

UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

FREDSON MÁRCIO ACRIS DE CARVALHO

EFEITO DO ULTRASSOM NAS PROPRIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DE  
CIMENTOS À BASE DE SILICATO DE CÁLCIO

RIBEIRÃO PRETO

2018

Fredson Márcio Acris de Carvalho

EFEITO DO ULTRASSOM NAS PROPRIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DE  
CIMENTOS À BASE DE SILICATO DE CÁLCIO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de concentração Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Fuad Jacob Abi Rached Junior

Ribeirão Preto

2018

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de Processamento  
Técnico da Biblioteca Central da UNAERP  
- Universidade de Ribeirão Preto -

D141i De Carvalho, Fredson Márcio Acris, 1983 -  
Efeito do ultrassom nas propriedades físico químicas de  
cimentos à base de silicato de cálcio / Fredson Márcio Acris de  
Carvalho. - Ribeirão Preto, 2018.  
54 f.: il. color.

Orientador: Prof. Dr. Fuad Jacob Abi Rached Junior.

Tese (Doutorado) - Universidade de Ribeirão Preto,  
UNAERP, Odontologia. Ribeirão Preto, 2018.

1. Odontologia. 2. Endodontia. 3. Biomateriais. I. Título.

CDD 617.6



Este estudo foi realizado no Laboratório de Pesquisas em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto.

## DEDICATÓRIAS

A *Deus*, por tudo que tem feito em minha vida, por ter me dado saúde e uma família linda e maravilhosa, por me dar forças e sabedoria para diariamente enfrentar os obstáculos impostos.

Aos meus pais *Fredson Ferreira de Carvalho e Maria das Graças Acris de Carvalho*, que muitas vezes se doaram e renunciaram aos seus sonhos, para que eu pudesse realizar os meus. Quero dizer que essa conquista não é só minha, mas nossa. Tudo que consegui só foi possível pelo incentivo, amor, dedicação, e acima de tudo, por vocês acreditarem que eu poderia conquistar todos os meus sonhos.

À minha esposa *Ana Patrícia Pereira de Carvalho*, pessoa com quem amo compartilhar todos os momentos da minha vida. Por ser meu apoio e confidente nos momentos de tristeza e alegria. Por entender a importância deste curso em nossa vida, e por tudo que passamos nestes 6 anos muito bem vividos. Nesse tempo, construímos uma união muito sólida, tanto afetiva quanto profissional. Sou muito grato pela sua existência, pelo seu carinho, amor, paciência e compreensão nos momentos de ausência desta longa jornada. Essa conquista também é sua, parabéns amor!.

“A felicidade real começa em fazer a felicidade dos outros.”

*Chico Xavier*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade de Ribeirão Preto, representada pela Magnífica Reitora **Profa. Dra. Elmara Lúcia de Oliveira Bonini**, pela oportunidade a mim concedida de estudar nesta conceituada Instituição que possibilitou a realização deste trabalho.

Ao meu Orientador, **Prof. Dr. Fuad Abi Rached Júnior**, pelo exemplo de professor, profissional, humildade e sabedoria. Agradeço pela sua paciência em meus momentos de dúvidas e dificuldades. Agradeço pela confiança em minha capacidade como pesquisador, bem como paciência para me transmitir os seus conhecimentos e ensinamentos sobre as propriedades físico químicas dos materiais. Sem sua ajuda e apoio, tenho a consciência que sozinho nada teria sido possível. Agradeço os conselhos que me ajudaram muito durante o curso e que influenciarão de forma significativa em minha vida profissional. Você será sempre uma das minhas referências de professor e pesquisador que seguirei como exemplo. Muito obrigado por tudo!

À Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UNAERP, **Profa. Dra. Yara T. Corrêa Silva Sousa**, pelo carinho em me receber e acolher como seu aluno do curso de Doutorado. Pela maneira sempre precisa, calma e singela em resolver os problemas que lhe conduzia, onde de forma inteligente, estava sempre pensando na melhor solução. Pelo modo amável e gentil, que me transmitia conforto diante das dificuldades. Pela confiança em minha pessoa em conduzir este trabalho, e por me levar a um nível além dos meus conhecimentos em Endodontia. Meus sinceros agradecimentos.!

Ao **Prof. Dr. Carlos Saraiva Miranda**, pela ajuda na análise química e na finalização desse trabalho. Por sua gentileza, dedicação, atenção e ensinamentos.

Ao **Prof. Dr. Silvio Rocha Corrêa da Silva**, pela atenção, ensinamentos e ajuda essencial na análise estatística.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Odontologia, *Stricto Sensu*, área de concentração Endodontia, **Profa Dra Andrea Márcia Marcaccini, Prof. Dr. Carlos Eduardo Saraiva Miranda, Prof. Dr. Celso Bernardo de Souza Filho, Profa Dra Danielle Cristine Furtado Messias, Prof. Dr. Edson Alfredo, Profa Dra Érica Alves Gomes, Prof. Dr. Fuad Jacob Abi Rached Júnior, Prof. Dr. Silvio Rocha Correa da Silva, Prof. Dr.**

**Walter Raucci Neto e Profa Dra Yara Teresinha Corrêa Silva Sousa** pelos ensinamentos transmitidos com dedicação e profissionalismo.

Em especial aos amigos **Prof. Dr. André Augusto Franco Marques e Prof. Dr. Emílio Carlos Sponchiado Júnior**, pela amizade e pelo incentivo em minha trajetória. Vocês são os responsáveis pela minha chegada até esta etapa tão especial. É muito difícil transmitir por palavras o que sinto por vocês, e mesmo que conseguisse, elas não caberiam aqui, bem como todo o carinho, respeito e admiração. Sempre considerei uma sorte e um privilégio ter lhes conhecido. Vocês são amigos de verdade, amigos que sempre me deram palavras de coragem em momentos de fraqueza, amigos que desejam me ver feliz, coisa rara hoje em dia. Jamais esquecerei tudo o que fizeram por mim. Juntos, fundamos e formamos o Grupo de Endodontia de Manaus, GEM, onde estamos juntos há mais de 10 anos, formando profissionais éticos e competentes. Com todo o carinho e de coração, eu agradeço e para sempre a minha gratidão será de vocês. Muito obrigado!

Aos companheiros e amigos de Doutorado em Odontologia, **Juliana Santos Oliveira, Luana Kelle Batista Moura, Luciana Macedo e Natália Spadini de Faria**, pelo convívio sempre agradável, pelos incentivos e amizade construída durante todo o Doutorado.

Ao meu amigo e companheiro desta longa jornada **Paulo Henrique Miller Calderon**, que sempre esteve ao meu lado diante das dificuldades encontradas. Muito obrigado pelo companheirismo e sua amizade.

Aos meus colegas de Pós-Graduação GEM, **Prof. Ms. Leonardo Gonçalves, Prof. Ms. Guilherme Carvalho e Prof. Ms. Samir Noronha**, por suas amizades, que serão sempre muito especiais. Pelo carinho, respeito, conversas de apoio, e pela sempre disponibilidade e entendimento em me substituir nos momentos de ausência. Sou muito grato pelo apoio de vocês durante todo este processo.

Aos meus colegas de Disciplina da Universidade do Estado do Amazonas, **Prof. Dr. André Augusto Franco Marques, Profa Dra Fabiola Chui, Prof. Msc. Joelson Brum, Profa Dra Marcia Rachel Braga e Prof. Dr. Wanderson Chiesa**, pela compreensão e disponibilidade como, também, pelo trabalho dobrado em minhas ausências.

À Coordenação de Odontologia da Universidade do Estado do Amazonas, pelo apoio e incentivo nesta trajetória.

## Sumário

Resumo

*Summary*

1. Introdução .....	12
2. Proposição .....	16
3. Material e Métodos.....	17
4. Resultados.....	26
5. Discussão.....	37
6. Conclusões.....	44
7. Referências Bibliográficas.....	45

Anexos

## Resumo

O objetivo neste estudo foi avaliar a influência da manipulação convencional e ultrassônica nas propriedades físico químicas do tempo de endurecimento (TE), escoamento (ES), alteração dimensional (AD) e solubilidade (SL) dos cimentos à base de silicato de cálcio MTA, MTA Repair HP e Biodentine, seguindo a especificação n. 57 da ANSI/ ADA. Nos grupos em que manipulação foi realizada mecanicamente, a massa do cimento foi agitada com inserto ultrassônico na potência 3 durante 30 s. Para determinar o TE, anéis de aço inoxidável foram preenchidos com os cimentos e testados com agulha Gillmore. Para o ES, o cimento foi colocado em placa de vidro e, após 180s, colocou-se um peso de 120g sobre este. Após 10 min, os diâmetros dos cimentos foram aferidos. Para o teste AD, moldes cilíndricos foram preenchidos com os cimentos, cobertos por lâmina de vidro e armazenados a 37°C. As amostras foram medidas, armazenadas em água por 30 dias para, então, serem secas e novamente medidas. Para o teste SL, moldes circulares, com fio de nylon em seu interior, foram preenchidos com os cimentos, presos às placas de vidro e armazenados à 37°C. As amostras foram pesadas, colocadas em água destilada e deionizada e, após 7 dias, secas e pesadas novamente. Os resultados foram analisados pelo teste ANOVA, complementado por Bonferroni ( $\alpha=0,05$ ). Para TE, a técnica convencional ( $11,40\pm 2,20$ ) apresentou maior valor em relação à ultrassônica ( $12,43\pm 2,44$ ). MTA ( $14,39\pm 0,23$ ) apresentou os maiores valores quando foi manipulado com a técnica convencional, diferente dos demais cimentos ( $p<0,05$ ). Para técnica ultrassônica os cimentos apresentaram TE semelhantes ( $p>0,05$ ). Para ES, MTA ( $15,74\pm 0,45$ ) manipulado com a técnica ultrassônica apresentou os maiores valores e foi diferente dos demais ( $p<0,05$ ). MTA Repair HP ( $9,98\pm 0,18$ ) e Biodentine ( $9,84\pm 0,13$ ) manipulado com a técnica convencional apresentaram os menores valores e foram semelhantes entre si ( $p>0,05$ ). Para AD, a técnica de manipulação ultrassônica ( $3,73\pm 1,73$ ) obteve os maiores valores médios, sendo diferente da convencional ( $1,01\pm 0,63$ ) ( $p<0,05$ ). Para técnica ultrassônica MTA ( $5,22\pm 0,85$ ) apresentou os maiores valores, diferente ( $p<0,05$ ) do MTA Repair HP ( $3,67\pm 1,97$ ) e Biodentine ( $2,30\pm 0,69$ ). Na SL maiores valores foram obtidos para a técnica convencional ( $-6,30\pm 7,07$ ), sendo diferente ( $p<0,05$ ) da técnica ultrassônica ( $1,91\pm 2,61$ ). Para técnica convencional o cimento MTA ( $-15,53\pm 1,98$ ) apresentou os maiores valores, diferente ( $p<0,05$ ) dos demais. Na técnica ultrassônica Biodentine ( $0,43\pm 0,12$ ) apresentou os menores valores, diferente dos demais ( $p<0,05$ ). Na liberação de íons cálcio o Biodentine apresentou os maiores valores médios. A análise em MEV evidenciou, de maneira geral, que a técnica ultrassônica reduziu e alterou o formato das partículas dos cimentos. Conclui-se que a técnica ultrassônica influenciou no TE, AD e ES dos cimentos à base de silicato de cálcio, no entanto, não teve efeito na SL do Biodentine.

**Palavras-chave:** Endodontia, Biomateriais, Propriedades físico químicas

## Summary

The objective of this study was to evaluate the influence of conventional and ultrasonic manipulation on the physico-chemical properties of the setting time (ST), flow (FL), dimensional change (DC) and solubility (SL), of calcium silicate cements MTA Repair HP and Biodentine, following specification n. 57 of ANSI/ADA. In the groups in which manipulation was performed mechanically, the cement mass was agitated with ultrasonic insert at power 3 for 30 s. To determine ST, stainless steel rings were filled with the cements and tested with Gillmore needle. For FL, the cement was placed in glass plate and, after 180s, a weight of 120g was placed on it. After 10 min, the diameters of the cements were measured. For the DC test, cylindrical molds were filled with the cements, covered by a glass slide and stored at 37°C. The samples were measured, stored in water for 30 days and then dried and measures again. For the SL test, circular molds with nylon thread were filled with the cements, attached to the glass plates and stored at 37°C. The samples were weighed, placed in distilled and deionized water and, after 7 days, dried and weighed again. The results were analyzed by the ANOVA test, complemented by Bonferroni ( $\alpha=0.05$ ). For ST, the conventional technique ( $11.40\pm 2.20$ ) presented a higher value in relation to the ultrasonic ( $12.43\pm 2.44$ ). MTA ( $14.39\pm 0.23$ ) presented the highest values when it was manipulated with the conventional technique, different from the other cements ( $p<0.05$ ). For ultrasonic technique the cements presented similar ST ( $p>0.05$ ). For FL, MTA ( $15.74\pm 0.45$ ) manipulated with the ultrasonic technique presented the highest values and was different from the others ( $p<0.05$ ). MTA Repair HP ( $9.98\pm 0.18$ ) and Biodentine ( $9.84\pm 0.13$ ) with the conventional technique showed the lowest values and were similar to each other ( $p>0.05$ ). For DC, ultrasonic technique ( $3.73 \pm 1.73$ ) obtained the highest mean values, different from the conventional ( $1.01\pm 0.63$ ) ( $p<0.05$ ). MTA Repair HP ( $3.67\pm 1.97$ ) and Biodentine ( $2.30\pm 0.69$ ) presented the highest values, different ( $p<0.05$ ) for MTA ( $5.22\pm 0.85$ ). In SL, higher values were obtained for the conventional technique ( $-6.30\pm 7.07$ ), different ( $p<0.05$ ) from the ultrasonic technique ( $1.91\pm 2.61$ ). For conventional technique, MTA ( $-15.53\pm 1.98$ ) had the highest values, different from the others ( $p<0.05$ ). In the ultrasonic technique Biodentine ( $0.43\pm 0.12$ ) had the lowest values, different from the others ( $p <0.05$ ). In the release of calcium ions Biodentine presented the highest average values. SEM analysis showed, in general, that the ultrasonic technique reduced and altered the particle shape of the cements. It was concluded that the ultrasonic technique influenced in the ST, DC and FL of the cements based on calcium silicate, however, it had no effect on Biodentine SL.

Keywords: Endodontic, Biomaterials, physico-chemical properties

## 1. Introdução

Em 1993, na busca por materiais que pudessem substituir a perda de estruturas dentárias e contribuir para o processo de reparação foi desenvolvido o cimento Agregado de Trióxido Mineral (MTA), com o objetivo de promover selamento da superfície interna do dente com a externa (TORABINEJAD et al., 1993). Este cimento tem sido indicado para capeamento pulpar (TORABINEJAD et al., 1995; TORABINEJAD; PARIROKH, 2010), perfuração radicular (TORABINEJAD; PARIROKH, 2010; KAKANI et al., 2015; TORABINEJAD et al., 2018), obturação retrógrada (HWANG et al., 2011; TORABINEJAD et al., 2018), apicigênese (TORABINEJAD et al., 1993; TORABINEJAD et al., 2018), apicificação (HUANG, 2009; OLIVEIRA et al., 2013) e na terapia regenerativa pulpar em dentes com rizogênese incompleta (RODRIGUES et al., 2017; TORABINEJAD et al., 2018), apresentando altas taxas de sucesso em estudos clínicos, radiográficos e histopatológicos (TORABINEJAD et al., 1995; OLIVEIRA et al., 2013).

O cimento MTA é um biomaterial composto principalmente pelo cimento Portland (CAMILLERI et al., 2005; ISLAM et al., 2006) o qual contém no pó: silicato tricálcico, silicato dicálcico, óxido de bismuto ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) como radiopacificador e vestígios de sulfato de cálcio (TORABINEJAD et al., 1993; TORABINEJAD et al., 1995; TORABINEJAD; PITT FORD, 1996; CAMILLERI et al., 2005; CAMILLERI, 2007; CAMILLERI, 2008a; CAMILLERI, 2008b).

Em relação às suas propriedades físico químicas, o MTA apresenta capacidade de selamento (LEE et al., 1993; TORABINEJAD et al., 1993), longo tempo de endurecimento (SINGH et al., 2015; EVREN et al., 2016), capacidade de alterar a coloração da coroa dental (VALLÉS et al., 2013; KANG et al., 2015), alta solubilidade quando exposto a fluidos orais (LESSA et al., 2010) e porosidade (KANG et al., 2015; SILVA et al., 2017). Por outro lado este cimento têm apresentado satisfatória biocompatibilidade (HOLLAND et al., 1999; SARKAR et al., 2005; ROBERTS et al., 2008) e capacidade de induzir mineralização (TORABINEJAD; PARIROKH, 2010; RODRIGUES et al., 2017; TANOMARU-FILHO et al., 2017).

Para manipulação deste cimento tem sido preconizada relação pó/líquido em 0,14 g de pó para uma gota do líquido (água destilada), a qual deve ser manipulada manualmente, em uma placa de vidro (SHAHI et al., 2015b). Pesquisas *in vitro* (TORABINEJAD; PARIROKH, 2010; ARENS; TORABINEJAD 1996; MOKHTARI et al. 2017) têm relatado que uma das desvantagens desse cimento é a dificuldade de incorporação do pó ao líquido, ou seja, sua

manipulação, bem como sua consistência de trabalho arenosa, o que consequentemente interfere negativamente em sua inserção às cavidades retrógradas ou perfurações (ARENS; TORABINEJAD 1996; MOKHTARI et al. 2017; REYHANI et al., 2017).

A seleção do cimento reparador é de fundamental importância para o prognóstico do tratamento, uma vez que o material permanece em íntimo contato com os tecidos periapicais (BERNABÉ et al., 2005). O material reparador ideal deve ser de fácil manipulação (SINGH et al., 2015; XUEREBO et al., 2016), apresentar adaptação marginal (WITHERSPOON et al., 2001; MATT et al., 2004), radiopacidade (SINGH et al., 2015; XUEREBO et al., 2016), estabilidade dimensional (ROBERTS et al., 2008), baixa solubilidade (CHNG et al., 2005; BORGES et al., 2012), resistência de união à dentina (MARQUES et al., 2015; MARQUES et al., 2018), proporcionar adequado selamento marginal (RASKIN et al., 2012), deve ser biocompatível com os tecidos periapicais (TORABINEJAD et al., 1995; YOSHIMINE et al. 2007) e apresentar baixa citotoxicidade (LESSA et al., 2010).

Baseado nas propriedades biológicas e com o propósito de superar as limitações físico químicas do cimento MTA, principalmente, no que diz respeito a manipulação e consistência de trabalho, recentemente foi lançado no mercado sua segunda geração, o cimento reparador MTA Repair HP. Segundo o fabricante, este cimento também é indicado em casos de retrobturações, pulpotomias, apicogêneses, apicificações e perfurações. Esta nova formulação, contém na composição do seu pó, silicato tricálcio ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ), silicato dicálcico ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ), aluminato tricálcio ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ), óxido de cálcio (CaO) e o radiopacificador tungstato de cálcio ( $\text{CaWO}_4$ ) (GUIMARÃES et al., 2017; GUIMARÃES et al., 2018) e em seu líquido: água e um agente plastificante (GUIMARÃES et al., 2018). Estudos *in vitro* tem demonstrado que essas alterações favoreceram as propriedades físico químicas em relação à sua consistência de trabalho (SILVA et al., 2016; TOMAS-CATALA et al., 2017; GUIMARAES et al., 2018; TOMAS-CATALA et al., 2018), atividade alcalinizante (GUIMARÃES et al., 2018), liberação de íons cálcio (GUIMARÃES et al., 2018) e propiciaram citocompatibilidade (TOMAS-CATALA et al., 2017; TOMAS-CATALA et al., 2018). Porém, a presença do plastificante em seu líquido pode ter favorecido aumento na solubilidade e na porosidade do cimento (GUIMARÃES et al., 2017; GUIMARÃES et al., 2018).

Outra opção é o cimento Biodentine que foi introduzido no mercado como uma alternativa ao MTA (RASKIN et al., 2012), por apresentar tempo de endurecimento mais curto, maior resistência às forças mecânicas, maior facilidade de manipulação e estabilidade de cor (VALLÉS et al., 2013; VALLÉS et al., 2015). Esse material apresenta as mesmas

indicações do MTA, podendo ser utilizado para o tratamento de perfurações nas paredes da raiz dental e do assoalho da câmara pulpar, uso em reabsorções internas e externas, capeamento pulpar, pulpotomia, obturação retrógrada e apicificação (ZANINI et al., 2012; KAUP et al., 2015; EVREN et al., 2016; SILVA et al., 2016). Pode ainda ser utilizado para selamento temporário de cavidades e restaurações cervicais (ZANINI et al., 2012; EVREN et al., 2016), atuando, como um substituto de dentina (KÜÇÜKKAYA et al., 2016). Este cimento é constituído de um pó que contém silicato tricálcico, carbonato de cálcio e óxido de zircônio (EVREN et al., 2016) e de um líquido, que contém cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) em solução aquosa com adição de policarboxilato (EVREN et al., 2016). Durante a manipulação desse material, o pó é misturado ao líquido no interior de uma cápsula, mecanicamente, com o auxílio de um agitador (VALLÉS et al., 2013; VALLÉS et al., 2015).

Diferentemente, nos cimentos retrobturadores MTA e MTA Repair HP, o processo de mistura é preconizado manualmente, no qual uma medida de pó é adicionada a uma gota de líquido sob a placa de vidro, utilizando-se uma espátula flexível metálica (DARVELL; WU, 2011) na qual a mistura é dada como finalizada quando observa-se homogeneidade na massa do cimento (DARVELL; WU, 2011; GUIMARÃES et al., 2018). Com o objetivo de melhorar a manipulação e a consistência de trabalho do MTA, pesquisas *in vitro* tem preconizado alterações na relação pó/líquido (HSIEH et al., 2009; DUARTE et al., 2012; CAVENAGO et al., 2014), adição de propilenoglicol diluído na água destilada (DUARTE et al., 2012) e radiopacificadores (MARCIANO et al., 2016), no entanto, tais alterações apresentaram influência somente no escoamento (DUARTE et al., 2012; MARCIANO et al., 2016).

Um fator que pode, também, interferir nas propriedades físico químicas dos cimentos diz respeito a técnica de manipulação (NEKOOFFAR et al., 2010; BASTURK et al., 2014). A manipulação mecânica do cimento MTA tem sido preconizado como uma alternativa para melhorar sua consistência de trabalho, uma vez que a manipulação por meio de trituração ou agitação é realizado em diversos materiais odontológicos como o amálgama, cimento de ionômero de vidro (YOUDELIS et al., 1967; MILLER et al., 1995; DOWLING et al., 2008) e, mais recentemente o Biodentine (VALLÉS et al., 2013; VALLÉS et al., 2015).

A manipulação mecânica dos cimentos pode propiciar uma mistura uniforme e homogênea do pó ao líquido e reduzir o tamanho das partículas, favorecendo o aumento da área de contato entre elas durante o processo de hidratação (NEKOOFFAR et al., 2010). E ainda propiciar maior interação com a dentina e, conseqüentemente, penetração aos túbulos dentinários e adaptação do material a cavidade retrógrada (ALCALDE et al., 2018). No cimento reparador MTA, a literatura tem apresentado resultados controversos, nos quais a

manipulação mecânica desse cimento, aumentou a microdureza (NEKOO FAR et al., 2010), interferiu na solubilidade (DUQUE et al., 2018) mas, por outro lado, não influenciou nas propriedades físico químicas de tempo de endurecimento (DUQUE et al., 2018), pH (SHAHI et al., 2015a), escoamento (SHAHI et al., 2015a; DUQUE et al., 2018), alteração dimensional (SHAHI et al., 2016), espessura de filme (SHAHI et al., 2015b) e resistência de união (SHAHI et al., 2012).

Diante do desenvolvimento de novos materiais que trazem perspectivas de melhorias na reparação dentinária e considerando a proposta de diferentes técnicas de manipulação dos cimentos reparadores à base de silicato de cálcio, torna-se oportuno estudar a influência da manipulação ultrassônica nas propriedades físico químicas destes cimentos.

## **2. Proposição**

O objetivo neste estudo foi avaliar o efeito de diferentes técnicas de manipulação nas propriedades físico químicas de cimentos reparadores à base de silicato de cálcio.

Objetivos específicos:

1. Avaliar o efeito da manipulação convencional e ultrassônica no tempo de endurecimento, escoamento, alteração dimensional e solubilidade dos cimentos MTA, MTA Repair HP e Biodentine.
2. Analisar qualitativamente, por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), o efeito da manipulação convencional e ultrassônica na morfologia ultraestrutural das superfícies externa e interna dos cimentos MTA, MTA Repair HP e Biodentine.

### 3. Material e Métodos

Para a realização deste estudo foram utilizados 3 cimentos reparadores (MTA, MTA Repair HP e Biodentine), manipulados de acordo com 2 técnicas: convencional e ultrassônica. Foram analisadas as propriedades físico químicas do tempo de endurecimento, escoamento e alteração dimensional. Adicionalmente foi realizada análise qualitativa das superfícies externa e interna dos cimentos por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV).

As informações (fabricante, composição e lote) dos cimentos utilizados neste estudo estão listadas na Tabela I e as respectivas bulas estão em anexo.

**Tabela I.** Fabricante, composição e lote dos cimentos reparadores avaliados no estudo.

Cimentos reparadores	Composição	Lote
MTA Angelus (Angelus Ind. Prod. Odontológicos, Londrina, Brasil)	Pó: Silicato tricálcio, silicato dicálcio, aluminato tricálcio, óxido de cálcio, óxido de bismuto. Líquido: água destilada	45053
MTA Repair HP (Angelus Ind. Prod. Odontológicos, Londrina, Brasil)	Pó: Silicato tricálcio, silicato dicálcio, aluminato tricálcio, óxido de cálcio e tungstato de cálcio. Líquido: água e plastificante	45060
Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fosses, França)	Pó: Silicato Tricálcico, Óxido de Zircônio, Óxido de Cálcio, Carbonato de Cálcio, Pigmento Amarelo, Pigmento Vermelho, Óxido de Ferro Marrom. Líquido: Cloreto de Cálcio Dihidratado aereo Água Purificada	B21182

\*Informações de acordo com a bula dos fabricantes.

#### Manipulação dos cimentos reparadores

O cimento MTA (Figura 1A) foi manipulado com a porção do pó (0,14g) agregada a uma gota de água destilada (Figura 1B), dispensada por meio de frasco dosador posicionado verticalmente à placa de vidro, e espatulado com espátula 24 F (Duflex, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) por 30 s para obtenção de uma mistura homogênea.

**Figura 1.** A) Frasco de água destilada e sachê contendo 0,14g de pó do cimento MTA. B) 0,14g de pó do cimento MTA e 1 gota de água destilada sob placa de vidro grossa.



Fonte: autor.

O cimento MTA Repair HP (Figura 2) foi manipulado conforme instruções do fabricante, no qual preconiza que 0,085g do pó, correspondente a uma cápsula, seja dispensado sobre a placa de vidro e agregado a uma gota de seu líquido obtida por meio do frasco dosador posicionado verticalmente à placa de vidro. O pó foi aglutinado e manipulado ao líquido durante 40s, por meio da espátula 24F, até obtenção de massa homogênea.

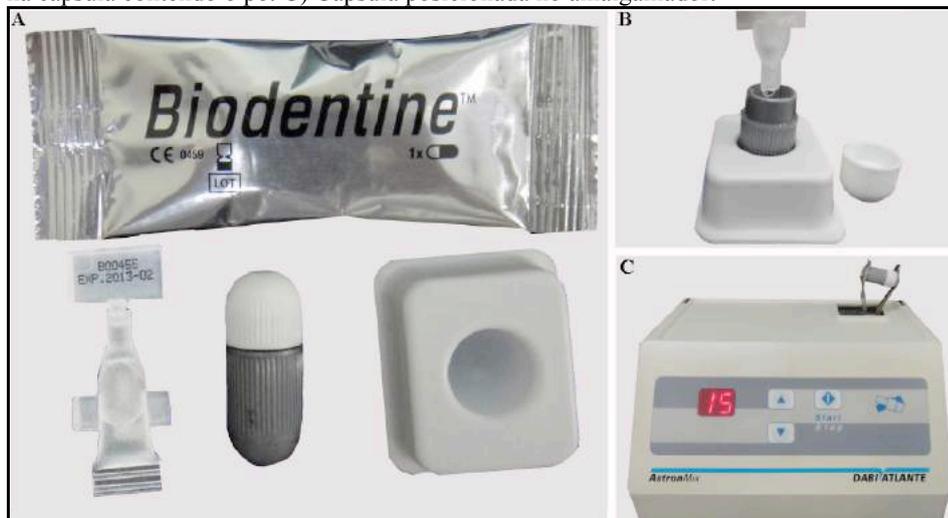
**Figura 2.** Cimento MTA HP Repair: frasco com líquido plastificante e cápsula que contém 0,085g de pó.



Fonte: autor.

Para a manipulação do Biodentine (Figura 3A), 5 gotas do frasco contendo líquido foram dispensados na cápsula contendo pó do cimento (Figura 3B) e esta foi posicionada em amalgamador Astronmix (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) (Figura 3C) e realizados 2 ciclos de 15 s, totalizando 30 s, com frequência 60 Hz.

**Figura 4.** A) Kit cimento Biodentine. B) Gota do líquido do Biodentine sendo dispensada na cápsula contendo o pó. C) Cápsula posicionada no amalgamador.



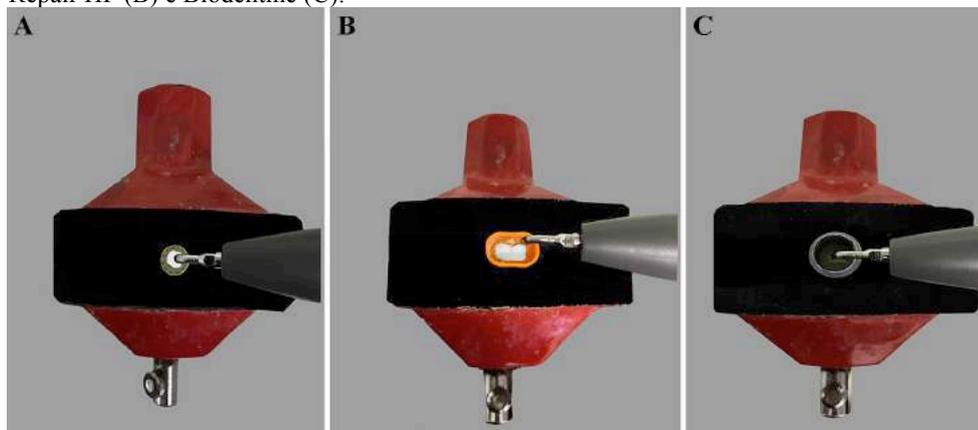
Fonte: autor.

### **Técnicas de manipulação dos cimentos reparadores**

**Técnica de manipulação convencional:** para esta técnica, os cimentos foram manipulados de acordo com o fabricante, conforme descrito anteriormente.

**Técnica de manipulação ultrassônica:** para esta técnica, todos os cimentos foram manipulados conforme descrito anteriormente e após foram agitados por meio de ultrassom, aplicado de forma direta, no centro da mistura, durante 30s, por meio de inserto não cortante (#20, taper 0.01) de 18 mm de aço inoxidável (E1-Irrisonic, Helse Dental Technology, Santa Rosa de Viterbo, SP, Brasil) acoplado à unidade ultrassônica piezoelétrica (P100, EMS – Electro Medical System, Suíça) na potência 10% (nível 1) (NEKOOFFAR et al., 2010; DUQUE et al., 2018). Para o cimento MTA, a mistura foi inserida em cápsula plástica esterilizada e para os cimentos MTA Repair HP e Biodentine, foram utilizadas as suas respectivas cápsulas. Vale salientar que durante a agitação da massa do cimento foi evitado o contato do inserto com a cápsula (Figura 5).

**Figura 5.** Técnica de manipulação ultrassônica dos cimentos reparadores MTA (A), MTA Repair HP (B) e Biodentine (C).



Fonte: autor.

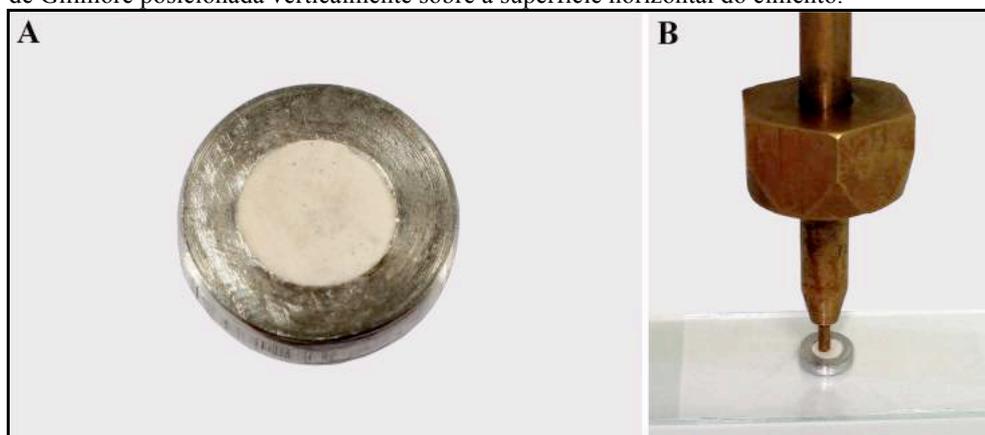
### Tempo de endurecimento

Para esse teste, foram utilizados moldes de aço inoxidável, com diâmetro interno de 10 mm e espessura de 2 mm. Os moldes foram fixados a uma lâmina de vidro de 25 mm de largura e 75 mm de comprimento com cera de utilidade.

O conjunto formado pela lâmina de vidro e molde de aço inoxidável preenchido com os cimentos (Figura 6A) foi levado à estufa e mantido à temperatura constante de  $37 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $95 \pm 2\%$  de umidade relativa.

Decorridos  $150 \pm 10$  s do início da mistura, colocou-se verticalmente uma agulha tipo Gillmore de 100 g e ponta ativa de 2,0 mm de diâmetro sobre a superfície horizontal do material (Figura 6B). A colocação da agulha de Gillmore sobre o material foi repetida, em intervalos de 60 s, até que ela não provocasse mais marcas no cimento que estava sendo testado.

**Figura 6.** Teste do tempo de endurecimento. A) Molde preenchido com o material. B) Agulha de Gillmore posicionada verticalmente sobre a superfície horizontal do cimento.



Fonte: autor.

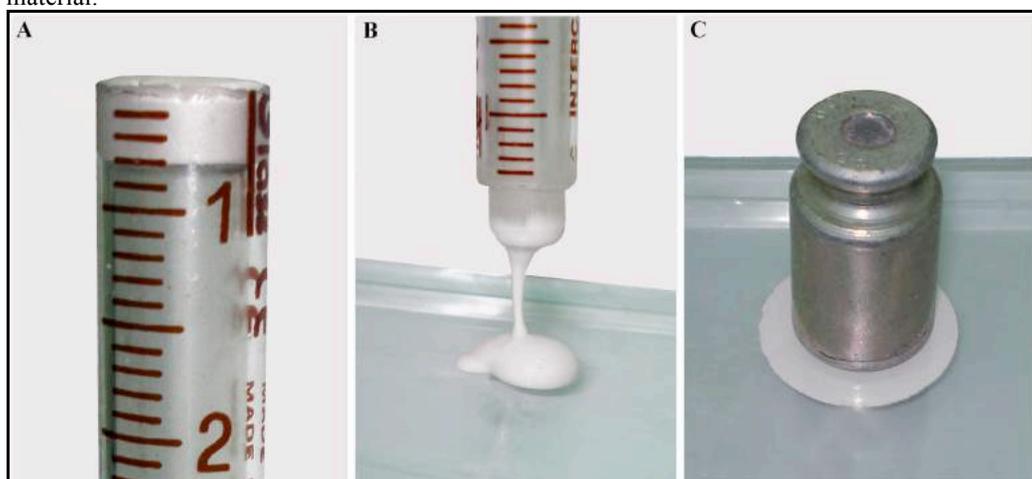
O intervalo de tempo, decorrido do início da mistura até que as marcas da agulha na superfície dos cimentos deixassem de ser visíveis, foi considerado como o tempo de endurecimento de cada cimento testado.

O tempo de endurecimento de cada cimento foi determinado calculando-se a média aritmética das cinco repetições.

### Teste de escoamento

Na realização do teste de escoamento, uma seringa luer de vidro de 3 mL foi adaptada e preenchida com 0,5 mL da mistura de cada cimento (Figura 7A). Os cimentos foram dispostos no centro de uma placa de vidro, lisa, com dimensões de 10 x 10 cm (Figura 7B). Decorridos  $180 \pm 5$  s do início da mistura, colocou-se uma segunda placa de mesmas dimensões sobre os cimentos e, finalmente, sobre esta última, um peso adicional, perfazendo um total de 120 gramas (Figura 7C). O peso adicional foi removido, depois de 10 minutos do início da espatulação e medidos, com o auxílio de um paquímetro digital (Digimess, Shiko, China), os diâmetros menores e maiores dos discos formados pelos cimentos.

**Figura 7.** Teste de escoamento. A) Seringa luer adaptada e preenchida com cimento a ser testado B) Colocação do cimento sobre placa de vidro. C) Peso colocado centralmente em cima do material.



Fonte: autor.

### Alteração dimensional

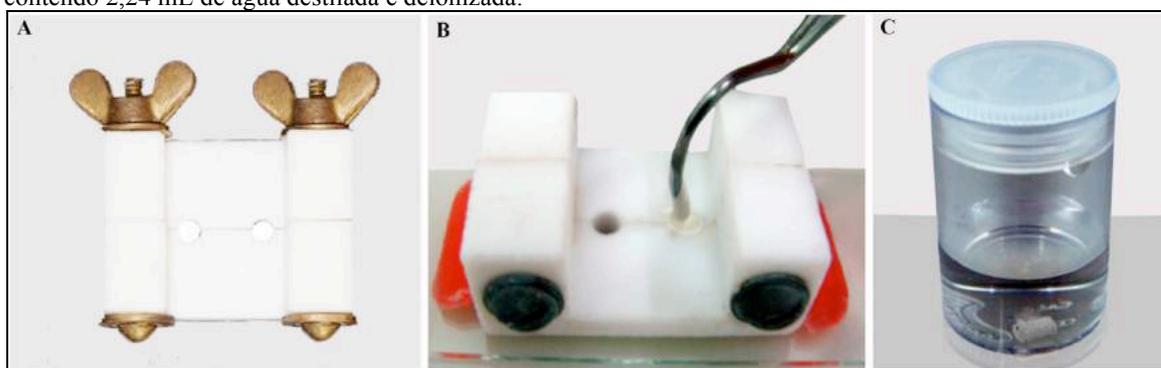
Para a realização deste teste, foram confeccionados moldes de teflon cilíndricos de 3,57 mm de altura x 3,0 mm de diâmetro (Figura 8A). Os moldes foram colocados sobre uma placa de vidro, de 26 mm de largura x 75 mm de comprimento e 1,5 mm de espessura, coberta

com papel celofane e fixados àquela com cera utilidade. Os moldes foram preenchidos com os cimentos em estudo (Figura 8B) e, em seguida, colocados sobre eles uma lâmina de microscópio, também coberta com papel celofane, fazendo-se uma leve pressão digital.

Após cinco minutos do início da mistura, o conjunto foi levado à estufa a 37°C e 95% umidade relativa, durante um intervalo de tempo correspondente a três vezes o tempo de endurecimento de cada cimento testado. Seus comprimentos foram aferidos com auxílio de paquímetro digital, obtendo-se assim, seu comprimento inicial.

As amostras dos cimentos foram, então, colocadas em recipientes plásticos contendo 2,24 mL de água destilada e deionizada (Figura 8C). Depois de fechados, os recipientes foram levados à estufa, a 37 °C e 95 % umidade, por 30 dias. Após este intervalo de tempo, as amostras foram removidas dos recipientes, secas com papel absorvente e novamente medidos seus comprimentos com o auxílio de paquímetro digital, obtendo-se, desse modo, o comprimento final das amostras.

**Figura 8.** Teste da alteração dimensional. A) Molde de teflon preparado para obtenção das amostras para o teste de alteração dimensional. B) Preenchimento do molde com o cimento a ser testado. C) Corpo de prova no frasco contendo 2,24 mL de água destilada e deionizada.



Fonte: autor.

A alteração dimensional dos cimentos foi calculada utilizando-se a seguinte fórmula:

Onde:

$$\frac{C^{30} - C}{C} \times 100$$

C= comprimento inicial do corpo de prova;

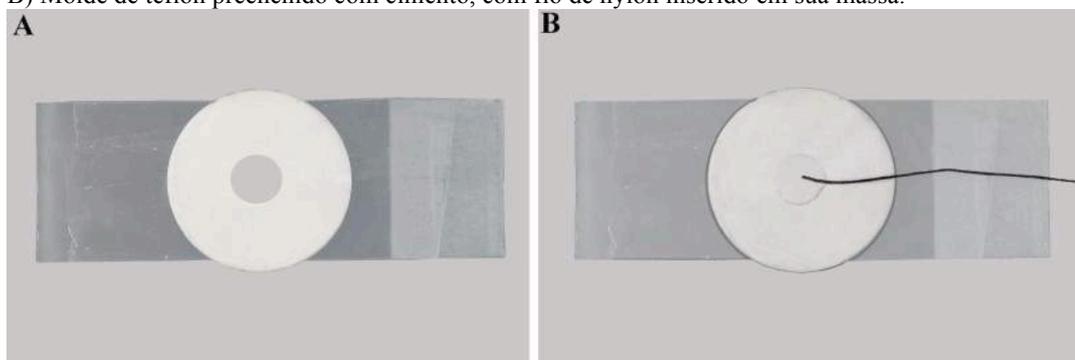
C30 = comprimento do corpo de prova após 30 dias imerso em água destilada e deionizada.

### Teste de solubilidade

Moldes circulares de teflon (Polytetrafluoroethylene, DuPont, HABIA, Knivsta, Suécia) foram confeccionados com 1,5 mm de espessura e 7,75 mm de diâmetro interno, medidas

preconizadas por CARVALHO-JÚNIOR et al. (2007b) baseado na Especificação nº 57 da ANSI/ADA. Cada molde foi posicionado sobre lâmina de vidro (26 mm de largura, 76 mm de comprimento e 1,3 mm de espessura), recoberta por uma película de papel celofane (Figura 9A), e preenchido com o cimento a ser testado. Um fio de nylon foi incluído na massa do cimento (Figura 9B) e outra lâmina de vidro, também envolta por celofane foi posicionada sobre o molde. O conjunto foi pressionado manualmente até que as placas tocassem a superfície do molde uniformemente (Figura 9C).

**Figura 9.** Teste da solubilidade. A) Molde de teflon sobre lâmina de vidro envolta com papel celofane. B) Molde de teflon preenchido com cimento, com fio de nylon inserido em sua massa.



Fonte: autor.

Em cada etapa do experimento dois moldes de teflon foram preenchidos por cimento, originando dois corpos de prova. Este procedimento foi repetido cinco vezes para cada grupo.

Os conjuntos formados pelos moldes de teflon, placas de vidro, fios de nylon e cimentos foram transferidos para uma estufa a uma temperatura de 37° C e 95% de umidade relativa, durante um intervalo de tempo três vezes maior que o tempo de endurecimento de cada cimento testado (SOUSA-NETO et al., 1999).

Após esse período, as amostras foram removidas dos moldes (Figura 10A), e pesadas duas a duas em uma balança de precisão HM-200 (A & D Engineering, Inc., Bradford, MA, EUA) ajustada a 0,0001 g, para a obtenção do peso inicial (Figura 10B).

As amostras foram, então, colocadas em recipientes plásticos cilíndricos, contendo 7,5 mL de água destilada e deionizada, suspensas por fios de nylon (Figura 10C), tomando-se o devido cuidado para que as superfícies das amostras não se tocassem e nem tocassem as superfícies internas dos recipientes. Os recipientes, com as amostras, foram levados à estufa a uma temperatura de 37 °C e 95% de umidade relativa, durante um período de sete dias.

**Figura 10.** Amostras imersas em 7,5 mL de água destilada e deionizada.



Fonte: autor.

Após esse período, as amostras foram removidas do líquido, enxaguadas com água destilada e deionizada e colocadas em um desumidificador contendo ácido sulfúrico concentrado a 98% por 24 h. Finalmente, foram removidas e pesadas novamente, duas a duas, para obtenção do peso final.

A solubilidade das amostras, de cada cimento testado, foi avaliada considerando-se a perda de massa dos corpos de prova, a qual foi expressa em porcentagem. O cálculo foi feito utilizando-se a seguinte equação:

$$m\% = m_i - m_f$$

Onde:

$m\%$  = massa em porcentagem;

$m_i$  = massa inicial em gramas (g);

$m_f$  = massa final em gramas (g).

Os líquidos utilizados para a imersão das amostras foram submetidos à espectrometria de absorção atômica com chama (Varian, Palo Alto, CA, EUA) para quantificação dos íons de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), no Laboratório de Biofarmacotoxicologia da Universidade de Ribeirão Preto.

Para o preparo da solução padrão do íon  $\text{Ca}^{2+}$  foi utilizada solução Merk (Merk, Darmstadt, Alemanha) com concentração de  $1000 \mu\text{g mL}^{-1}$ . A curvas analíticas do referido metal foi obtida a partir de diluições adequadas da respectiva solução estoque. O intervalo de concentração das soluções de referência do íon  $\text{Ca}^{2+}$  foi: 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 mg/L;

Durante a análise química dos líquidos de imersão, foi utilizado para o cálcio o comprimento de onda de 442,7 nm. O espectrômetro de absorção atômica, empregado

principalmente para a determinação de metais, é dotado de um conjunto de lâmpadas de cátodo oco que são utilizadas de acordo com o metal analisado, sendo utilizada para o cálcio lâmpadas de cátodo oco. As soluções de imersão dos corpos de prova foram diluídas, antes da análise, em função do nível de concentração do metal analisado empregando-se intervalo de diluição que variou de 2 a 16 vezes.

### **Análise Estatística**

O teste estatístico de Kolmogorov-Smirnov para normalidade e o teste de Lèvene para homogeneidade revelaram distribuições normais para os dados de tempo de endurecimento e escoamento e, após transformação utilizando raiz quadrada para alteração dimensional e seno para solubilidade. Para todas as análises, os dados foram submetidos a ANOVA 2-fatores e *post hoc* teste de Bonferroni ( $p < 0,05$ ). As análises foram realizadas com o auxílio do programa SPSS (IBM SPSS Statistics, v20.0; IBM Corp., Chicago, IL, EUA).

### **Microscopia eletrônica de varredura – Análise qualitativa**

Amostras circulares de 1,5 mm x 7,75 mm de diâmetro interno de cada cimento estudado foram preparadas conforme descrito no item referente ao teste de solubilidade. Após intervalo de três vezes o tempo de polimerização/endurecimento dos cimentos, as amostras foram imersas em 7,5 mL de água destilada e deionizada. Decorridos sete dias, foram removidas da água, enxaguadas em água destilada e deionizada, secas com papel absorvente e colocadas em desumidificador contendo ácido sulfúrico concentrado a 98 % por 24 h. Foram tomadas, então, amostras intactas antes e após a imersão em água, para análise da superfície externa, e clivadas, para análise da superfície interna do cimento. Os espécimes foram fixados com fita adesiva dupla face (3M, São Paulo, SP, Brasil) em *stub* metálico circular, de 10 mm de diâmetro e 5 mm de altura, e levados ao aparelho metalizador (Bal-Tec AG, Balzers, Alemanha) para serem recobertos por fina camada da liga ouro-paládio. A análise foi realizada em microscópio eletrônico de varredura modelo JSM 5410 (JEOL Ltd, Tóquio, Japão) com 15 kV. Os espécimes foram analisados, nas superfícies externas e internas, em visão panorâmica (35x) para localização das áreas representativas e, posteriormente, 500x.

## 5. Resultados

### Teste do tempo de endurecimento

Os dados (média e desvio padrão) para o tempo de endurecimento (minutos) em relação aos cimentos reparadores e técnica de manipulação estão presentes na Tabela II.

**Tabela II.** Valores do tempo de endurecimento (min.) de cada cimento reparador em relação às técnicas de manipulação.

Cimentos reparadores	Técnica de manipulação	
	Convencional	Ultrassom
	Média (DP)	Média (DP)
MTA	14,20 (0,83) A	11,00 (0,70)
MTA Repair HP	12,20 (1,09) B	10,00 (0,70)
Biodentine	12,80 (1,30) B	10,40 (0,89)

A ANOVA a 2 fatores mostrou que há efeito dos cimentos reparadores e da técnica de manipulação ( $p < 0,05$ ) sobre o tempo de endurecimento, porém não há efeito da interação entre os fatores ( $p > 0,05$ ) (Tabela III).

**Tabela III.** ANOVA a 2 fatores para o tempo de endurecimento.

	Soma dos quadrados Tipo III	df	Quadrado médio	F	Sig.
Modelo corrigido	63,767 <sup>a</sup>	5	12,753	14,170	0,000
Interceptar	4153,633	1	4153,633	4615,14	0,000
Cimento reparador	11,667	2	5,833	6,481	0,006
Técnica de manipulação	50,700	1	50,700	56,333	0,000
Cimento*Técnica	1,400	2	0,700	0,778	0,471
Erro	21,600	24	0,900		
Total	4239,000	30			
Total corrigido	85,367	29			

<sup>a</sup> R Squared = 0,7747 (Adjusted R Squared = 0,694)

A técnica de manipulação convencional ( $13,07 \pm 1,33$ ) mostrou maior tempo de endurecimento em relação ao ultrassom ( $10,47 \pm 0,83$ ) ( $p < 0,05$ ), independentemente do cimento utilizado. O *post hoc* de Bonferroni evidenciou, para a técnica de manipulação convencional, maior tempo de endurecimento para o MTA ( $14,20 \pm 0,84$ ), que foi estatisticamente diferente dos demais cimentos ( $p < 0,05$ ), sendo que MTA Repair HP ( $12,20 \pm 1,09$ ) e Biodentine ( $12,80 \pm 1,30$ ) foram semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ). No entanto,

para a técnica do ultrassom, os cimentos apresentaram tempo de endurecimento estatisticamente semelhantes ( $p > 0,05$ ).

### Avaliação do escoamento

A ANOVA a 2 fatores mostrou que há efeito do cimento reparador, técnica de manipulação e interação entre os fatores sobre o escoamento ( $p < 0,05$ ) (Tabela IV).

**Tabela IV.** ANOVA a 2 fatores para o teste de escoamento.

	Soma dos quadrados Tipo III	df	Quadrado médio	F	Sig.
Modelo corrigido	157,632 <sup>a</sup>	5	31,526	536,057	0,000
Interceptar	4259,255	1	4259,255	72421,94	0,000
Cimento reparador	149,315	2	74,658	1269,434	0,000
Técnica de manipulação	7,864	1	7,864	133,720	0,000
Cimento*Técnica	0,453	2	0,226	3,848	0,036
Erro	1,411	24	0,059		
Total	4418,299	30			
Total corrigido	159,044	29			

<sup>a</sup> R Squared = 0,991 (Adjusted R Squared = 0,989)

O *post hoc* de Bonferroni mostrou menores valores de escoamento para a técnica convencional ( $11,40 \pm 2,20$ ) para todos cimentos, diferente estatisticamente da técnica com ultrassom ( $12,43 \pm 2,45$ ) ( $p < 0,05$ ). Independentemente da técnica de manipulação, o MTA apresentou os maiores valores de escoamento, que foi estatisticamente diferente dos demais cimentos ( $p < 0,05$ ), sendo que MTA Repair HP e Biodentine foram semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ), conforme visualizado na Tabela V.

**Tabela V.** Valores do escoamento (mm) de cada cimento reparador em relação às diferentes técnicas de manipulação.

Cimentos reparadores	Técnica de manipulação	
	Convencional	Ultrassom
	Média (DP)	Média (DP)
MTA	14,39 (0,22) a A	15,74 (0,44) a B
MTA Repair HP	9,98 (0,18) b A	10,95 (0,14) b B
Biodentine	9,84 (0,13) b A	10,59 (0,18) b B

\*Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ).

### Teste de alteração dimensional

Os dados (média e desvio padrão) para a alteração dimensional em porcentagem (%) em relação aos cimentos reparadores e técnica de manipulação estão presentes na Tabela VI.

**Tabela VI.** Valores da alteração dimensional em porcentagem (%) de cada cimento reparador em relação às diferentes técnicas de manipulação.

Cimentos reparadores	Técnica de manipulação	
	Convencional	Ultrassom
	Média (DP)	Média (DP)
MTA	0,71 (0,14)	5,22 (0,85)
MTA Repair HP	1,72 (0,62)	3,67 (1,97)
Biodentine	0,61 (0,14)	2,30 (0,69)

A ANOVA a 2 fatores mostrou que há efeito dos cimentos reparadores e da técnica de manipulação ( $p < 0,05$ ) sobre a alteração dimensional, porém não houve efeito da interação entre os fatores ( $p > 0,05$ ) (Tabela VII).

**Tabela VII.** ANOVA a 2 fatores para o teste da alteração dimensional.

	Soma dos quadrados Tipo III	df	Quadrado médio	F	Sig.
Modelo corrigido	3,129 <sup>a</sup>	5	0,626	572,542	0,000
Interceptar	354,305	1	354,305	324138,7	0,000
Cimento reparador	2,963	2	1,481	1355,256	0,006
Técnica de manipulação	0,162	1	0,162	148,577	0,000
Cimento*Técnica	0,004	2	0,002	1,810	0,185
Erro	0,026	24	0,001		
Total	357,460	30			
Total corrigido	3,155	29			

<sup>a</sup> R Squared = 0,992(Adjusted R Squared = 0,990)

A técnica de manipulação com ultrassom ( $3,73 \pm 1,73$ ) obteve maiores valores médios de alteração dimensional em relação à convencional ( $1,01 \pm 0,63$ ) ( $p < 0,05$ ), independentemente do cimento utilizado. O *post hoc* de Bonferroni evidenciou, para a técnica de manipulação convencional, maior alteração dimensional para o MTA Repair HP ( $1,72 \pm 0,62$ ), que foi estatisticamente diferente dos demais cimentos ( $p < 0,05$ ), sendo que MTA ( $0,71 \pm 0,14$ ) e

Biodentine ( $0,61\pm 0,14$ ) foram semelhantes entre si ( $p>0,05$ ). Para a técnica do ultrassom, todos os cimentos apresentaram aumento nos valores de alteração dimensional e foram estatisticamente diferentes entre si ( $p<0,05$ ), sendo que o MTA ( $5,22\pm 0,85$ ) apresentou os maiores valores, MTA Repair HP ( $3,67\pm 1,97$ ) valores intermediários e Biodentine ( $2,30\pm 0,69$ ) os menores valores, sendo estes estatisticamente diferentes entre si ( $p<0,05$ ).

### Teste da solubilidade

A ANOVA a 2 fatores mostrou que não houve efeito do cimento reparador e técnica de manipulação sobre a solubilidade ( $p>0,05$ ), porém houve interação entre os fatores ( $p<0,05$ ) (Tabela VIII).

**Tabela VIII.** ANOVA a 2 fatores para a solubilidade.

	Soma dos quadrados Tipo III	df	Quadrado médio	F	Sig.
Modelo corrigido	5,183 <sup>a</sup>	5	1,037	4,041	0,008
Interceptar	0,940	1	0,940	3,664	0,068
Cimento reparador	1,022	2	0,511	1,991	0,158
Técnica de manipulação	0,018	1	0,018	0,070	0,794
Cimento*Técnica	4,143	2	2,072	8,076	0,002
Erro	6,156	24	0,257		
Total	12,279	30			
Total corrigido	11,339	29			

<sup>a</sup> R Squared = 0,457 (Adjusted R Squared = 0,344)

O *post hoc* de Bonferroni mostrou maiores valores de solubilidade para a técnica de manipulação convencional ( $-6,30\pm 7,07$ ) em relação à técnica ultrassônica ( $1,91\pm 2,61$ ). Para a técnica convencional o cimento MTA ( $-15,53\pm 1,98$ ) apresentou os maiores valores percentuais de solubilidade, diferente estatisticamente ( $p<0,05$ ) dos cimentos reparadores MTA Repair HP ( $-3,66\pm 1,01$ ) e Biodentine ( $0,31\pm 0,22$ ), que foram estatisticamente diferentes entre si ( $p<0,05$ ). Para a técnica do ultrassom verificou-se maior porcentagem de solubilidade para o MTA ( $-5,30\pm 0,59$ ), que foi estatisticamente diferente dos cimentos reparadores MTA Repair HP ( $-0,86\pm 0,89$ ) e Biodentine ( $0,43\pm 0,12$ ), sendo estes estatisticamente diferentes entre si ( $p<0,05$ ), conforme visualizado na Tabela IX.

**Tabela IX.** Valores de solubilidade (%) de cada cimento reparador em relação às diferentes técnicas de manipulação.

Cimentos reparadores	Técnica de manipulação	
	Convencional	Ultrassom
	Média (DP)	Média (DP)
MTA	-15,53 (1,98) a A	-5,30 (0,59) a B
MTA Repair HP	-3,66 (1,01) b A	-0,86 (0,89) b B
Biodentine	0,31 (0,22) c A	0,43 (0,12) b A

\*Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ).

### Espectrometria de absorção atômica

A concentração de íons cálcio liberado no líquido de imersão das amostras, de cada cimento, estão dispostas na Tabela X.

**Tabela X.** Concentração dos íons cálcio, em mg/L, resultantes no líquido de imersão das amostras.

Cimentos reparadores	Técnica de manipulação	
	Convencional	Ultrassom
	Média (DP)	Média (DP)
MTA	27,96±1,54	33,35±2,80
MTA Repair HP	28,76±0,93	35,85±5,07
Biodentine	225,43±69,64	1.105,15±298,24

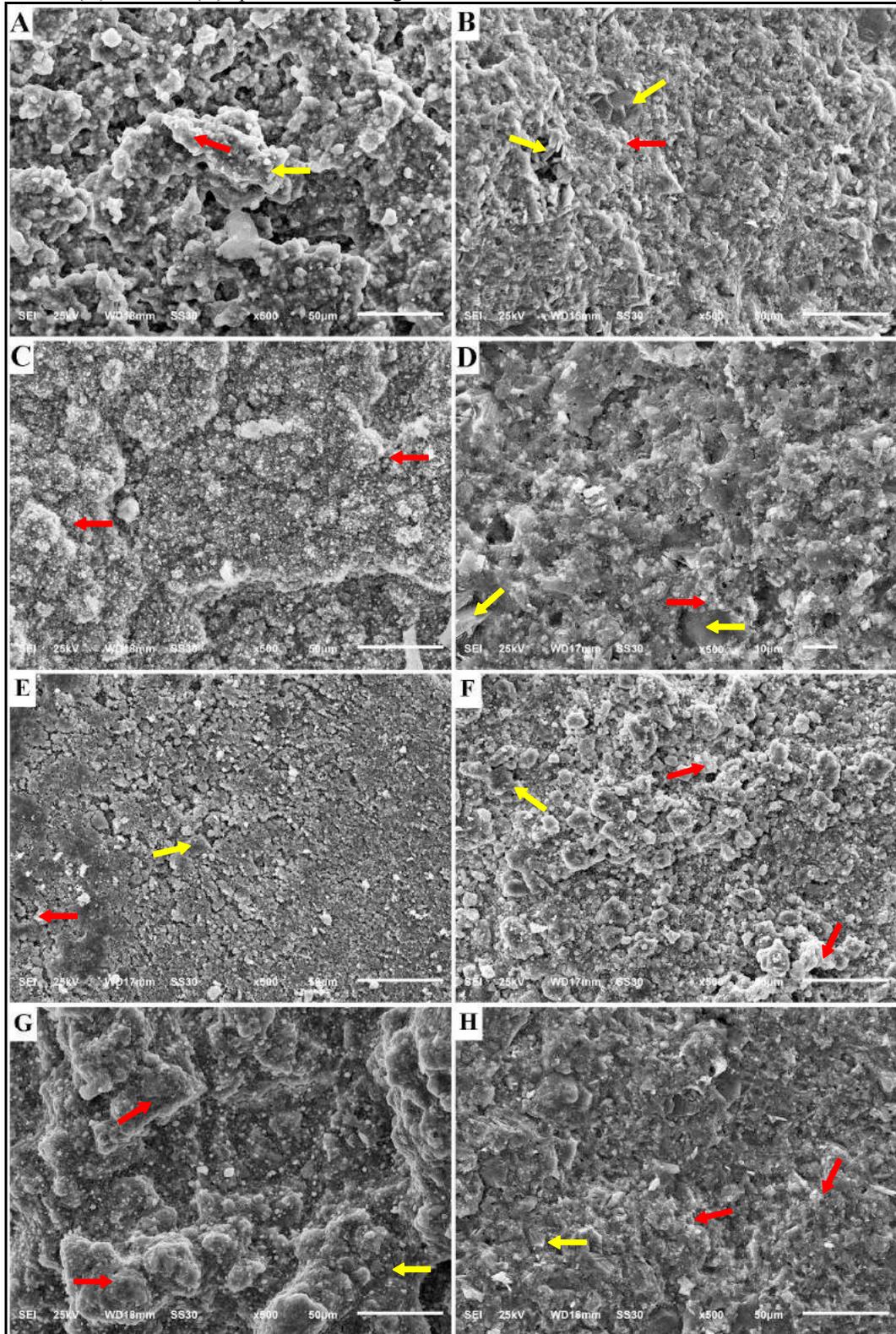
Os dados expressos na Tabela X evidenciam que o cimento Biodentine apresentou liberação significativa de íons cálcio, superior aos demais cimentos, independentemente da técnica de manipulação. Quando a técnica de manipulação ultrassônica foi preconizada, observou-se discreto aumento na concentração do íon no líquido de imersão para os cimentos MTA e MTA Repair HP. No entanto, para o cimento Biodentine, a manipulação ultrassônica propiciou aumento significativo na liberação de íons cálcio no líquido de imersão.

### **Microscopia eletrônica de varredura – Análise qualitativa**

A análise qualitativa dos espécimes, por meio de MEV, permitiu a avaliação da influência da técnica de preparo nas superfícies externa e interna dos cimentos estudados, antes e após a imersão em água destilada (por sete dias).

As amostras do cimento MTA quando preparado com a técnica manual apresentaram, de maneira geral, presença de fases cristalinas (seta amarela) e amorfas (seta vermelha) e de cristais na forma de agulha, assim como formações cúbicas. Antes da imersão a superfície externa apresentou-se irregular (Figuras 11A), com partículas de tamanho e formato heterogêneos, com espaços entre elas. Na superfície interna (Figuras 11B), antes da imersão observaram-se partículas com diferentes tamanhos e forma, no entanto, nota-se uma estrutura mais densa. Após imersão em água por sete dias, observou-se de forma geral, aumento da deposição da fase amorfa nas superfícies externa (Figura 11C) e interna (Figura 11D), no entanto suas partículas permaneceram irregulares, de tamanho e formato heterogêneos, com maior proximidade entre elas, remetendo a uma estrutura mais compacta. Nas eletromicrográficas dos cimentos MTA quando manipulado adicionalmente com o ultrassom, de maneira geral antes da imersão em água, foi observado também presença de fases cristalinas (seta amarela) e amorfas (seta vermelha) e de cristais na forma de agulha, assim como formações cúbicas tanto na superfície externa (Figuras 11E) como na interna (Figuras 11F) comparativamente à manipulação convencional notaram-se partículas com tamanho menores e maior proximidade entre elas. Após imersão em água a superfície externa (Figuras 11G) e interna (Figuras 11H) apresentaram estruturas mais coesas e aumento da deposição de fase amorfa na superfície das amostras.

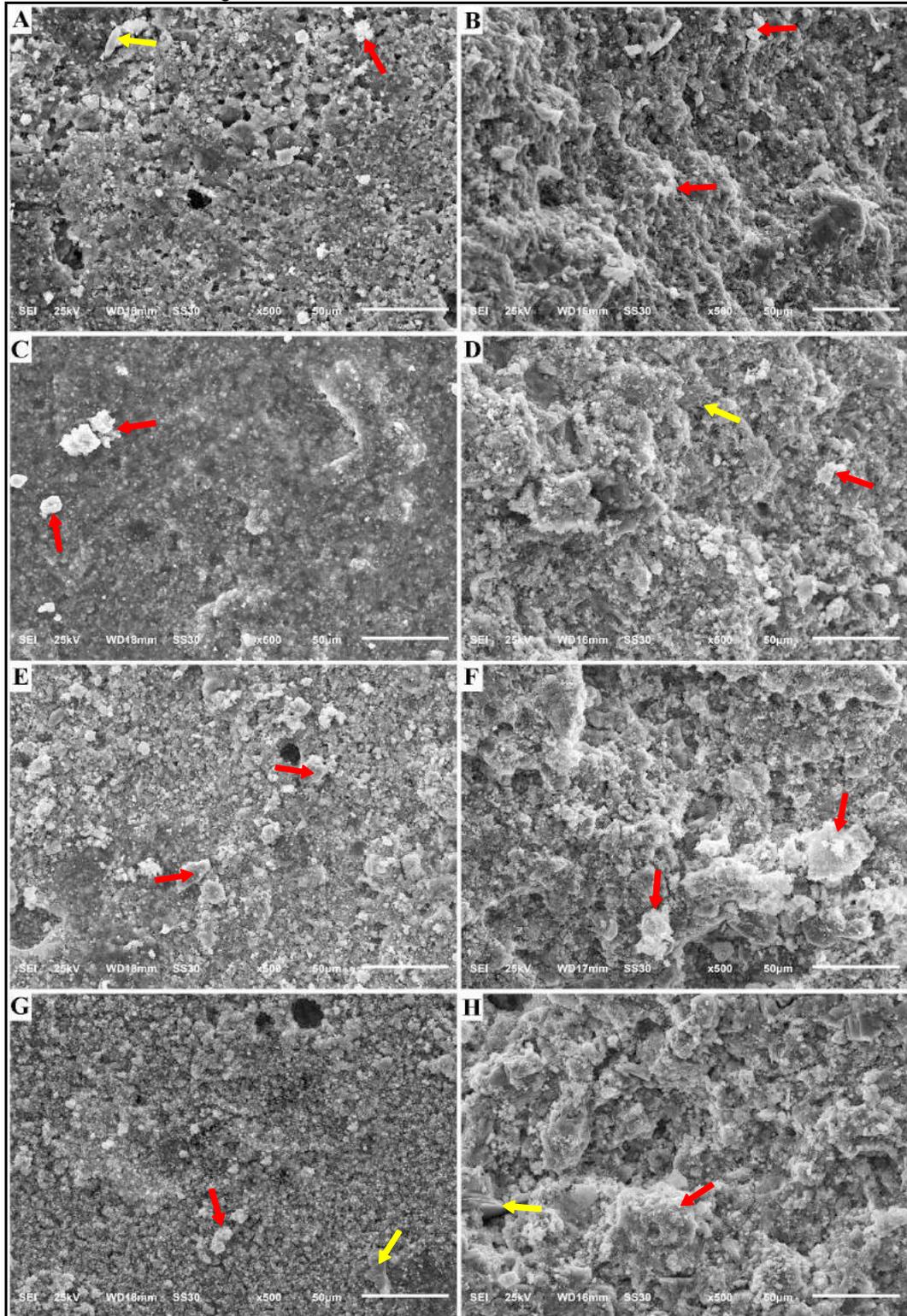
**Figura 11.** Eletromicrografia do cimento MTA. Manipulação convencional: superfície externa (A) e interna (B) antes da imersão em água. Superfície externa (C) e interna (D) após imersão em água. Manipulação por ultrassom: superfície externa (E) e interna (F) antes da imersão em água. Superfície externa (G) e interna (H) após imersão em água.



Fonte: autor.

O cimento MTA REPAIR HP de maneira geral, assim como no cimento MTA, foi observada presença de fases cristalinas (seta amarela) e amorfas (seta vermelha), no entanto com maior prevalência de estrutura amorfa, independentemente da imersão em água ou da técnica de manipulação. Quando manipulado com a técnica manual apresentou, antes da imersão, superfície externa irregular (Figuras 12A), com partículas de tamanho e formato heterogêneos, com espaços entre elas. Na superfície interna (Figura 12B), antes da imersão notaram-se partículas com diferentes tamanhos e forma com estrutura coesa. Após imersão em água por sete dias, observaram-se nas superfícies externa (Figura 12C) e interna (Figura 12D) que as partículas permaneceram irregulares, de tamanho e formato heterogêneos, no entanto com maior proximidade entre elas. Observou-se também presença de cristais, em formato de agulha, interligados formando uma rede estratificada, remetendo a uma estrutura mais compacta. Quando manipulado adicionalmente com a técnica do ultrassom foi observado também presença de fases cristalinas (seta amarela) e amorfas (seta vermelha), com maior prevalência de estrutura amorfa. A superfície externa (Figura 12E) e a interna (Figura 12F), antes da imersão em água, apresentaram-se com partículas menores e maior proximidade entre elas. Após imersão foi observado na superfície externa (Figura 12 G) e interna (Figura 12H) estruturas mais coesas, como também partículas com tamanho reduzido. De maneira geral, foi observado que nas superfícies do cimento MTA Repair HP as partículas possuem tamanhos menores e maior prevalência de estrutura amorfa, quando comparadas às do MTA.

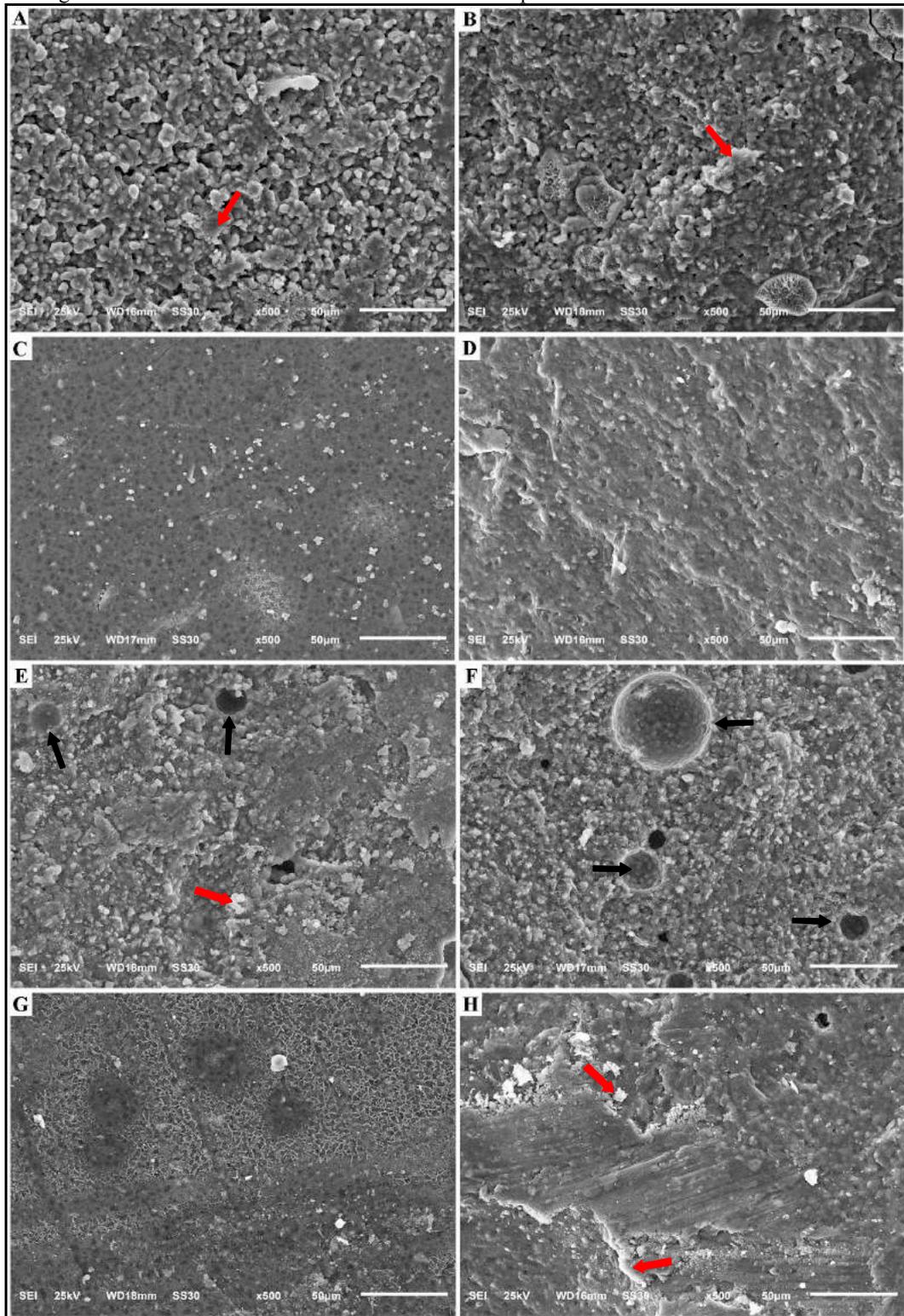
**Figura 12.** Eletromicrografia do cimento MTA Repair HP. Manipulação convencional: superfície externa (A) e interna (B) antes da imersão em água. Superfície externa (C) e interna (D) após imersão em água. Na imagem D, há presença de cristais, em formato de agulha, interligados formando uma rede estratificada. Manipulação por ultrassom: superfície externa (E) e interna (F) antes da imersão em água. Superfície externa (G) e interna (H) após imersão em água. Presença de fases cristalinas (seta amarela) e amorfas (seta vermelha). Nota-se maior prevalência de estrutura amorfa em todas as imagens.



Fonte: autor.

O cimento Biodentine, no geral, diferentemente dos cimentos MTA e MTA Repair HP, apresentou somente presença de fase amorfa (seta vermelha). Quando manipulado convencionalmente, ou seja conforme preconizado pelo fabricante apresentou, antes da imersão, superfície externa (Figura 13A) heterogênea com regiões de aspecto compacto e denso e outras com áreas compostas por partículas de diferentes tamanhos e forma. Na superfície interna (Figura 13B), antes da imersão, observou-se estrutura densa e irregular, com áreas arredondadas, circunscritas por linha esbranquiçada, sugestivas de formação de bolhas na massa do cimento. Após a imersão as superfícies externa (Figura 13C) e interna (Figura 13D) foi observado pouca variação ultraestrutural, na qual observa-se estrutura coesa e uniforme com partículas de tamanho e formatos variados. Quando o Biodentine foi adicionalmente agitado com ultrassom observaram-se, na superfície externa (Figura 13E) e interna (Figura 13F), antes da imersão, estrutura mais densa com pouca variação de tamanho e formato de suas partículas quando comparada a técnica de manipulação convencional. Após imersão, a superfície externa (Figura 13G) há presença de cristais interligados formando uma rede estratificada em toda à superfície, remetendo a estrutura mais coesa e uniforme. Já em sua superfície interna (Figura 13H), após imersão, observa-se estrutura mais densa e homogênea.

**Figura 13.** Eletromicrografia do cimento Biodentine. Manipulação convencional: superfície externa (A) e interna (B) antes da imersão em água. Superfície externa (C) e interna (D) após imersão em água. Manipulação por ultrassom: superfície externa (E) e interna (F) antes da imersão em água. Superfície externa (G) e interna (H) após imersão em água. Presença de fase amorfa (seta vermelha). Nota-se existência de bolhas nas imagens E e F (seta preta). Na imagem G, há presença de cristais interligados formando uma rede estratificada em toda à superfície.



Fonte: autor.

## 5. Discussão

A técnica de manipulação deve promover o máximo contato entre as partículas de pó e líquido, propiciando uma massa homogênea e adequado escoamento (NOMOTO et al., 2004). Levando em consideração a consistência de trabalho do cimento MTA, bem como o surgimento de um novo biomaterial e a proposta de manipulação mecanizada do cimento Biodentine, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da manipulação manual e mecânica nas propriedades físico-químicas dos biomateriais MTA, MTA HP e Biodentine.

Para melhor entendimento dos resultados obtidos, alguns aspectos relacionados à metodologia empregada neste estudo merecem ser destacados. O experimento foi baseado na Especificação nº 57 da ANSI/ADA, com modificações propostas por CARVALHO-JÚNIOR et al. (2007) que sugeriram redução de 80 %, em volume, do cimento obturador necessário para a realização dos testes de solubilidade e estabilidade dimensional, a fim de reduzir a quantidade de material necessário para realização dos testes. Os autores demonstraram que a diminuição de volume dos corpos de prova não alterou os resultados e sugeriram a análise dos líquidos de imersão dos cimentos por espectrometria de absorção atômica com chama para determinação da concentração de íons metálicos solubilizados. Embora essa normatização tenha sido elaborada para cimentos endodônticos, foi utilizada neste estudo, uma vez que não existem testes específicos ou normativas devidamente estabelecidos para os materiais reparadores (DORILEO et al., 2014). Adicionalmente, no presente estudo, foi realizada análise qualitativa da morfologia ultraestrutural desses cimentos permitindo, dessa maneira, a compreensão do comportamento físico-químico dos materiais estudados.

Outro aspecto que merece ser destacado diz respeito à manipulação mecanizada empregando-se um inserto ultrassônico. Os cimentos foram submetidos à agitação ultrassônica após a manipulação manual, preconizada pelo fabricante, utilizando-se um inserto ultrassônico diretamente no centro massa dos cimentos evitando-se, dessa maneira, o contato do inserto com a cápsula. Na literatura, há diferentes estratégias de utilização do ultrassom, na qual alguns trabalhos realizados *in vitro*, a agitação ultrassônica foi executada com os cimentos acondicionados em cápsulas (NEKOOFFAR et al., 2010; BASTURK et al., 2014) ou, então, diretamente nas matrizes dos diferentes testes das propriedades físicas (BASTURK et al., 2014; SHAHI et al., 2015a; SHAHI et al., 2015b).

Outro aspecto metodológico diz respeito ao tempo de agitação dos cimentos, em alguns trabalhos tem sido empregado um intervalo de tempo de agitação ultrassônica de 20 s (SHAHI et al., 2015a; SHAHI et al., 2015b) ou 30 s (NEKOOFFAR et al., 2010; BASTURK et

al., 2014; ALCALDE et al., 2018; DUQUE et al., 2018). No presente estudo, nos grupos em que foi utilizada a manipulação mecânica dos cimentos, optou-se por agitar ultrassonicamente os cimentos em cápsulas durante 30s, com o intuito de padronizar o procedimento de manipulação mecânica para todos os cimentos, uma vez que o fabricante do cimento Biodentine preconiza este intervalo de tempo.

Convém salientar que a agitação ultrassônica tem despertado interesse com relação à manipulação dos cimentos endodônticos em virtude de, possivelmente, favorecer uma interação entre as partículas, em função de uma maior superfície de contato devido à homogeneização, o que pode causar interferir em suas propriedades físico-químicas (BASTURK et al., 2013; BASTURK et al., 2014). De fato, os resultados obtidos neste estudo demonstraram que a manipulação ultrassônica interferiu nas propriedades físico-químicas dos cimentos reparadores.

O tempo de endurecimento é o primeiro teste a ser realizado, pois é dependente da composição química e tamanho das partículas dos materiais, da temperatura ambiente e umidade relativa do ar (ØRSTAVIK, 2005), sendo considerada a propriedade físico-química mais importante, uma vez que as demais propriedades dependem dessa variável (SINGH et al., 2015). A Especificação nº57 da ANSI/ADA (2000) estabeleceram que um cimento endodôntico não deve apresentar um tempo de endurecimento (TE) superior a 10% daquele determinado pelo fabricante. Os resultados obtidos demonstraram que a manipulação convencional levou a um maior tempo de endurecimento para os três cimentos, embora o MTA tenha alcançado o maior tempo de endurecimento ( $14,20 \pm 0,83$  min), estatisticamente diferente do MTA Repair e Biodentine que foram semelhantes entre si. Por outro lado, a manipulação ultrassônica resultou em redução do tempo de endurecimento para os três cimentos, para os quais esse parâmetro apresentou valores estatisticamente semelhantes. A análise dos resultados obtidos no presente estudo permitiu concluir que os cimentos MTA e Biodentine estão de acordo com as normas, quando foram manipulados conforme orientações dos fabricantes. No entanto quando a técnica ultrassônica foi preconizada ocorreu redução do tempo de endurecimento, ficando estes fora da Especificação da ANSI/ADA.

Quando se utiliza a agitação ultrassônica, a qual se baseia na transmissão de energia acústica de um inserto para um material por meio de ondas ultrassônicas (WELLER et al., 1980; VAN DER SLUIS et al., 2005; VAN DER SLUIS et al., 2007; JIANG et al., 2011), ocorre um turbilhonamento e, concomitantemente, aumento e redução da pressão hidrostática, o que propicia a formação de bolhas de cavitação que implodem e produzem aumento da temperatura do material (VAN DER SLUIS et al., 2007). O aumento da temperatura na massa

do cimento endodôntico interfere nas propriedades físico-químicas, uma vez que aumenta a cinética de reação (VIAPIANA et al., 2014). Além disso, as ondas ultrassônicas, ao entrarem em contato com o material, provocam a dispersão das partículas levando a um aumento da superfície de contato entre elas, proporcionando uma homogeneização mais eficiente e, portanto, maior interação e acomodação dessas partículas, além de favorecer uma maior difusão de água no meio, o que propicia maior grau de hidratação e, conseqüentemente, maior velocidade de reação (KLEVERLAAN et al., 2004; NOMOTO et al., 2004; ALGERA et al., 2005; NEKOOOFAR et al., 2010).

Nesse sentido, percebe-se a importância da hidratação no processo de presa dos cimentos MTA e MTA REPAIR HP, a qual ocorre por meio de reação exotérmica, que exige a hidratação do pó do cimento para a obtenção do produto final. Desse modo, a presa do MTA depende da água, cuja presença leva à conversão do óxido de cálcio em hidróxido de cálcio (ZAPF et al., 2015). Segundo CAMILLERI (2007), o processo de hidratação dos cimentos à base de silicato de cálcio é um fenômeno de alta complexidade que pode influenciar significativamente as propriedades biológicas, químicas e físicas do produto final. Portanto, uma maior disponibilização de água no meio favoreceria as reações desses cimentos, reduzindo o tempo de endurecimento.

O mesmo ocorre com relação à presa do cimento Biodentine, a qual ocorre logo após a mistura do pó ao líquido por meio da trituração, de modo que as partículas de silicato de cálcio reagem com a água a partir de uma solução com pH elevado, contendo íons  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{OH}^-$  e silicato (KIM et al., 2016). Ao longo da reação, o gel hidratado de silicato de cálcio formado na reação química, sofre polimerização e forma uma rede sólida, enquanto ocorre um aumento da alcalinidade do meio devido à liberação de hidróxido de cálcio (ALLEN et al., 2007; OZBAY et al., 2014). As ações do cloreto de cálcio e do policarboxilato hidrossolúvel, como acelerador da presa e agente redutor de água, respectivamente, promovem aceleração da hidratação e da cristalização e, dessa maneira, possibilita que o endurecimento ocorra mais rapidamente (GRECH et al., 2013; ZAPF et al., 2015; KÜÇÜKKAYA et al., 2016).

De acordo com os resultados obtidos, não houve interação entre os fatores cimentos reparadores e técnicas de manipulação, ou seja, houve influência da técnica independentemente do cimento. Tais resultados, em relação ao MTA, exclusivamente, corrobora com aqueles obtidos por SHAHI et al. (2015b) e SHAHI et al. (2016) que verificaram redução no tempo de endurecimento quando os cimentos foram agitados ultrassonicamente. Por outro lado, de acordo com DUQUE et al. (2018), não foi observada influência da agitação mecânica. Com relação aos cimentos MTA REPAIR HP e Biodentine,

não foram encontrados estudos na literatura que avaliaram o efeito do preparo mecânico sobre suas respectivas propriedades físico-químicas.

Com relação a técnica convencional, o tempo de endurecimento do Biodentine é menor que o do MTA, provavelmente devido à presença, em sua formulação, do cloreto de cálcio, o qual, por ser solúvel em água, acelera sua presa (GRECH et al., 2013). De acordo com o fabricante, o tempo de endurecimento do Biodentine é menor que o do MTA, pois, em sua formulação, há cloreto de cálcio, o qual, por ser solúvel em água e acelera sua presa (GRECH et al., 2013). No caso do MTA Repair, presume-se que o agente plastificante inserido na formulação do líquido desse cimento, tenha favorecido a redução do tempo de endurecimento.

Na manipulação mecânica, os resultados indicaram que, não somente houve redução do tempo de endurecimento dos cimentos como os três foram estatisticamente semelhantes. Considerando-se que a reação de presa dos cimentos à base de silicato tricálcico é exotérmica e dependente da incorporação de água às partículas de pó (ZAPF et al., 2015), conforme discutido anteriormente, supõe-se que a cinética da reação química de presa desses cimentos tenha sido potencializada pelo aquecimento adicional promovido pela ação do inserto ultrassônico no interior da mistura. Além disso, é preciso considerar que a agitação ultrassônica favorece o processo de homogeneização, tornando-o mais eficiente com uma maior agregação das partículas de pó ao líquido (UZUNOGLU et al., 2016), o que permitiria a redução do tempo de endurecimento.

Considera-se o escoamento uma propriedade bastante importante, uma vez que determina a eficiência da adaptação do cimento nas irregularidades anatômicas, o que permite um bom selamento devido à melhor acomodação do cimento no canal radicular (NATU et al., 2015; MARCIANO et al., 2016a), além de favorecer o preparo e a inserção do mesmo nas cavidades retrógradas e perfurações (NATU et al., 2015).

A especificação n<sup>o</sup> 57 da ANSI/ADA, preconiza que o teste para avaliação do escoamento deve ser realizado por meio da mensuração do diâmetro dos discos formados pelos materiais quando submetidos a uma mesma carga (massa) durante um determinado período de tempo. Para um material com escoamento ideal, a média dos valores dos diâmetros dos corpos de prova não pode apresentar diâmetro menor que 20 mm. Neste trabalho, independentemente da técnica de manipulação, nenhum cimento atendeu à norma. No entanto, ao se utilizar o ultrassom, observou-se que ocorreu aumento dos valores médios dos diâmetros dos corpos de prova.

Em comparação a técnica de manipulação convencional, verificou-se, para todos os cimentos, que a manipulação ultrassônica, propiciou maiores médias dos diâmetros dos corpos de provas, notadamente para o MTA. Segundo NEKOOFFAR et al. (2010), a agitação ultrassônica tem efeito dispersivo sobre as partículas do material, tornando a homogeneização mais eficiente, conforme discutido anteriormente, gerando uma mistura menos granulosa com uma maior quantidade de partículas hidratadas em função da melhor difusão da água. Desse modo, de acordo com CAMILLERI (2007), a alteração no processo de hidratação durante as reações químicas dos cimentos à base de silicato de cálcio pode interferir no escoamento desses cimentos. Nesse contexto, deve ser destacado ainda que o processo de cavitação contínuo associado à microvibração acústica promovida pela ação ultrassônica pode provocar a redução do tamanho das partículas do cimento aumentando, conseqüentemente, a superfície de contato disponível para a reação com a água durante o processo de hidratação (DUQUE et al., 2018). Além disso, o aumento da temperatura (VIAPIANA et al., 2014), associada à redução do tamanho das partículas, poderia contribuir para a redução da viscosidade dos cimentos, favorecendo o escoamento. Entretanto, embora tais efeitos tenham permitido um melhor escoamento, os mesmos não foram preponderantes nas reações químicas dos três cimentos avaliados, uma vez que nenhum deles atendeu aos critérios estabelecidos pela ANSI/ADA. Cabe salientar, no entanto, de acordo com os resultados obtidos, que o MTA apresentou o melhor escoamento, provavelmente, em função de seu maior tempo de endurecimento.

A alteração dimensional apresenta grande influência sobre a estabilidade dos cimentos, uma vez que, ao sofrerem contração, os cimentos endodônticos têm a sua capacidade de selamento reduzida, possibilitando a instalação de processos infecciosos (BODANEZI et al., 2008). Por outro lado, a expansão desses cimentos poderia causar falhas adesivas entre o cimento e a dentina (BODANEZI et al., 2008). Desse modo, a ANSI/ADA estabeleceu que, durante o teste de alteração dimensional, a contração dos materiais não deveria ser superior a 1% e a expansão não deveria exceder 0,1%.

Os resultados obtidos neste estudo indicaram que nenhum dos materiais apresentou contração, todos sofreram expansão superior ao limite estabelecido pela Especificação da ANSI/ADA, independentemente da técnica de manipulação. Na técnica de manipulação ultrassônica, o MTA apresentou a maior expansão e foi estatisticamente diferente dos outros dois, cujos valores de expansão foram semelhantes entre si. Cabe ressaltar que os cimentos apresentaram maior expansão quando foi preconizada a técnica de manipulação ultrassônica. A expansão do material pode ser explicada pela absorção de água, fato que pode ser um fator

positivo no selamento, por outro lado grandes expansões podem induzir a ocorrência de fraturas radiculares (BODANEZI et al., 2008). Segundo SHAHI et al. (2015), a alteração dimensional está diretamente relacionada ao tempo de endurecimento do material, de modo que a diminuição do tempo de endurecimento provoca um aumento dos valores da alteração dimensional. Nesse estudo, como discutido anteriormente, isso ocorreu quando os cimentos foram submetidos à manipulação ultrassônica, de modo que houve uma diminuição do tempo de endurecimento que pode ter favorecido, de fato, a expansão dos corpos de prova dos cimentos. Acredita-se, também, que a movimentação das partículas, bem como a redução do tamanho das partículas tenham propiciado maior expansão, provavelmente devido a absorção de água ocorrida no processo de hidratação dos cimentos.

Nas duas técnicas de manipulação, o MTA apresentou os maiores valores de expansão, o que pode ser parcialmente atribuído as suas propriedades hidrofílicas (BODANEZI et al., 2008). Como esse cimento apresenta o cimento Portland, como principal componente, ao ser misturado à água forma estrutura com microporos e canais capilares (FRIDLAND; ROSADO, 2003), o que pode facilitar a absorção de água. Embora parte da água utilizada participe da reação de sua presa, há uma porção remanescente que permanece na estrutura do cimento no interior de poros e canais (BASTURK et al., 2014), tornando a estrutura mais aberta e susceptível às trocas com o meio. Desse modo, essas trocas facilitariam o processo de absorção de água que explicaria a expansão observada, especialmente para o MTA.

A desintegração de materiais reparadores em função de sua solubilização pode levar à formação de espaços vazios na cavidade retrógrada, favorecendo o desenvolvimento de processos infecciosos com a passagem de microrganismos da região periapical para o interior do sistema de canais radiculares (SINGH et al., 2015). A solubilidade desses materiais deve ser cuidadosamente avaliada, uma vez que devem promover o selamento por um longo intervalo de tempo a fim de evitar a infiltração de fluidos (KAUP et al., 2015). Desse modo, a ANSI/ADA estabeleceu que a solubilidade não pode exceder 3% da massa do material

No teste de solubilidade, na técnica de manipulação convencional o cimento Biodentine apresentou perda de massa, enquanto o MTA e MTA Repair HP sofreram ganho de massa por absorção de água. Na técnica de manipulação ultrassônica, apenas o Biodentine sofreu perda de massa e os cimentos MTA e MTA Repair HP apresentaram aumento de massa por absorção de água, no entanto em menor porcentagem. De acordo com BODANEZI et al. (2008), esse ganho de massa ocorre durante o processo de hidratação, no qual há formação de poros na superfície e no interior do produto, sendo que esses espaços vazios são

preenchidos pela água que é mantida no interior da matriz do produto. Deste modo esses espaços vazios tornam a estrutura do cimento mais fraca, susceptível à ação do solvente e, assim, absorvem água (BASTURK et al., 2014). Isso ocorreu tanto para o MTA quando manipulado por meio da técnica convencional, como para o MTA Repair HP, o que demonstrou que, no caso dessa propriedade, o modo de preparo não apresentou um efeito preponderante. Por outro lado, quando agitados por meio do ultrassom, houve aumento desses valores, ou seja, perda de material para o MTA e MTA Repair HP.

Diferentemente, os valores de solubilidade dos dois grupos do Biodentine foram estatisticamente semelhantes, independentemente da técnica de manipulação, nos quais esse cimento apresentou perda de massa, o que corrobora com os resultados obtidos por GRECH et al. (2013), que também verificaram perda de massa. Acredita-se que, como esse cimento contém basicamente silicato tricálcio, durante o seu processo industrial obtêm-se partículas com maior uniformidade (SETBON et al., 2014), e por sua manipulação ser realizada mecanicamente, por meio da trituração, já propicia aproximação de suas partículas o que, possivelmente, permite a formação de uma estrutura mais compacta e, portanto, mais resistente ao ataque do solvente, o que reduz a perda de material para o meio. E ainda esse cimento apresenta cloreto de cálcio, o que, provavelmente, favorece sua solubilidade, facilitando a perda de material (LEE et al., 2014).

Na análise do líquido de imersão por meio espectrometria de absorção atômica com chama, todos os cimentos apresentaram liberação de íons de cálcio. Tal fato pode ser explicado pela dissociação do hidróxido de cálcio, subproduto originado da hidratação do silicato tricálcio ou dicálcio, em íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{OH}^-$  (FORMOSA et al., 2012). Além disso no cimento Biodentine há cloreto de cálcio em seu líquido, o qual, segundo LEE et al. (2014) favorece a liberação de íons cálcio para o meio. A técnica de manipulação ultrassônica promoveu aumento na liberação de cálcio, possivelmente devido a movimentação das partículas que favoreceu a dispersão das partículas na massa dos cimentos. Acredita-se que no Biodentine tenha ocorrido maior liberação, devido a presença do cloreto de cálcio associado à movimentação das partículas promovida pelo uso do ultrassom.

Ao longo dos anos a microscopia eletrônica de varredura tem sido preconizada para análise da morfologia ultraestrutural dos cimentos endodônticos, com o intuito de auxiliar o entendimento sobre o comportamento dos diversos cimentos quando submetidos, principalmente, ao teste de solubilidade (RESENDE et al., 2009; MARIN-BAUZA et al., 2010; MARIN-BAUZA et al., 2012). No presente estudo a microscopia eletrônica de varredura foi realizada com objetivo de verificar o impacto da manipulação convencional e

mecânica na morfologia ultraestrutural dos cimentos retrobturadores antes e após o teste de solubilidade. De maneira geral, foi observado que a agitação da massa dos cimentos alterou a forma e morfologia no que diz respeito ao tamanho, formato e aproximação das partículas, reduzindo espaços e ocasionando estrutura mais coesa, conforme observado nas eletromicrografias obtidas, o que interferiu diretamente nas propriedades físico químicas dos cimentos.

Diante das considerações aqui expostas, a manipulação ultrassônica interferiu nas propriedades físico químicas e na morfologia ultraestrutural dos cimentos reparadores. E, desse modo, estudos adicionais são necessários para avaliar o impacto da técnica de manipulação na resistência e interface de união à dentina radicular.

## **6. Conclusões**

Diante da metodologia empregada e com base nos resultados obtidos foi possível concluir que:

1. A técnica de manipulação ultrassônica teve efeito no tempo de endurecimento, alteração dimensional e escoamento dos cimentos à base de silicato de cálcio.
2. A técnica de manipulação ultrassônica não interferiu na solubilidade do cimento Biodentine.
3. A morfologia ultraestrutural dos cimentos à base de silicato de cálcio foi alterada quando foi preconizada técnica de manipulação ultrassônica.

## 7. Referências bibliográficas

ALCALDE, M. P.; VIVIAN, R. R.; MARCIANO, M. A.; DUQUE, J. A.; FERNANDES, S. L.; ROSSETO, M. B.; DUARTE, M. A. H. Effect of ultrasonic agitation on push- out bond strength and adaptation of root-end filling materials. **Restor. Dent. Endod.**, v. 43, n. 2, p. 23, 2018.

ALGERA, T. J.; KLEVERLAAN, C. J.; DE GEE, A. J.; PRAHL-ANDERSEN, B.; FEILZER, A. J. The influence of accelerating the setting rate by ultrasound or heat on the bond strength of glass ionomers used as orthodontic bracket cements. **Eur. J. Orthod.**, v. 27, n. 5, p. 472-476, 2005.

ALLEN A. J.; THOMAS, J. J.; JENNINGS, H. M. Composition and density of nano scale calcium-silicate-hydrate in cement. **Dent. Mater.**, v. 6, n. 4, p. 311-16, 2007.

ANSI/ADA Specification #57, section 5.8. American Dental Association (2000) Laboratory Testing Methods: Endodontic Filling and Sealing Materials.

ARENS, D. E.; TORABINEJAD, M. Repair of furcal perforations with mineral trioxide aggregate: two case reports. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 82, n. 1, p. 84-88, 1996.

BASTURK, F. B.; NEKOO FAR, M. H.; GUNDAY, M.; DUMMER, P. M. Effect of various mixing and placement techniques on the flexural strength and porosity of mineral trioxide aggregate. **J. Endod.**, v. 40, n. 3, p. 441-445, 2014.

BASTURK, F. B.; NEKOO FAR, M. H.; GUNDAY, M.; DUMMER, P. M. The effect of various mixing and placement techniques on the compressive strength of mineral trioxide aggregate. **J. Endod.**, v. 39, n. 1, p. 111-4, 2013.

BERNABÉ, P. F.; HOLLAND, R.; MORANDI, R.; SOUZA, V.; NERY, M. J.; OTOBONI FILHO, J. A. et al. Comparative study of MTA and other materials in retrofilling of pulpless dogs' teeth. **Braz. Dent. J.**, v. 16, n. 2, p. 149-55, 2005.

BODANEZI, A.; CARVALHO, N.; SILVA, D.; BERNARDINELI, N.; BRAMANTE, C. M.; GARCIA, R. B.; DE MORAES, I. G. Immediate and delayed solubility of mineral trioxide aggregate and Portland cement. **J. Appl. Oral Sci.**, v. 16, n. 2, p. 127-31, 2008.

BORGES, R. P.; SOUSA-NETO, M. D.; VERSIANI, M. A.; RACHED- JÚNIOR, F. A.; DE-DEUS, G.; MIRANDA, C. E. et al. Changes in the surface of four calcium silicate-containing

endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. **Int. Endod J.**, v. 45, n. 5, p. 419-28, 2012.

CAMILLERI, J. Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. **Int. Endod. J.**, v. 41, n. 5, p. 408-417, 2008a.

CAMILLERI, J. Characterization and chemical activity of Portland cement and two experimental cements with potential for use in dentistry. **Int. Endod. J.**, v. 41, n. 9, p. 791-799, 2008b.

CAMILLERI, J. Evaluation of selected properties of mineral trioxide aggregate sealer cement. **J. Endod.**, v. 35, n. 10, p. 1412-1417, 2009.

CAMILLERI, J. Hydration mechanisms of mineral trioxide aggregate. **Int. Endod. J.**, v. 40, n. 6, p. 462-470, 2007.

CAMILLERI, J., MONTESIN, F. E.; DI SILVIO, L.; PITT FORD, T. R. The chemical constitution and biocompatibility of accelerated Portland cement for endodontic use. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 11, p. 834-842, 2005.

CARVALHO-JÚNIOR, J. R.; CORRER-SOBRINHO, L.; CORRER, A. B.; SINHORETI, M. A. C.; CONSANI, S.; SOUSA-NETO, M. D. Solubility and dimensional change after setting of root canal sealers: A proposal for smaller dimensions of test samples. **J. Endod.**, v. 33, n. 9, p. 1110-6, 2007.

CAVENAGO, B. C.; PEREIRA, T. C.; DUARTE, M. A.; ORDINOLA-ZAPATA, R.; MARCIANO, M. A.; BRAMANTE, C. M.; BERNARDINELI, N. Influence of powder-to-water ratio on radiopacity, setting time, pH, calcium ion release and a micro-CT volumetric solubility of white mineral trioxide aggregate. **Int. Endod. J.**, v. 47, n. 2, p. 120-6, 2014.

CHNG, H. K.; ISLAM, I.; YAP, A. U.; TONG, Y.W.; KOH, E. T. Properties of a new root-end filling material. **J. Endod.**, v. 31, n. 9, p. 665-8, 2005.

DARVELL, B. W.; WU, R. C. MTA - an Hydraulic Silicate Cement: review update and setting reaction. **Dent. Mater.**, v. 27, n. 5, p. 407-422, 2011.

DAWOOD, A. E.; PARASHOS, P.; WONG, R. H. K.; REYNOLDS, E. C.; MANTON, D. J. Calcium silicate-based cements: composition, properties, and clinical applications. **J. Investig. Clin. Dent.**, v. 8, n. 2, 2017.

DORILEO, M. C.; PEDRO, F. L.; BANDECA, M. C.; GUEDES, O. A.; VILLA, R. D.; BORGES, A. H. Comparative analysis of physicochemical properties of root perforation sealer materials. **Restor. Dent. Endod.**, v. 39, n. 3, p. 201-9, 2014.

DOWLING, A. H.; FLEMING, G. J. Is encapsulation of posterior glass-ionomer restoratives the solution to clinically induced variability introduced on mixing? **Dent Mater.**, v. 24, n. 7, p. 957-66, 2008.

DUARTE, M. A.; ALVES DE AGUIAR, K.; ZEFERINO, M. A.; VIVAN, R. R.; ORDINOLA-ZAPATA, R.; TANOMARU-FILHO, M.; WECKWERTH, P. H.; KUGA, M. C. Evaluation of the propylene glycol association on some physical and chemical properties of mineral trioxide aggregate. **Int. Endod. J.**, v. 45, n. 6, p. 565-570, 2012.

DUQUE, J. A.; FERNANDES, S. L.; BUBOLA, J. P.; DUARTE, M. A. H.; CAMILLERI, J.; MARCIANO, M. A. The effect of mixing method on tricalcium silicate-based cement. **Int. Endod. J.**, v. 51, n. 1, p. 69-78, 2018.

ESTRELA, C.; BAMMANN, L. L.; ESTRELA, C. R.; SILVA, R. S.; PECORA, J. D. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. **Braz. Dent. J.**, v. 11, n. 1, p. 3-9, 2000.

EVREN, O. K.; ALTUNSOY, M.; TANRIVER, M.; CAPAR, I. D.; KALKAN, A.; GOK, T. Fracture resistance of simulated immature teeth after apexification with calcium silicate-based materials. **Eur. J. Dent.**, v. 10, n. 2, p. 188-92, 2016.

FARSI, N.; ALAMOUDI, N.; BALTO, K.; AL MUSHAYT, A. Clinical assessment of mineral trioxide aggregate (MTA) as direct pulp capping in young permanent teeth. **J. Clin. Pediatr. Dent.**, v. 31, n. 2, p. 72-76, 2006.

FLORES, D. S.; RACHED-JUNIOR, F. A.; VERSIANI, M. A.; GUEDES, D. F.; SOUZA-NETO, M. D.; PÉCOR, J. D. Evaluation of physicochemical properties of four root canal sealers. **Int. Endod. J.**, v. 44, n. 2, p. 126-135, 2011.

FORMOSA, L. M.; MALLIA, B.; CAMILLERI, J. The effect of curing conditions on the physical properties of tricalcium silicate cement for use as a dental biomaterial. **Int. Endod. J.**, v. 45, n. 4, p. 326-336, 2012.

FRIDLAND, M.; ROSADO, R. Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. **J Endod.**, v. 29, n. 12, p. 814-817, 2003.

GRECH, L.; MALLIA, B.; CAMILLERI, J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. **Dent. Mater.**, v. 29, n. 2, p. e20-28, 2013.

GUIMARAES, B. M.; PRATI, C.; DUARTE, M. A. H.; BRAMANTE, C. M.; GANDOLFI, M. G. Physicochemical properties of calcium silicate-based formulations MTA Repair HP and MTA Vitalcem. **J. Appl. Oral Sci.**, v. 5, n. 26, p. e2017115, 2018.

GUIMARAES, B. M.; VIVAN, R. R.; PIAZZA, B.; ALCALDE, M. P.; BRAMANTE, C. M.; DUARTE, M. A. H. Chemical-physical Properties and Apatite-forming Ability of Mineral Trioxide Aggregate Flow. **J. Endod.**, v. 43, n. 10, p. 1692-1696, 2017.

HOLLAND, R.; DE SOUZA, V.; NERY, M. J.; OTOBONI FILHO, J. A.; BERNABE, P. F.; DEZAN JUNIOR, E. Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. **J. Endod.**, v. 25, n. 11, p. 728-30, 1999.

HSIEH, S. C.; TENG, N. C.; LIN, Y. C.; LEE, P. Y.; JI, D. Y.; CHEN, C. C. et al. A novel accelerator for improving the handling properties of dental filling materials. **J. Endod.**, v. 35, n. 9, p. 1292-5, 2009.

HUANG, G. T. Apexification: the beginning of its end. **Int. Endod. J.**, v. 42, n. 10, p. 855-866, 2009.

HWANG, Y. C.; KIM, D. H.; HWANG, I. N.; SONG, S. J.; PARK, Y. J.; KOH, J. T.; SON, H. H.; OH, W. M. Chemical constitution, physical properties, and biocompatibility of experimentally manufactured Portland cement. **J. Endod.**, v. 37, n. 1, p. 58-62, 2011.

ISLAM, I.; CHNG, H. K.; YAP, A. U. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and portland cement. **J. Endod.**, v. 32, n. 3, p. 193-197, 2006.

JIANG, L. M.; VERHAAGEN, B.; VERSLUIS, M.; LANGEDIJK, J.; WESSELINK, P.; VAN DER SLUIS, L.W.M. The influence of the ultrasonic intensity on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. **J. Endod.**, v. 37, p. 688-92, 2011.

KAKANI, A. K.; VEERAMACHANENI, C.; MAJETI, C.; TUMMALA, M.; KHIYANI, L. A Review on Perforation Repair Materials. **J. Clin. Diagn. Res.**, v. 9, n. 9, p. 09-13, 2015.

KANG, S. H.; SHIN, Y. S.; LEE, H. S.; KIM, S. O.; SHIN, Y.; JUNG, I. Y.; SONG, J. S. Color changes of teeth after treatment with various mineral trioxide aggregate-based materials: an ex vivo study. **J. Endod.**, v. 41, n. 5, p. 737-41, 2015.

KAUP, M.; SCHÄFER, E.; DAMMASCHKE, T. An in vitro study of different material properties of Biodentine compared to ProRoot MTA. **Head Face Med.**, v. 2, n. 5, p. 11- 6, 2015.

KLEVERLAAN, C. J.; VAN DUINEN, R. N.; FEILZER, A. J. Mechanical properties of glass ionomer cements affected by curing methods. **Dent. Mater.**, v. 20, n. 1, p. 45-50, 2004.

KÜÇÜKKAYA, S.; GÖRDUYSUS, M. Ö.; ZEYBEK, N. D.; MÜFTÜOĞLU, S. F. In Vitro Cytotoxicity of Calcium Silicate-Based Endodontic Cement as Root-End Filling Materials. **Scientifica**. v. 21, 2016.

LEE, B. N.; SON, H. J.; NOH, H. J.; KOH, J. T.; CHANG, H. S.; HWANG, I. N. et al. Cytotoxicity of newly developed ortho MTA root- end filling materials. **J. Endod.**, v. 38, n. 12, p. 1627-30, 2012.

LEE, S. J.; MONSEF, M.; TORABINEJAD, M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. **J. Endod.**, v. 19, n. 11, p. 541-544, 1993.

LESSA, F. C.; ARANHA, A. M.; HEBLING, J.; COSTA, C. A. Cytotoxic effects of White-MTA and MTA- Bio cements on odontoblast-like cells (MDPC-23). **Braz. Dent. J.**, v. 21, n. 1, p. 24-31, 2010.

MAEDA, H.; NAKANO, T.; TOMOKIYO, A.; FUJII, S.; WADA, N.; MONNOUCHI, S.; HORI, K.; AKAMINE, A. Mineral trioxide aggregate induces bone morphogenetic protein-2 expression and calcification in human periodontal ligament cells. **J. Endod.**, v. 36, n. 4, p. 647-652, 2010.

MARCIANO M. A.; DUARTE, M. A.; CAMILLERI, J. Calcium silicate-based sealers: assessment of physicochemical properties, porosity and hydration. **Dent Mater.**, v. 32, n. 2, p. 30-40, 2016.

MARCIANO, M. A.; GUIMARAES, B. M.; AMOROSO-SILVA, P.; CAMILLERI, J.; DUARTE, M. A. H. Physical and Chemical Properties and Subcutaneous Implantation of Mineral Trioxide Aggregate Mixed with Propylene Glycol. **J. Endod.**, v. 42, n. 3, p. 474-479, 2016.

MARIN-BAUZA, G. A.; RACHED-JUNIOR, F. A., SOUZA-GABRIEL, A. E.; SOUZA-NETO, M. D., MIRANDA, C. E., SILVA-SOUZA, Y. T. Physicochemical properties of methacrylate resin-based root canal sealers. **J. Endod.**, v. 36, n. 9, p. 1531-1536, 2010.

- MARIN-BAUZA, G. A.; SILVA-SOUZA, Y. T.; DA CUNHA, S. A.; RACHED-JUNIOR, F. J., BONETTI-FILHO, I.; SOUSA-NETO, M. D.; MIRANDA, C. E. Physicochemical properties of endodontic sealers of different bases. **J. Appl. Oral Sci.**, v. 20, n. 4, p. 455-61, 2012.
- MARQUES, J. H.; SILVA-SOUZA, Y. T. C.; RACHED-JÚNIOR, F. J. A.; MACEDO, L. M. D.; MAZZI-CHAVES, J. F.; CAMILLERI, J.; SOUSA-NETO, M. D. Push-out bond strength of different tricalcium silicate-based filling materials to root dentin. **Braz. Oral. Res.**, *in press*, 2018.
- MARQUES, J. H.; SILVA-SOUZA, Y. T.; RACHED-JÚNIOR, F. J.; MAZZI-CHAVES, J. F.; MIRANDA, C. E.; DA SILVA, S. R.; STEIER, L.; SOUSA-NETO, M. D. New methodology to evaluate bond strength of root-end filling materials. **Braz. Dent. J.**, v. 26, n. 3, p. 288-291, 2015.
- MATT, G. D.; THORPE, J. R.; J. M. STROTHER, J. M.; MCCLANAHAN, S. B. Comparative study of white and gray mineral trioxide aggregate (MTA) simulating a one- or two-step apical barrier technique. **J. Endod.**, v. 30, n. 12, p. 876-879, 2004.
- MILLER, B. H.; KOMATSU, H.; NAKAJIMA, H.; OKABE, T. Effect of glass ionomer manipulation on early fluoride release. **Am. J. Dent.**, v. 8, n. 4, p. 182-6, 1995.
- MOKHTARI, H.; JAFARIZADEH, S.; MOKHTARI ZONOUI, H. R.; LOTFI, M.; FOROUGH REYHANI, M.; SOHRABI, A. Bond Strength of White Mineral Trioxide Aggregate with and without Disodium Hydrogen Phosphate with Different Liquid-to-Powder Ratios. **Iran. Endod. J.**, v. 12, n. 3, p. 293-297, 2017.
- MORI, G. G.; TEIXEIRA, L. M.; DE OLIVEIRA, D. L.; JACOMINI, L. M.; DA SILVA, S. R. Biocompatibility evaluation of biodentine in subcutaneous tissue of rats. **J. Endod.**, v. 40, n. 9, p. 1485-8, 2014.
- NATU, V. P.; DUBEY, N.; LOKE, G. C.; TAN, T. S.; NG, W. H.; YONG, C. W.; CAO, T.; ROSA, V. Bioactivity, physical and chemical properties of MTA mixed with propylene glycol. **J. Appl. Oral Sci.**, v. 23, n. 4, p. 405-11, 2015.
- NEKOO FAR, M. H.; ASEELEY, Z.; DUMMER, P. M. The effect of various mixing techniques on the surface microhardness of mineral trioxide aggregate. **Int. Endod. J.**, v. 43, n. 4, p. 312-320, 2010.

NOMOTO, R.; KOMORIYAMA, M.; MCCABE, J. F.; HIRANO, S. Effect of mixing method on the porosity of encapsulated glass ionomer cement. **Dent. Mater.**, v. 20, n. 10, p. 972-978, 2004.

OLIVEIRA, T. M.; MORETTI, A. B.; SAKAI, V. T.; LOURENCO NETO, N.; SANTOS, C. F.; MACHADO, M. A.; ABDO, R. C. Clinical, radiographic and histologic analysis of the effects of pulp capping materials used in pulpotomies of human primary teeth. **Eur. Arch. Paediatr. Dent.**, v. 14, n. 2, p. 65-71, 2013.

ØRSTAVIK D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. **Endod. Topics**, v. 12, n. 6, p. 25-38, 2005.

OZBAY, G.; KITIKI, B.; PEKER, S.; KARGUL, B. Apical Sealing Ability of a Novel Material: Analysis by Fluid Filtration Technique. **Acta. Stomatol. Croat.**, v. 48, n. 2., p. 132-139, 2014.

PARIROKH, M.; TORABINEJAD, M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. **J. Endod.**, v. 36, n. 1, p. 16-27, 2010.

RASKIN, A.; ESCHRICH, G.; DEJOU, J.; ABOUT, I. In vitro microleakage of Biodentine as a dentin substitute compared to Fuji II LC in cervical lining restorations. **J. Adhes. Dent.**, v. 14, n. 6, p. 535-42, 2012.

RESENDE, L. M.; RACHED-JUNIOR, F. J.; VERSIANI, M. A.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; MIRANDA, C. E.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA-NETO, M. D. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany and Epiphany SE root canal sealers. **Int. Endod. J.**, v. 42, n. 9, p. 785-793, 2009.

REYHANI, M. F.; GHASEMI, N.; ZAND, V.; MOSAVIZADEH, S. Effects of Different Powder to liquid Ratios on the Push out Bond Strength of CEM Cement on Simulated Perforations in the Furcal Area. **J. Clin. Exp. Dent.**, v. 9, n. 6, p. 785-788, 2017.

ROBERTS, H. W.; TOTH, J. M.; BERZINS, D. W.; CHARLTON, D. G. Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. **Dent Mater.**, v. 24, n. 2, p. 149-64, 2008.

RODRIGUES, E. M.; CORNELIO, A. L. G.; MESTIERI, L. B.; FUENTES, A. S. C.; SALLES, L. P.; ROSSA-JUNIOR, C.; FARIA, G.; GUERREIRO-TANOMARU, J. M.; TANOMARU-FILHO, M. Human dental pulp cells response to mineral trioxide aggregate

(MTA) and MTA Plus: cytotoxicity and gene expression analysis. **Int. Endod. J.**, v. 50, n. 8, p. 780-789, 2017.

SARKAR, N. K.; CAICEDO, R.; RITWIK, P.; MOISEYEVA, R.; KAWASHIMA, I. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. **J. Endod.**, v. 31, n. 2, p. 97-100, 2005.

SETBON, H. M.; DEVAUX, J.; ISERENTANT, A.; LELOUP, G.; LEPRINCE, J. G. Influence of composition on setting kinetics of new injectable and/or fast setting tricalcium silicate cements. **Dent. Mater.**, v. 30, n. 12, p. 1291-1303, 2014.

SHAHI, S.; GHASEMI, N.; RAHIMI, S.; YAVARI, H. R.; SAMIEI, M.; JANANI, M.; BAHARI, M. The Effect of Different Mixing Methods on the pH and Solubility of Mineral Trioxide Aggregate and Calcium-Enriched Mixture. **Iran. Endod. J.**, v. 10, n. 2, p. 140-143, 2015.

SHAHI, S.; GHASEMI, N.; RAHIMI, S.; YAVARI, H. R.; SAMIEI, M.; JANANI, M.; BAHARI, M.; MOHEB, S. The effect of different mixing methods on the flow rate and compressive strength of mineral trioxide aggregate and calcium-enriched mixture. **Iran Endod J.**, v. 10, n. 1, p. 55-58, 2015.

SHAHI, S.; GHASEMI, N.; RAHIMI, S.; YAVARI, H. R.; SAMIEI, M.; JANANI, M.; BAHARI, M.; MOHEB, S. The effect of different mixing methods on the flow rate and compressive strength of mineral trioxide aggregate and calcium-enriched mixture. **Iran Endod. J.**, v. 10, n. 1, p. 55-8, 2015.

SHAHI, S.; GHASEMI, N.; RAHIMI, S.; YAVARI, H.; JANANI, M.; MOKHTARI, H.; BAHARI, M.; RABBANI, P. The Effect of Different Mixing Methods on Working Time, Setting Time, Dimensional Changes and Film Thickness of Mineral Trioxide Aggregate and Calcium-Enriched Mixture. **Iran. Endod. J.**, v. 10, n. 4, p. 248-251, 2015.

SHAHI, S.; GHASEMI, N.; RAHIMI, S.; YAVARI, H.; JANANI, M.; MOKHTARI, H.; BAHARI, M.; RABBANI, P. The Effect of Different Mixing Methods on Working Time, Setting Time, Dimensional Changes and Film Thickness of Mineral Trioxide Aggregate and Calcium-Enriched Mixture. **Iran Endod. J.**, v. 10, n. 4, p. 248-51, 2015b.

SHAHI, S.; GHASEMI, N.; RAHIMI, S.; YAVARI, H.; SAMIEI, M.; JAFARI, F. Effect of different mixing methods on the physical properties of Portland cement. **J. Clin. Exp. Dent.**, v. 8, n. 5, p. 475-479, 2016.

SHAHI, S.; RAHIMI, S.; YAVARI, H. R.; SAMIEI, M.; JANANI, M.; BAHARI, M. et al. Effects of various mixing techniques on push-out bond strengths of white mineral trioxide aggregate. **J. Endod.**, v. 38, n. 4, p. 501-4, 2012.

SILVA, E. J.; CARVALHO, N. K.; ZANON, M.; SENNA, P. M.; DE DEUS, G.; ZUOLO, M. L.; ZAIA, A. A. Push-out bond strength of MTA HP, a new high-plasticity calcium silicate-based cement. **Braz. Oral Res.**, v. 30, n. 1, 2016.

SILVA, L. A. B.; PIERONI, K.; NELSON-FILHO, P.; SILVA, R. A. B.; HERNANDEZ-GATON, P.; LUCISANO, M. P.; PAULA-SILVA, F. W. G.; DE QUEIROZ, A. M. Furcation Perforation: Periradicular Tissue Response to Biodentine as a Repair Material by Histopathologic and Indirect Immunofluorescence Analyses. **J. Endod.**, v. 43, n. 7, p. 1137-1142, 2017.

SINGH, S.; PODAR, R.; DADU, S.; KULKARNI, G.; PURBA, R. Solubility of a new calcium silicate-based root-end filling material. **J. Conserv. Dent.**, v. 18, n. 2, p. 149-53, 2015.

TANOMARU-FILHO, M.; ANDRADE, A. S.; RODRIGUES, E. M.; VIOLA, K. S.; FARIA, G.; CAMILLERI, J.; GUERREIRO-TANOMARU, J. M. Biocompatibility and mineralized nodule formation of Neo MTA Plus and an experimental tricalcium silicate cement containing tantalum oxide. **Int. Endod. J.**, v. 50, n. 2, p. 31-39, 2017.

TOMAS-CATALA, C. J.; COLLADO-GONZALEZ, M.; GARCIA-BERNAL, D.; ONATE-SANCHEZ, R. E.; FORNER, L.; LLENA, C.; LOZANO, A.; CASTELO-BAZ, P.; MORALEDA, J. M.; RODRIGUEZ-LOZANO, F. J. Comparative analysis of the biological effects of the endodontic bioactive cements MTA-Angelus, MTA Repair HP and NeoMTA Plus on human dental pulp stem cells. **Int. Endod. J.**, v. 50, n. 2, p. 63-72, 2017.

TOMAS-CATALA, C. J.; COLLADO-GONZALEZ, M.; GARCIA-BERNAL, D.; ONATE-SANCHEZ, R. E.; FORNER, L.; LLENA, C.; LOZANO, A.; MORALEDA, J. M.; RODRIGUEZ-LOZANO, F. J. Biocompatibility of New Pulp-capping Materials NeoMTA Plus, MTA Repair HP, and Biodentine on Human Dental Pulp Stem Cells. **J. Endod.**, v. 44, n. 1, p. 126-132, 2018.

TORABINEJAD, M; HONG, C.V; MCDONALD, F; PITTFORD, T.R. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. **J. Endod.**, v. 21, n. 7, p. 349-353, 1995.

TORABINEJAD, M., HONG, C. U.; LEE, S. J.; MONSEF, M.; PITT FORD, T. R. Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. **J. Endod.**, v. 21, n. 12, p. 603-608, 1995.

TORABINEJAD, M.; PARIROKH, M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part II: leakage and biocompatibility investigations. **J. Endod.**, v. 36, n. 2, p. 190-202, 2010.

TORABINEJAD, M.; PARIROKH, M.; DUMMER, P. M. H. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part II: other clinical applications and complications. **Int. Endod J.**, v. 51, n. 3, p. 284-317, 2018.

TORABINEJAD, M.; PITT FORD, T. R. Root end filling materials: a review. **Endod. Dent. Traumatol.**, v. 12, n. 4, p. 161-178, 1996.

TORABINEJAD, M.; WATSON, T. F.; PITT FORD, T. R. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. **J. Endod.**, v. 19, n. 12, p. 591-595, 1993.

USTUN, Y; TOPCUOGLU, H. S.; AKPEK, F.; ASLAN, T. The effect of blood contamination on dislocation resistance of different endodontic reparative materials. **J. Oral Sci.**, v. 57, n. 3, p. 185-90, 2015.

UZUNOGLU, E.; TURKER, S. A.; UYANIK, M. O.; NAGAS, E. Effects of mixing techniques and dentin moisture conditions on push-out bond strength of ProRoot MTA and Biodentine. **J. Adhesion Sci. Tech.**, DOI: 10.1080/01694243.2016.1170584, p 1-8, 2016.

VALLÉS, M; MERCADE, M.; DURAN-SINDREU, F.; BOURDELANDE, J. L., ROIG, M. Influence of light and oxygen on the color stability of five calcium silicate-based materials. **J. Endod.**, v. 39, n. 4, p. 525-8, 2013.

VALLÉS, M.; ROIG, M.; DURAN-SINDREU, F.; MARTÍNEZ, S.; MERCADÉ, M. Color Stability of Teeth Restored with Biodentine: A 6-month In Vitro Study. **J. Endod.**, v. 41, n. 7, p. 1157-60, 2015.

VAN DER SLUIS, L. W.; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 10, p. 764-768, 2005.

VAN DER SLUIS, L.W.; VERSLUIS, MM-KW; WESSELINK, P. R. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. **Int. Endod. J.**, v. 40, n. 6, p. 415–26, 2007.

VIAPIANA, R.; GUERREIRO-TANAMORU, J. M.; TANAMORAU-FILHO, M.; CAMILLERI, J. Investigation of the effect of sealer use on the heat generated at the external root surface during root canal obturation using warm vertical compaction technique with System B heat source. **J. Endod.**, v. 40, n. 4, p. 555-61, 2014.

WELLER, R. N.; BRADY, J. M.; BERNIER, W. E. Efficacy of ultrasonic cleaning. **J. Endod.**, v. 6, n. 9, 740-3, 1980.

WITHERSPOON, D. E.; HAM, K. One-visit apexification: technique for inducing root-end barrier formation in apical closures. **Pract. Proced. Aesthet. Dent.**, v. 13, n. 6, p. 455-460, 2001.

XUEREB, M.; SORRENTINO, F.; DAMIDOT, D.; CAMILLERI, J. Development of novel tricalcium silicate-based endodontic cements with sintered radiopacifier phase. **Clin. Oral Investig.**, v. 20, n. 5, p. 967-82, 2016.

YOSHIMINE, Y.; ONO, M.; AKAMINE, A. In vitro comparison of the biocompatibility of mineral trioxide aggregate, 4META/ MMA-TBB resin, and intermediate restorative material as root-end-filling materials. **J. Endod.**, v. 33, n. 9, p. 1066-9, 2007.

YOUDELIS, W. V. Amalgam as a restorative material: is there anything new? **J. Esthet. Dent.**, v. 4, n. 2, p. 61-3, 1992.

ZANINI, M.; SAUTIER, J. M.; BERDAL, A.; SIMON, S. Biodentine induces immortalized murine pulp cell differentiation into odontoblast-like cells and stimulates biomineralization. **J. Endod.**, v. 38, n. 9, p. 1220-6, 2012.

ZAPF, A. M.; CHEDELLA, S. C.; BERZINS, D. W. Effect of additives on mineral trioxide aggregate setting reaction product formation. **J. Endod.**, v. 41, n. 1, p. 88-91, 2015.

# Anexos

## Bula MTA Angelus

### PORTUGUÊS

#### INTRODUÇÃO

MTA ANGELUS® é um cimento endodôntico biocerâmico composto de óxidos minerais na forma de finas partículas hidrofílicas. É indicado em casos de perfuração radicular (canal e furca), perfuração radicular por reabsorção interna, retrobturação, proteção pulpar direta, pulpotomia, apicigênese e apicificação.

O MTA apresenta os seguintes benefícios:

- Tamanho das partículas que permite uma completa hidratação durante a espatulação (1, 2);
- Excelente capacidade de selamento marginal que impedem a migração de fluidos para o interior do canal radicular (3, 4, 5);
- Excelente vedamento de perfurações radiculares (canal e furca) ao induzir a formação de cimento perirradicular (6, 2);
- Indução da formação de barreira dentinária quando aplicado sobre exposições pulpares (3, 7);
- Ao contrário de outros cimentos que exigem campo completamente seco, MTA é indicado mesmo em locais sem o controle adequado de umidade (como em cirurgias para tratamento de perfurações ou retrobturações), sem perda de suas propriedades (2).

#### COMPOSIÇÃO

- MTA Cinza: Silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, óxido de cálcio, ferroaluminato tetracálcico, óxido de bismuto;
- MTA Branco: Silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, óxido de cálcio, óxido de bismuto.

#### PROPRIEDADES

- Tempo de presa: O MTA solidifica-se ao ser mantido em ambiente úmido após espatulação com água. O tempo de presa inicial é de aproximadamente 10 minutos e o final de 15 minutos. Não é necessário aguardar a presa final para continuidade do procedimento imediato (2);
  - Alcalinidade: Após espatulação com água apresenta pH de valor 10 que em 3 horas se estabiliza em valor 1(2) (1, 8, 9);
  - Radiopacidade: Semelhante à da guta-percha. Mais radiopaco que dentina e osso (9);
  - Resistência à compressão: 40 MPa após 24 horas e 65 MPa após 21 dias (9).
- Cargas oclusais não incidem diretamente sobre os locais de aplicação.

#### TÉCNICA DE USO

1. Esterilize a placa de vidro, a espátula e os instrumentos para inserção e condensação do MTA;
  2. Espatule por 30 segundos o conteúdo de 1 sachê de MTA (ou de 1 pá dosadora) e 1 gota de água destilada sobre a placa de vidro. O cimento obtido terá consistência arenosa;
  3. Leve o MTA ao local desejado com um APLICADOR DE MTA ANGELUS® ou com um instrumento apropriado;
  4. Condense o MTA na cavidade preparada com instrumentos metálicos (condensadores de amálgama ou espátula 1) ou com a ponta de um cone de papel absorvente umedecido com água destilada.
- IMPORTANTE: Em procedimentos de longa duração ou quando o MTA não é utilizado logo após a espatulação, cubra-o com gaze úmida para evitar seu ressecamento. O MTA deve ser descartado.

#### INDICAÇÕES

1. Tratamento de perfuração radicular (canal e furca) iatrogênica ou por lesão de cárie (2) (Figs. 1 e 2);
2. Tratamento via canal de perfuração radicular por reabsorção interna (2) (Fig. 3);
3. Tratamento cirúrgico de perfuração radicular por reabsorção interna (2) (Fig. 4);
4. Cirurgia paradodôntica com retrobturação (5) (Fig. 5);
5. Proteção pulpar direta (7);
6. Pulpotomia (remoção da porção coronária afetada da polpa para preservar a vitalidade e a função da polpa radicular remanescente) (2) (Fig. 6);
7. Apicigênese (Indução do término da formação radicular em dentes permanentes vitais com polpa coronária inflamada) (2);
8. Apicificação (Indução da formação de barreira apical de tecido duro em dentes permanentes jovens, com raízes incompletamente formadas e polpa necrótica) (2) (Fig. 7).

#### ADVERTÊNCIAS | CONTRAINDICAÇÕES

- Use óculos de proteção, máscara e luvas ao manusear o MTA. Em caso de contato do produto com os olhos ou pele lave com água;
- Só abra o sachê ou frasco imediatamente antes do uso. O MTA é muito sensível à umidade. Fechar bem o frasco após cada utilização (2);
- Não utilize o MTA para obturar canais, pois, sua plasticidade e escoamento são inadequados para essa finalidade. E, em caso de retratamento, sua remoção seria difícil;
- Não utilize o MTA em locais que estejam em contato com o sulco gengival, pois, ocorreria uma completa solubilização do cimento;
- Não utilize MTA em áreas de exposição à luminosidade para que não ocorra escurecimento da estrutura dental;

# Bula MTA Repair HP

## MTA REPAIR HP

### PORTUGUÊS

#### INTRODUÇÃO

O MTA - Agregado de Trióxido Mineral, tem o seu uso recomendado em Endodontia em situações onde resultados ótimos são necessários que incluem: restaurações coronárias, Preenchimento de preparações faciais inseridas no eixo do produto, a construção "in situ" de pontas de preparo de canais e tratamento do material no final do preparo.

Para melhorar suas características, o Agente desenvolvidor para esta formulação desenvolveu o MTA REPAIR HP - MTA "High Plasticity". Esta nova fórmula mantém todas as propriedades químicas e biológicas do MTA original, que garante a máxima de tratamento, porém ainda com propriedades físicas de manipulação. O resultado é um produto com maior plasticidade, facilitando a manipulação e inserção no canal do dente.

#### DEFINIÇÃO

Constitui-se o produto para uso MTA REPAIR HP e um cimento endodôntico composto de alta plasticidade, composto de óxidos minerais na forma de duas partículas individuais. É indicado em casos de perfuração lateral, canal e linha retrograda no pólo de saída, perfuração subglútea por substituição interna, restauração, pontuação pulpar direta, pulserina, apicectomia e apicectomia.

- Indicado em canais e outros materiais
- Para formação de pontas de preparo após obturação com uma file de irrigação e irrigação controlada direta.
- Adição de resina modificada (CaMO) que não causa mancha de raiz no esmalte dental.
- Baixa solubilidade.
- Excelente capacidade de selamento marginal por expansão controlada de pólio que impede a migração de microorganismos e fluidos para o interior do canal.
- Excelente capacidade de selamento marginal por expansão controlada de pólio e formação de cimento de trióxido mineral.
- Indicação de formação de barreira dentinária quando usado sobre restauração papilar.
- Permite utilização em áreas úmidas com maior plasticidade.

#### COMPOSIÇÃO

- PH: Sólido: trióxido 70CaO 50%, óxido de zinco 70CaO 50%, Aluminato trióxido 70CaO 50%, Óxido de Cálcio/CaO, Trióxido de Cálcio/CaO.
- Líquido: Água e Plastificante.

#### PRECAUÇÕES

- Use eye protection, mask and gloves when handling MTA REPAIR HP in case of eye or skin contact, wash thoroughly with water.
- Open the packaging of MTA REPAIR HP only immediately before use. It may become moist.
- Do not use MTA REPAIR HP in a root canal. Its viscosity is designed for flow procedure and not difficult to remove after it is inserted.
- Do not use MTA REPAIR HP on the tooth surface that is in contact with the gingival tissue, because disintegration of the cement will occur.
- Only use MTA REPAIR HP after removal of acute signs and symptoms of the endodontic disease. The action of endodontically compromised area depends primarily on better results.
- When applying the MTA REPAIR HP, avoid letting it conform to shape beyond the dental cavity, because although it is not easily resorbable, it can slow healing.
- **IMPORTANT!** The information provided in this manual is based on laboratory and clinical studies. The successful use of MTA REPAIR HP depends on a correct diagnosis, the operator's technique, the condition of the treated tooth and the general health of the patient. The product must be used according to the manual.

#### STORAGE

Store the product in a dry place protected from light.

### ESPAÑOL

#### INTRODUCCIÓN

El MTA - Agregado de Trióxido Mineral, tiene su uso recomendado en Endodontia en casos de perforación lateral, canal y línea retrograda en el polo de salida, perforación subglútea por substitución interna, restauración, apicectomia y apicectomia.

Para mejorar sus características, el Agente desarrollador para esta formulação desenvolveu o MTA REPAIR HP - MTA "High Plasticity". Esta nueva fórmula mantiene todas las propiedades químicas y biológicas del MTA original, que garantiza el máximo de tratamiento, aunque ahora sus propiedades físicas de manipulación. El resultado es un producto con mayor plasticidad, facilitando la manipulación e inserción en el canal del dente.

#### DEFINICIÓN

Constituye el producto preparado para uso MTA REPAIR HP e un cemento endodôntico compuesto de alta plasticidade, composto de óxidos minerais na forma de duas partículas individuais. É indicado em casos de perfuração

#### INDICAÇÕES

1. Tratamento de perfuração lateral e linha retrograda no pólo de saída.
2. Tratamento de canal de perfuração lateral por substituição interna.
3. Tratamento de canal de perfuração subglútea por substituição interna.
4. Direção para endodôntica restaurativa.
5. Pontuação pulpar direta.
6. Pontuação (pontuação) de preparo coronário efetiva do pólio permanente e afilado e a formação de pontas de preparo (restauração).
7. Apicectomia (pontuação) de barreira dentinária na formação de canais permanentes (canal e linha retrograda) no pólio de saída em dentes permanentes, jovens, com raízes incompletamente formadas e pólio restorativo.

#### PROPRIEDADES

- Tempo de preparo: O MTA REPAIR HP é um cimento endodôntico composto de alta plasticidade. O tempo de preparo varia de 10 a 30 segundos em 30°C.
- Indispensável: Sempre a água potável em uma proporção que depende do uso.
- Ausência de descoloração dental devido ao uso de pontas de preparo CaMO, afiladas.

#### INSTRUÇÕES DE USO

1. Estabeleça as condições e áreas afetadas na preparação, exemplo a canalização do MTA REPAIR HP.
2. Prepare o cimento de 1 milímetro de MTA REPAIR HP e 1 grama de água no pólio de saída.
3. Espalhe por 40 segundos em 30°C e homogeneize completa de 30 a 40 segundos em 30°C e controle de qualidade a uma taxa de 200°C.
4. Lave o MTA REPAIR HP no local designado com um APLICADOR DE MTA, restaurando o canal endodôntico de acordo com sua finalidade.

#### PRECAUÇÕES

- Use óculos de proteção, máscara e luvas ao manipular o MTA HP. Em caso de contato de produto com os olhos ou pele lave imediatamente com água.
- Após a utilização do MTA REPAIR HP, lave imediatamente antes do uso. É muito sensível à umidade.
- Não utilize o MTA REPAIR HP para obturar canais, pois, sua plasticidade e expansão são indicadas para este finalidade.
- Não utilize o MTA REPAIR HP na superfície dental que estejam em contato com o tecido gengival, pois, poderá causar irritação.
- Utilize o produto somente após controle de fluxo após da obturação endodôntica e finalização do MTA REPAIR HP no pólio de saída pelo pólio de saída das lesões endodônticas e em áreas úmidas.

- Evite, ao aplicar o MTA REPAIR HP, sua utilização para regiões além da cavidade dental, pois, embora tenha sua indicação e expansão pelo cimento e restauração.

- **ATENÇÃO:** As instruções contidas nesta bula são elaboradas em português científico clássico e laboratório. Entretanto, o sucesso do procedimento com o MTA REPAIR HP depende de um diagnóstico correto, de técnica adequada, habilidade, das condições do dente em tratamento e do quadro clínico do paciente. Este produto deve ser utilizado de acordo com as instruções de uso.

#### ARMazenamento

Armazenar o produto em local seco e protegido da luz.

### ENGLISH

#### INTRODUCTION

MTA (Mineral Trioxide Aggregate), has established use in Endodontics due to the clinical results proven through numerous scientific studies. However, due to the physical properties inherent in the powder of the product, the "sticky" consistency hinders manipulation and transport of the material to the site of use.

To improve these characteristics, Angelon has developed a new formulation called MTA REPAIR HP - "High Plasticity" MTA. This new formula retains all the chemical and biological properties of the original MTA, while preserving the success of the treatment, but changes its physical properties (for example) the result is a product with greater plasticity, facilitating manipulation and insertion in the dental cavity.

© CAUTION Federal law restricts this device to sale by or on the order of a dentist.

#### DEFINITION

Constitutes the product prepared for use MTA REPAIR HP e um cimento endodôntico composto de alta plasticidade, composto de óxidos minerais na forma de duas partículas individuais. É indicado em casos de perfuração lateral, canal e linha retrograda no pólo de saída, perfuração subglútea por substituição interna, restauração, pontuação pulpar direta, pulserina, apicectomia e apicectomia.

- Indicado em canais e outros materiais
- Para formação de pontas de preparo após obturação com uma file de irrigação e irrigação controlada direta.
- Adição de resina modificada (CaMO) que não causa mancha de raiz no esmalte dental.
- Baixa solubilidade.
- Excelente capacidade de selamento marginal por expansão controlada de pólio que impede a migração de microorganismos e fluidos para o interior do canal.
- Excelente capacidade de selamento marginal por expansão controlada de pólio e formação de cimento de trióxido mineral.
- Indicação de formação de barreira dentinária quando usado sobre restauração papilar.
- Permite utilização em áreas úmidas com maior plasticidade.

#### COMPOSITION

- PH: Sólido: trióxido 70CaO 50%, óxido de zinco 70CaO 50%, Aluminato trióxido 70CaO 50%, Óxido de Cálcio/CaO, Trióxido de Cálcio/CaO.
- Líquido: Água e Plastificante.

#### TÉCNICA DE USO

1. Estabeleça as condições e áreas afetadas na preparação, exemplo a canalização do MTA REPAIR HP.
2. Prepare o cimento de 1 milímetro de MTA REPAIR HP e 1 grama de água no pólio de saída.
3. Espalhe por 40 segundos em 30°C e homogeneize completa de 30 a 40 segundos em 30°C e controle de qualidade a uma taxa de 200°C.
4. Lave o MTA REPAIR HP no local designado com um APLICADOR DE MTA, restaurando o canal endodôntico de acordo com sua finalidade.

#### PRECAUÇÕES

- Use eye protection, mask and gloves when handling MTA REPAIR HP in case of eye or skin contact, wash thoroughly with water.
- Open the packaging of MTA REPAIR HP only immediately before use. It may become moist.
- Do not use MTA REPAIR HP in a root canal. Its viscosity is designed for flow procedure and not difficult to remove after it is inserted.
- Do not use MTA REPAIR HP on the tooth surface that is in contact with the gingival tissue, because disintegration of the cement will occur.
- Only use MTA REPAIR HP after removal of acute signs and symptoms of the endodontic disease. The action of endodontically compromised area depends primarily on better results.
- When applying the MTA REPAIR HP, avoid letting it conform to shape beyond the dental cavity, because although it is not easily resorbable, it can slow healing.
- **IMPORTANT!** The information provided in this manual is based on laboratory and clinical studies. The successful use of MTA REPAIR HP depends on a correct diagnosis, the operator's technique, the condition of the treated tooth and the general health of the patient. The product must be used according to the manual.

#### STORAGE

Store the product in a dry place protected from light.

### ESPAÑOL

#### INTRODUCCIÓN

El MTA - Agregado de Trióxido Mineral, tiene su uso recomendado en Endodontia en casos de perforación lateral, canal y línea retrograda en el polo de salida, perforación subglútea por substitución interna, restauración, apicectomia y apicectomia.

Para mejorar sus características, el Agente desarrollador para esta formulação desenvolveu o MTA REPAIR HP - MTA "High Plasticity". Esta nueva fórmula mantiene todas las propiedades químicas y biológicas del MTA original, que garantiza el máximo de tratamiento, aunque ahora sus propiedades físicas de manipulación. El resultado es un producto con mayor plasticidad, facilitando la manipulación e inserción en el canal del dente.

#### DEFINICIÓN

Constituye el producto preparado para uso MTA REPAIR HP e un cemento endodôntico compuesto de alta plasticidade, composto de óxidos minerais na forma de duas partículas individuais. É indicado em casos de perfuração

- Evite, ao aplicar o MTA REPAIR HP, sua utilização para regiões além da cavidade dental, pois, embora tenha sua indicação e expansão pelo cimento e restauração.

- **ATENÇÃO:** As instruções contidas nesta bula são elaboradas em português científico clássico e laboratório. Entretanto, o sucesso do procedimento com o MTA REPAIR HP depende de um diagnóstico correto, de técnica adequada, habilidade, das condições do dente em tratamento e do quadro clínico do paciente. Este produto deve ser utilizado de acordo com as instruções de uso.

#### Armazenamento

Armazenar o produto em local seco e protegido da luz.

### ENGLISH

#### INTRODUCTION

MTA (Mineral Trioxide Aggregate), has established use in Endodontics due to the clinical results proven through numerous scientific studies. However, due to the physical properties inherent in the powder of the product, the "sticky" consistency hinders manipulation and transport of the material to the site of use.

To improve these characteristics, Angelon has developed a new formulation called MTA REPAIR HP - "High Plasticity" MTA. This new formula retains all the chemical and biological properties of the original MTA, while preserving the success of the treatment, but changes its physical properties (for example) the result is a product with greater plasticity, facilitating manipulation and insertion in the dental cavity.

© CAUTION Federal law restricts this device to sale by or on the order of a dentist.

#### DEFINITION

Constitutes the product prepared for use MTA REPAIR HP e um cimento endodôntico composto de alta plasticidade, composto de óxidos minerais na forma de duas partículas individuais. É indicado em casos de perfuração lateral, canal e linha retrograda no pólo de saída, perfuração subglútea por substituição interna, restauração, pontuação pulpar direta, pulserina, apicectomia e apicectomia.

- Indicado em canais e outros materiais
- Para formação de pontas de preparo após obturação com uma file de irrigação e irrigação controlada direta.
- Adição de resina modificada (CaMO) que não causa mancha de raiz no esmalte dental.
- Baixa solubilidade.
- Excelente capacidade de selamento marginal por expansão controlada de pólio que impede a migração de microorganismos e fluidos para o interior do canal.
- Excelente capacidade de selamento marginal por expansão controlada de pólio e formação de cimento de trióxido mineral.
- Indicação de formação de barreira dentinária quando usado sobre restauração papilar.
- Permite utilização em áreas úmidas com maior plasticidade.

#### COMPOSITION

- PH: Sólido: trióxido 70CaO 50%, óxido de zinco 70CaO 50%, Aluminato trióxido 70CaO 50%, Óxido de Cálcio/CaO, Trióxido de Cálcio/CaO.
- Líquido: Água e Plastificante.

**ATENÇÃO:** Este produto deve ser utilizado de acordo com as instruções de uso. O fabricante não se responsabiliza por falhas ou danos decorrentes ou não decorrentes de uso incorreto do produto.

**ATENCIÓN:** Este producto debe ser usado de acuerdo con las instrucciones de este manual. El fabricante no se responsabiliza por falhas o daños causados por el uso incorrecto de este producto, o por la utilización de instrucciones que no sean las de este manual.

**ATTENTION:** This product must be used according to the instructions described in this manual. The manufacturer is not responsible for failure or damage caused by incorrect handling or use.

#### At

Angelo Indústria de Produtos Odontológicos S/A  
CNPJ nº 07.913.035/01 - Tel.: (11) 6273.8234 - 14  
Rua Wladimir, 103 - Barro Branco  
CEP: 13400-010 - Linsópolis - SP - Brasil

**ATENCIÓN:** Este producto debe ser usado de acuerdo con las instrucciones de este manual. El fabricante no se responsabiliza por falhas o daños causados por el uso incorrecto de este producto, o por la utilización de instrucciones que no sean las de este manual.

**ATTENTION:** This product must be used according to the instructions described in this manual. The manufacturer is not responsible for failure or damage caused by incorrect handling or use.

**ATENCIÓN:** Este producto debe ser usado de acuerdo con las instrucciones de este manual. El fabricante no se responsabiliza por falhas o daños causados por el uso incorrecto de este producto, o por la utilización de instrucciones que no sean las de este manual.

**ATTENTION:** This product must be used according to the instructions described in this manual. The manufacturer is not responsible for failure or damage caused by incorrect handling or use.

**ATENCIÓN:** Este producto debe ser usado de acuerdo con las instrucciones de este manual. El fabricante no se responsabiliza por falhas o daños causados por el uso incorrecto de este producto, o por la utilización de instrucciones que no sean las de este manual.

**ATTENTION:** This product must be used according to the instructions described in this manual. The manufacturer is not responsible for failure or damage caused by incorrect handling or use.

**ATENCIÓN:** Este producto debe ser usado de acuerdo con las instrucciones de este manual. El fabricante no se responsabiliza por falhas o daños causados por el uso incorrecto de este producto, o por la utilización de instrucciones que no sean las de este manual.

**ATTENTION:** This product must be used according to the instructions described in this manual. The manufacturer is not responsible for failure or damage caused by incorrect handling or use.

**ATENCIÓN:** Este producto debe ser usado de acuerdo con las instrucciones de este manual. El fabricante no se responsabiliza por falhas o daños causados por el uso incorrecto de este producto, o por la utilización de instrucciones que no sean las de este manual.

**ATTENTION:** This product must be used according to the instructions described in this manual. The manufacturer is not responsible for failure or damage caused by incorrect handling or use.

**ATENCIÓN:** Este producto debe ser usado de acuerdo con las instrucciones de este manual. El fabricante no se responsabiliza por falhas o daños causados por el uso incorrecto de este producto, o por la utilización de instrucciones que no sean las de este manual.

**ATTENTION:** This product must be used according to the instructions described in this manual. The manufacturer is not responsible for failure or damage caused by incorrect handling or use.

**ATENCIÓN:** Este producto debe ser usado de acuerdo con las instrucciones de este manual. El fabricante no se responsabiliza por falhas o daños causados por el uso incorrecto de este producto, o por la utilización de instrucciones que no sean las de este manual.

**ATTENTION:** This product must be used according to the instructions described in this manual. The manufacturer is not responsible for failure or damage caused by incorrect handling or use.

**ATENCIÓN:** Este producto debe ser usado de acuerdo con las instrucciones de este manual. El fabricante no se responsabiliza por falhas o daños causados por el uso incorrecto de este producto, o por la utilización de instrucciones que no sean las de este manual.

**ATTENTION:** This product must be used according to the instructions described in this manual. The manufacturer is not responsible for failure or damage caused by incorrect handling or use.

**ATENCIÓN:** Este producto debe ser usado de acuerdo con las instrucciones de este manual. El fabricante no se responsabiliza por falhas o daños causados por el uso incorrecto de este producto, o por la utilización de instrucciones que no sean las de este manual.

**ATTENTION:** This product must be used according to the instructions described in this manual. The manufacturer is not responsible for failure or damage caused by incorrect handling or use.

**ATENCIÓN:** Este producto debe ser usado de acuerdo con las instrucciones de este manual. El fabricante no se responsabiliza por falhas o daños causados por el uso incorrecto de este producto, o por la utilización de instrucciones que no sean las de este manual.

**ATTENTION:** This product must be used according to the instructions described in this manual. The manufacturer is not responsible for failure or damage caused by incorrect handling or use.

**ATENCIÓN:** Este producto debe ser usado de acuerdo con las instrucciones de este manual. El fabricante no se responsabiliza por falhas o daños causados por el uso incorrecto de este producto, o por la utilización de instrucciones que no sean las de este manual.

**ATTENTION:** This product must be used according to the instructions described in this manual. The manufacturer is not responsible for failure or damage caused by incorrect handling or use.

**ATENCIÓN:** Este producto debe ser usado de acuerdo con las instrucciones de este manual. El fabricante no se responsabiliza por falhas o daños causados por el uso incorrecto de este producto, o por la utilización de instrucciones que no sean las de este manual.

**ATTENTION:** This product must be used according to the instructions described in this manual. The manufacturer is not responsible for failure or damage caused by incorrect handling or use.

**ATENCIÓN:** Este producto debe ser usado de acuerdo con las instrucciones de este manual. El fabricante no se responsabiliza por falhas o daños causados por el uso incorrecto de este producto, o por la utilización de instrucciones que no sean las de este manual.

**ATTENTION:** This product must be used according to the instructions described in this manual. The manufacturer is not responsible for failure or damage caused by incorrect handling or use.

**ATENCIÓN:** Este producto debe ser usado de acuerdo con las instrucciones de este manual. El fabricante no se responsabiliza por falhas o daños causados por el uso incorrecto de este producto, o por la utilización de instrucciones que no sean las de este manual.

# Bula Biodentine

LDV Dental Ltda  
Rua XV de Novembro, nº 9944, Testo Central  
Pomerode - SC - Brasil  
CEP 89107-000  
Tel.: 47 3395-6115 / 0800471020  
info@ldv.com.br - www.ldv.com.br

**Fabricante:**  
Septodont  
58, rue du Pont de Créteil  
94107 Saint-Maur-des-Fossés  
França

## MODELOS COMERCIAIS:

### Formas de apresentação:

- Embalagem com 15 cápsulas de pó e 15 ampolas dose única. Acompanha 15 espátulas.
- Embalagem com 5 cápsulas de pó e 5 ampolas dose única. Acompanha 5 espátulas.

### PARTES E ACESSÓRIOS:

O produto Biodentine® (pó + líquido) é comercializado em forma de kit contendo espátulas. As espátulas devem ser utilizadas para a retirada do material preparado a partir da mistura do pó com o líquido. Em cada apresentação é disponibilizada uma quantidade de espátulas compatível com a quantidade de monodoses/cápsulas.

### ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS (COMPOSIÇÃO):

Componente	Composição
<b>Pó</b>	Silicato Tricalcico Óxido de Zircônio Óxido de Cálcio Carbonato de Cálcio Pigmento Amarelo Pigmento Vermelho Óxido de Ferro Marrom
<b>Líquido</b>	Cloreto de Cálcio Dihidratado Água Purificada

### DESCRIÇÃO

Biodentine é um substituto bioativo da dentina, produto da inovação *Active Biosilicate Technology™*.

### PROPRIEDADES

- 1) Biodentine possui propriedades mecânicas similares à dentina saudável, podendo, dessa forma, substituí-la tanto em nível coronário como em nível radicular, sem tratamento prévio de superfície dos tecidos calcificados.
- 2) Biodentine possui ingredientes minerais de alta pureza isentos de monômero, sendo totalmente biocompatível.
- 3) Biodentine é capaz de proporcionar as condições mais adequadas para a manutenção da vitalidade pulpar, garantindo uma camada protetora na superfície da dentina. Dessa forma, reduz-se o risco de sensibilidade pós-operatória e melhora a durabilidade de restaurações em dentes vitais.
- 4) Por ser bioativo, Biodentine estimula as células da polpa a

que aqueles criadas com materiais similares, representam a condição necessária para a cicatrização adequada da polpa.

- 5) Biodentine oferece um tempo de presa reduzido de até 12 minutos a contar a partir do início da mistura, para otimização do uso dentro da coroa.

O produto final Biodentine é obtido a partir da mistura da solução aquosa de cloreto de cálcio e excipientes contidos na ampola com o pó de silicato tricalcico presente na cápsula, com o uso de um equipamento amalgamador.

### INDICAÇÃO DE USO

#### Na coroa:

- Restauração permanente da dentina sob compostos ou preparos indiretos Inlay/Onlay
- Restauração temporária dentina-esmalte
- Restauração de lesões cariosas coronais profundas (ou grandes técnica sanduiche)
- Restauração de lesões radiculares cervicais
- Capaseamento pulpar
- Pulpotomia

#### Na raíz:

- Reparo de perfuração radicular
- Reparo de perfurações de furca
- Restauração estética em dentes anteriores;
- Apefização
- Restauração da porção terminal da raiz em cirurgia endodôntica (retro-obturação)

### CONTRAINDICAÇÃO

Hipersensibilidade a algum componente da fórmula.

### LIMITAÇÕES DE USO:

- Restauração de perda excessiva de substância dentária;
- Restauração estética em dentes anteriores;
- Tratamento de dentes com pulpa irreversível.

### EFEITOS COLATERAIS

Não são conhecidos efeitos colaterais referentes à utilização do produto.

### INSTRUÇÕES DE USO (PARA CADA INDICAÇÃO):

#### Instruções para o preparo de Biodentine

- 1) Abra uma cápsula e coloque-a no suporte para a cápsula.
- 2) Destacar uma ampola contendo o líquido e bater gentilmente na tampa para fazer todo o líquido a escoar para o fracionete.
- 3) Girar a tampa para abrir. Deve-se tomar cuidado para não derramar nenhuma gota do líquido da ampola.
- 4) Colocar 5 gotas do líquido na cápsula.
- 5) Fechar a cápsula. Colocá-la em um amalgamador em uma velocidade de 4000-4200 rotações/min.
- 6) Deixar agitar por 30 segundos.
- 7) Abrir a cápsula e verifique a consistência do material.
- 8) Se desejar uma consistência mais espessa, aguarde 30 segundos a 1 minuto antes de checar mais uma vez, sem exceder o tempo de trabalho. Se, após este procedimento, o material apresentar uma consistência arenosa e não cremosa, adicione mais uma gota do líquido e misture no

restauração diretas ou indiretas (inlay/onlay), e particularmente com todos os tipos de sistemas adesivos.

### Capaseamento pulpar:

- Avaliar a vitalidade do dente por meio de testes convencionais. Biodentine não é indicado para o tratamento de dentes com pulpa irreversível.
- 1) Fazer o isolamento absoluto do campo operatório.
  - 2) Remover a dentina cariada com auxílio de uma ponta diamantada esférica ou um escavador de dentina.
  - 3) Em casos onde a cárie atingiu uma ou mais face proximal, remova-a e coloque uma matriz na face proximal do dente que foi preparada.
  - 4) Se houver hemorragia na polpa do dente é necessário que seja controlada antes de se aplicar o Biodentine.
  - 5) Preparar o Biodentine conforme indicado (Instruções para o preparo de Biodentine).
  - 6) Aplicar Biodentine diretamente sobre a polpa exposta evitando a formação de bolhas. Aplicar o material sem pressão excessiva, garantindo que haja uma adaptação adequada às paredes e margens da cavidade.
  - 7) Proceder com a restauração imediata ou não-imediata do esmalte, como indicado anteriormente.

### Pulpotomia:

- 1) Fazer o isolamento absoluto do campo operatório
- 2) Remova a dentina infectada com auxílio de uma fresa redonda ou uma "hand excavator". Consense a dentina afetada.
- 3) Acesse a câmara pulpar e realize a limpeza da câmara.
- 4) Se houver hemorragia na polpa do dente é necessário que seja controlada antes de se aplicar o Biodentine.
- 5) Em casos onde a cárie atingiu uma ou mais face proximal, remova-a e coloque uma matriz na face proximal do dente que foi preparada.
- 6) Prepare o Biodentine conforme indicado (Instruções para o preparo de Biodentine).
- 7) Insira o Biodentine na cavidade, evitando a formação de bolhas. Aplicar o material sem pressão excessiva, garantindo que haja uma adaptação adequada às paredes e margens da cavidade.
- 8) Modele a superfície a ser restaurada.
- 9) Aguarde o término do tempo de presa (12 minutos) antes de remover a matriz.
- 10) Para otimizar as propriedades mecânicas do material e facilitar a remoção da matriz pode-se aplicar um verniz sobre a superfície de restauração.
- 11) Verifique a oclusão
- 12) No período entre uma semana e seis meses após a utilização do Biodentine, prepare a cavidade de acordo com os critérios recomendados para o material de restauração escolhido. O material Biodentine remanescente pode ser considerado como uma dentina saudável e deixado permanentemente em áreas profundas da cavidade

e compatível com todas as técnicas de restauração diretas ou indiretas (inlay/onlay), e particularmente com todos os tipos de sistemas Adesivos.

### Reparo de Perfurações Radiculares

- 1) Fazer o isolamento absoluto do campo operatório.
- 2) Preparar o canal radicular alternando o uso de instrumentos endodônticos adequados e uma solução de hipoclorito de sódio.
- 3) Secar o canal com pontas de papel e utilizar uma solução de clorexidina ou pasta de hidróxido de cálcio para desinfecção entre as sessões. Proteger a restauração provisória, fechando hermeticamente a cavidade com cimento provisório (por ex.: Cimpat - Septodont - Registro ANVISA Nº 10291220067).
- 4) Na próxima sessão (geralmente uma semana depois), proceder com o isolamento completo do campo operatório para a remoção da restauração provisória da coroa. Limpar o canal alternadamente usando uma solução de hipoclorito de sódio e instrumentos endodônticos adequados. Secar o canal com pontas de papel.
- 5) Preparar Biodentine conforme indicado (Instruções para o preparo de Biodentine).
- 6) Colocar Biodentine no local utilizando um instrumento apropriado.
- 7) Condensar Biodentine com um condensador.
- 8) Realizar uma radiografia para controle da restauração.
- 9) Retire o excesso de material e coloque um cimento de obturação provisória.
- 10) Completar o tratamento de canal na próxima sessão, de acordo com as recomendações atuais.

### Reparo de Perfurações de furca:

- 1) Fazer o isolamento absoluto do campo operatório
- 2) Enxaguar a cavidade com uma solução de hipoclorito de sódio para desinfetar a área.
- 3) Se houver hemorragia na polpa do dente é necessário que seja controlada antes de se aplicar o Biodentine.
- 4) Secar a câmara pulpar.
- 5) Preparar Biodentine conforme indicado (Instruções para o preparo de Biodentine).
- 6) Aplicar o Biodentine e condensar. O tratamento da perfuração e a restauração de coroa são realizados em uma única etapa.
- 7) Realizar uma radiografia para verificar se o material está corretamente posicionado.
- 8) Remover o material em excesso.
- 9) Na sessão subsequente, se forem constatados todos os sinais clínicos de sucesso do tratamento, a possibilidade de uma restauração permanente poderá ser considerada.

### Reparo de Reabsorções de Perfuração Interna:

- 1) Fazer o isolamento absoluto do campo operatório.
- 2) Preparar o canal radicular alternando o uso de instrumentos endodônticos adequados e uma solução de hipoclorito de sódio.

secagem pode ocorrer um crescimento.

- 9) Retirar Biodentine com auxílio de uma espátula fornecida com o produto. Dependendo da aplicação desejada, é possível aplicar Biodentine com um porta amalgama, uma espátula ou um dispositivo do tipo Missing Gun (aplicador de MTA). Após aplicação lavar imediatamente com água os instrumentos para remover qualquer resíduo de material.

### Restauração direta imediata do esmalte

Avaliar a vitalidade do dente por meio de testes convencionais: Biodentine não é indicado para o tratamento de dentes com pulpa irreversível.

- 1) Fazer o isolamento absoluto do campo operatório.
- 2) Remover a dentina cariada com auxílio de uma ponta diamantada esférica ou um escavador de dentina.
- 3) Em casos onde a cárie atingiu uma das faces proximais remova-a, e coloque uma matriz na face proximal do dente que foi preparada.
- 4) Preparar o Biodentine conforme indicado (Instruções para o preparo de Biodentine).
- 5) Insirir o Biodentine na cavidade, de forma que o volume de dentina removido seja substituído pelo mesmo volume de Biodentine, evitando a formação de bolhas. Aplicar o material sem pressão excessiva, garantindo que haja uma adaptação adequada às paredes e margens da cavidade.
- 6) Aguardar o tempo de presa antes de realizar o processo de restauração do esmalte. Biodentine é compatível com todas as técnicas de restauração direta e particularmente com todos os tipos de sistemas adesivos.

### Restauração de Esmalte Não-imediata

Avaliar a vitalidade do dente por meio de testes convencionais: Biodentine não é indicado para o tratamento de dentes com pulpa irreversível.

- 1) Fazer o isolamento absoluto do campo operatório.
- 2) Remover a dentina cariada com auxílio de uma ponta diamantada esférica ou um escavador de dentina.
- 3) Em casos onde a cárie atingiu uma ou mais face proximal, remova-a e coloque uma matriz na face proximal do dente que foi preparada.
- 4) Preparar o Biodentine conforme indicado (Instruções para o preparo de Biodentine).
- 5) Insira o Biodentine na cavidade, evitando a formação de bolhas. Aplicar o material sem pressão excessiva, garantindo que haja uma adaptação adequada às paredes e margens da cavidade.
- 6) Modelar a superfície da restauração.
- 7) Aguardar o tempo de presa antes de remover a matriz.
- 8) Para otimizar as propriedades mecânicas do material e facilitar a remoção da matriz pode-se aplicar um verniz sobre a superfície de restauração.
- 9) Verificar a oclusão
- 10) No período entre uma semana e seis meses após a utilização do Biodentine, preparar a cavidade de acordo com os critérios recomendados para o material de restauração escolhido.

O material Biodentine remanescente pode ser considerado como uma dentina artificial sã, podendo, desta forma, ser deixado permanentemente em áreas mais profundas da

pasta de hidróxido de cálcio para dessecção entre as sessões. Proteger a restauração provisória, fechando hermeticamente a cavidade com cimento provisório.

- 4) Na próxima sessão (geralmente uma semana depois), proceder com o isolamento completo do campo operatório para a remoção da restauração temporária da coroa. Limpar o canal alternadamente usando uma solução de hipoclorito de sódio e instrumentos endodônticos adequados. Secar o canal com pontas de papel.
- 5) Preparar Biodentine conforme indicado (Instruções para o preparo de Biodentine).
- 6) Aplicar Biodentine na área com o uso de um instrumento apropriado.
- 7) Condensar o Biodentine com um condensador.
- 8) Realizar uma radiografia para verificar se o material está corretamente posicionado.
- 9) Remover o excesso de material e adicionar um cimento provisório.
- 10) Completar o tratamento de canal radicular na próxima sessão, de acordo com as recomendações vigentes.

### Apefização

- 1) Fazer o isolamento absoluto do campo operatório.
- 2) Preparar o canal radicular alternando o uso de instrumentos endodônticos adequados e uma solução de hipoclorito de sódio.
- 3) Secar o canal com pontas de papel e utilizar uma pasta de hidróxido de cálcio para desinfecção entre as sessões. Proteger a restauração provisória, fechando hermeticamente a cavidade com cimento provisório, (por exemplo: Cimpat - Septodont, Registro ANVISA nº 10291220067).
- 4) Na próxima sessão (geralmente uma semana depois), proceder com o isolamento completo do campo operatório para a remoção da restauração provisória da coroa. Limpar o canal alternadamente usando uma solução de hipoclorito de sódio e instrumentos endodônticos adequados. Secar o canal com pontas de papel.
- 5) Preparar Biodentine conforme indicado (Instruções para o preparo de Biodentine).
- 6) Aplicar Biodentine no canal com o auxílio de um instrumento apropriado.
- 7) Condensar Biodentine com um condensador.
- 8) Realizar uma radiografia para verificar se o material está corretamente posicionado.
- 9) Remover o excesso de material e preencher com um cimento provisório, (por ex.: Cimpat - Septodont).
- 10) Completar o tratamento de canal radicular na próxima sessão, de acordo com as recomendações vigentes.

### Restauração da porção terminal da raiz em cirurgia endodôntica

- 1) Acessar o local específico seguindo as recomendações convencionais para cirurgia endodôntica.

específica, preparar a cavidade na porção terminal, 3 a 5 mm mais profundo na porção apical do canal radicular.

- 3) Isolar a área. Acabar de hemostasia. Seque a cavidade com pontas de papel.
- 4) Preparar Biodentine conforme indicado (ver Instruções para o preparo de Biodentine).
- 5) Aplicar Biodentine na cavidade com o auxílio de um instrumento apropriado. Condensar o Biodentine com um condensador.
- 6) Remover o excesso de material e limpar a superfície do canal.
- 7) Realizar uma radiografia para verificar se o material está corretamente posicionado.

### ADVERTÊNCIAS E/OU PRECAUÇÕES:

Uso profissional.  
Garantir o isolamento completo do campo operatório. Evitar a exposição à água ou outros líquidos durante o estágio inicial de secagem, uma vez que líquidos contaminados reduzem o tempo de secagem do material.

Se for necessário adicionar outra gota do líquido, aguardar até o final do tempo de secagem antes de executar a restauração permanente do esmalte ou remover a matriz, se necessário.  
Produto de uso único: este produto foi projetado para ser utilizado para um único paciente. A reutilização pode causar contaminação.

**Uso único.** Devido ao design (ampola dose única/cápsula), o produto Biodentine deve ser utilizado uma única vez por paciente. Qualquer reutilização pode causar o risco de contaminação. Além disso, uma vez obtida a mistura pó/líquido, o produto endurece rapidamente, o que impede a reutilização para outra aplicação em outro paciente.

### Produto não estéril.

### Proibido Reprocessar.

**ARMAZENAMENTO:**  
Armazenar em temperatura inferior a 25°C, em local seco.

**VALIDADE:** 24 meses a partir da data de fabricação.

**Responsável Técnico:** Tais Cúgola Coelho Pereira - CRF-SC: 13.884

**Registro ANVISA nº:** 10291220101

**Biodentine**  
Cimento Odontológico



SEPTODONT  
58, rue du Pont de Créteil  
94107 Saint-Maur-des-Fossés  
Cedex - France  
Tel: 33 (0)1 49 76 70 00

02/18

05 38 286 00 4

**Biodentine**  
Cimento Odontológico

**Biodentine**  
Cimento Odontológico

**Biodentine**  
Cimento Odontológico

**Biodentine**  
Cimento Odontológico