



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA CONSERVADORA

Trabalho de conclusão de curso

**INFLUÊNCIA DA ATIVAÇÃO ULTRASSÔNICA NO PH DE DOIS CIMENTOS
OBTURADORES BIOCERÂMICOS**

Aluna: Claudia Perroco Sansone

Orientação: Marcus Vinícius Reis Só

Porto Alegre, 3 de agosto de 2023

CLAUDIA PERROCO SANSONE

**INFLUÊNCIA DA ATIVAÇÃO ULTRASSÔNICA NO PH DE DOIS CIMENTOS
OBTURADORES BIOCERÂMICOS**

Trabalho de Conclusão apresentado ao
Curso de Graduação em Odontologia da
Faculdade de Odontologia da
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul como requisito parcial para
obtenção do título de Cirurgiã-Dentista

Orientador: Marcus Vinícius Reis Só

Porto Alegre

2023

CLAUDIA PERROCO SANSONE

**INFLUÊNCIA DA ATIVAÇÃO ULTRASSÔNICA NO PH DE DOIS CIMENTOS
OBTURADORES BIOCERÂMICOS**

Trabalho de Conclusão apresentado ao
Curso de Graduação em Odontologia da
Faculdade de Odontologia da
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul como requisito parcial para
obtenção do título de Cirurgiã-Dentista

Orientador: Marcus Vinícius Reis Só

Porto Alegre, 03 de agosto de 2023

Marcus Vinícius Reis Só
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Ricardo Abreu da Rosa
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Tiago André Fontoura de Melo
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

CIP - Catalogação na Publicação

Sansone, Claudia Perroco
INFLUÊNCIA DA ATIVAÇÃO ULTRASSÔNICA NO PH DE DOIS
CIMENTOS OBTURADORES BIOCERAMICOS / Claudia Perroco
Sansone. -- 2023.
30 f.
Orientador: Marcus Vinícius Reis Só.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Odontologia, Curso de Odontologia, Porto Alegre,
BR-RS, 2023.

1. Endodontia. 2. espectroscopia. 3. gradiente de
pH. 4. silicato de cálcio. 5. ultrassom. I. Só, Marcus
Vinícius Reis, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos à minha família, que tem sido minha fonte inesgotável de amor, apoio e encorajamento ao longo desta jornada acadêmica.

À minha avó Iracy por ter me ensinado a importância dos valores familiares e carinho incondicional, à minha mãe e ao pai: agradeço por estarem sempre ao meu lado, me incentivando a persistir. Aos meus tios Rogério e Elisete, sem o apoio constante eu não teria alcançado esta etapa importante em minha vida., compartilhando minhas alegrias e me apoiando nos momentos desafiadores. À minha prima Paula que me ensinou tudo que uma irmã mais velha ensinaria e ainda foi minha melhor amiga desde pequena. Ao meu primo Leonardo que tenho no coração como meu irmão, obrigada.

À minha família de coração, Amanda, Karina e Nicole, que mais que amigas são minha base e me acompanharão em todas as fases da vida. Quero expressar minha gratidão por sua amizade e companheirismo ao longo dos anos. Vocês foram a força que me impulsionou durante os momentos de estresse e dúvidas. Suas palavras de incentivo, ombros amigos e momentos de descontração foram fundamentais para manter minha motivação e sanidade mental. Sou grata por ter vocês em minha vida e por compartilharem comigo essa conquista tão significativa.

Um agradecimento especial ao meu orientador, Dr. Marcus Só, cuja orientação e expertise foram cruciais para o sucesso deste trabalho de conclusão de curso. Sua dedicação, paciência e apoio constante foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto. Sou imensamente grata por ter tido a oportunidade de aprender com um profissional tão competente e inspirador.

Esta conquista não teria sido possível sem o suporte de todos vocês. Agradeço por fazerem parte desta trajetória e por compartilharem comigo momentos inesquecíveis.

RESUMO

Objetivo: O objetivo desse estudo foi avaliar o pH de dois cimentos obturadores à base de silicato de cálcio (biocerâmicos) ativados e não ativados ultrassonicamente.

Método: quatro grupos foram criados com n=5 para cada um deles: Sealer Plus BC não ativado (SP); Sealer Plus BC ativado (SP/AU); BioRoot RCS – não ativado (BR) e BioRoot RCS – ativado (BR/AU). Para a avaliação do pH, tubos de polietileno de 1mm de diâmetro interno e 10 mm de comprimento, com uma das extremidades fechadas, foram preenchidos com um dos cimentos testados. A ativação ultrassônica foi realizada diretamente no interior dos tubos de polietileno. Os cimentos serão ativados durante 60 segundos utilizando um inserto ultrassônico acoplado a um aparelho de ultrassom calibrado na potência de 20%. A seguir cada amostra foi inserida em 1 tubo Falcon com 10 ml de água deionizada. Após os períodos experimentais de 1, 24, 72 e 168 horas as amostras foram avaliadas quanto ao pH em um medidor de pH. Os dados foram tabulados e submetidos à análise estatística através Análise de Variância - 2 vias, com nível de significância de 5%. Na análise intragrupo o cimento SPBC e SPBC/AU respectivamente demonstraram diferenças no pH no tempo de 24 horas e os demais tempos experimentais ($P < 0.05$). O cimento BR e BR/AU não apresentaram diferenças nos diferentes tempos experimentais ($P > 0.05$). Na análise intergrupo, quando se comparou cimentos de mesma procedência SPBC - SPBC/AU, BR e BR/AU não diferiram estatisticamente em todos os tempos experimentais ($P > 0.05$), entretanto SPBC e SPBC/AU apresentaram menores valores de pH do que BR e BR/AU no tempo de 1 hora ($P < 0.05$). Na comparação entre cimentos ativados e não ativados ultrassonicamente, SPBC - SPBC/AU e BR – BR/AU não mostraram diferenças nos quatro tempos experimentais ($P > 0.05$). A ativação ultrassônica não promoveu modificações no pH nos dois cimentos obturadores testados.

Palavras Chaves: Endodontia; espectroscopia; gradiente de pH; silicato de cálcio; ultrassom.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the pH of two calcium silicate sealers after ultrasonic activation and a group without ultrasonic activation. Method: Four groups were created, with each group representing a different sealer or a sealer that had undergone ultrasonic activation: Sealer Plus BC (SP); SP/UA(UA- Ultrasonically Activated); BioRoot RCS (BR); BR/UA. pH were measured using a pH meter, Polyethylene tubes with an internal diameter of 1mm and a length of 10mm, sealed at one end, will be filled with one of the tested sealers. The sealers will be activated for 60 seconds using an ultrasonic insert coupled to a calibrated ultrasonic device set at 20% power. Subsequently, each sample will be placed into a Falcon tube containing 10 ml of deionized water. after 1, 24, 72 and 168 hours the samples will be evaluated for pH using a pH meter. Statistical analysis was performed at a significance level of 5%. In the analysis between groups, regarding pH, from 1h all bioceramic sealers presented the higher pH values when compared with SP and SP/AU ($P < .05$). The sealers BR and BR/UA presented the higher pH in all experimental times evaluated when compared with the other sealers in the first hour. In the intra-group analysis SP and SP/AU presented stable pH in all experimental times. When the pH between the groups not activated and ultrasonically activated were compared, higher pH values were observed for activated sealers but without significance difference. Ultrasonic activation did not modified pH test of the bioceramic sealers.

Keywords: Endodontics; spectroscopy; pH gradient; calcium silicate; ultrasound.

SUMÁRIO

1 ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVAS	9
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Geral.....	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3 ARTIGO CIENTÍFICO	14
INTRODUÇÃO.....	17
MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
RESULTADOS.....	20
DISCUSSÃO	21
CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS	24
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS	28

1 ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVAS

Os cimentos biocerâmicos são biomateriais inorgânicos utilizados na área odontológica, especialmente em procedimentos de reparo de tecidos dentários. Eles são compostos por uma mistura de cerâmicas bioativas e aditivos, que conferem propriedades mecânicas e biológicas benéficas ao material(PARIROKH; TORABINEJAD, 2010b). Caracterizados por suas propriedades bioativas e biocompatíveis. Estes cimentos apresentam capacidade de vedação hermética, liberação controlada de íons e estimulação da formação de tecido mineralizado ao redor do material obturador(PARIROKH; TORABINEJAD, 2010b). Esses cimentos possuem a capacidade de interagir com o ambiente biológico, promovendo a formação de uma camada de hidroxiapatita, que é semelhante à estrutura do esmalte e da dentina(CAMILLERI; PITT FORD, 2006). Além disso, eles apresentam propriedades antibacterianas, biocompatibilidade e resistência à degradação(ZHANG; PAPPEN; HAAPASALO, 2009).

O desenvolvimento dos cimentos biocerâmicos remonta à década de 1960, quando pesquisadores começaram a explorar os materiais cerâmicos na odontologia. Inicialmente, eles eram compostos principalmente por cerâmicas, fosfato de cálcio, como o fosfato tricálcico e o fosfato de cálcio amorfo(CAMILLERI; PITT FORD, 2006). No entanto, avanços subsequentes na área resultaram na introdução de cimentos biocerâmicos mais sofisticados, como o cimento biocerâmico de silicato de cálcio. Esse material possui uma composição à base de silicato, que favorece a formação de hidroxiapatita, promovendo a adesão e a integração com o tecido dentário(DAMMASCHKE et al., 2005). A evolução dos cimentos biocerâmicos tem sido impulsionada pela busca contínua por materiais mais eficientes e duráveis, capazes de promover a regeneração e reparação dos tecidos dentários, contribuindo assim para a melhoria dos resultados clínicos em odontologia(CAMILLERI; PITT FORD, 2006). Os cimentos biocerâmicos têm uma história relevante no campo da endodontia, sendo desenvolvidos como alternativas aos materiais obturadores convencionais. Estudos, como o de Felipe et al. (2006), exploraram o uso do agregado de trióxido mineral (MTA) como um cimento biocerâmico para promover a apexificação e a cicatrização periapical de dentes com formação radicular incompleta. Além disso, a pesquisa de Wu et al. (2001)

investigou a qualidade de obturações com guta-percha fria e quente em canais ovais, fornecendo insights sobre a aplicação prática dos cimentos biocerâmicos na obturação de canais radiculares

Os cimentos biocerâmicos são amplamente utilizados na odontologia como materiais obturadores e reparadores(PARIROKH; TORABINEJAD, 2010b). Existem diferentes tipos de cimentos biocerâmicos disponíveis, cada um com suas características e aplicações específicas. O cimento obturador à base de silicato de cálcio possui propriedades bioativas e é utilizado como um material obturador de canais radiculares. Esse cimento é capaz de formar uma camada de hidroxiapatita entre ele e a parede dentinária, favorecendo a adesão do material obturador(GANDOLFI; SIBONI; PRATI, 2012). Os cimentos biocerâmicos obturadores são materiais avançados utilizados na endodontia, caracterizados por sua composição à base de silicato de cálcio. Esses cimentos, como observado em estudos anteriores(DELONG; HE; WOODMANSEY, 2015), demonstraram excelentes propriedades de vedação e resistência de união. Além disso, os cimentos biocerâmicos têm a capacidade de liberar íons de cálcio e silício, os quais demonstraram ter efeitos positivos na dentina do canal radicular, promovendo a formação de tecido mineralizado (HAN; OKIJI, 2011).

Outro tipo é o cimento biocerâmico é o Agregado Trióxido Mineral (MTA), o qual é um cimento biocerâmico reparador, já amplamente estudado em Odontologia e empregado para diferentes procedimentos em Endodontia: tratamentos conservadores da polpa, endodontia regenerativa, tratamento de reabsorções dentárias, perfurações radiculares e cirurgias parendodônticas(FELIPPE; FELIPPE; ROCHA, 2006).

Uma diferença significativa entre os tipos de cimentos biocerâmicos obturadores é a sua forma de apresentação, que pode ser na forma de cimentos prontos para uso ou na forma de pó e líquido a serem misturados. Os cimentos biocerâmicos obturadores prontos para uso são comercializados em seringas pré-embaladas, contendo uma formulação já preparada e pronta para aplicação direta no canal radicular. Essa apresentação oferece conveniência e facilidade de uso, uma vez que não é necessário preparar a mistura antes da aplicação(CAMILLERI; PITT FORD, 2006).

Por outro lado, os cimentos biocerâmicos obturadores em forma de pó e líquido requerem a mistura dos componentes no momento do uso, geralmente

seguindo as instruções do fabricante. Essa forma de apresentação oferece a vantagem de permitir o ajuste das proporções de pó e líquido, permitindo uma personalização da consistência e do tempo de trabalho do cimento. No entanto, requer um processo adicional de manipulação e mistura antes da aplicação clínica(HAN; OKIJI, 2011).

A ativação ultrassônica de cimentos obturadores é uma técnica utilizada na Endodontia para melhorar a adaptação e a distribuição do material de obturação dentro do sistema de canais radiculares. Nessa técnica, um aparelho ultrassônico é utilizado para vibrar uma ponta ultrassônica específica, que é inserida no canal radicular para ativar o cimento obturador(PARIROKH; TORABINEJAD, 2010a). As vibrações ultrassônicas geradas pela ponta promovem uma agitação do material, resultando em uma melhor dispersão e compactação do cimento dentro do canal radicular. A utilização dessa técnica tem demonstrado vantagens significativas, incluindo uma melhor adaptação do cimento obturador às paredes do canal, redução de extravasamentos e melhoria na qualidade do selamento do sistema de canal radicular(PARIROKH; TORABINEJAD, 2010a).

A eficácia da ativação ultrassônica de cimentos obturadores tem sido objeto de investigação científica. Além disso, a agitação ultrassônica ajuda a eliminar bolhas de ar e melhorar a penetração do cimento nos canais laterais e nos istmos, áreas de difícil acesso durante o procedimento de obturação(HAN; OKIJI, 2011). No entanto, é importante ressaltar que a utilização dessa técnica requer habilidade e treinamento adequados, a fim de evitar possíveis complicações, como fraturas de instrumentos ou perfurações do canal radicular. Portanto, a ativação ultrassônica de cimentos obturadores representa uma abordagem promissora na endodontia contemporânea, oferecendo potencial para aprimorar os resultados clínicos e fortalecer o sucesso dos tratamentos endodônticos(HAN; OKIJI, 2011).

A relação entre os cimentos biocerâmicos obturadores e o pH é um aspecto importante a ser considerado, uma vez que o pH pode afetar suas propriedades físicas e biológicas. Os cimentos biocerâmicos são conhecidos por apresentarem um pH alcalino, geralmente variando entre 10 e 12(PARIROKH; TORABINEJAD, 2010a). Esse pH elevado é atribuído à presença de hidróxido de cálcio na composição desses materiais. Essa característica alcalina é benéfica, pois auxilia na liberação de íons hidroxila e promove a formação de uma camada de hidroxiapatita, contribuindo para a bioatividade e a adesão do material às estruturas dentárias.

Além disso, o pH alcalino pode ter efeitos antimicrobianos, inibindo o crescimento de bactérias no local de aplicação (PARIROKH; TORABINEJAD, 2010a).

No entanto, é importante destacar que o pH alcalino dos cimentos biocerâmicos também pode ter algumas implicações clínicas. A alta alcalinidade do material pode causar irritação aos tecidos periapicais em caso de extravasamento ou contato direto prolongado(PARIROKH; TORABINEJAD, 2010a). Além disso, a interação do pH alcalino com outros materiais utilizados no procedimento endodôntico, como os cimentos resinosos, pode influenciar a adesão e a estabilidade da restauração final(SOARES et al., 2016). Portanto, é fundamental considerar o pH dos cimentos biocerâmicos durante o planejamento e a execução do tratamento endodôntico, a fim de garantir a segurança e a eficácia do procedimento.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência da ativação ultrassônica sobre o pH de dois cimentos biocerâmicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a influência da ativação ultrassônica sobre o pH de dois cimentos de silicato de cálcio, pronto para uso e pó-líquido, nos períodos de 1, 24, 72 e 168 horas.

3 ARTIGO CIENTÍFICO

Este artigo está formatado para a publicação no Journal of Research in Dentistry

INFLUÊNCIA DA ATIVAÇÃO ULTRASSÔNICA NO PH DE DOIS CIMENTOS OBTURADORES BIOCERÂMICOS

Claudia Perroco Sansone¹; Marcus Vinicius Reis Só²

1- Aluna do Curso de Graduação da Faculdade de Odontologia da UFRGS

2- Professor Associado 4 de Endodontia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RESUMO

Objetivo: O objetivo desse estudo foi avaliar o pH de dois cimentos obturadores à base de silicato de cálcio (biocerâmicos) ativados e não ativados ultrassonicamente.

Método: quatro grupos foram criados com $n=5$ para cada um deles: Sealer Plus BC não ativado (SP); Sealer Plus BC ativado (SP/AU); BioRoot RCS – não ativado (BR) e BioRoot RCS – ativado (BR/AU). Para a avaliação do pH, tubos de polietileno de 1mm de diâmetro interno e 10 mm de comprimento, com uma das extremidades fechadas, foram preenchidos com um dos cimentos testados. A ativação ultrassônica foi realizada diretamente no interior dos tubos de polietileno. Os cimentos serão ativados durante 60 segundos utilizando um inserto ultrassônico acoplado a um aparelho de ultrassom calibrado na potência de 20%. A seguir cada amostra foi inserida em 1 tubo Falcon com 10 ml de água deionizada. Após os períodos experimentais de 1, 24, 72 e 168 horas as amostras foram avaliadas quanto ao pH em um medidor de pH. Os dados foram tabulados e submetidos à análise estatística através Análise de Variância - 2 vias, com nível de significância de 5%. Na análise intragrupo o cimento SPBC e SPBC/AU respectivamente demonstraram diferenças no pH no tempo de 24 horas e os demais tempos experimentais ($P < 0.05$). O cimento BR e BR/AU não apresentaram diferenças nos diferentes tempos experimentais ($P > 0.05$). Na análise intergrupo, quando se comparou cimentos de mesma procedência SPBC - SPBC/AU, BR e BR/AU não diferiram estatisticamente em todos os tempos experimentais ($P > 0.05$), entretanto SPBC e SPBC/AU apresentaram menores valores de pH do que BR e BR/AU no tempo de 1 hora ($P < 0.05$). Na comparação entre cimentos ativados e não ativados ultrassonicamente, SPBC - SPBC/AU e BR – BR/AU não mostraram diferenças nos quatro tempos experimentais ($P > 0.05$). A ativação ultrassônica não promoveu modificações no pH nos dois cimentos obturadores testados.

Palavras Chaves: Endodontia; espectroscopia; gradiente de pH; silicato de cálcio; ultrassom.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the pH of two calcium silicate sealers after ultrasonic activation and a group without ultrasonic activation. Method: Four groups were created, with each group representing a different sealer or a sealer that had undergone ultrasonic activation: Sealer Plus BC (SP); SP/UA(UA- Ultrasonically Activated); BioRoot RCS (BR); BR/UA. pH were measured using a pH meter, Polyethylene tubes with an internal diameter of 1mm and a length of 10mm, sealed at one end, will be filled with one of the tested sealers. The sealers will be activated for 60 seconds using an ultrasonic insert coupled to a calibrated ultrasonic device set at 20% power. Subsequently, each sample will be placed into a Falcon tube containing 10 ml of deionized water. after 1, 24, 72 and 168 hours the samples will be evaluated for pH using a pH meter. Statistical analysis was performed at a significance level of 5%. In the analysis between groups, regarding pH, from 1h all bioceramic sealers presented the higher pH values when compared with SP and SP/AU ($P < .05$). The sealers BR and BR/UA presented the higher pH in all experimental times evaluated when compared with the other sealers in the first hour. In the intra-group analysis SP and SP/AU presented stable pH in all experimental times. When the pH between the groups not activated and ultrasonically activated were compared, higher pH values were observed for activated sealers but without significance difference. Ultrasonic activation did not modified pH test of the bioceramic sealers.

Keywords: Endodontics; spectroscopy; pH gradient; calcium silicate; ultrasound.

INTRODUÇÃO

Os cimentos endodônticos são essenciais para preencher as áreas entre a parede dentinária e a guta-percha após o preparo químico mecânico, prevenindo a persistência de bactérias e a recontaminação do canal.^{1,2} Portanto, tais materiais devem possuir algumas propriedades físico-químicas, como estabilidade dimensional, baixa solubilidade, adesão à parede dentinária e tempo adequado de trabalho e tempo de presa.³⁻⁵

Em sua maioria, os cimentos endodônticos biocerâmicos são compostos por: silicato de cálcio, fosfato de cálcio, óxido de alumínio, zircônia, vidro bioativo, vitrocerâmica ou hidroxiapatita.⁶⁻⁸ Sendo assim, são classificados como: bioinertes, bioativos ou biodegradáveis, dependendo de sua composição. Os cimentos obturadores a base de silicatos de cálcio são cimentos endodônticos classificados como bioativos, pois interagem com os tecidos circundantes e produzem uma matriz mineralizada.⁸⁻¹⁰

A ativação ultrassônica (AU) de cimentos à base de resina promove penetração intratubular, resistência de união e preenchimento dos espaços. No entanto, os cimentos de silicato de cálcio, quando submetidos a temperaturas acima de 100° C, sofrem mudanças reversíveis em sua estrutura química, mas perdem irreversivelmente a água em sua composição.¹¹⁻¹⁵ Portanto, mudanças microestruturais podem ocorrer e afetar suas propriedades físico-químicas.¹¹⁻¹⁵

Estudos sobre cimentos de silicato de cálcio com AU têm se limitado à avaliação da resistência de união e formação de espaços entre a obturação e a parede dentinária e não têm avaliado os efeitos da AU no pH.¹⁶⁻¹⁷

Este estudo teve como objetivo avaliar o pH de dois cimentos obturadores à base de silicato de cálcio, sendo um pronto para uso e o outro pó/líquido, após a AU. Os cimentos escolhidos e testados foram o Sealer Plus BC® (MK Life, Porto Alegre, Brasil) e o BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des-Fosses, Cedex, França). A hipótese nula foi de que não haveria diferenças nas propriedades de pH dos cimentos testados, com ou sem AU.

MATERIAIS E MÉTODOS

Desenho Experimental

Este estudo foi um experimento in vitro realizado no Laboratório de Endodontia da UFRGS e aprovado pela Comissão de Pesquisa da Faculdade de Odontologia da UFRGS (COMPESQ).

Materiais Testados

Dois cimentos obturadores à base de silicato de cálcio foram utilizados no estudo, conforme as respectivas composições presentes na Tabela 1:

Tabela 1 – Composição dos Cimentos Obturadores Endodônticos Testados

CIMENTOS	COMPOSIÇÃO	FABRICANTE
SEALER PLUS BC	Silicato tricálcico, silicato dicálcico, óxido de zircônio, hidróxido de cálcio, propilenoglicol.	MK LIFE
BIOROOT RCS	Pó – Silicato tricálcico, dióxido de zircônio, povidona Líquido – Água, cloreto de cálcio, poliacarboxilato	SEPTODONT

Fonte: Elaborada pelo autor.

Grupos Experimentais e Cálculo da Amostra

Foram formados quatro grupos experimentais: Sealer Plus BC (SP); SP/AU; BioRoot RCS (BR); BR/AU, com base nos cimentos obturadores utilizados e se receberam ou não ativação ultrassônica (AU).

O tamanho da amostra foi calculado utilizando o software G*Power v3.1 para Mac (Heinrich Heine Universität Düsseldorf), selecionando o teste de Student T. Os dados obtidos em outro estudo (MENDES et al., 2018) foram utilizados, e o tamanho do efeito no presente estudo foi estabelecido como sendo igual a 11,88. Foi estipulado um erro alfa de 0,05 e uma potência beta de 0,95. Um total de três amostras por grupo foi indicado como o tamanho ideal necessário para se obter diferenças significativas. Para o experimento de pH e para compensar possíveis perdas foi utilizado um número de cinco espécimes por grupo.

Preparação das Amostras e Ativação Ultrassônica

Tubos de polietileno com 10 mm de comprimento e 1,0 mm de diâmetro interno, com uma extremidade fechada, foram pesados em uma balança analítica (BEL Engenharia - Milano, Itália) para se obter tubos padronizados. Em seguida, os cimentos obturadores foram inseridos nos tubos, e nos grupos nos quais os cimentos obturadores receberam a ação ultrassônica, eles foram ativados ultrassonicamente por 60 segundos utilizando uma ponta ultrassônica lisa com diâmetro de 0,20 mm e cônica de 0,10 mm (Irrisonic, Helse Dental Technology, São Paulo, Brasil), acoplada a um equipamento ultrassônico (Newtron Booster, Satelec Acteon, Merignac, França), calibrado na potência recomendada pelo fabricante (20%). Durante esse processo, os testes foram realizados.

pH

A medida do pH foi realizada em 10 amostras de cada cimento obturador (SP e BR - n = 20). Os cimentos obturadores foram inseridos em tubos de polietileno utilizando agulhas de 1 mL até que estivessem completamente preenchidos. Foram alocadas 5 amostras em cada grupo que recebeu ativação ultrassônica (AU) e 5 amostras em cada grupo que não recebeu. As amostras dos grupos AU foram ativadas ultrassonicamente conforme descrito anteriormente e alocadas em frascos contendo 10 mL de água deionizada, sendo armazenadas em uma estufa a 37°C. Para cada período de tempo, foram utilizadas 5 amostras de cada grupo, e as leituras de pH foram realizadas após 1, 24, 72 e 168 horas.

Antes da leitura, as amostras dos cimentos obturadores foram removidas dos frascos e as soluções foram agitadas por 5 segundos. O pH foi medido utilizando um pHmetro digital (Digimed DM-22, São Paulo, São Paulo, Brasil) calibrado com soluções conhecidas (pH 4 e 7).

Análise Estatística

Foram obtidas estatísticas descritivas com valores médios, desvio padrão, intervalos de confiança, valores mínimos e máximos. Foi realizada uma análise de variância de um fator para o pH. O teste de comparações múltiplas de Tukey foi realizado para o pH. O nível de significância adotado foi de 5%.

RESULTADOS

Na análise intragrupo o cimento SP e SP/AU respectivamente demonstraram diferenças no pH no tempo de 24 horas e os demais tempos experimentais ($P < 0.05$). O cimento BR e BR/AU não apresentaram diferenças nos diferentes tempos experimentais ($P > 0.05$).

Na análise intergrupo os cimentos quando se comparou cimentos de mesma procedência SP - SP/AU, BR e BR/AU não diferiram estatisticamente em todos os tempos experimentais ($P > 0.05$), entretanto SP e SP/AU apresentaram menores valores de pH do que BR e BR/AU no tempo de 1 hora ($P < 0.05$).

Na comparação entre cimentos ativados e não ativados ultrassonicamente, SP - SP/AU e BR - BR/AU não mostraram diferenças nos quatro tempos experimentais ($P > 0.05$).

Tabela 2- Média e desvio padrão de pH nos diferentes tempos experimentais.

pH	1h	24h	72h	168h
SP	6.42Aa \pm 0.26	9.69Bb \pm 0.26	10.03Bb \pm 0.22	10.36Bb \pm 0.36
SP/AU	6.80 Aa \pm 0.86	9.70Bb \pm 0.53	10.10Bb \pm 0.60	10.43 Bb \pm 0.89
BR	10.90Ab \pm 0.08	11.36Ab \pm 0.41	11.82Ab \pm 0.19	11.84Ab \pm 0.24
BR/AU	11.11Ab \pm 0.24	11.79Ab \pm 0.12	11.87Ab \pm 0.15	11.89Ab \pm 0.11

Nota: Letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente. Letras maiúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente. α 5%

Fonte: Elaborado pelo autor.

DISCUSSÃO

Os cimentos endodônticos biocerâmicos podem ser pó/líquido ou prontos para uso e tem demonstrado propriedades biológicas e físico-químicas adequadas, com resultados semelhantes ou melhores do que os materiais endodônticos convencionais (ALMEIDA *et al.*, 2017). Contudo, embora vários cimentos à base de silicato tricálcico estejam disponíveis no mercado, ainda não há indícios suficientes de que esses materiais preencham adequadamente os requisitos necessários quanto a estabilidade dimensional e solubilidade (KHALIL; NAAMAN; CAMILLERI, 2016).

Algumas propriedades biológicas favoráveis dos cimentos à base de silicato de cálcio resultam da sua capacidade de absorção de água, uma vez que produzem hidróxido de cálcio por hidratação. No entanto, ao mesmo tempo, o alto potencial de absorção de água e solubilidade desses cimentos pode diminuir a estabilidade dimensional desses materiais e ter um impacto negativo em sua capacidade de vedação (CHEN *et al.*, 2020; DELONG; HE; WOODMANSEY, 2015; QU *et al.*, 2016).

Nos últimos anos, a ativação ultrassônica de cimentos endodônticos também tem sido estudada para avaliar a penetração do material nos túbulos dentinários e nas complexidades anatômicas (DELONG; HE; WOODMANSEY, 2015). A fim de verificar se a ativação ultrassônica causa alterações nas propriedades físico-químicas dos cimentos, uma vez que há poucas informações sobre esse tópico, especialmente em relação aos cimentos à base de silicato de cálcio, este estudo teve como objetivo avaliar se a ativação ultrassônica por 60 segundos influenciaria o pH de 2 cimentos à base de silicato de cálcio.

No presente estudo, todos os cimentos submetidos à ativação ultrassônica apresentaram níveis de pH mais elevados em todos os tempos experimentais, porém nenhuma diferença significativa foi observada quando comparada dentro do mesmo grupo. Os cimentos BR e BR/AU apresentaram níveis de pH elevados em todos os tempos. O estudo de Ames *et al.*³⁵, que também utilizou a ativação ultrassônica, mostrou níveis de pH mais elevados para o cimento BR e BR/AU. Esse fato pode ser explicado pela maior dissociação iônica em seu veículo, uma vez que esse cimento não está pronto para uso, necessitando da mistura de pó e líquido.

O uso do calor na obturação do sistema de canais radiculares facilita o escoamento da guta-percha para as áreas de complexidade anatômica do sistema de canais radiculares (WU; KAŠT'ÁKOVÁ; WESSELINK, 2001). Entretanto, o calor pode alterar as propriedades físicas dos cimentos obturadores biocerâmicos, particularmente o escoamento e o tempo de presa (CHEN et al., 2020; QU et al., 2016). Esta modificação nas propriedades físicas após o aquecimento pode afetar, se comprovada, a qualidade da obturação do canal radicular (DELONG; HE; WOODMANSEY, 2015).

A ativação ultrassônica dos cimentos endodônticos pode promover algum aquecimento dos cimentos biocerâmicos. Em recente estudo, Scalabrin (2023) demonstrou que a ativação ultrassônica não promoveu nenhuma modificação na composição e estrutura química dos cimentos biocerâmicos SP e o BR, através da análise com Espectroscopia Raman. Sendo assim, é lícito acreditar que a ativação ultrassônica de cimentos à base de silicato de cálcio por 60 segundos pode ser uma estratégia interessante durante a prática clínica, porém são necessários mais estudos envolvendo outras propriedades físico-químicas desses cimentos.

CONCLUSÃO

A ativação ultrassônica não promoveu modificações no pH nos dois cimentos obturadores testados nos tempos de 1,24,72 e 168h.

REFERÊNCIAS

1. Ørstavik D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endod Top* [Internet]. 2006 Apr [cited 2021 Oct 21];12(1):25- 38. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1601-1546.2005.00197.x>.
2. Wu MK, Van Der Sluis LWM, Wesselink PR. Fluid transport along gutta-percha backfills with and without sealer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2004 Feb;97(2):257-62. DOI: 10.1016/j.tripleo.2003.07.008.
3. Lacey S, Pitt Ford TR, Watson TF, Sherriff M. A study of the rheological properties of endodontic sealers. *Int Endod J*. 2005 Aug;38(8):499-04. DOI:10.1111/j.1365-2591.2005.00953.x
4. Ørstavik D, Nordahl I, Tibballs JE. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent Mater* [Internet]. 2001 Nov [cited 2021 Oct21];17(6):512-9. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0109564101000112>.
5. Zhou H, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng Y, Haapasalo M. Physical properties of root canal sealers. *J Endod*. [Internet], 2013 Aug [cited 2021 Nov 22];39(10):1281-6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2013.06.012>.
6. Utneja S, Nawal RR, Talwar S, Verma M. Current perspectives of bio-ceramic technology in endodontics: calcium enriched mixture cement - review of its composition, properties and applications. *Rest Dent & Endod* [Internet]. 2015 Feb [cited 2021 Oct 23];40(1):1-13. Available from: <https://synapse.koreamed.org/DOIx.php?id=10.5395/rde.2015.40.1.1>.
7. AL-Haddad A, Che Ab Aziz ZA. Bioceramic-based root canal sealers: A review. *Int J Biomater* [Internet]. 2016 May [cited 2021 Aug 12];2016:1-10. Available from: <http://www.hindawi.com/journals/ijbm/2016/9753210/>.
8. Donnermeyer D, Bürklein S, Dammaschke T, Schäfer E. Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. *Odontology* [Internet]. 2019 Oct [cited 2021 Aug 12];107(4):421-36. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10266-018-0400-3>.
9. Gou Z, Chang J, Zhai W, Wang J. Study on the self-setting property and their vitro bioactivity of β -Ca₂SiO₄. *J Biomed Mater Res Part B Appl Biomater* [Internet]. 2005 Mar [cited 2021 Aug 13];73B(2):244-51. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/jbm.b.30203>.
10. Zhao W, Wang J, Zhai W, Wang Z, Chang J. The self-setting properties and in vitro bioactivity of tricalcium silicate. *Biomaterials*. 2005 Nov;26(31):6113-21.
11. Alcalde MP, Bramante CM, Vivan RR, Amorso-Silva PA, Andrade FB de, Duarte MAH. Intradental antimicrobial action and filling quality promoted by ultrasonic agitation of epoxy resin-based sealer in endodontic obturation. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2017 Nov-Dec [cited 2021 Aug 22];25(6):641-9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29211285/>. DOI: 10.1590/1678-7757-2017-0090

12. Arslan H, Abbas A, Karatas E. Influence of ultrasonic and sonic activation of epoxy-amine resin-based sealer on penetration of sealer into lateral canals. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2016 Jan [cited 2021 Jun 18];20(8):2161-4.
13. Guimarães BM, Amoroso-Silva PA, Alcalde MP, Marciano MA, Bombarda de Andrade F, Hungaro Duarte MA. Influence of ultrasonic activation of 4 root canal sealers on the filling quality. *J Endod* [Internet]. 2014 Jan [cited 2021 Jun 20];40(7):964-8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239913010947>.
14. Wiese PEB, Silva-Sousa YT, Pereira RD, Estrela C, Domingues LM, Pécora JD et al. Effect of ultrasonic and sonic activation of root canal sealers on the pushout bond strength and interfacial adaptation to root canal dentine. *Int Endod J* [Internet]. 2018 Jan [cited 2021 Sep 7];51(1):102-11. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.12794>. DOI: 10.1111/iej.12794
15. Lopes FC, Zangirolami C, Mazzi-Chaves JF, Silva-Sousa AC, Crozeta BM, Silva-Sousa YTC et al. Effect of sonic and ultrasonic activation on physicochemical properties of root canal sealers. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2019 Sep [cited 2021 Apr 13];27(e20180556):1-9. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167877572019000100474&tlng=en.
16. Alcalde MP, Vivan RR, Marciano MA, Duque JA, Fernandes SL, Rosseto MB et al. Effect of ultrasonic agitation on push-out bond strength and adaptation of root-end filling materials. *Restor Dent Endod* [Internet]. 2018, Apr [cited 2021 Nov 10];43(2):1-9. Available from: <https://synapse.koreamed.org/DOIx.php?id=10.5395/rde.2018.43.e23>.
17. Kim J-A, Hwang Y-C, Rosa V, Yu M, Lee K, Min K. Root canal filling quality of a premixed calcium silicate endodontic sealer applied using gutta-percha cone-mediated ultrasonic activation. *J Endod* [Internet]. 2018 Jan [cited 2022 Jan 12];44(1):133-8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.07.023>.
18. Mendes AT, Silva PBD, Só BB, Hashizume LN, Vivan RR, Rosa RAD, Duarte MA. Evaluation of physicochemical properties of new calcium silicate-based sealer. *Braz Dent J*. 2018 Nov-Dec;29(6):536-40.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A apresentação dos cimentos biocerâmicos na busca por materiais com propriedades físicas, químicas e biológicas favoráveis à promoção de um selamento adequado foi um avanço para a Odontologia, especialmente para os tratamentos obturadores e reparadores no âmbito endodôntico.

No decorrer desta pesquisa foram identificadas e mencionadas as propriedades que tornaram os cimentos biocerâmicos populares na endodontia, tais como a biocompatibilidade, bioatividade, pH elevado, o fato de não serem reabsorvíveis, a facilidade de manuseio no interior dos canais radiculares, o aumento da resistência radicular, a baixa citotoxicidade, além de não sofrerem contração e serem quimicamente estáveis.

Dentre as propriedades supramencionadas, a alcalinidade do pH, abordada neste estudo, é a principal propriedade antimicrobiana, a qual pode sobreviver ao tratamento endodôntico e manter a inflamação apical.

Mediante a análise da variação do pH das amostras dos cimentos obturadores biocerâmicos estudados na pesquisa – o Sealer Plus BC® e BioRoot RCS® – ativados e não ativados ultrassonicamente observou-se a constância do pH através dos tempos de 1, 24, 72 e 168 horas

Até o momento, estudos que examinaram a ativação ultrassônica de cimentos biocerâmicos se limitaram a avaliar a resistência de união e a formação de espaço entre a massa obturadora e a parede de dentina, porém não avaliaram os efeitos da ativação no pH. A ativação ultrassônica dos cimentos tem se mostrado como uma forma de aumentar a penetração intratubular e a resistência na união do cimento à dentina.

Todavia, o impacto da ativação ultrassônica no pH, ainda que discutido nesta pesquisa, demanda análise pormenorizada por parte do meio científico.

É notória a importância da utilização de cimentos biocerâmicos na busca por melhores prognósticos em tratamentos endodônticos, principalmente por suas reconhecidas propriedades bioativas. Contudo, tal material ainda carece de mais estudos, inclusive em relação ao pH e à ativação ultrassônica, abordados na presente pesquisa.

Nesse contexto, infere-se que o estudo da ativação ultrassônica no pH dos cimentos obturadores biocerâmicos abre caminho para maiores discussões e compreensões desses materiais.

As reflexões ora apresentadas oferecem um sólido alicerce para futuros estudos e investigações, permitindo que outros pesquisadores possam expandir e aprofundar o tema em novas direções, considerando suas implicações em diferentes contextos.

Em suma, a presente pesquisa contribui para a ampliação do conhecimento na área de cimentos biocerâmicos obturadores na endodontia, oferecendo um panorama abrangente das questões tratadas.

Espera-se que os resultados obtidos relacionados à ativação ultrassônica dos dois cimentos biocerâmicos examinados inspirem trabalhos voltados à resolução dos demais desafios identificados, aprimorando a qualidade e o prognóstico dos tratamentos endodônticos.

O comprometimento com a busca contínua pelo conhecimento é fundamental para o desenvolvimento odontológico e científico, e este trabalho almejou ser um passo em direção ao avanço e aperfeiçoamento dos materiais utilizados clinicamente.

REFERÊNCIAS

- PARIROKH M, TORABINEJAD M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. **Journal of Endodontics**. doi:10.1016/j.joen.2009.09.043
- GANDOLFI MG, SIBONI F, PRATI C. Chemical-physical properties of TheraCal, a novel light-curable MTA-like material for pulp capping. **Internacional Endodontic Journal**. 2012;45(6):571-579. doi:10.1111/j.1365-2591.2012.02002.x
- ZHANG H, PAPPEN FG, HAAPASALO M. Dentin enhances the antibacterial effect of mineral trioxide aggregate and bioaggregate. **Journal of Endodontics** 2009;35(2):221-224. doi:10.1016/j.joen.2008.10.002
- DAMMASCHKE T, GERTH HU, ZÜCHNER H, SCHÄFER E. Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. **Dent Mater**. 2005;21(8):731-738. doi:10.1016/j.dental.2005.01.008
- CAMILLERI J, PITT FORD TR. Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. **Internacional Endodontic Journal**. 2006;39(10):747-754. doi:10.1111/j.1365-2591.2006.01125.x
- PARIROKH M, TORABINEJAD M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—Part I: Chemical, physical, and antibacterial properties. **Journal of Endodontics** doi:10.1016/j.joen.2009.09.006
- HAN L, OKIJI T. Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine. **Internacional Endodontic Journal**. 2011;44(12):1081-1087. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01954.x
- KESKIN C, INAN U, AYDEMIR H. The effect of ultrasonic activation of 5.25% sodium hypochlorite on the disinfection of root canals: an ex vivo study. **Journal of Endodontics** 2011;37(9):1279-1282. doi:10.1016/j.joen.2011.06.012
- FELIPPE WT, FELIPPE MC, ROCHA MJ. The effect of mineral trioxide aggregate on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation. **Internacional Endodontic Journal**. 2006;39(1):2-9. doi:10.1111/j.1365-2591.2005.01061.x

WU MK, KÁSTÁKOVÁ A, WESSELINK PR. Quality of cold and warm gutta-percha fillings in oval canals in mandibular premolars **Internacional Endodontic Journal**. 2001; 34(6): 485–91.

QU W, BAI W, LIANG Y-H, GAO X-J. Influence of warm vertical compaction technique on physical properties of root canal sealers. **Journal of Endodontics** 2016; 42(12): 1829–33. 6. CHEN B, HAAPASALO M, MOBUCHON C, LI X, MA J, SHEN Y. Cytotoxicity and the effect of temperature on physical properties and chemical composition of a new calcium silicate-based root canal sealer **Journal of Endodontics** 2020; 46(4): 531– 8.

DELONG C, HE J, WOODMANSEY KF. The effect of obturation technique on the push-out bond strength of calcium silicate sealers. **Journal of Endodontics** 2015; 41(3): 385–8.

SCALABRIN, SA. Influência da ativação ultrassônica nas propriedades físico-químicas e composição química de cimentos de silicato de cálcio. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2023