

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

ISADORA CRISTINA DE OLIVEIRA

**INFLUÊNCIA DO COMPACTADOR DE MCSPADDEN EM CIMENTOS
OBTURADORES BIOCERÂMICOS: ANÁLISE ATRAVÉS DA ESPECTROSCOPIA
RAMAN**

Porto Alegre
2024

ISADORA CRISTINA DE OLIVEIRA

**INFLUÊNCIA DO COMPACTADOR DE MCSPADDEN EM CIMENTOS
OBTURADORES BIOCERÂMICOS: ANÁLISE ATRAVÉS DA ESPECTROSCOPIA
RAMAN**

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

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinícius Reis
Só

Porto Alegre

2024

CIP - Catalogação na Publicação

Oliveira, Isadora Cristina
Influência do compactador de Mcspadden em cimentos obturadores biocerâmicos: análise através da Espectroscopia Raman / Isadora Cristina Oliveira. -- 2024.

39 f.

Orientador: Marcus Vinicius 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, 2024.

1. Cimentos biocerâmicos. 2. Aumento de temperatura. 3. McSpadden . 4. Estrutura química. 5. Espectroscopia RAMAN. I. Reis Só, Marcus Vinicius, orient. II. Título.

ISADORA CRISTINA DE OLIVEIRA

**Influência do compactador de Mcspadden em cimentos obturadores
biocerâmicos: análise através da Espectroscopia Raman**

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

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinícius Reis
Só

Porto Alegre, 15 de agosto de 2024.

Marcus Vinícius Reis Só

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Tiago André Fontoura de Melo

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Ricardo Abreu da Rosa

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Honro o encerramento deste ciclo dedicando este trabalho aos meus pais, fontes inesgotáveis de amor e zelo, que me permitiram viver este sonho. Dedico também ao meu irmão, meu maior companheiro e incentivador nesta jornada. Sem vocês, nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Com esse trabalho encerro o ciclo mais desafiador e incrível da minha vida. Gostaria de agradecer a todos que fizeram parte, direta ou indiretamente, da minha jornada acadêmica na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. É com muito orgulho, carinho e gratidão que olho para trás e visualizo todos os momentos que vivenciei até aqui, os quais permitiram que eu me tornasse a pessoa que sou hoje.

Ao longo desses anos tive a honra de aprender com profissionais excelentes, apaixonados pela Odontologia e pela arte de ensinar. Tenho certeza que todos conhecimentos adquiridos irão contribuir para meu desempenho profissional e crescimento pessoal. Sou muito grata pela oportunidade de estudar nessa instituição que foi minha segunda casa por anos.

A realização desse sonho não seria possível sem o apoio incondicional da minha família. Aos meus pais, Vera e Moacir, dedico essa conquista e agradeço profundamente por acreditarem em mim dia após dia e permitirem que conquistasse o meu lugar no mundo. A força, dedicação e resiliência de vocês me inspiram a querer ser alguém melhor. Espero que algum dia eu consiga retribuir a vocês tudo o que fizeram por mim.

Ao meu irmão, Leonardo, gostaria de expressar minha profunda gratidão. Nossa conexão e lealdade é algo que admiro e espero que sempre se mantenham assim. Obrigada por estar ao meu lado e ser meu ponto de equilíbrio nos momentos em que mais precisei. Sou tua maior fã e tenho certeza que um futuro incrível te aguarda. Sem você, essa trajetória teria sido muito mais difícil.

Agradeço também ao meu amor, Tiago, por ser o meu maior companheiro de vida. Obrigada por compartilhar essa jornada ao meu lado, sua paciência e compreensão me deram a tranquilidade necessária para seguir em frente. Sou imensamente grata por todas as vezes que segurou minha mão me encorajando a nunca desistir e celebrando cada pequena vitória.

Não poderia deixar de agradecer a todos os meus amigos que estiveram ao meu lado ao longo desses anos. Foi um privilégio poder viver essa etapa ao lado de vocês. Com toda certeza essa conquista só valeu a pena, pois tive junto comigo pessoas maravilhosas que permitiram que esse ciclo fosse muito mais leve, tranquilo e feliz. Todos momentos que colecionamos juntos ficarão para sempre guardados em meu coração.

Por fim, quero agradecer também ao meu orientador, Marcus Vinicius Reis Só. Sua orientação, paciência e dedicação foram fundamentais para a realização deste trabalho. Obrigada por toda confiança depositada em mim e pelo incentivo e auxílio constantes durante esse processo.

“O sucesso é a soma de pequenos esforços
repetidos dia após dia”

(Robert Collier).

RESUMO

A obturação dos canais radiculares tem como objetivo promover o selamento hermético do espaço anteriormente ocupado pela polpa, evitando assim a infiltração de bactérias e fluidos orais, assegurando a saúde periapical. É comumente realizada a partir da combinação de cimentos endodônticos e cones de gutta percha, podendo-se recorrer a técnicas como a termoplastificação da gutta percha para preencher zonas de difícil acesso. O compactador de McSpadden pode ser empregado na geração de calor e consequente plastificação dos materiais obturadores. O objetivo deste estudo é avaliar qualitativamente se o emprego do compactador de McSpadden, em duas velocidades, sobre os cimentos biocerâmicos Bio-C Sealer (pronto para uso) e CIMMO HP (pó-líquido), é capaz de alterar a estrutura química desses cimentos, através da análise de espectroscopia Raman. Foram utilizadas 12 amostras de cimentos distribuídas em 6 grupos: BC:6, BC:10, CM:6, CM:10, BC, CM, (N=2). Após a manipulação dos cimentos nas placas de vidro, o uso do compactador de McSpadden foi realizado em duas velocidades (6000 e 10000rpm). Posteriormente foi realizada a espectroscopia Raman em amostras termoativadas para observar a estrutura química destes cimentos. A análise dos gráficos e os picos dos elementos químicos permitiu verificar que a termoativação com compactador de McSpadden em qualquer uma das velocidades empregadas não alterou a estrutura química dos dois cimentos biocerâmicos. Nas condições do experimento é lícito concluir que o emprego dos compactadores de Mc Spadden sobre os cimentos biocerâmicos não promoveu alterações na estrutura molecular dos dois cimentos biocerâmicos testados.

Palavras-chave: Compactador de McSpadden. Cimento de Silicato de Cálcio. Termoplastificação. Obturação do Canal Radicular

ABSTRACT

The obturation of root canals aims to promote the hermetic sealing of the space previously occupied by the pulp, thereby preventing the infiltration of bacteria and oral fluids, ensuring periapical health. It is commonly performed through the combination of endodontic cements and gutta-percha cones, with techniques such as thermoplasticization of gutta-percha used to fill difficult-to-reach areas. The McSpadden compactor can be employed to generate heat and consequently plasticize the obturating materials. The objective of this study is to qualitatively evaluate whether the use of the McSpadden compactor, at two speeds, on the bioceramic cements Bio-C Sealer (ready to use) and CIMMO HP (powder-liquid), is capable of altering the chemical structure of these cements, through Raman spectroscopy analysis. 12 cement samples were used, divided into 6 groups: BC:6, BC:10, CM:6, CM:10, BC, CM, (N=2). After manipulating the cements on the glass plates, the use of the McSpadden compactor was carried out at two speeds (6000 and 10000 rpm). Subsequently, Raman spectroscopy was performed on thermoactivated samples to observe the chemical structure of these cements. The analysis of the graphs and the peaks of the chemical elements allowed us to verify that thermoactivation with the McSpadden compactor at either of the employed speeds did not alter the chemical structure of the two bioceramic cements. Under the experimental conditions, it is valid to conclude that the use of McSpadden compactors on the bioceramic sealers did not promote changes in the molecular structure of the two bioceramic cements tested.

Keywords: McSpadden compactor. Calcium Silicate Cement. Thermoplasticization. Root Canal Obturation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
1.1 Obturação do Sistema de Canais Radiculares	9
1.2 Propriedades Ideais dos Materiais Obturadores	10
1.3 Cimentos Biocerâmicos	11
1.3.1 Bio-C Sealer	13
1.3.2 CIMMO HP	14
1.4 Propriedades Físicas e Químicas	15
1.5 Aumento de Temperatura	15
1.6 Espectroscopia Raman	17
2 OBJETIVOS	18
2.1 Geral.....	18
2.2 Específico	18
3 METODOLOGIA	19
3.1 Considerações éticas	19
3.2 Delineamento do estudo.....	19
3.3 Grupos experimentais	19
3.4 Espectroscopia Raman	21
3.5 Análise estatística	22
4 RESULTADOS	23
5 DISCUSSÃO	25
6 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30
ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO COMPESQ	36

1 INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Obturação do Sistema de Canais Radiculares

O tratamento endodôntico corresponde a uma sequência de etapas que têm por finalidade o controle do processo inflamatório presente no sistema de canais radiculares. O controle da inflamação ocorre por meio da redução da carga microbiana através de processos de modelagem, sanificação e preenchimento do canal com materiais adequados. A obturação se caracteriza como a última etapa do tratamento endodôntico, sendo responsável por preencher o espaço que anteriormente era ocupado pela polpa dentária (De Deus *et al.*, 2002 e 2003).

O sucesso do tratamento endodôntico está atrelado a um preenchimento hermético e tridimensional do sistema de canais radiculares, pois este selamento impede a infiltração de bactérias e fluidos orais, assegurando a saúde periapical (Schilder, 2006). Além disso, empregando a técnica de maneira correta, iremos impedir a reinfecção do canal radicular, bem como estabelecer um ambiente biológico propício para processo de cicatrização dos tecidos periapicais (Rahul *et al.*, 2023).

Antes de iniciar a etapa de obturação, é fundamental que haja uma avaliação do caso, pois alguns requisitos devem ser atendidos, sendo eles: conclusão do preparo químico-mecânico, ausência de sintomatologia dolorosa no dente a ser obturado, canais secos (sem exsudato) e selamento coronário satisfatório entre as sessões (UFRGS, 2020).

A obturação dos canais radiculares é comumente realizada com a combinação de cimentos endodônticos aliados à guta percha. A guta percha, por si só, não tem adesão às paredes dentinárias (Li; Niu; Zhang, 2014), sendo então os cimentos endodônticos utilizados para preencher os espaços vazios entre esta e as paredes do canal radicular (Siqueira *et al.*, 2000). Outrossim, esses materiais também são responsáveis por preencher pequenas irregularidades as quais não conseguem ser atingidas pelo cone de guta-percha (Ahuja, 2016).

Ainda hoje, possuímos diferentes técnicas obturadoras (Kumar *et al.*, 2012), sendo a mais utilizada a técnica da condensação lateral (Dummer, 1991), a qual consiste na inserção de um cone principal e, posteriormente, colocação de cones

acessórios nos espaços abertos por meio instrumentos denominados espaçadores digitais (Forte *et al.*, 2024). Posteriormente, técnicas de plastificação da guta percha surgiram com o intuito de preencher zonas de difícil acesso aos cones de guta percha e aos cimentos obturadores (Mcspadden, 1993). Quando o compactador é acionado ocorre a plastificação da guta percha, devido ao calor gerado pelo atrito, tornando o material mais maleável, levando à sua compactação tridimensional e promovendo uma obturação mais homogênea. (Michelotto, 2010; Forte *et al.*, 2024). Embora essa técnica promova um melhor selamento, é necessário que haja cautela durante sua aplicação, pois devido a fluidez da guta-percha gerada pelo acionamento do compactador, acidentes como o extravasamento apical do produto são mais comuns de ocorrerem (Dezontini; Abreu; Resende, 2020).

Mais recentemente, com o desenvolvimento de diferentes limas endodônticas e de cones de guta percha semelhantes a esses instrumentos, tem sido sugerido a utilização da técnica do cone único que apresenta vantagens, tais como: maior preenchimento de guta percha no canal, menor tempo de trabalho e menor sensibilidade técnica (Schafer; Koster; Burklein, 2013). Entretanto, como a morfologia endodôntica apresenta muitos canais radiculares com secção transversal achatada, o emprego desta técnica pode levar a presença de áreas não preenchidas (Dezontini; Abreu; Rezende, 2020).

Independente da técnica empregada, o que caracteriza o sucesso da obturação é o correto selamento dos canais radiculares, alcançando o comprimento de trabalho, a inexistência de sintomatologia dolorosa e ausência de umidade, possibilitando a regressão do quadro inflamatório e infeccioso da região. Tais fatores podem ser avaliados por métodos clínicos - inspeção visual, por exemplo - ou exames de imagem - radiografias e tomografias computadorizadas, por exemplo (Forte *et al.*, 2024).

1.2 Propriedades Ideais dos Materiais Obturadores

Como a guta percha não possui adesividade à parede do canal radicular, é dos cimentos endodônticos o dever de preencher as complexidades anatômicas como istmos, ramificações, irregularidades e os próprios túbulos dentinários por meio de interações físicas e químicas, possibilitando uma melhor adaptação do material (Balguerie *et al.*, 2011).

Siqueira (2015) definiu como propriedades de um material obturador ideal: ser de fácil inserção e remoção do canal radicular, radiopacidade, possuir bom tempo de trabalho, apresentar estabilidade dimensional, não manchar as estruturas dentárias, apresentar força coesiva, bom escoamento, atividade microbiana, biocompatibilidade, ser insolúvel aos fluidos teciduais e à saliva e solúvel ou reabsorvível nos tecidos perirradiculares. Grossman (1958) também relatou a ação lubrificante e agrupamento da massa obturadora como importantes características de um bom material.

Em suma, um cimento obturador ideal deve produzir um selamento microscópico, impedindo infiltração de microrganismos advindos do periodonto, e cumprir com estes objetivos sem causar uma resposta inflamatória nos tecidos adjacentes ou demonstrar alguma toxicidade (Komabayashi *et al.*, 2020).

Embora haja uma grande evolução no mercado de cimentos obturadores, ainda não há um produto que satisfaça a todos os requisitos supracitados. Normalmente, os produtos possuem determinadas propriedades que se destacam, enquanto outras não apresentam resultados tão satisfatórios (Vivan *et al.*, 2013). Portanto, é necessário que o profissional tenha conhecimento sobre o material escolhido, a técnica a ser empregada e o caso a ser tratado, para garantir um resultado preciso e um procedimento bem-sucedido.

No mercado, são ofertados diversos tipos de cimentos obturadores. Sua classificação é realizada de acordo com os componentes presentes na sua formulação química, podendo ser: cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, cimentos a base de resina epóxi, cimentos de ionômero de vidro, cimentos que contém hidróxido de cálcio e cimentos biocerâmicos (Haddad Filho, 2015).

1.3 Cimentos Biocerâmicos

Em busca de um material que atenda a maioria das propriedades exigidas e, com o avanço da nanotecnologia dentro da área de Odontologia, foi possível o desenvolvimento de um produto que merece destaque no mercado: o cimento biocerâmico.

Os cimentos biocerâmicos são compostos por partículas inorgânicas de óxidos e silicatos, como silicato de cálcio, silicato de alumínio e óxido de silício, combinadas com um líquido ativador (Machado, 2016). Esses materiais são obtidos através de

diversos processos químicos, e são relativamente recentes na Odontologia (Lima *et al.*, 2017), podendo ser utilizado em áreas como Prótese, Endodontia e Cirurgia. Apresentam propriedades como biocompatibilidade, baixa solubilidade e citotoxicidade, capacidade de selamento apical, união à dentina, pH alcalino e propriedades antimicrobianas, o que os torna adequados para uso em endodontia (Candeiro *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2009; Utneja *et al.*, 2015; Loushine *et al.*, 2011).

Na odontologia, e principalmente na endodontia, têm sido usados em múltiplas ocasiões, como capeamento pulpar, selamento de perfurações, utilizados como plug apical e cimento obturador. Diante disso é importante que o clínico reconheça as duas classes de biocerâmicos: biocerâmicos reparadores (MTA, Biodentine e outros) e os biocerâmicos obturadores (Bio C Sealer, Cimmo e outros). Sendo assim, o cimento biocerâmico pode ser caracterizado como obturador, atuando dentro do canal radicular juntamente com a guta percha, ou reparador, entrando em contato com os tecidos periapicais e tecido pulpar, além de poder ser utilizado no selamento de perfurações ou reabsorções (Candeiro *et al.*, 2012; Utneja *et al.*, 2015; Donnermeyer *et al.*, 2018).

Estes cimentos apresentam reação de presa por hidratação, portanto, em contato com a umidade, o cimento se dissocia em hidróxido de cálcio, induzindo a formação de hidroxiapatita em sua superfície (Gandolfi *et al.*, 2015). Por este motivo, é considerado bioativo, possibilitando uma ótima adesão com paredes dentinárias e uma resistência maior a fraturas (França *et al.*, 2019). Além disso, apresenta boas propriedades antimicrobianas, capacidade de indução de regeneração tecidual e biocompatibilidade, proporcionando uma menor irritação tecidual e quadro inflamatório (Nasseh, 2009; Silva *et al.*, 2020). Segundo Ersahan e Aydin (2010), os cimentos biocerâmicos apresentam grande capacidade de escoamento e, por isso, normalmente são utilizados associados a técnica de cone único.

O mecanismo de ação desses materiais ocorre por meio da presença de umidade, a qual permite a utilização da água advinda do interior dos túbulos dentinários, possibilitando que a reação de presa ocorra. Devido a capacidade de penetração desses cimentos, eles apresentam boa estabilidade dimensional e baixa taxa de contração (Razmi *et al.*, 2016). Além disso, de acordo com os estudos de Kohli *et al.* (2015), os resíduos de cimento presentes na câmara pulpar após o término da obturação, não foram capazes de produzir alteração de cor na estrutura dental dentro

de um período de seis meses. Por outro lado, Alsubait; Al-Haidar; Al-Sharyan (2016) demonstraram por meio de suas pesquisas, em um período de quatro meses, que esses materiais tem o potencial de produzir uma alteração de cor progressiva no elemento dentário, caso não forem removidos totalmente da câmara pulpar.

No mercado temos cimentos biocerâmicos obturadores prontos para uso (BioCSealer) e cimento biocerâmicos pó-líquido. Os cimentos compostos de pó e líquido devem ser manipulados pelo operador seguindo as orientações do fabricante (Debelian; Trope, 2016); e qualquer alteração na proporção pó-líquido pode influenciar as suas propriedades físico-químicas (Duarte *et al.*, 2018). Por outro lado, os cimentos prontos para uso não enfrentam esses problemas, pois já possuem a dosagem adequada de cada componente e não precisam de mistura manual pelo operador (Kharouf, N *et al.*, 2020).

Esses cimentos surgiram no mercado como materiais que visavam melhorar o desempenho clínico e aumentar as taxas de sucesso de procedimentos endodônticos. Como citado acima, esses produtos possuem múltiplas vantagens, podendo destacar suas propriedades de bioatividade e biocompatibilidade, bem como sua excelente adesão a superfície dentinária, resultando em um melhor selamento. Contudo, Hess *et al.* (2011); Lima *et al.* (2017) constataram, por meio de suas pesquisas, que esses materiais apresentam dificuldade para serem removidos em casos de retratamento endodôntico, ocasionado um maior tempo clínico para retirada desses resíduos, configurando uma desvantagem em seu uso.

1.3.1 Bio-C Sealer

O Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, PR, Brasil) é um cimento endodôntico biocerâmico pronto para uso utilizado na obturação de canais radiculares de dentes permanentes e em casos de reabsorções internas. Possui em sua composição silicato de cálcio, aluminato de cálcio, óxido de cálcio, óxido de zircônio, dióxido de silício, óxido de ferro e agente de dispersão (Antunes *et al.*, 2021). De acordo com seu fabricante, o Bio-C Sealer é um cimento que além das técnicas convencionais, pode ser utilizado nas técnicas do cone único ou termoplastificação.

Possui propriedades específicas que o tornam uma opção atraente para uso clínico, como a biocompatibilidade, boas propriedades antimicrobianas, bom

selamento apical, radiopacidade, alta alcalinidade e estabilidade dimensional (Hachem *et al.*, 2018; Zordan-bronzel *et al.*, 2019). Em um estudo realizado por Zordan-Bronzel *et al.* (2019), foram avaliadas as propriedades físico-químicas desse material e de outros cimentos endodônticos. Como resultados, o Bio-C Sealer apresentou um curto tempo de presa, radiopacidade adequada, fluxo satisfatório, capacidade de alcalinização e baixa taxa de alteração volumétrica. Entretanto, apresentou um nível de solubilidade maior do que as taxas permitidas pela norma ISO 6876. Um outro estudo realizado por Pelisser *et al.* (2022), procurou avaliar a capacidade de penetração do Bio-C Sealer nos túbulos dentinários em comparação a outros cimentos (AH-Plus, Endo Sequence, Sealer Plus BC). Através da pesquisa, foi possível concluir que o Bio-C Sealer possui boa capacidade de penetração, semelhante aos demais cimentos testados.

1.3.2 CIMMO HP

O cimento CIMMO HP (Cimmo Soluções em Saúde, Pouso Alegre, MG, Brazil) é um cimento pó-líquido composto por óxido de cálcio, carbonato de cálcio, óxido de magnésio, silicato dicálcico, óxido de alumínio, óxido de sódio, óxido de potássio e pozolana (dando origem a grânulos de calcita responsáveis pela remineralização da região).

Possui como principais indicações: obturação endodôntica em monobloco (sem guta percha), obturação endodôntica convencional, plug apical, retro-obturação, casos de reabsorções, proteção pulpar direta e indireta e preenchimento de cavidades sem suporte dentário (CIMMO).

Possui características hidrofílicas, radiopacidade e alcalinidade, de acordo com o fabricante. Também apresenta como benefícios: capacidade de selamento marginal, excelente vedamento de perfurações radiculares, indução de formação de barreira dentinária e tamanho de partículas que permitem completa hidratação durante a espatulação (CIMMO). São poucos os estudos que incluem este cimento, entretanto em um estudo realizado por Pedrosa *et al.* (2021), o material apresentou citotoxicidade leve e transitória, semelhante ao Bio-C Sealer.

1.4 Propriedades Físicas e Químicas

Diversas propriedades físicas devem ser consideradas na escolha de um cimento endodôntico. Dentre elas, a capacidade de escoamento é de extrema importância, visto que estes cimentos devem permitir o preenchimento dos espaços vazios no sistema de canais radiculares. Porém, eles não devem ser tão fluidos a ponto de levar à extrusão apical (Shakya, 2016).

O tempo de presa também é uma propriedade de grande valia. Não podendo ser muito baixo, pois deve permitir a inserção do cimento e a obturação do sistema de canais radiculares, (Versiani; Rached-Junior; Kishen, 2016) e nem muito alto, pois isso pode levar à irritação dos tecidos periapicais. O tempo de presa pode variar quando consideramos a umidade dos canais: canais radiculares secos aumentam consideravelmente o tempo de presa dos cimentos biocerâmicos (Al-haddad; Che, 2016).

A solubilidade, por sua vez, é definida como a capacidade de determinada substância dissolver-se em um líquido. É um fator importante, pois uma solubilidade exagerada pode levar a um aumento de infiltrações. O cimento não deve, entretanto, ser completamente insolúvel, ao menos durante um determinado tempo, para que seja possível a liberação de íons cálcio e hidroxila dos biocerâmicos (Vivan, 2010).

Outrossim, o valor de pH é uma propriedade que pode influenciar diretamente na qualidade de um cimento obturador. Um pH alcalino (valores acima de 7) favorece a ação antimicrobiana e formação de tecido mineralizado, possibilitando melhores resultados de reparo (Reszka *et al.*, 2016).

1.5 Aumento de Temperatura

A utilização de calor na obturação dos canais radiculares auxilia no preenchimento de áreas de mais difícil acesso aos materiais obturadores. Entretanto, Antunes *et al.*, em 2021, encontraram diferenças significativas nas propriedades físicas e químicas de cimentos biocerâmicos obturadores quando submetidos a simulações de técnicas de termoplastificação. As amostras foram avaliadas em temperaturas de 37°C e 100°C. Nesse estudo, foram encontrados valores

significativamente menores de escoamento do Bio-C Sealer após o aumento de temperatura e não houve diferença na alcalinidade dos cimentos.

Já o estudo realizado em 2022 por Donnermeyer *et al.*, em que foi avaliado a solubilidade, efeito alcalino e efeito termal de cimentos de silicato de cálcio, não houve comprometimento destes cimentos após tratamento térmico. Tais amostras foram aquecidas em banhos de água quente e levadas a temperaturas de 37°C, 57°C 67°C e 97° e os biocerâmicos testados (AH Plus BioceramicSealer e Total Fill BC Sealer) foram considerados satisfatórios para compactação vertical.

Outro estudo realizado por Delong, He e Woodmansey (2015) teve como objetivo avaliar se as propriedades de adesão dos cimentos MTA Plus e EndoSequence BC Sealer sofriam algum tipo de alteração quando submetidas a técnica de termoplastificação. Como desfecho do estudo, os pesquisadores avaliaram que o calor pode provocar mudanças nas propriedades dos cimentos, reduzindo a força de adesão desses materiais. Pressupõe-se que isso se deve ao fato do possível ressecamento dos túbulos dentinários devido ao calor gerado pela termoplastificação. Tendo em vista que a umidade é fundamental para a reação de presa desses materiais, esse ressecamento pode comprometer essa reação.

Seguindo a mesma linha, Dewi et al. (2022), avaliaram variações na resistência de união de cimentos biocerâmicos quando obturados com técnica convencional ou técnica de compactação aquecida Down-Pack. Os cimentos prontos para uso utilizados não foram afetados pela técnica de obturação (aquecida ou não) e ambos obtiveram valores melhores do que o cimento AH Plus, à base de resina epóxi.

Outros dois estudos também buscaram avaliar as alterações das propriedades físico-químicas desses materiais quando submetidos ao aumento de temperatura. QU et al. (2016), demonstraram por meio de sua pesquisa que o tempo de presa e o escoamento do cimento biocerâmico reduziram significativamente com o aumento da temperatura. Já na pesquisa de CHEN et al. (2020), também foi possível observar uma diminuição na taxa de escoamento dos materiais com o seu aquecimento, contudo o aumento da temperatura não foi capaz de promover alterações na composição química dos cimentos.

1.6 Espectroscopia Raman

A espectroscopia Raman é utilizada no controle e monitoramento de reações químicas, levando em consideração as propriedades de átomos e moléculas relacionadas com a absorção e emissão de energia que ocorre devido a interação da luz com os modos vibracionais associados com as ligações químicas da molécula em determinadas regiões do espectro eletromagnético, fazendo com que uma medição qualitativa da composição bioquímica possa ser realizada (Butler *et al.*, 2016).

A espectroscopia Raman é uma técnica de rápida realização, não invasiva e que não requer um preparo muito complexo da amostra, além de permitir o estudo de regiões e fases específicas do material (Das *et al.*, 2011; Faria; Santos; Gonçalves, 1997; Fredericci *et al.*, 2016).

Desta forma, a Espectroscopia Raman possui uma alta especificidade molecular, sendo excelente para análise quantitativa e qualitativa do material (Chase, B., 1194). Com o avanço e aperfeiçoamento da espectroscopia foi possível, juntamente com a qualificação da magnificação associada, encontrar variações em pequenos pontos e produzir imagens altamente informativas sobre a amostra e permitir uma excelente interpretação de minerais e materiais sólidos (Zhang, Hong, Cai, 2010; Das, Hendry, 2011).

A espectroscopia em Odontologia tem sido muito utilizada para estudar tanto as estruturas de materiais como também suas ligações químicas (Long, 1977). Atmeh e Ashwaimi (2017) e Antunes *et al.* (2021) utilizaram em suas pesquisas esse aparelho para avaliar as propriedades de cimentos obturadores a base de resina Epóxi e a base de silicato de cálcio. O aumento na sua aplicabilidade deve-se ao avanço tecnológico, com fontes de laser eficientes, detectores, filtros Rayleigh e uma ótica de alto rendimento (Kneipp, K *et al.*, 2002 & Hartschuh 2003).

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

O objetivo deste estudo é avaliar através da Espectroscopia Raman se o emprego do compactador de McSpadden sobre o cimento biocerâmico é capaz de alterar a estrutura química desses cimentos.

2.2 Específico

1. Avaliar através da Espectroscopia Raman o cimento obturador Bio C Sealer (pronto para uso) e Cimmo HP (pó e líquido), quando submetidos à ação dos compactadores de Mc Spadden, em duas velocidades (6.000 e 10.000 RPM), e se este procedimento promoverá alterações na estrutura química dos cimentos.

3 METODOLOGIA

3.1 Considerações éticas

A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Pesquisa da Faculdade de Odontologia da UFRGS (COMPESQ), conforme Anexo A.

3.2 Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo *in vitro*, controlado. O Fator em estudo foram 2 cimentos endodônticos biocerâmicos, Bio-C Sealer (pronto para uso) e CIMMO HP (pó-líquido), avaliando-se possíveis alterações na estrutura química dos cimentos após o uso do Compactador de McSpadden nas velocidades de 6.000 RPM e 10.000 RPM (Maillefer, Ballaigues, Switzerland).

3.3 Grupos experimentais

As composições químicas dos materiais utilizados estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química dos cimentos Bio-C Sealer® (Angelus, Londrina, PR, Brasil) e CIMMO HP® (CIMMO Soluções em saúde, Pouso Alegre, MG, Brasil).

Cimento Biocerâmico	Composição	Fabricante
Bio-C Sealer	Silicato de cálcio, Aluminato de cálcio, Óxido de cálcio, Óxido de zircônio, Óxido de ferro, Dióxido de silício, Polietilenoglicol	ANGELUS Londrina, PR, Brasil
CIMMO HP	Óxido de cálcio, Carbonato de cálcio, Óxido de magnésio, Silicato dicálcico, Óxido de alumínio, Óxido de sódio, Óxido de potássio e Pozolana	CIMMO SOLUÇÕES EM SAÚDE Pouso Alegre, MG, Brasil

Seis grupos experimentais foram formados, de acordo com o cimento biocerâmico utilizado, e com a velocidade de uso do compactador de McSpadden (6000 ou 10000 RPM); e dois grupos controle sem uso do McSpadden, totalizando 6 grupos.

- BC:6 - BioCSealer + compactador McSpadden acionado a 6.000RPM
- BC:10 - BioCSealer + compactador McSpadden acionado a 10.000RPM
- CM:6 - CIMMO HP + compactador McSpadden acionado a 6.000RPM
- CM:10 - CIMMO HP + compactador McSpadden acionado a 10.000RPM
- BC: Bio-C Sealer
- CM: CIMMO HP

Após a distribuição nos grupos, duas amostras de cada grupo experimental foram manipuladas e analisadas. As amostras do cimento Bio-C Sealer foram dispensadas sobre uma placa de vidro lisa de 10mm, sem necessidade prévia de manipulação, e termoativadas utilizando o compactador de McSpadden #60 a uma velocidade de 6.000RPM ou 10.000RPM por 10 segundos sobre a placa (a velocidade empregada dependia do grupo experimental pertencente da amostra). As amostras do grupo controle foram dispensadas sobre a placa, entretanto não foram termoativadas. Imediatamente após a termoativação, cada amostra foi alocada para uma lamínula e levada para análise através da Espectroscopia Raman.

As amostras do cimento CIMMO HP foram dispensadas sobre uma placa de vidro lisa de 10mm e manipuladas, conforme as orientações do fabricante. Posteriormente, foi realizado a termoativação utilizando o compactador de McSpadden #60 a uma velocidade de 6.000RPM ou 10.000RPM por 10 segundos sobre a placa (a velocidade empregada dependia do grupo experimental pertencente da amostra). As amostras do grupo controle foram dispensadas e manipuladas sobre a placa, entretanto não foram termoativadas. Imediatamente após a termoativação, cada amostra foi alocada para uma lamínula e levada para análise através da Espectroscopia Raman.

3.4 Espectroscopia Raman

Com a Espectroscopia Raman foi avaliado se o aquecimento do cimento obturador provocado pela termoativação promoveu alterações na estrutura química dos cimentos. A estrutura química dos cimentos testados nas duas velocidades de acionamento do compactador de McSpadden foram avaliadas usando um dispositivo de espectroscopia Raman (Senterra; BrukerOptics, Ettlingen, Alemanha). Uma pequena amostra de cada cimento testado foi alocada em uma placa de vidro lisa de 10mm. Posteriormente, essa mesma amostra de cimento foi termoativada pelo compactador de McSpadden #60 por 10 segundos na superfície da placa de vidro (a velocidade empregada do Compactador de McSpadden foi de acordo com o grupo experimental pertencente da amostra). Após a termoativação, a amostra foi imediatamente alocada para uma lamínula para ser analisada através da Espectroscopia Raman. Foram analisadas uma amostra por vez.

Para a excitação das amostras foi utilizado um feixe de diodo laser com comprimento de onda de 785nm, potência de 100mW, resolução espectral de aproximadamente 3,5 cm^{-1} e filtro para redução de fluorescência e o intervalo foi estabelecido de 100 a 1400 cm^{-1} . Leituras de 12 pontos foram determinadas aleatoriamente por 5 segundos em cada. As presenças das seguintes ligações foram observadas: dióxido de zircônia (ZrO_2), silicato dicálcio (Ca_2S), silicato tricálcio (Ca_3S) e dióxido de zircônia monocíclico ($m\text{-ZrO}_2$). Os espectros foram analisados com o software Opus 6.5 (BrukerOptics, Alemanha). Cada amostra nos forneceu dados dispostos em 12 colunas, correspondentes aos 12 pontos analisados durante a espectroscopia Raman e cada coluna contendo 2887 linhas, dispostas de acordo com o deslocamento do Raman. Para construção dos gráficos, foi utilizado o programa SPSS, utilizando a média das 12 colunas em cada um dos 2887 pontos, para os grupos controle e grupos experimentais de ambos os cimentos. Os dados espectrais dos cimentos foram calculados e plotados juntamente com outros espectros médios do mesmo cimento para comparação, sendo realizada por 2 examinadores que não estavam envolvidos na aquisição do espectro.

3.5 Análise estatística

Análises qualitativas dos gráficos obtidos na Espectroscopia Raman permitiram avaliar a ocorrência ou não de alteração na estrutura molecular que compõe a estrutura química dos cimentos estudados.

4 RESULTADOS

Independente do cimento ser pronto para uso ou pó-líquido e do tipo de velocidade empregada no compactador de Mc Spadden (6000 ou 10000 RPM), não foi possível observar alterações nos picos das bandas dos elementos químicos nos gráficos gerados após o uso da espectroscopia Raman.

As bandas mais representativas e observadas no gráfico para o Bio C Sealer foram dissilicato de cálcio, trissilicato de cálcio, dióxido de zircônia tetragonal e dióxido de zircônia monocíclico. Para o CIMMO foram, silicato dicálcico, carbonato de cálcio, hidróxido de cálcio e óxido de magnésio (Fig. 1 e 2).

Figura 1 – Espectroscopia Raman do Cimento Bio C Sealer sem termoativação e com termoativação pelo Mc Spadden.

Espectroscopia Raman BioCSealer

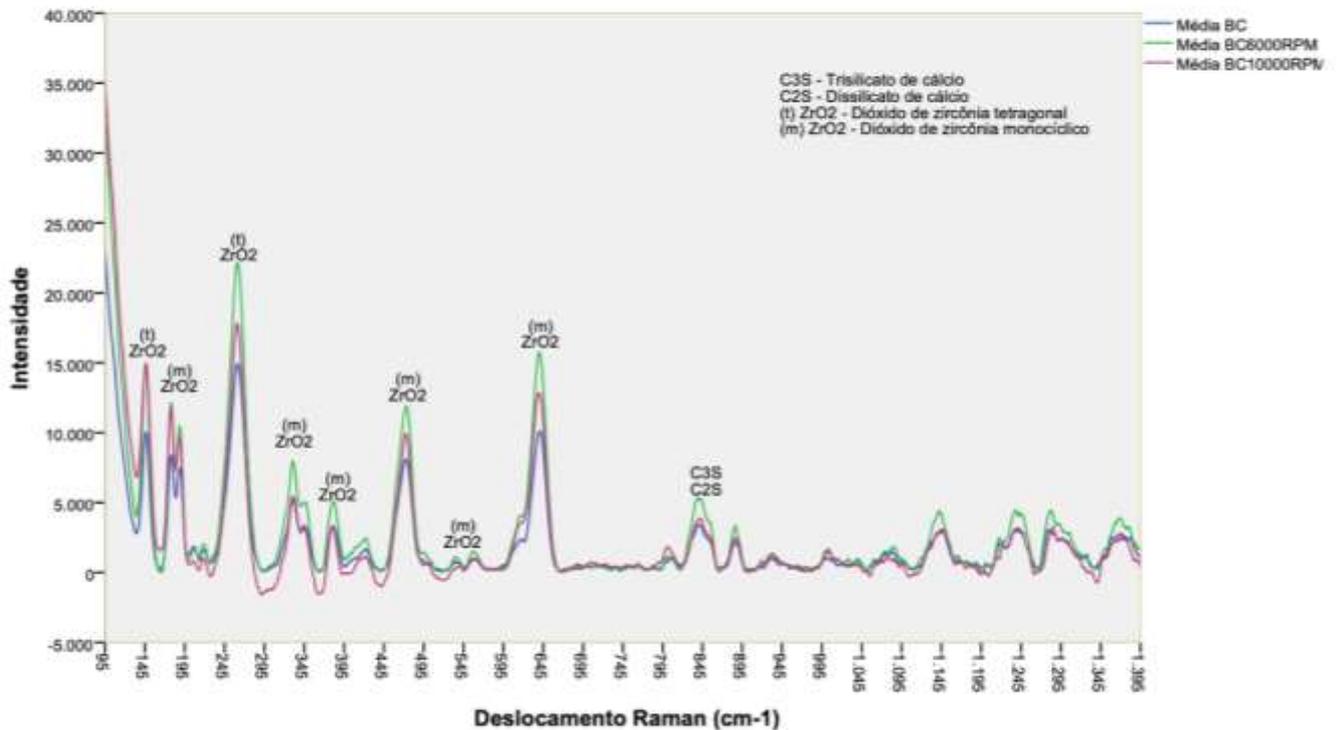
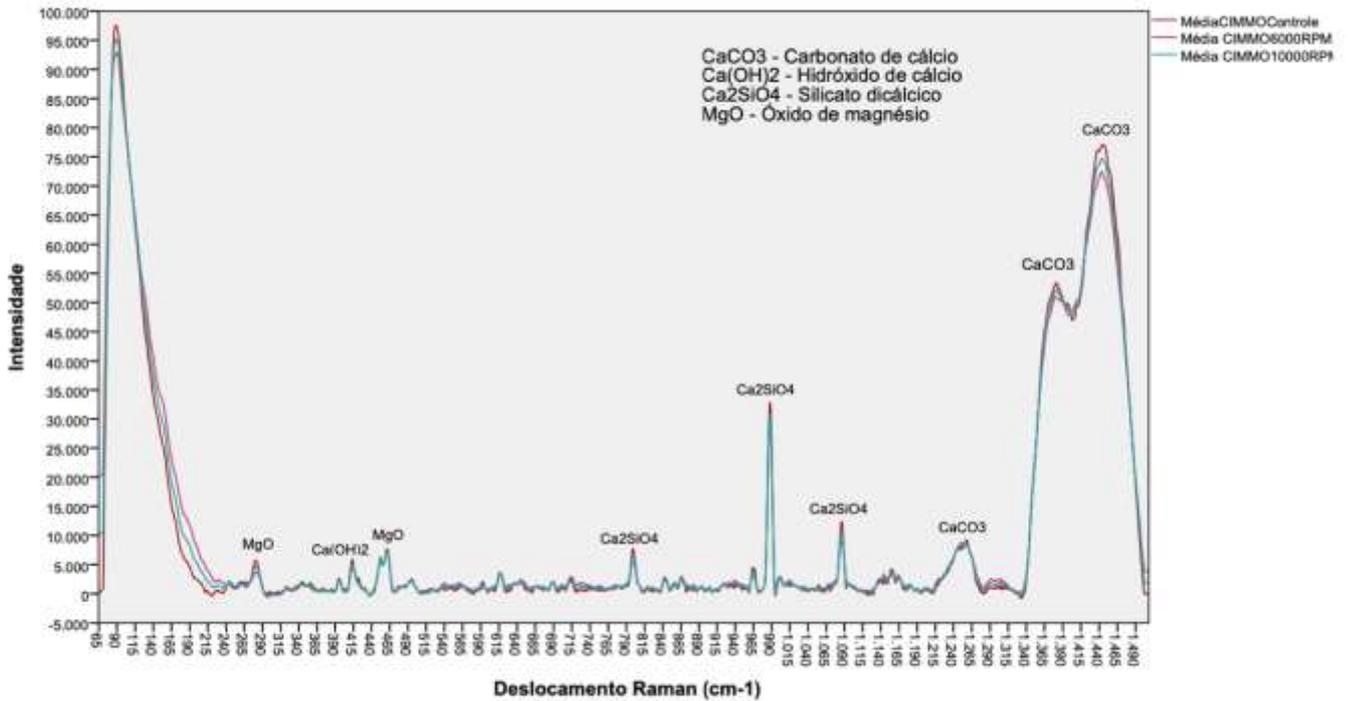


Figura 2 – Espectroscopia Raman do Cimento CIMMO sem termoativação e com termoativação pelo Mc Spadden.

Espectroscopia Raman CIMMO



5 DISCUSSÃO

Na literatura atual, existem poucas pesquisas que investigam o efeito da termoativação na estrutura química de cimentos biocerâmicos obturadores. O presente estudo teve como objetivo avaliar se o aquecimento gerado pelo compactador de McSpadden, operando em velocidades de 6.000 e 10.000 RPM, tem a capacidade de alterar a estrutura química desses materiais.

A técnica de termoplastificação da guta-percha proporciona um melhor selamento tridimensional do sistema de canais radiculares, especialmente em zonas de difícil acesso, colaborando para o sucesso do tratamento endodôntico (Mcspadden, 1993). O calor gerado pelo acionamento do compactador de McSpadden permite que ocorra a plastificação da guta-percha, tornando-a mais maleável, resultando em uma melhor adaptação desse material às paredes dentinárias e uma obturação mais homogênea (Michelotto, 2010; Forte *et al.*, 2024). Entretanto, é necessário que cimentos endodônticos estejam associados a esse material, para possibilitar a adesão da guta-percha às paredes dentinárias (Li; Niu; Zhang, 2014; Siqueira *et al.*, 2000).

Os cimentos biocerâmicos são materiais que podem ser empregados na área da Endodontia em múltiplos casos, podendo atuar como cimentos obturadores ou reparadores. São compostos por partículas inorgânicas de óxidos e silicatos associadas a um veículo ativador (Machado, 2016). Possuem propriedades como biocompatibilidade, baixa solubilidade e citotoxicidade, características antimicrobianas, pH alcalino e bioatividade (Candeiro *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2009; Utneja *et al.*, 2015; Loushine *et al.*, 2011). Essa última propriedade citada anteriormente é caracterizada pela capacidade desse material induzir a formação de hidroxiapatita em sua superfície, através de sua dissociação em hidróxido de cálcio quando em contato com a umidade dos túbulos dentinários (Gandolfi *et al.*, 2015). Considerando suas ótimas propriedades e a possibilidade de emprego desse material em técnicas de obturação aquecidas, é fundamental que a composição e estrutura química desses cimentos não sejam alteradas durante o procedimento, garantindo resultados satisfatórios e adequados do tratamento endodôntico.

Um estudo realizado por Atmeh e Alshwaimi (2017), utilizou a espectroscopia Raman para avaliar o efeito da aplicação de calor (200-250°C) na estrutura de dois cimentos endodônticos. Esse método de avaliação demonstrou ser uma ferramenta eficaz no estudo de materiais na área da Endodontia. Devido suas capacidades analíticas qualitativas e quantitativas, a espectroscopia Raman desempenha um papel fundamental na compreensão de alterações desses materiais sob diversos cenários clínicos e laboratoriais (Chase, B. 1194; Rocks *et al.*, 2004). No estudo supracitado, os cimentos utilizados para análise foram AH Plus (à base de resina epóxi) e BioRoot RCS (à base de silicato de cálcio). O cimento AH Plus apresentou mudanças mínimas em sua estrutura química, levando a uma polimerização mais rápida desse material. Já o material a base de silicato de cálcio não apresentou alterações em sua composição química independentemente da temperatura empregada, resultados que podem ser atribuídos à natureza química do cimento biocerâmico. Os resultados desse estudo corroboram os nossos achados, a despeito de metodologias diferentes, mas demonstrando que o aquecimento não alterou a estrutura química desses cimentos. Entretanto, apesar de não terem sido detectadas alterações na estrutura química desse material, podem ocorrer mudanças microestruturais em decorrência da perda de água devido ao aquecimento, fator que poderia interferir no processo de presa. Porém, devido a presença de umidade no sistema de canais radiculares, pode ocorrer a reidratação imediata do cimento, favorecendo essa reação (Taylor, *et al.*, 1997).

Antunes *et al.* (2021) buscaram avaliar possíveis modificações nas propriedades físico-químicas em quatro cimentos obturadores (EndoSequence BC Sealer HiFlow, Bio-C Sealer, BioRoot RCS e AH Plus) submetidos a diferentes taxas de aquecimento que variavam de 25°C a 220°C. Para a análise química foi utilizado espectroscopia Raman e espectroscopia infravermelha (FT-IR). Como resultados dessa pesquisa, os autores verificaram que não houve alterações significativas na composição química dos cimentos testados em decorrência do aumento de temperatura. Esses resultados corroboram com os achados do presente estudo, no qual também não foi possível identificar mudanças na estrutura química do Bio-C Sealer e CIMMO HP nas diferentes velocidades empregadas pelo compactador de McSpadden.

Seguindo na mesma linha, um experimento laboratorial realizado por Donnermeyer *et al.* (2021) avaliaram, sob condições clínicas simuladas, se o aquecimento poderia resultar em alterações imediatas nas propriedades físicas ou a longo prazo nas propriedades químicas dos materiais. Os cimentos à base de silicato de cálcio utilizados na pesquisa (BioRoot RCS, Total Fill BC Sealer e Total Fill BC Sealer HiFlow) foram aquecidos em temperaturas que variavam dos 37°C aos 97°C e analisados por meio da espectroscopia FT-IR. A análise não revelou alterações químicas nos materiais em nenhum dos tempos de aquecimento ou temperaturas utilizadas. Esses resultados estão de acordo com outro estudo que havia sido realizado em 2020 por Chen *et al.*, o qual avaliou a citotoxicidade e o efeito do aquecimento em propriedades físico-químicas de dois cimentos biocerâmicos. As amostras dos cimentos EndoSequence BC Sealer HiFlow e EndoSequence BC Sealer foram submetidas a temperaturas de 37°C e 100°C e analisadas através da espectroscopia FT-IR. A comparação dos espectros obtidos não revelou diferenças na composição química dos cimentos em decorrência do aumento de temperatura e ambas as amostras produziram espectros semelhantes.

Em trabalho realizado recentemente por Scalabrin *et al.* (2023), os autores empregaram a ativação ultrassônica em quatro cimentos a base de silicato de cálcio (Bio-C Sealer, EndoSequence BC Sealer, Sealer Plus BC e BioRoot RCS) com o objetivo de avaliar possíveis modificações nas propriedades físico-químicas desses materiais. As amostras foram inseridas em tubos de polietileno e ativadas durante 60 segundos com pontas ultrassônicas. Posteriormente, essas amostras foram examinadas utilizando Espectroscopia Raman. Embora a metodologia empregada na pesquisa de Scalabrin *et al.* (2023) tenha sido distinta da utilizada no presente estudo, os resultados tiveram comportamentos muito semelhantes, evidenciando que o aumento de temperatura não afetou a estrutura química molecular dos cimentos investigados.

Os resultados elucidados no presente estudo sugerem que o aquecimento, proveniente de técnicas de termoativação, não é capaz de alterar a composição química de cimentos obturadores biocerâmicos. Tais resultados estão de acordo com estudos já realizados na literatura. Todavia é importante ressaltar que o cimento biocerâmico CIMMO HP, lançado mais recentemente no mercado odontológico, ainda carece de estudos que investiguem o efeito do aumento de temperatura em suas

propriedades físico-químicas. Além disso, é importante ressaltar que essa pesquisa por se tratar de um estudo *in vitro*, em condições controladas, podem não refletir o mesmo fenômeno que ocorre *in vivo* no interior do canal radicular, e por isso não devem ser extrapolados para a clínica.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados do presente estudo, e dentro das limitações de um estudo laboratorial, a ação do compactador de McSpadden sobre os cimentos biocerâmicos testados (pronto para uso e pó-líquido a ser manipulado), não influenciou em modificações estruturais químicas desses materiais

REFERÊNCIAS

- AHUJA, L. A Comparative Evaluation of Sealing Ability of New MTA Based Sealers with Conventional Resin Based Sealer: An In-vitro Study. *J Clin Diagn Res, Delhi*, v. 10, n. 7, p.1-8, jul. 2016.
- ALSUBAIT, S.; AL-HAIDAR, S.; AL-SHARYAN, N. A comparison of the discoloration potential for EndoSequence bioceramic root repair material fast set putty and ProRoot MTA in human teeth: an in vitro study. *J Esthet Restor Dent*, v. 29, n. 1, p. 59-67, 2016.
- ANTUNES, T.B.M. *et al.* Heating stability, physical and chemical analysis of calcium silicate based endodontic sealers. *International Endodontic Journal*, Oxford, v. 54, ed. 7, p. 1175-1188, 9 mar. 2021.
- ATMEH, A. R.; ALSHWAIMI, E. The Effect of Heating Time and Temperature on Epoxy Resin and Calcium Silicate-based Endodontic Sealers. *International Endodontic Journal*, Baltimore, v. 43, n. 12, p. 2112-2118, dez. 2017.
- BALAGOPAL, S.; BEJOY MONY, C.M.; HEMASATHYA, B.A.; NAZRIN, M.; JAMES, V.; SEBATNI, A. Evaluation of remaining dentin thickness around the prepared root canals and its influence on the temperature changes on the external root surfaces during different heated gutta percha obturation techniques. *Indian Journal of Dental Research*, v. 31, n. 6, 857-861, Nov Dec. 2020.
- BALGUERIE, E.; SLUIS, L. V. D.; VALLAEYS, K. *et al.* Sealer penetration and adaptation in the dentinal tubules: a scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*, Baltimore, v. 37, n. 11, 1576-1579, nov. 2011.
- BUTLER, H. J *et al.* Using Raman spectroscopy to characterize biological materials. *Nature Protocols*, v. 11, n. 4, p. 664-687, 10 mar. 2016.
- CANDEIRO, G. T. M.; CORREIA, F. C.; DUARTE, M. A. H. *et al.* Evaluation of radiopacity, PH, release of calcium ions and flow of a bioceramic root canal sealer. *Journal of Endodontics*, Baltimore, v. 38, n. 6, p. 842-845, jun. 2012.
- CHASE, B. "A New Generation of Raman Instrumentation", *Applied Spectrosc.* v. 48, n.7, p. 14A-19A, 1994.
- CHEN, B. *et al.* Cytotoxicity and the Effect of Temperature on Physical Properties and Chemical Composition of a New Calcium Silicate-based Root Canal Sealer. *Journal of Endodontics*, v. 46, n. 4, p. 531-538, abr. 2020.
- CLEMENS, G. *et al.* Vibrational spectroscopic methods for cytology and cellular research. *The Analyst*, Cambridge, v. 139, n. 18, p. 4411-4444, 2014.
- DAS, S.; HENDRY, M. J. Application of raman spectroscopy to identify iron minerals commonly found in mine wastes. *Chemical Geology*, v. 290, p. 101-108. 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemgeo.2011.09.001>. Acesso em: 28 fev. 2023.

DE DEUS, G. et al. [Intratubular penetration of root canal sealers]. **Pesquisa Odontologica Brasileira = Brazilian Oral Research**, v. 16, n. 4, p. 332–336, 2002.

DEBELIAN, G; TROPE, M. The use of premixed bioceramic materials in endodontics. **Giornale Italiano di Endodonzia**, Milan, v. 30, n. 2, p. 70-80, nov. 2016.

DEWI, A. *et al.* Effect of a heat-based root canal obturation technique on push-out bond strength of the classical bioceramic and new HiFlow sealer. **Aust Endod J**, v. 48, n. 1, p. 116-120, abril 2022.

DELONG, C.; HE, J.; WOODMANSEY, K. F. The Effect of Obturation Technique on the Push-out Bond Strength of Calcium Silicate Sealers. **Journal of Endodontics**, v. 41, n. 3, p. 385–388, mar. 2015.

DEZONTINI, P.; ABREU, R.; RESENDE, D. Análise entre as técnicas obturadas: condensação lateral, condensação com técnica do cone único e condensação com técnica híbrida de tagger: revisão bibliográfica. **Revista saúde multidisciplinar**, Mineiros, v. 7, n. 1, jun. 2020.

DONNERMEYER, D.; BÜRKLEIN, S.; DAMMASCHKE, T. *et al.* Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. **Odontology**, v. 107, n. 4, p. 421-436, out. 2019.

DONNERMEYER *et al.* Short and Long-Term Solubility, Alkalizing Effect, and Thermal Persistence of Premixed Calcium Silicate-Based Sealers: AH Plus Bioceramic Sealer vs. Total Fill BC Sealer. **Materials**, vol. 15, no. 20, p. 7320, 19 out. 2022.

DUARTE, M. A. H. *et al.*, Influence of Calcium Hydroxide Association on the Physical Properties of AH Plus. **International Endodontic Journal**, Baltimore, v. 36, n. 6, p. 1048-1051, jun, 2010.

DUMMER, P. M. H. Comparison of undergraduate endodontic teaching programmes in the United Kingdom and in some dental schools in Europe and the United States. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 24, no. 4, p. 169 – 177, jul. 1991.

ERSAHAN, S., AYDIN, C. Dislocation resistance of iRoot SP, a calcium silicatebased sealer, from radicular dentine. **International Endodontic Journal**. v. 36, n. 12, p. 2000-2, 2010.

FARIA, D. L. A.; SANTOS, L.; GONÇALVES, N. A demonstration on inelastic light scattering: the raman experiment revisited *Quimica Nova*, v. 20, n. 3, p. 319, jun. 1997.
FREDERICCI, C. *et al.* Aplicação da espectroscopia Raman na identificação de minerais asbestiformes. **Revista IPT, Tecnologia e Inovação**, n. 1, p. 13-20, apr. 2016.

FORTE, L. D. R. et al. PRINCIPAIS TÉCNICAS DE OBTURAÇÃO ENDODÔNTICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA. **Revista CPAQV - Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v. 16, n. 2, p. 15–15, 4 abr. 2024.

FRANÇA, G. M. DE et al. USO DOS BIOCERÂMICOS NA ENDODONTIA: REVISÃO DE LITERATURA. **Revista de Ciências da Saúde Nova Esperança**, v. 17, n. 2, p. 45–55, 31 ago. 2019.

GANDOLFI MG, SIBONI F, BOTERO T, BOSSU M, RICCITIELLO F, PRATI C. Calcium silicate and calcium hydroxide materials for pulp capping: biointeractivity, porosity, solubility and bioactivity of current formulations. **J Appl Biomater Funct Mater**, v. 13, n. 1, p. 43-60. 2015.

GROSSMAN, L. Na improved root canal cement. **Journal American Dental Association**. v. 56, n. 3, p. 381-385, 1958.

HACHEM, R. E. et al. Dentinal tubule penetration of AH Plus, BC Sealer and a novel tricalcium silicate sealer: a confocal laser scanning microscopy study. **Clinical Oral Investigations**, [S.L.], v. 23, n. 4, p. 1871-1876, 17 set. 2018.

HADDAD FILHO, M. S. Endodontia de Vanguarda. 1ºed. São Paulo: **Napoleão Ltda**, 2015. 242 p.

HARTSCHUH, A.; ANDERSON, N.; NOVOTNY, L.. Near-field Raman spectroscopy using a sharp metal tip. **Journal Of Microscopy**, [S.L.], v. 210, n. 3, p. 234-240, jun. 2003.

HESS, D.; SOLOMON, E.; SPEARS, R.; HE, J. Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. **J Endod.**, v.37, n.11 p.1547-9, Nov. 2011.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. International Standard **ISO 6876**: Dental root canal sealing materials. Geneva: International Organization for Standardization, 2012.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. International Standard **ISO 6876**: Dental root canal sealing materials. Geneva: International Organization for Standardization, 2001.

KHAROUF, N et al. Physicochemical and Antibacterial Properties of Novel, Premixed Calcium Silicate-Based Sealer Compared to Powder–Liquid Bioceramic Sealer. **Journal Of Clinical Medicine**, [S.L.], v. 9, n. 10, p. 3096, 25 set. 2020.

KNEIPP, Katrin et al. Surface-enhanced Raman scattering and biophysics. **Journal Of Physics: Condensed Matter**, [S.L.], v. 14, n. 18, p. 597-624, 26 abr. 2002.

KOMABAYASHI, Takashi et al. Comprehensive review of current endodontic sealers. **Dental Materials Journal**, [S.L.], v. 39, n. 5, p. 703-720, 28 set. 2020.

KOHLI, M. R. et al. Spectrophotometric Analysis of Coronal Tooth Discoloration Induced by Various Bioceramic Cements and Other Endodontic Materials. **J Endod**, Baltimore, v. 41, n. 11, p.1862-1866, nov. 2015.

KUMAR, N. M. et al. Sealing ability of lateral condensation, thermoplasticized gutta-percha and flowable gutta-percha obturation techniques: a comparative in vitro study. **Journal Of Pharmacy And Bioallied Sciences**, [S.L.], v. 4, n. 6, p. 131-135, 2012.

LI, G. H. *et al.* Ability of new obturation materials to improve the seal of the root canal system: a review. **Acta Biomater**, Kidlington, v. 10, no. 3, p. 595 –601, Mar 2014.

LIMA, N. F. F. *et al.* Cimentos biocerâmicos em endodontia: revisão da literatura. **RFO**, Passo Fundo, v. 22, n. 2, p. 248-254, maio/ago. 2017. LIMA, N. F. F. *et al.* Cimentos biocerâmicos em endodontia: revisão da literatura. **RFO**, Passo Fundo, v. 22, n. 2, p. 248-254, maio/ago. 2017.

LONG, D. A. **Raman spectroscopy**. Volume 206. New York: McGraw-Hill, 1977.

LOUSHINE, B. A. *et al.*, Setting Properties and Cytotoxicity Evaluation of a Premixed Bioceramic Root Canal Sealer. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 37, n. 5, p. 673-677, mai, 2011.

MACHADO, M. E. L. *et al.* **Aspectos de Interesse da Endodontia Contemporânea. Napoleão LTDA**, São Paulo, p.165-175, 2016.

MCSPADDEN, J. Multiphase gutta-percha obturation technique. **Dental economics - oral hygiene**, v. 83, n. 9, p. 95 - 97, 1993.

MOVASAGHI, Zanyar; REHMAN, Shazza; REHMAN, Ihtesham U.. Raman Spectroscopy of Biological Tissues. **Applied Spectroscopy Reviews**, v. 42, n. 5, p. 493-541, set. 2007.

NASSEH, A. A. The rise of bioceramics. **Endodontic Practice**, v. 2, p. 21-26, ago. 2009.

PEDROSA, M. S. *et al.* Cytotoxicity and cytokine production by calcium silicate-based materials on periodontal ligament stem cells. **Brazilian dental journal** v. 32, n.3, p. 65-74, 2021.

PELISSER, E. *et al.* Avaliação da penetração intratubular do Bio-C Sealer: um cimento à base de silicato de cálcio. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. e146111234110–e146111234110, 9 set. 2022.

QU, W. *et al.* Influence of Warm Vertical Compaction Technique on Physical Properties of Root Canal Sealers. **Journal of Endodontics**, v. 42, n. 12, p. 1829–1833, dez. 2016.

RAHUL, M. *et al.* Effect of Intracanal Scaffolds on the Success Outcomes of Regenerative Endodontic Therapy - A Systematic Review and Network Meta-analysis. **Journal of Endodontics**, v. 49, n. 2, p. 110–128, fev. 2023.

RAZMI, H. *et al.* The Effect of Canal Dryness on Bond Strength of Bioceramic and Epoxy-resin Sealers after Irrigation with Sodium Hypochlorite or Chlorhexidine. **Iran Endod J**, Teerão, v. 11, n. 2, p.129-133, mar. 2016.

RESZKA, P. et al. A Comparative Chemical Study of Calcium Silicate-Containing and Epoxy Resin-Based Root Canal Sealers. **BioMed Research International**, v. 2016, p. 9808432, 20 dez. 2016.

SCALABRIN, S. et al. Effect of ultrasonic activation on setting time, pH and calcium ion release, solubility and chemical structure of calcium silicate sealers. **Brazilian Dental Journal**

SCHÄFER, E; KÖSTER, M; BÜRKLEIN, Sebastian. Percentage of Gutta-percha-filled Areas in Canals Instrumented with Nickel-Titanium Systems and Obturated with Matching Single Cones. **Journal Of Endodontics, Baltimore**, v. 39, n. 7, p. 924-928, jul. 2013.

SCHILDER, H. Filling root canals in three dimensions. 1967. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 32, p. 281-290, 2006.

SILVA, D. F. D. et al. Cimentos biocerâmicos em endodontia: revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e882986439, 1 ago. 2020.

SIQUEIRA, J. F. JR *et al.* Antimicrobial activity and flow rate of newer and established root canal sealers. **J Endod.**, Nova York, v. 26, n. 5, p. 274 – 277, mar. 2000.

TANOMARU-FILHO, M. et al. Physicochemical Properties and Volumetric Change of Silicone/Bioactive Glass and Calcium Silicate-based Endodontic Sealers. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 43, n. 12, p. 2097-2101, jul 2017.

UFRGS, E. DE E. DA (ED.). **Endodontia Pré-clínica**. Porto Alegre, RS: Evangraf, 2020.

UTNEJA, Shivani *et al.* Current perspectives of bio-ceramic technology in endodontics: calcium enriched mixture cement - review of its composition, properties and applications. **Restorative Dentistry & Endodontics**, v. 40, n. 1, p. 1-13, 2015.

VIVAN, R. R. et al., Avaliação da radioterapia de diferentes cimentos obturadores endodônticos, acrescidos de hidróxido de cálcio. **SALUSVITA**, Bauru, v. 32, n. 1, p.25-36, abr, 2013.

YASSEN, Ghaeth H.; PLATT, Jeffrey A.; HARA, Anderson T.. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. **Journal Of Oral Science**, v. 53, n. 3, p. 273-282, 2011.

ZHANG, H. *et al.* Antibacterial Activity of Endodontic Sealers by Modified Direct Contact Test Against *Enterococcus faecalis*. **Journal Of Endodontics**, Baltimore, v. 35, n. 7, p.1051 1055, jul. 2009.

ZHANG, Y; HONG, H; CAI, W. Imaging with Raman Spectroscopy. **Current Pharmaceutical Biotechnology**, v. 11, n. 6, p. 654-661, 1 set. 2010.

ZORDAN-BRONZEL, C. L. *et al.* Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate-based Sealer, Bio-C Sealer. **Journal Of Endodontics**, v. 45, n. 10, p. 1248-1252, out. 2019.

ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO COMPESQ



Projeto Nº:	44738	Título:	INFLUENCIA DO COMPACTADOR DE MCSPADDEN EM CIMENTOS OBTURADORES BIOCERAMICOS: VARIAÇÃO DE TEMPERATURA, PROPRIEDADES FÍSICAS E ESPECTROSCOPIA RAMAN	
Área de conhecimento:	Endodontia	Início:	01/12/2023	Previsão de conclusão: 31/07/2024
Situação:	Projeto Concluído	Término:	31/07/2024	
Origem:	Faculdade de Odontologia Programa de Pós-Graduação em Odontologia	Projeto da linha de pesquisa: BIOMATERIAIS E TÉCNICAS TERAPÊUTICAS EM ODONTOLOGIA		
Local de Realização:	não informado			
Não apresenta relação com Patrimônio Genético ou Conhecimento Tradicional Associado.				
Objetivo:	<p>A obturação dos canais radiculares tem como objetivo promover o selamento hermético do espaço anteriormente ocupado pela polpa, evitando assim a infiltração de bactérias e fluidos orais, assegurando a saúde periapical. É comumente realizada a partir da combinação de cimentos endodônticos e cones de gutapercha, podendo-se recorrer a técnicas como a termoplastificação da gutapercha para preencher zonas de difícil acesso. O compactador de McSpadden pode ser empregado</p>			

Palavras Chave:

ENDODONTIA

Equipe UFRGS:

Nome: MARCUS VINICIUS REIS SO
 Coordenador - Início: 01/12/2023 Término: 31/07/2024
Nome: CAMILA CONDOTTA FIGUEIRA
 Ensino: mestrado - Início: 01/12/2023 Término: 31/07/2024
Nome: GABRIEL DA SIQUEIRA FELSKE
 Ensino: mestrado - Início: 01/12/2023 Término: 31/07/2024

Avaliações:

Comissão de Pesquisa de Odontologia - Aprovado em 19/10/2023 [Clique aqui para visualizar o parecer](#)