



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS AVANÇADO GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**



EFEITO ANTIBACTERIANO DO CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO MODIFICADO POR NANOPARTÍCULAS DE QUITOSANA

Bárbara Bastos Lima

2018

BÁRBARA BASTOS LIMA

**EFEITO ANTIBACTERIANO DO CIMENTO DE IONÔMERO DE
VIDRO MODIFICADO POR NANOPARTÍCULAS DE QUITOSANA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Odontologia, da Universidade Federal de
Juiz de Fora, Campus Governador
Valadares, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Bacharel em
Odontologia.

Orientadora: Prof. Dra. Fabíola Galbiatti de Carvalho Carlo.

Governador Valadares

2018

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Lima, Bárbara Bastos.

Efeito antibacteriano do cimento de ionômero de vidro modificado por nanopartículas de quitosana / Bárbara Bastos Lima. -- 2018.
23 f. : il.

Orientadora: Fabíola Galbiatti de Carvalho Carlo
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV, 2018.

1. Cimento de ionômero de vidro. 2. Quitosana . 3. Streptococcus mutans. I. Carlo, Fabíola Galbiatti de Carvalho, orient. II. Título.

BÁRBARA BASTOS LIMA

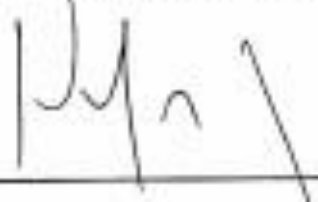
EFEITO ANTIBACTERIANO DO CIMENTO DE IONÔMERO DE
VIDRO MODIFICADO POR NANOPARTÍCULAS DE QUITOSANA

Aprovada em 05 de dezembro de 2018, por:


Banca Examinadora



Prof. Dra. Fabíola Galbiatti de Carvalho Carlo
Orientador – UFJF/GV



Prof. Dr. Hugo Lemes Carlo
Examinador – UFJF/GV



Prof. Dr. Eliseu Aldrich Münchow
Examinador – UFJF/GV

AGRADECIMENTOS

Hoje eu celebro e agradeço a todas oportunidades que alcancei na graduação. É um momento que deixo as lágrimas e os sorrisos falarem, e transparece a alegria das batalhas vencidas, das dificuldades superadas e onde contemplo o brilho da minha conquista alcançada. Primeiro agradeço a Deus e a Nossa Senhora, pelas inúmeras conquistas, bênçãos e proteção. Aos meus pais maravilhosos, sempre presentes, que nunca me deixaram esquecer que sou mais forte do que penso e posso acreditar e lutar pelos meus sonhos. As minhas irmãs por sempre me apoiarem e incentivarem. A minha orientadora Fabíola Galbiatti pela sua dedicação, paciência e zelo neste trabalho de conclusão de curso. Aos meus amigos tão queridos, de longe e de perto, que sempre estiveram comigo compartilhando experiências nesse percurso até aqui, tornando meu caminho sempre mais leve e mais alegre. E ao Programa de Iniciação Científica da UFJF pela concessão da bolsa. Minha gratidão a todos que de algum modo torceram e torcem por mim.

*“Sempre que houver alternativas, tenha cuidado.
Não opte pelo conveniente, pelo confortável,
pelo respeitável, pelo socialmente aceitável, pelo honroso.
Opte pelo que faz o seu coração vibrar.
Opte pelo que gostaria de fazer, apesar de todas as consequências.”*

Osho

RESUMO

Introdução: Os cimentos de ionômero de vidro (CIVs) possuem várias indicações clínicas devido principalmente as propriedades de união química à estrutura dental, atividade cariostática e redução da acidogenicidade do biofilme de *Streptococcus mutans*. Porém, a incorporação de novos compostos ao cimento pode melhorar suas propriedades antibacterianas. **Objetivo:** Investigar o efeito antibacteriano contra *S. mutans* de um cimento de ionômero de vidro anidro modificado pela incorporação de uma suspensão nanopartículas de quitosana, adicionadas ao líquido do material em diferentes porcentagens. **Metodologia:** As nanopartículas de quitosana (ChNPs) foram sintetizadas por geleificação iônica (3,85 mg/mL) e incorporadas ao líquido do CIV no momento da espatulação em diferentes porcentagens em volume (v/v%), formando 5 grupos: G1 com 0% de suspensão de nanopartículas de quitosana (ChNps) (controle), G2 com 20% de suspensão de ChNPs, G3 com 50% de suspensão de ChNPs, G4 com 80% de suspensão de ChNPs e G5 com 100% de suspensão de ChNPs. Placas de petri contendo Agar Mitis Salivarius foram semeadas com inóculo de *S. mutans* (UA 159) e 6 poços (6 mm diâmetro) foram confeccionados em cada placa para inserção dos cimentos, de acordo com cada grupo, com auxílio da seringa Centrix. As placas foram mantidas durante 1 h a temperatura ambiente para difusão das substâncias e incubadas por 48 h a 37°C, sob microaerofilia com o emprego do método da chama de vela. Após, os halos de inibição ao redor dos cimentos foram medidos utilizando-se um paquímetro digital. Os dados foram analisados por ANOVA e Tukey ($\alpha=0,05$). **Resultados:** O grupo G5 apresentou os maiores valores de halo de inibição contra *S. mutans*, com diferença estatisticamente significativa entre os outros grupos ($p=0,04$). Não houve diferença significativa para os valores dos halos de inibição entre os outros grupos. **Conclusão:** A substituição em 100% do líquido do cimento de ionômero de vidro por uma suspensão nanopartículas de quitosana, grupo G5, aumentou a atividade antibacteriana do material contra *S. mutans*.

Palavras-chave: Quitosana, *Streptococcus mutans*, cimentos de ionômero de vidro

ABSTRACT

Introduction: Glass ionomer cements (CIVs) have several clinical indications due mainly to the properties of chemical bonding to dental structure, cariostatic activity and reduction of acidogenicity of the *Streptococcus mutans* biofilm. However, the incorporation of new compounds into the cement can improve its antibacterial properties. **Objective:** To investigate the antibacterial effect against *S. mutans* of an anhydrous glass ionomer cement modified by the incorporation of a suspension of chitosan nanoparticles, added to the liquid of the material in different percentages. **Methodology:** Chitosan nanoparticles (ChNPs) were synthesized by ionic gelation (3.85 mg / mL) and incorporated into the VIC liquid at the time of spatulation in different percentages by volume (v / v%), forming 5 groups: G1 with 0% suspension of chitosan nanoparticles (ChNps) (control), G2 with 20% suspension of ChNPs, G3 with 50% suspension of ChNPs, G4 with 80% suspension of ChNPs and G5 with 100% suspension of ChNPs. Petri dishes containing Mitis Salivarius agar were seeded with inoculum of *S. mutans* (UA 159) and 6 wells (6 mm diameter) were prepared in each plate for insertion of the cements, according to each group, with the aid of the Centrix syringe. The plates were held for 1 h at room temperature for diffusion of the substances and incubated for 48 h at 37°C under microaerophilia using the candle flame method. Afterwards, the inhibition halos around the cements were measured using a digital caliper. Data were analyzed by ANOVA and Tukey ($\alpha = 0.05$). **Results:** The group G5 had the highest inhibition halo values against *S. mutans*, with a statistically significant difference between the other groups ($p = 0.04$). There was no significant difference for the values of inhibition halos between the other groups. **Conclusion:** The 100% substitution of glass ionomer cement liquid by a nanoparticle suspension of chitosan, group G5, increased the antibacterial activity of the material against *S. mutans*.

Keywords: Chitosan, *S. mutans*, glass ionomer cements.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	MATERIAIS E MÉTODOS	3
2.1	Preparo das nanopartículas de quitosana.....	3
2.2	Preparo das amostras do cimento de ionômero de vidro.....	4
2.3	Teste de difusão em ágar.....	4
2.4	Análise Estatística.....	5
3	RESULTADOS.....	6
4	DISCUSSÃO.....	8
5	CONCLUSÃO.....	12
	REFERÊNCIAS.....	13

1 INTRODUÇÃO

A doença cárie ainda é considerada um importante problema de saúde pública mundial, apesar do uso generalizado do flúor e do declínio na sua prevalência.¹ O processo carioso é a dinâmica do fenômeno de des-re resultante do metabolismo microbiano na superfície dentária que, com o passar do tempo, pode resultar em perda de mineral e, possivelmente, em cavitação.²

Os cimentos de ionômero de vidro (CIVs) são preferencialmente aplicados como materiais restauradores provisórios e definitivos em dentes decíduos, podendo também ser utilizados como materiais cimentantes, restaurações provisórias e forramento de cavidades em dentes decíduos e permanentes.³ Os CIVs podem ser convencionais ou modificados por resina, e apresentam como principais propriedades a adesão ao substrato dental e a liberação de flúor.⁴

Os CIVs convencionais são caracterizados por uma reação química e podem apresentar-se na forma de pó e líquido, no qual o ácido poliacrílico pode estar presente no líquido e as partículas de vidro no pó; ou o ácido poliacrílico pode ser liofilizado e incorporado ao pó, juntamente com as partículas de vidro, e o líquido do material é composto praticamente por água destilada. Esse último tipo descrito é classificado como CIV anidro.⁵ A substituição de parte do ácido poliacrílico por monômeros hidrófilos resultou no cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR), no qual a reação ácido-base corresponde a uma parte do processo de presa do material e a outra parte é realizada por meio da polimerização dos radicais acrílicos livres ativados pela luz visível. Essa modificação na composição do CIV possibilitou melhoras nas propriedades físicas e mecânicas do material.⁵

As propriedades antibacterianas dos CIVs são relacionadas ao seu pH durante a presa e a liberação de íons.⁶ Íons fluoreto, alumínio e estrôncio são associados com atividade cariostática e redução da acidogenicidade do biofilme de *Streptococcus mutans*.⁷ Entretanto, a incorporação de outros componentes ao CIV, como por exemplo o gluconato de clorexidina, tem sido realizada para aumentar as propriedades antibacterianas, principalmente contra *S. mutans*,⁸ mas ainda é contraditório se a adição deste componente causa redução nas propriedades mecânicas do material.⁹ Sendo assim, para que o material possua aplicação clínica,

a incorporação de componentes ao CIV visando melhorar as propriedades antibacterianas não deve interferir nas propriedades físicas e mecânicas do material.

A incorporação de quitosana ao líquido do cimento de ionômero de vidro reduziu a formação de biofilme.^{6,10} Mishra et al. (2017)¹¹ demonstraram que o CIV modificado com quitosana possuiu maior halo de inibição de *S. mutans* e *Lactobacillus* quando comparado ao CIV convencional.

Embora existam estudos de incorporação de quitosana aos cimentos de ionômero de vidro,^{6,10,11} ainda não foi investigada a incorporação de suspensão de nanopartículas de quitosana a esse cimento, o que poderia ser de grande interesse odontológico devido ao potencial antibacteriano das nanopartículas¹² e à adição de partículas de carga nanométricas, as quais poderiam auxiliar na resistência mecânica do material.

Sendo assim, este estudo possuiu o objetivo de investigar o efeito antibacteriano contra *S. mutans* de um cimento de ionômero de vidro anidro modificado pela incorporação de uma suspensão nanopartículas de quitosana, adicionadas ao líquido do material em diferentes porcentagens de acordo com cada grupo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Preparo das nanopartículas de quitosana

As nanopartículas de quitosana (ChNPs) foram obtidas pelo método de geleificação iônica com tripolifosfato de sódio (TPP) (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA).¹³ A quitosana foi dissolvida em solução de ácido acético 1% m/v (Química Moderna, Barueri, São Paulo, Brasil), em concentração de 5,0 mg/mL, sendo mantida sob agitação constante por 24 h, em temperatura ambiente. Após, a solução de quitosana foi filtrada em papel filtro para eliminar os produtos sólidos resultantes do processo de obtenção da quitosana. Em seguida, 3 mL de solução aquosa de TPP sódico preparada com concentração de 2,4 mg/mL foram adicionados a 10 mL da solução de quitosana, sob agitação de 6000 rpm à temperatura ambiente, por meio de uma bomba de infusão (**Figura 1**) com adição contínua da solução aquosa de TPP sódico à taxa de 60 mL/h. A solução final de nanopartículas de quitosana foi de 3,85 mg/mL.



Figura 1 - Adição da solução de TPP à solução de quitosana, sob gotejamento constante 60 mL/h por meio da bomba de injeção.

2.2 Preparo das amostras do cimento de ionômero de vidro

O cimento de ionômero de vidro anidro investigado foi Vidrion R (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) (**Figura 2**), apresentando a seguinte composição, de acordo com o fabricante: 1) Pó: fluorsilicato de sódio cálcio e alumínio, sulfato de bário, ácido poliacrílico e pigmentos; 2) Líquido: ácido tartárico e água destilada. O líquido do cimento foi modificado com suspensões de nanopartículas de quitosana em diferentes porcentagens em volume (v/v%), formando 5 grupos: G1 com 0% de suspensão de nanopartículas de quitosana (ChNps) (controle), G2 com 20% de suspensão de ChNPs, G3 com 50% de suspensão de ChNPs, G4 com 80% de suspensão de ChNPs e G5 com 100% de suspensão de ChNPs. A suspensão de nanopartículas de quitosana foram adicionadas aos respectivos líquidos do cimento no momento da espatulação. A quantidade em volume da gota do líquido do cimento foi de 30 μ L, de modo que o cálculo da porcentagem de nanopartículas de quitosana a ser adicionada ao cimento foi calculada considerando 30 μ L do líquido sendo 100% do volume total para espatulação.



Figura 2 - Cimento de ionômero de vidro utilizado no estudo - Vidrion R (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil)

2.3 Teste de difusão em ágar

A cepa de *S. mutans* (UA 159) do Laboratório de Microbiologia da UFJF/GV foi utilizada neste trabalho. As colônias de *S. mutans* foram cultivadas em caldo de infusão de cérebro e coração (BHI) (DIFCO, Becton, Dickinson and Company, NJ, EUA) à partir das culturas de estoque congeladas. Os inóculos foram preparados em caldo de BHI contendo 100 μ L de *S. mutans* na densidade óptica de 0,6 com 600 nm e incubados em estufa por 18 h a 37°C em microaerofilia com o emprego do método da chama de vela.

Quinze placas de petri contendo uma base de 15 mL de ágar Mitis Salivarius (DIFCO, Becton, Dickinson and Company, NJ, EUA) foram preparadas

(Figura 3A) e foram confeccionados 5 poços com 6 mm de diâmetro em cada placa, de modo que o CIV foi dosado e espatulado, de acordo com cada grupo e recomendação do fabricante. Com auxílio de uma seringa Centrix, o cimento foi adicionado em cada poço (Figuras 3B e 3 C).

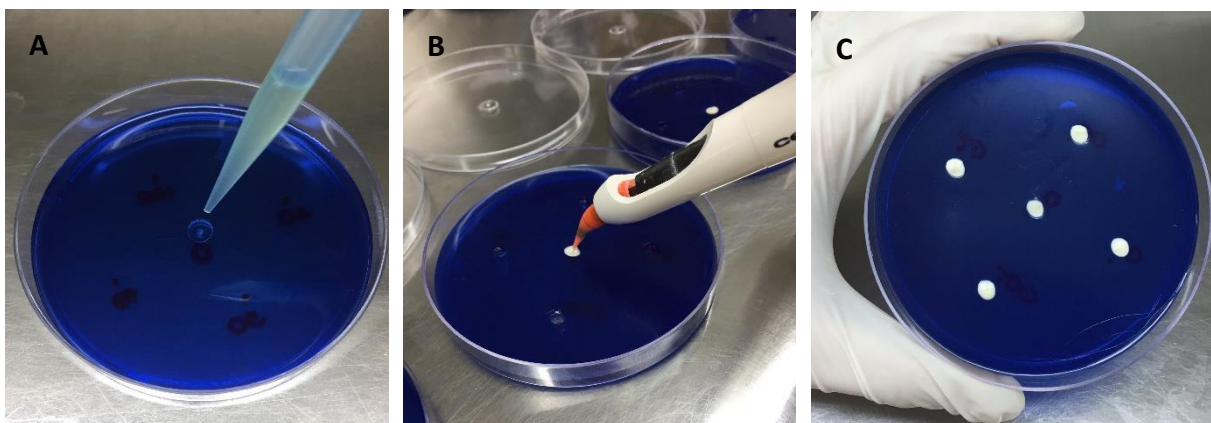


Figura 3 - Placa de petri de ágar Mitis Salivarius para inserção do inóculo de *S. mutans* (A) e CIV inserido nos poços (6 mm de diâmetro) com seringa Centrix (B e C).

As placas foram mantidas durante 1 h a temperatura ambiente para difusão das substâncias e incubadas por 48 h a 37°C, sob microaerofilia com o emprego do método da chama de vela. Após, as zonas de inibição ao redor dos cimentos foram medidas utilizando-se um paquímetro digital.

2.4 Análise Estatística

Os valores dos halos de inibição foram analisados quanto a normalidade pelo teste de Kolmogorov–Smirnov. Após, os dados foram submetidos aos testes One-Way ANOVA e Tukey para comparação entre os grupos. O nível de significância foi 0,05.

3 RESULTADOS

Os resultados dos halos de inibição contra *S. mutans* dos cimentos de ionômero de vidro modificados com a incorporação de uma suspensão de nanopartículas de quitosana, de acordo com cada grupo, são descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores dos halos de inibição dos cimentos de ionômero de vidro incorporados uma suspensão com nanopartículas de quitosana contra *S. mutans*. Os valores são expressos em milímetros (mm) com média \pm desvio padrão.

Grupos contendo a porcentagem de incorporação de suspensão de ChNPs	Média \pm Desvio padrão (mm)
G5	7,97 \pm 1,05 ^A
G4	5,99 \pm 1,60 ^B
G3	6,02 \pm 1,64 ^B
G2	6,58 \pm 1,96 ^B
G1	6,76 \pm 2,14 ^B

* Letras iguais significam que não existe diferença estatística entre os grupos, ANOVA One Way e Tukey $p > 0,05$.

O grupo G5 com 100% de suspensão de nanopartículas de quitosana adicionadas ao líquido do CIV apresentou os maiores valores de halo de inibição contra *S. mutans*, com diferença estatisticamente significativa entre os outros grupos ($p = 0,04$). Não houve diferença estatisticamente significativa para os valores dos halos de inibição entre os grupos G1, G2, G3 e G4 ($p > 0,05$).

A Figura 4 ilustra os halos de inibição dos diferentes grupos do estudo contra *S. mutans*.

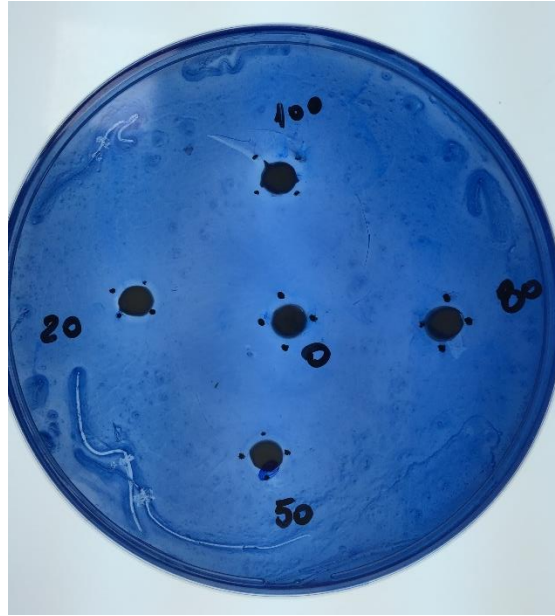


Figura 4 - Halos de inibição dos diferentes grupos do estudo contra *S. mutans*, de acordo com a porcentagem de suspensão de nanopartículas de quitosana adicionadas ao cimento.

4 DISCUSSÃO

As propriedades antibacterianas dos CIVs foram relatadas principalmente à liberação de íons fluoreto, os quais atuam sobre microrganismos cariogênicos e alteram seu estado fisiológico.¹⁴ Os três principais mecanismos de inibição do crescimento bacteriano pelo fluoreto são: a adesão direta dos íons fluoreto às enzimas e outras proteínas bacterianas, a formação de complexos flúor-metal e a ação como um carregador de prótons transmembrana.¹⁵ A presença do flúor dos CIVs exerce influência positiva também na adequação do meio bucal, particularmente na interface dente/restauração, atuando na prevenção da desmineralização e no favorecimento da remineralização do esmalte e da dentina.³

No entanto, foi relatado que o efeito antibacteriano dos CIVs convencionais pode não ser eficiente na inibição da aderência e formação de biofilme *S. mutans*.^{16,17} Estudos também mostraram que os CIVs liberam aproximadamente 10 ppm de flúor durante as primeiras 48 h após a inserção na cavidade³, sendo considerado um valor baixo para alcançar os efeitos antibacterianos desejados.³ Sendo assim, a incorporação de outros compostos ao CIV vem sendo realizada na tentativa de aumentar seu potencial antibacteriano, como digluconato de clorexidina,¹⁸ quitosana,^{6,10,25} e neste trabalho as nanopartículas de quitosana, ainda não investigadas.

A quitosana é obtida por desacetilação da quitina e é utilizado em aplicações biomédicas devido à sua alta biocompatibilidade e propriedades antimicrobianas.¹⁹ A incorporação de quitosana em produtos de higiene bucal, principalmente dentifrícios, tem sido extremamente explorada^{19,20} devido a suas propriedades antimicrobianas e capacidade de formar uma película sobre a estrutura dentária, prevenindo-a do desgaste ácido.¹⁹

A incorporação de quitosana ao líquido do cimento de ionômero de vidro, na proporção de 5 a 10% (em volume), melhorou as propriedades antibacterianas do CIV contra *S. mutans*, pois reduziu a formação de biofilme e a contagem de unidades formadoras de colônias.^{6,10} Além de não afetar a resistência de união do cimento à superfície dentinária, a incorporação de 10 e 50% (em volume) de quitosana ao CIV aumentou a resistência de união à dentina.^{6,10}

Mishra et al. (2017)¹¹ demonstraram que o CIV modificado com 10% quitosana (em volume) possuiu maior halo de inibição e diminuiu a contagem de células de *S. mutans* e *Lactobacillus* quando comparado ao CIV convencional, esta incorporação também possibilitou aumento na resistência à compressão do cimento. Além disso, a incorporação de 10% v/v de quitosana ao CIV conferiu um efeito catalítico à liberação de flúor. Esse íon, após sua liberação do cimento, forma um ácido fraco (HF), o qual é atribuído ao aumento das propriedades antimicrobianas do CIV modificado com quitosana, uma vez que o flúor entra na célula como HF e é dissociado dentro da célula.¹¹

As nanopartículas de quitosana possuem maior capacidade de absorção e adesão a estrutura dentária comparada à solução de quitosana.²² Além disso, no presente estudo foram utilizadas as nanopartículas de quitosana com a quitosana de baixo peso molecular, a qual possui maior atividade antibacteriana comparada a de alto peso molecular.²¹

Neste estudo, as nanopartículas de quitosana foram obtidas pelo processo de geleificação iônica com o TPP, no qual as mesmas são sintetizadas por meio de interações eletrostáticas entre as cadeias de quitosana carregadas positivamente (ácida) e poliânions utilizados como agentes de reticulação (básico), como o tripolifosfato de sódio (TPP).²² O TPP tem sido bastante utilizado porque não é tóxico e possui rápida capacidade de geleificação.²²

No estudo de Costa (2015)²³ foi avaliada a atividade antimicrobiana das nanopartículas de quitosana em diferentes concentrações pela avaliação do halo de inibição, no qual a inibição de *S. mutans* pelas nanopartículas de quitosana foi concentração dependente, de modo que a maior concentração das nanopartículas apresentou a maior inibição. Além disso, a solução de ácido acético + TPP (controle negativo) não possuiu atividade, mostrando que o efeito antibacteriano obtido foi em decorrência da quitosana. O presente estudo utilizou a mesma síntese e concentração de nanopartículas de quitosana do estudo de Costa²³, realizando a incorporação das mesmas em diferentes porcentagens em volume (v/v%) no líquido do cimento: 20% ChNPs, 50% ChNPs, 80% ChNPs e 100% ChNPs, sendo que nesse último houve a substituição completada do líquido do CIV.

Os resultados mostraram que substituição do líquido do ácido poliacrílico do CIV por nanopartículas de quitosana (Grupo G5 com 100% de suspensão de ChNPs) (Tabela 1) melhorou as propriedades antibacterianas do CIV convencional

contra o *S. mutans*, pois este grupo apresentou os maiores valores de halo de inibição com diferença estatisticamente significativa dos outros grupos ($p= 0,04$). Quando a porcentagem da suspensão de ChNPs foi menor não houve diferença entre os grupos (Tabela 1).

Embora, o mecanismo antimicrobiano da quitosana não seja bem estabelecido ainda, acredita-se que a mesma possua ação na parede celular dos microrganismos, modificando o potencial elétrico da membrana celular²⁴ de modo que os grupamentos protonados da amina, presente na quitosana (NH_3^+), possa se unir aos grupamentos aniônicos da membrana celular dos microrganismos, resultando em morte celular.²⁴

Ibrahim et al. (2015)⁶ ao avaliarem o efeito antibacteriano do CIV, modificado por diferentes volumes de quitosana, encontraram que a melhora da atividade antibacteriana com a incorporação da quitosana foi volume dependente. Apesar do nosso estudo não ter encontrado um aumento progressivo da atividade antibacteriana, em função do aumento da concentração de ChNPs, houve maior inibição de *S. mutans* com 100% de substituição do líquido do cimento por ChNPs.

De acordo com o estudo de Ibrahim et al. (2015)⁶ o aumento da atividade antibacteriana do CIV modificado por quitosana pode ser devido: 1) a quitosana promover deslocamento de íons Ca^{+2} dos sítios aniônicos da membrana celular, resultando em danos à célula; 2) a interação entre a carga positiva da quitosana com a carga negativa da célula bacteriana, levando à ruptura celular.

Como ainda não existem dados da incorporação de nanopartículas de quitosana ao CIV, podemos sugerir, de acordo com os resultados encontrados, que em função do tamanho nanométrico, as partículas podem ter penetrado no interior das células mais facilmente, auxiliando no efeito antibacteriano.²¹ Porém, uma maior quantidade de nanopartículas de quitosana ao líquido do cimento deve ser utilizada, pois só houve aumento de inibição de *S. mutans* quando 100% do líquido do cimento foi substituído pela suspensão de nanopartículas de quitosana. De modo que outros estudos devem ser conduzidos para confirmar tal resultado.

A interação química da quitosana ao CIV ocorre pela união dos grupos hidroxilas e acetamidas da quitosana aos grupos hidroxilas das partículas do CIV e aos grupos carboxílicos do ácido poliacrílico, por ligação e pontes de hidrogênio.²⁵ A rede formada entre a quitosana e o ácido poliacrílico, ao redor das partículas inorgânicas, pode reduzir a tensão interfacial entre os componentes do CIV e

melhorar o desempenho mecânico do material.²⁵ Como o CIV investigado no nosso estudo é caracterizado como anidro, o ácido poliacrílico está presente no pó do material. Desta forma, com a substituição completa do líquido do cimento (água destilada, praticamente) por uma suspensão de nanopartículas de quitosana, provavelmente houve maior interação química dos grupamentos da quitosana com os grupos hidroxilas e carboxílicos do cimento. No entanto, não foram analisadas as propriedades mecânicas do cimento, as quais merecem atenção especial em futuros estudos.

5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que a substituição em 100% do líquido do cimento de ionômero de vidro por uma suspensão de nanopartículas de quitosana aumentou a atividade antibacteriana do material contra *S. mutans*.

REFERÊNCIAS

1. Marthaler TM. Changes in Dental Caries 1953–2003. *Cárie Res.* 2004; 38 (3) :173-81
2. Lima JEO. Cárie dentária: um novo conceito. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2007; 12 (6) :119-130
3. Silva FDS, Duarte RM, Sampaio FC. Liberação e recarga de flúor por cimentos de ionômero de vidro. *Rev. Gaúcha Odontol.* 2010; 58 (4) :437-443.
4. Santos MPA, Maia LC. Materiais Adesivos Restauradores em Odontopediatria: Revisão da Literatura. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr.* 2006; 6(1) :93-100.
5. Anusavice, K, Shen C, Rawls HR. *Materiais Dentários.* 12. ed. Elsevier; 2013.
6. Ibrahim M, J Neo, Esguerra RJ, Fawzy AS. Characterization of antibacterial and adhesion properties of chitosan-modified glass ionomer cement. *J de Biomater Appl.* 2015; 30 (4) :409-19.
7. Fúcio SB, Paula AB, Sardi JC, Duque C, Correr-Sobrinho L, Puppini-Rontani RM. *Streptococcus Mutans* Biofilm Influences on the Antimicrobial Properties of Glass Ionomer Cements. *Braz Dent J.* 2016; 27(6) :681-687.
8. Lacerda-Santos R, Sampaio GA, Moura Mde F, Carvalho FG, Santos AD, Pithon MM, Alves PM. Effect of Different Concentrations of Chlorhexidine in Glass-ionomer Cements on In Vivo Biocompatibility. *J Adhes Dent.* 2016; 18(4) :325-30.
9. Turkun LS, Turkun M., Ertugrul F, Ates M, Brugger S. Long-term antibacterial effects and physical properties of a chlorhexidine-containing glass ionomer cement. *J Esthet Restor Dent.* 2008. 20(1) :29-15.
10. Karthick A, Kavitha M, Loganath SC, Malarvizhi D. Evaluation of Microshear Bond Strength of Chitosan Modified Gic. *World Journal of Medical Sciences.* 2014;10 (2) :169-173.
11. Mishra A, Pandey RK, Manickam N. Antibacterial effect and physical properties of chitosan and chlorhexidine-cetrimide-modified glass ionomer cements. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2017; 35(1) :28-33.
12. Qi LF, Xu ZR, Jiang X, Hu CH, Zou XF. Preparation and antibacterial activity of chitosan nanoparticles, *Carbohydrate Research.* 2004; 339(16) 2693-700.
13. Chávez de Paz, LE; Resin, A; Howard, KA; Sutherland, DS; Wejse, PL. Antimicrobial Effect of Chitosan Nanoparticles on *Streptococcus mutans* Biofilms. *Applied and Environmental Microbiology.* 2011; 77 (11): 3892–3895.
14. Vermeersch G, Leloup G, Delmee M, et al. Antibacterial activity of glass-ionomer cements, compomers and resin composites: Relationship between acidity and material setting phase. *J Oral Rehab* 2005; 32: 368–374.
15. Marquis RE, Clock AS, Mota-Meira M. Fluoride and organic weak acids as modulators of microbial physiology. *FEMS Microbiology Reviews.* 2003; 26: 493-510.
16. Eick S, Glockmann E, Brandl B, et al. Adherence of *Streptococcus mutans* to various restorative materials in a continuous flow system. *J Oral Rehab* 2004; 31: 278–285.

17. Mukai Y and Ten Cate JM. Fluoride, remineralization of advanced root dentin lesions in vitro. *Caries Res* 2002; 36(4) :275–280.
18. Duque C, Aida KL, Pereira JA, Teixeira GS, Caldo-Teixeira AS, Perrone LR, Caiaffa KS, Negrini TC, Castilho ARF, Costa CAS. In vitro and in vivo evaluations of glass-ionomer cement containing chlorhexidine for Atraumatic Restorative Treatment. *J Appl Oral Sci.* 2017; 25(5) :541-550.
19. Pini NI, Lima DA, Lovadino JR, Ganss C, Schlueter N. In vitro Efficacy of Experimental Chitosan-Containing Solutions as Anti-Erosive Agents in Enamel. *Caries Res.* 2016; 50(3) :337-45.
20. Aykut-Yetkiner A, Wiegand A, Ronay V, Attin R, Becker K, Attin T. In vitro evaluation of the erosive potential of viscosity-modified soft acidic drinks on enamel. *Clin Oral Investig.* 2014;18(3) :769-73.
21. Chávez de Paz LE, Resin A, Howard KA, Sutherland DS, Wejse PL. Antimicrobial effect of chitosan nanoparticles on *Streptococcus mutans* biofilms. *Appl Environ Microbiol.* 2011; 77(11) :3892-5.
22. Ing LY, Zin NM, Sarwar A, Katas, H. Antifungal activity of chitosan nanoparticles and correlation with their physical properties. *Int J Biomater.* 2012; 2012: 632698.
23. Costa BP. Síntese, caracterização e efeito inibitório da solução de nanopartículas de quitosana na aderência e no biofilme maduro de *Streptococcus mutans* [Tese de mestrado]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, Curso de Odontologia. 2015.
24. Chung YC, Su YP, Chen CC, et al. Relationship between antibacterial activity of chitosan and surface characteristics of cell wall. *Acta Pharmacol Sin* 2004; 25(7) :932–936.
25. Petri DF, Donegá J, Benassi AM, Bocangel JA. Preliminary study on chitosan modified glass ionomer restoratives. *Dent Mater.* 2007;23(8) :1004-10.