/mL	25 mg/mL

Fonte: Autor (2025)

Legenda: CIM – Concentração inibitória mínima; CBM – Concentração bactericida mínima; CFM – Concentração fungicida mínima; ATCC – American Type Culture Collection; IC – Isolado clínico.

Após descobrir os valores da CIM e CBM para os extratos realizou-se a microdiluição para a atividade antimicrobiana do verniz incorporados com extrato. Os valores da Concentração Inibitória Mínima (CIM) do produto testados sobre as cepas de *Streptococcus mutans*, *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis* e *Staphylococcus aureus* estão representados na tabela 2.

Tabela 2. Atividade antimicrobiana de verniz incorporado com extrato de *C. citratus* com concentração antes do primeiro poço de 100mg/mL.

Microrganismo	CIM	CBM/CFM
<i>Streptococcus mutans</i> UA 159 700610	3,125 mg/mL	3,125mg/mL
<i>Candida albicans</i> ATCC 14053	3,125 mg/mL	6,25 mg/mL
<i>Candida Albicans</i> IC	6,25 mg/mL	12,5 mg/mL
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	6,25 mg/mL	12,5 mg/mL
<i>Enterococcus</i> IC 15087185	6,25 mg/mL	12,5 mg/mL
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	6,25 mg/mL	25mg/mL
<i>Staphylococcus aureus</i> IC	6,25 mg/mL	25mg/mL

Fonte: Autor (2025)

Legenda: CIM – Concentração inibitória mínima; CBM – Concentração bactericida mínima; CFM – Concentração fungicida mínima; ATCC – American Type Culture Collection; IC – Isolado clínico.

A CBM para *Streptococcus mutans* é a mesma para a concentração inibitória mínima, pois a semeadura em placas de ágar-sangue após 24 horas indicou crescimento negativo para colônias nos títulos 1: 32 ou 0,3125 % do extrato no produto.

Os resultados para as diluições do produto com o extrato demonstraram que tem maior eficácia sobre *Streptococcus mutans* em relação aos outros microrganismos testados, já *Candida albicans* e *Enterococcus faecalis* mostraram-se ter atividades semelhantes em relação a menor concentração inibitória mínima. Em relação ao extrato hidroalcolico apenas *Staphylococcus aureus* mostrou-se menos efetiva devido maior concentração da CIM.

Com os valores obtidos pela microdiluição, infere-se que é variada a quantidade de propriedades terapêuticas, entre elas a atividade antimicrobiana, pois o impacto de produtos naturais sobre doenças infecciosas humanas tem merecido muito interesse nas últimas décadas (Leitão *et al.*, 2004; Takarada *et al.*, 2004). Produtos naturais de algumas plantas, fungos, bactérias e outros organismos continuam a ser usados em preparações farmacêuticas, e em composto puro ou extratos (Araújo e Leon, 2001). Portanto, há uma necessidade de avaliar se há alguma atividade antimicrobiana relacionada aos microrganismos encontrados na cavidade bucal capazes de serem inibidos pelo extrato de capim-limão e que possam impedir o comensalismo relacionado aos microrganismos

oportunistas em associação com *S. mutans* (Murdoch *et al.*, 2004; Smith *et. al.*, 2003.; Siqueira e Sen, 2004).

Em relação a necessidade de estudar a atividade antimicrobiana do extrato para *C. albicans* está no fato da presença do microrganismo ter a capacidade de potencializar a formação da cárie, pois o crescimento e adesão da levedura podem ser aumentados pela alta concentração de glicose na saliva e pode servir como nutrientes para os organismos da *Candida spp.* (Arslan *et al.*, 2016). Segundo Anibal (2007), os extratos de plantas mostram-se promissores com as espécies de *Candida sp.* testadas, pois os dados indicam a necessidade da ampliação do conhecimento sobre as espécies de plantas com potencial antimicrobiano, além de se testar extratos mais purificados e com propriedades farmacológicas ativas contra organismos microbianos.

Ainda há poucas evidências comprovadas de que o óleo essencial sozinho possa combater ou reduzir o biofilme cariôgeno, pois Almeida *et al.* (2013) destacam que na contagem de unidades formadoras de colônias de *S. mutans*, quando organizados em biofilme misturado com *S. aureus* e *C. albicans*, não houve diferença estatística entre o grupo tratado com óleo de *C. citratus* e grupos controle. Sendo assim, é importante estudar outras formas de apresentação do *C. citratus*, tais como o extrato hidroalcoólico, pois o efeito microbida de um antibiótico no biofilme ocorre apenas nos microorganismos posicionados na camada mais externa do biofilme, deixando os saudáveis que estão presentes na camada interna. Esses dados sugerem que a formação de um biofilme composto por *S. mutans*, *S. aureus* e *C. albicans*, o microrganismo *S. mutans* pode ocupar a posição do biofilme mais interno e assim tornar-se mais resistente ao óleo essencial de *C. citratus* (Almeida *et al.*, 2013).

A diluição da base do verniz sem o extrato incorporado, construído apenas de quitosana com o veículo e utilizado como controle negativo, não resultou em atividade antimicrobiana em nenhuma das diluições contra os microrganismos testados neste trabalho o que corrobora com resultados já existentes para verniz de quitosana elaborado por De Luca (2011). Porém contraria resultados promissores da atividade antimicrobiana, em que a maioria dos trabalhos *in vitro* pesquisados na literatura, afirmam que a quitosana

e seus derivados apresentam ação antimicrobiana sobre estreptococos orais (Ikinici *et al.*, 2002; Decker *et al.*, 2005).

CONCLUSÕES

Os resultados demonstram que foi possível elaborar o verniz dental de quitosana com tempo de secagem variando entre 10 a 20 minutos e incorporar com extrato seco de capim-limão com concentração de 100 mg/mL, porém o tempo de secagem ainda não chegou ao tempo esperado de quatro minutos.

Durante o desenvolvimento do verniz odontológico notou-se que a incorporação dos extratos influencia na formação da película sobre a lâmina de vidro, uma vez que ele se adquiriu às características do extrato em relação à cor e odor.

O teste de adesão deve ser feito para outros tipos de microrganismos comensais que junto com *Streptococcus mutans* formam o biofilme dental e possa impedir a formação dele.

As formulações foram elaboradas para suprirem as necessidades de produtos baratos e alternativos que podem substituir os já existentes no mercado, assim como contribuir para o desenvolvimento tecnológico nacional e internacional.

Estes incorporados com os extratos presentes na flora brasileira, no caso o capim-limão, apresentaram atividade antimicrobiana satisfatória, pois encontrou-se títulos de concentrações apresentando atividades consideráveis contra *Streptococcus mutans*, *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis*, e *Staphylococcus aureus* se revelando um veículo aplicável. Em contrapartida, a sua utilização depende da adequação da produção com estudos da estabilidade ao armazenamento da formulação, testes de liberação controlada do extrato, e efeito farmacológico. Fazendo-se necessário a continuidade da pesquisa, pois são necessárias reparações no aspecto comercial do produto, tais como, cor e sabor, futuros aspectos negativos recorrentes.

A formulação G apresentou melhores características de incorporação do extrato e destinou-se a ter um produto estável que possa ser lançado no mercado e tenha depósito

de patente de modelo de utilidade, ou seja, um aperfeiçoamento industrial “novo”, pois já existe modelo semelhante descrito na literatura (INPI, 2013).

REFERÊNCIAS

- ABREU, F. O. M. S., CAVALCANTE, L. G., DOUDEMONT, P. V., CASTRO, A. M., NASCIMENTO A. P. Propriedades e características da quitosana obtida a partir do exoesqueleto de caranguejo-uçá utilizando radiação de microondas. *Polímeros*, São Carlos, v. 23, n.5, p.630-635, 2013.
- ALMEIDA, R. B. A.; AKISUE, G.; CARDOSO, L. M. L.; JUNQUEIRA, J. C.; JORGE, A. O. Antimicrobial activity of the essential oil of *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. on *Staphylococcus* spp., *Streptococcus mutans* and *Candida* spp. *Rev. Bras. Pl. Med.*, Campinas, v.15, n.4, p.474-482, 2013.
- ALMEIDA, R. B. A.; CARRETO, C. F. P.; SANTANA, R. S.; FURLAN, M. R.; JUNQUEIRA, J. C.; JORGE, A. O. C. Antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* (DC.) stapf against *Candida* spp. *Rev Odontol UNESP*. 2008; 37(2): 147-153.
- ANIBAL, P. C.. Potencial de ação antimicrobiana in vitro de extratos de plantas na inibição de *Candida* spp, *Streptococcus mutans* e *Staphylococcus aureus*. *Dissertação de mestrado* - Paula Cristina Anibal. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2007.
- ARAÚJO, C. A. C. & LEON L. L. Biological activities of *Curcuma longa* L. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. Vol. 96, p.723-728. 2001.
- ARSLAN, S., KOÇ, A. N., ŞEKERCI, A. E., TANRIVERDI, F., SAV, H., AYDEMIR, G., DIRI H: Genotypes and virulence factors of *Candida* species isolated from oral cavities of patients with type 2 diabetes mellitus. *Turk J Med Sci* 2016;46:18-27.
- CARVALHO, T. P.; MASKE, T. T.; SIGNORI, C.; BRAUNER, K. V.; OLIVEIRA, E. F. Desenvolvimento de lesões de cárie em dentina em um modelo de biofilme simplificado *in vitro*: um estudo piloto. *Rev. odontol. UNESP* vol.47 no.1 Araraquara Jan./Feb. 2018 Epub Feb 22, 2018.
- CLINICAL LABORATORY STANDARDS INSTITUTE (CLSI). *Methods for dilution antimicrobial susceptibility test for bacteria that grow aerobically, seventh edition*. Approved standard M7-A8. CLSI, Wayne, PA, 2009.
- DE LUCA, M. P. Verniz à base de quitosana contendo própolis verde brasileira: avaliação da atividade antimicrobiana, citotoxicidade e perfil de liberação. *Disseratação (Mestrado em Odontologia)* – Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p.15-23, 2011.
- DECKER, E. M.; VON OHLE, C.; WEIGER, R.; WIECH, I.; BRECX, M. A synergistic chlorhexidine/chitosan combination for improved antiplaque strategies. *J Periodont Res*; 40: 373–377, 2005.
- FERREIRA, A.O. Guia Prático de Farmácia Magistral. 2.ed., São Paulo: *Pharmabooks*, 2009.

IKINCI G., SENEL S., AKINCIBAY H., KAS S., ERCIS S., WILSON CG et al. Effect of chitosan on a periodontal pathogen *Porphyromonas gingivalis*. *Int J Pharm* 2002; 235: 121-27

INPI – Instituto Nacional de Propriedade Intelectual. Resolução PR nº 85 de 11/04/2013 - Instituir a Diretriz de Exame de patente de Modelo de Utilidade. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2013.

LEITÃO, D. P. S.; SILVA FILHO, A. A.; POLIZELLO, A. C. M.; BASTOS, J. K.; SPADARO, A. C. C. Comparative evaluation of in-vitro effects of brazilian green propolis and *Baccharis dracunculifolia* extracts on cariogenic factors of *Streptococcus mutans*. *Biol Pharm Bull.* 2004;27:1834-39.

LOU, Z; CHEN, J; YU, F; WANG, H; KOU, X; MA, C & ZHU, S. The antioxidant, antibacterial, antibiofilm activity of essential oil from *Citrus medica* L. var. *sarcodactylis* and its nanoemulsion. *LWT-Food. Sci. Technol.* 80: 371-377, 2017.

MARSH, P. D. Antimicrobial strategies in the prevention of dental caries. *Caries Res* 1993;27(1): 72-76.

MENEZES, T.O.A.; ALVES A.C.B.A.; VIEIRA, J.M.S.; MENEZES, S.A.E.; ALVES, B.P.; MENDONÇA, L.C.V. Avaliação in vitro da atividade antifúngica de óleos essenciais e extratos de plantas da região amazônica sobre cepa de *Candida albicans*. *Ver Odontol UNESP*, v.38, p.184-191, 2009.

MURDOCH FE, SAMMONS RL, CHAPPLE IL. Isolation and characterization of subgingival staphylococci from periodontitis patients and controls. *Oral Dis* 2004;10:155-62.

OLIVEIRA, R. A. Avaliação antimicrobiana *in vitro* de quitosana e da associação quitosana/clorexidina sobre saliva e *Streptococcus mutans*. *Dissertação de Mestrado apresentado ao programa interunidades em Bioengenharia – escola de engenharia de São Carlos, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, instituo de Química de São Carlos*, 2004.

SIQUEIRA JUNIOR, J. F.; SEN, B. H. Fungi in endodontic infections. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics.* v. 97, n. 5, p. 632-641, 2004.

SMITH AJ, ROBERTSON D, TANG MK, JACKSON MS, MACKENZIE D, BAGG J. *Staphylococcus aureus* in the oral cavity: a three-year retrospective analysis of clinical laboratory data. *Br Dent J* 2003;195:701-703.

STROHMENGER L, BRAMBILLA E. The use of fluoride varnishes in the prevention of dental caries: a short review, *Oral Diseases.* n. 7. p. 71-80, 2001.

TAKARADA, K.; KIMIZUKA, R.; TAKAHASHI, N.; HOMMA, K.; OKUDA, K.; KATO, T. A comparison of the antibacterial efficacies of essential oils against oral pathogens. *Oral Microbiol Immunol.* 2004;19(1):61-4.

UYSAL, T.; AKKURTB, M.D.; AMASYALIC, M.; OZCAND, S.; YAGCIE, A.; BASAKF, F.; SAGDICG, D. Does a chitosancontaining dentifrice prevent demineralization around orthodontic brackets? *Ang Orthod*; 81(2), 319-325, 2011.

LEDA, F.L.; FIGUEIREDO, P.M.S. Potencial antimicrobiano: uso de extrato de *cymbopogon citratus* (dc) stapf. Como ativo de produto odontológico. *Revista Eletrônica Pesquisas em Saúde*, Natal/RN, v. 2, n. 4, p. 148-162, out./dez., 2025.



ZANATTA FD, RÖSING CKC. Clorexidina: mecanismos de ação e evidências atuais de sua eficácia do contexto do biofilme supragengival. *Scientific-A*. 2007;1(2):35-43.

Submissão: julho de 2025. Aceite: agosto de 2025. Publicação: dezembro de 2025.