

# AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA AGITAÇÃO ULTRASSÔNICA NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE DOIS MATERIAIS REPARADORES UTILIZADOS PARA SELAR PERFURAÇÕES NA FURCA

Recebido em: 10/07/2023

Aceito em: 09/08/2023

DOI: 10.25110/arqsaude.v27i8.2023-014

Liziane Vasconcelos Carneiro<sup>1</sup>  
Bernardo Almeida Aguiar<sup>2</sup>  
Suyane Maria Luna Cruz<sup>3</sup>  
Elilton Cavalcante Pinheiro Júnior<sup>4</sup>  
Nilton Vivacqua-Gomes<sup>5</sup>  
Bruno Carvalho de Vasconcelos<sup>6</sup>

**RESUMO:** Avaliou-se a influência da utilização da agitação ultrassônica na resistência de união à dentina, por meio de push-out, proporcionada pelos cimentos MTA-Angelus branco (MTA) e Biodentine (BD), empregados no selamento de perfurações de furca. Foram utilizados 48 primeiros ou segundos molares inferiores, com raízes não fusionadas, distantes cerca de 2 mm entre si na porção cervical das mesmas. Os dentes foram acessados e, em seguida, as raízes foram seccionadas transversalmente abaixo da junção cimento-esmalte. Os dentes foram montados em blocos de sílica de adição e perfurações de furca realizadas em seus assoalhos paralelamente ao longo eixo dos dentes e perpendiculares aos assoalhos dentais. A amostra foi dividida em quatro grupos (n = 12) em função do material reparador e da utilização ou não da agitação ultrassônica (AU). Quando empregada, a AU foi aplicada em 2 ciclos de 20 segundos por meio de inserto cônico liso acionado por ultrassom piezoelétrico. Concluídos os selamentos eles foram protegidos com cimento de ionômero de vidro e os dentes imersos em PBS. Decorridos 7 dias discos com 1 mm de altura foram retirados dos assoalhos dentais com auxílio de cortadora metalográfica e levados à máquina de ensaio universal. Os resultados expressos em MPa foram submetidos aos testes ANOVA dois fatores e de Bonferroni. Os maiores valores de resistência obtidos foram no grupo Biodentine com ultrassom (29,41 MPa), seguidos em ordem decrescente pelos grupos Biodentine sem ultrassom; MTA com ultrassom e MTA sem ultrassom (3,72 MPa). Nas condições do estudo concluiu-se que o

<sup>1</sup> Especialista em Endodontia pelo Instituto de Ensino Superior de Olinda (IESO). São Leopoldo Mandic. E-mail: [liziane\\_vasconcelos@hotmail.com](mailto:liziane_vasconcelos@hotmail.com)

<sup>2</sup> Mestre em Clínica Odontológica pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará (PPGO-FFOE-UFC). E-mail: [bernardoaguiarce@hotmail.com](mailto:bernardoaguiarce@hotmail.com)

<sup>3</sup> Doutora em Clínica Odontológica pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará (PPGO-FFOE-UFC). Centro Universitário Fametro (UNIFAMETRO). E-mail: [Suyane.cruz@professor.unifametro.edu.br](mailto:Suyane.cruz@professor.unifametro.edu.br)

<sup>4</sup> Doutor em Clínica Odontológica pela Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas (FOP-UNICAMP). Universidade de Fortaleza (UNIFOR). E-mail: [elilton@unifor.br](mailto:elilton@unifor.br)

<sup>5</sup> Doutor em Clínica Odontológica pela Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas (FOP-UNICAMP). São Leopoldo Mandic. E-mail: [professornilton@hotmail.com](mailto:professornilton@hotmail.com)

<sup>6</sup> Pós-Doutor em Endodontia pela Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo (FOB-USP). Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal do Ceará (FFOE/UFC). E-mail: [bcv@ufc.br](mailto:bcv@ufc.br) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4415-5680>

BD apresentou maior resistência de união à dentina radicular; ainda, que a agitação ultrassônica influenciou positivamente na resistência de união do material à dentina.

**PALAVRAS-CHAVE:** Endodontia; Selamento de Perfuração; MTA; Biodentine; Agitação Ultrassônica; Resistência de União.

### **ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF ULTRASONIC AGITATION ON THE JOINT RESISTANCE OF TWO REPAIRING MATERIALS USED TO SEAL PERFORATIONS IN THE BURNING**

**ABSTRACT:** We evaluated the influence of the use of ultrasonic agitation on the resistance to the dentin, by means of push-out, provided by the white MTA-Angelus (MTA) and Biodentine (BD) cements, used in the sealing of drilling holes. 48 first or second lower molars were used, with unfused roots, about 2 mm apart in the cervical portion of them. The teeth were accessed and then the roots were sectioned transversely below the cementenamel junction. The teeth were mounted in addition silicon blocks and hole drills performed on their floors parallel along the axis of the teeth and perpendicular to the dental floorings. The sample was divided into four groups (n = 12) depending on the repair material and whether ultrasonic agitation (AU) was used. When employed, the AU was applied in 2 20-second cycles by means of a smooth conical insert activated by piezoelectric ultrasound. Once the seals were completed, they were protected with glass ionomer cement and the teeth immersed in PBS. After 7 days, 1 mm high disks were removed from the dental floorboards with the aid of a metallographic cutter and taken to the universal test machine. Results expressed in MPa were submitted to two-factor and Bonferroni ANOVA tests. The highest resistance values obtained were in the group Biodentine with ultrasound (29.41 MPa), followed in descending order by the groups Biodentine without ultrasound; MTA with ultrasound and MTA without ultrasound (3.72 MPa). Under the conditions of the study, it was concluded that BD showed greater resistance to root dentin binding; also, that ultrasonic agitation positively influenced the resistance of the material to dentin binding.

**KEYWORDS:** Endodontics; Perforation Sealing; MTA; Biodentine; Ultrasonic Agitation; Union Resistance.

### **EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA AGITACIÓN ULTRASÓNICA EN LA RESISTENCIA DE LA UNIÓN DE DOS MATERIALES DE REPARACIÓN UTILIZADOS PARA SELLAR OTRAS PERFORACIONES**

**RESUMEN:** La influencia del uso de la agitación ultrasónica sobre la resistencia de la unión a la dentina se evaluó mediante un estiramiento, proporcionado por los cementos blancos (MTA) y biodentinos (BD) MTA-Angelus, empleados en el sello de los taladros. Se utilizaron los primeros o segundos molares inferiores, con raíces sin fundir, a unos 2 mm de distancia en la porción cervical de las raíces. Se accedió a los dientes y luego las raíces se seccionaron transversalmente por debajo de la unión cemento-enamel. Los dientes se ensamblaron además bloques de silicona y agujeros de perforación en sus pisos a lo largo del eje de los dientes y perpendiculares al suelo dental. La muestra se dividió en cuatro grupos (n = 12) según el material de reparación y si se utilizó o no la agitación ultrasónica (AU). Cuando se empleó, la UA se aplicó en 2 ciclos de 20 segundos mediante una inserción cónica suave activada por ultrasonido piezoeléctrico. Una vez concluidos los sellos, se protegieron con cemento ionómero de vidrio y los dientes se sumergieron en PBS. Al cabo de 7 días, los discos de 1 mm de altura se retiraron del suelo de corte metálico y se llevaron a la máquina de ensayo universal. Los resultados expresados como

MPa se apresentaram a las pruebas de dos factores ANOVA y Bonferroni. Los valores de resistencia más altos obtenidos fueron en el grupo de Biodentina con ultrasonido (29,41 MPa), seguidos en orden descendente por los grupos de Biodentina sin ultrasonido; MTA de ultrasonido y MTA libre de ultrasonido (3,72 MPa). En las condiciones del estudio se concluyó que la DB mostró mayor resistencia de la unión a la dentina raíz; y que la agitación ultrasónica tuvo una influencia positiva en la resistencia del material a la dentina.

**PALABRAS CLAVE:** Endodontia; Sello de Perforación; MTA; Biodentina; Agitación Ultrasónica; Resistencia de la Unión.

## 1. INTRODUÇÃO

As perfurações radiculares são comunicações patológicas entre o canal radicular e os tecidos perirradiculares normalmente provocadas por reabsorções, cáries ou iatrogenias (AAE, 2015). Elas são mais comumente ocasionadas durante as etapas operatórias do tratamento endodôntico, podendo levar o tratamento ao insucesso caso não sejam solucionadas em um curto período (ASLAN, 2015).

O material ideal para selar perfurações radiculares deve fornecer vedação adequada, ser biocompatível, de fácil manuseio, insolúvel, dimensionalmente estável, radiopaco, induzir a formação de tecido mineralizado, conferir adequado tempo de presa, não causar descoloração coronária e oferecer boa resistência à compressão (FORD *et al.*, 1995; FUSS *et al.*, 1996). Nos dias atuais, os materiais mais comumente empregados para este propósito são os cimentos à base de agregado trióxido mineral, dentre eles o MTA-Angelus (MTA; Angelus Ind. Prod. Odont. S/A, Londrina PR, Brasil) (OZEL *et al.*, 2022). Os cimentos à base de MTA têm no silicato de cálcio seu principal componente, o que o faz compatível com os tecidos dentários (MAIN *et al.*, 2004). Entretanto, apresentam comumente algumas limitações como elevado tempo de presa, dificuldade de manuseio e risco de proporcionar descoloração dentária (ASLAN, 2015).

Face a essas limitações, outros materiais vêm sendo desenvolvidos e testados, dentre eles, o Biodentine (BIO; Septodont, Saunt-Maur-des-Fósses, Cedex, França) (AGUIAR *et al.*, 2019). Ele é divulgado como um substituto bioativo da dentina, apresentado em cápsulas, que devem ter o líquido adicionado e, em seguida serem agitadas em amalgamador para agitação (SEPTODONT, 2012). O líquido é composto por água, cloreto de cálcio (acelerador), um polímero hidrossolúvel e um agente redutor de água. O pó é composto por silicato tricálcico, carbonato de cálcio e óxido de zircônio (SEPTODONT, 2012). Estudos comparando as propriedades do Biodentine com as

oferecidas por cimentos à base de MTA apontam vantagens para o primeiro, dentre eles uma maior resistência ao deslocamento (GUNESER; AKBULUT; ELDENIZ, 2013; AGUIAR *et al.*, 2019).

Paralelamente às observações a respeito das propriedades dos cimentos reparadores, autores avaliaram a possível influência de agitação ultrassônica (AU), aplicada durante a inserção desse tipo de material, na resistência ao deslocamento (AGUIAR *et al.*, 2019); estes concluíram que o emprego do ultrassom incrementou a resistência de união dos materiais à dentina. Em função do exposto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a resistência de união (push-out) à dentina do assoalho de câmara pulpar de molares inferiores proporcionada por dois materiais seladores de perfurações, o MTA e o BIO, quando do emprego da AU e assim contribuir para a escolha do material a ser utilizados pelos profissionais nos casos de perfurações e sua forma de inserção, visando atingir melhores taxas de sucesso quando ocorrerem essas intercorrências clínicas. Foi aceito como hipótese nula que não seriam observadas diferenças significantes em função do emprego da AU ou entre os materiais.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Cálculo Amostral e Preparo dos Espécimes

Tomando por base estudo de Aguiar *et al.* (2019) foi realizado o cálculo amostral; este apontou a necessidade de 12 amostras por grupo para o estudo. De posse desta informação a pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa local (#5.861.028). Foram captados 48 molares inferiores humanos, extraídos por motivos alheios ao estudo. Com auxílio de um paquímetro digital, a distância entre as raízes mesiais e distais foi determinada, sendo incluídos unicamente dentes que possuíssem distância inter-radicular de aproximadamente  $2,0 \pm 0,4$  mm; dentes fora deste padrão foram substituídos. Eles foram acessados com pontas diamantadas esféricas (#1014; KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), seguidas por pontas tronco-cônicas de ponta inativa #3081, ambas acionadas em alta rotação. A espessura dos assoalhos também foi medida com auxílio de espessímetro (Golgran, São Caetano do Sul, SP, Brasil). Obtida a amostra, os 48 dentes foram limpos e armazenados em timol a 0,1% até a realização dos passos laboratoriais.

Iniciou-se o preparo das amostras pela secção transversal das raízes mesiais e distais ao nível de seus terços médios, e das coroas por meio de disco de corte dupla face

(OdontoMega, Ribeirão Preto, SP, Brasil) acionado em cortadora metalográfica, sempre paralelo ao plano do assoalho. Em seguida, os espécimes tiveram suas porções radiculares moldadas em silicona de adição, confeccionando-se moldes, que também serviram de apoios para os dentes. Perfurações padronizadas foram então realizadas no centro dos assoalhos dos espécimes com brocas carbide #6 (1,5 mm; FG Dental, Niteroi, RJ, Brasil), acionadas em baixa rotação, seguindo direção perpendicular ao assoalho e paralelo ao longo eixo do dente. Para maior precisão e padronização das perfurações foi utilizado um delineador (BIO-ART, São Carlos, SP, Brasil), no qual foi estabilizada a peça de mão munida da broca carbide por meio de um suporte de caneta para delineador (BIO-ART).

## 2.2 Divisão entre os Grupos e Inserção dos Materiais

Concluído o preparo das amostras, os espécimes foram então randomicamente distribuídos em dois grupos de 24 dentes em função dos cimentos (MTA e BIO); em seguida foram divididos em dois subgrupos ( $n = 12$ ) em função do emprego ou não AU.

Previamente a inserção dos seladores, os dentes foram devolvidos aos seus moldes e receberam irrigação com 3,0 mL de soro fisiológico (Sorimax; Farmax, Divinópolis, MG, Brasil). As perfurações foram então suavemente secas com breve aspiração (4 s) seguida suave compressão com gaze estéril. Passou-se a manipulação dos materiais que seguiu as recomendações dos fabricantes tanto quanto a proporção quanto à forma; BIO: 1 cápsula para 5 gotas agitado em amalgamador (Dent Mix; Dentemed, Belo Horizonte, MG, Brasil) e MTA 1 g de pó para 0,33 g de líquido, medido em balança de precisão (ATY224; Shimadzu, Quioto, Japão) manipulado em placa de vidro.

A inserção dos biomateriais foi realizada com auxílio de um micro aplicador de MTA (Angelus Ind. Prod. Odont. S/A). Independente do material, os cimentos foram levemente condensados no momento de sua inserção até alcançarem o limite do assoalho; metade dos espécimes receberam, neste momento, a AU, que empregou aparelho de ultrassom piezoelétrico (Piezon Master 200; EMS, Nyon, Genebra, Suíça), munido de inserto inteiriço cônico liso (E8; Helse Ultrasonics, Santa Rosa do Viterbo, SP, Brasil), programado para potência #3 (aproximadamente 30%), sem irrigação. Foram realizados 2 ciclos de 20 s, 1 em cada direção (mésio-distal e vestibulo-lingual). Ao final do preenchimento inicial ou após a AU, os selamentos das perfurações receberam condensação vertical mais vigorosa por meio de condensadores de amálgama.

Concluídos os selamentos das perfurações, tomadas radiográficas tanto em sentido méso-distal quanto vestibulo-lingual foram realizadas no intuito de verificar sua qualidade; no caso de falhas os espécimes foram substituídos. Restaurações provisórias em IRM (Dentsply do Brasil, Petrópolis, RJ, Brasil) foram confeccionadas e os espécimes armazenados em estufa a 37° C, imersos em solução tampão fosfato-salino até o limite da junção cimento-esmalte, por um período de sete dias.

### **2.3 Teste de Resistência ao Cisalhamento por Extrusão (Push-Out)**

Decorrido o período de armazenamento, os espécimes foram removidos do dispositivo e levados à Máquina de Ensaio Universal para realização do teste de resistência ao cisalhamento por extrusão (push-out). A máquina universal (Instron #3345; Instron, Springfield, IL, EUA) foi calibrada com velocidade constante de 0,5 mm/min; a mesma impôs uma força vertical até ocorrer o deslocamento do material. Para tal, punch com 1,0 mm de diâmetro em sua ponta foi acoplado ao braço superior do equipamento e posicionados no centro dos tampões; no outro braço uma placa de aço com furo central de 3,0 mm de diâmetro foi adaptada para servir de apoio ao espécime e possibilitar o escape do material. Os resultados foram fornecidos pela máquina de ensaio em KN; tais valores foram, em função da área de união (em mm<sup>2</sup>), transformados em MPa.

### **2.4 Análise Estatística dos Resultados**

Os dados, calculados em função dos valores de resistência de união, foram lançados na curva de normalidade que determinou natureza não paramétrica dos mesmos. Na tentativa de torná-los valores normais, transformou-se os mesmos em raiz quadrada. Com isso, em função do delineamento do estudo aplicou-se a análise de variância a ANOVA 2 fatores e teste complementar de Bonferroni, ambos com  $P < 0,05$ .

## **3. RESULTADOS**

A Tabela 1 apresenta as médias os desvios-padrão, as medianas e os valores máximos e mínimos dos valores de resistência de união apresentados pelos espécimes dos quatro grupos experimentais. Os maiores valores de resistência obtidos foram no grupo Biodentine com ultrassom (29,41 MPa), seguidos em ordem decrescente pelos grupos Biodentine sem ultrassom; MTA com ultrassom e MTA sem ultrassom (3,72 MPa).



Considerando a análise fatorial, quando comparado unicamente o fator cimento (BIO vs MTA), foi observada diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ). Da mesma forma, quando analisado isoladamente o fator emprego ou não da AU, foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ). Quando avaliados os dois fatores associados, diferença significativa foi apontada entre BIO/AU e BIO, com vantagem para o primeiro ( $P < 0,05$ ) assim como nas outras conjugações de grupos, exceto MTA/AU vs MTA, que não apresentou diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ).

Tabela 1. Valores de resistência de união (MPa) apresentados pelos materiais em função do emprego da agitação ultrassônica.

Material	AU	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
BIO	sem	15,99 <sup>b</sup>	5,7	15,84	5,7	24,53
	com	29,41 <sup>a</sup>	10,0	29,12	10,0	42,36
MTA	sem	3,72 <sup>c</sup>	2,78	2,48	0,76	8,43
	com	6,05 <sup>c</sup>	3,06	5,49	1,72	10,46

a,b Letras diferentes sobrescritas representam significância estatística de acordo com os testes ANOVA 2 Fatores e Bonferroni ( $P < 0,05$ ).

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

#### 4. DISCUSSÃO

O emprego de materiais com melhores características biológicas em detrimento a materiais unicamente inertes tem sido o foco da Endodontia quando se busca o selamento de perfurações. Reconhecer que o material empregado, além de selar, poderia estimular o processo de reparo tem levado as pesquisas com os cimentos endodônticos reparadores a outro patamar. Tendo isso como base, o presente estudo avaliou os cimentos BIO e MTA e sua interação com a AU no momento de sua inserção em perfurações de furca, o que, até o presente, não havia sido observado em nenhum estudo anterior. Os achados apontam superioridade do BIO frente ao MTA e um incremento na resistência de união proporcionada quando do emprego da AU, observações que acabam por negar a hipótese de nulidade previamente levantada.

Foram utilizados unicamente molares inferiores com raízes não fusionadas de modo a tornar possível o teste de resistência de união ao cisalhamento por extrusão (AGGARWAL *et al.*, 2013; RAHIMI *et al.*, 2013; USTUN *et al.*, 2015; SINGLA *et al.*, 2018; ALIREZA ADL *et al.*, 2019). Como forma de padronizar a condição de inserção dos materiais, realizou-se a moldagem prévia das regiões de furca dos espécimes. Ainda, no intuito de eliminar possíveis vieses, as perfurações foram realizadas com auxílio de

um delineador e um suporte para peça reta garantindo perfurações paralelas ao longo do eixo dos dentes e padronizadas.

Outro aspecto metodológico diz respeito ao prazo decorrido entre a inserção e a realização do teste, 7 dias, que também se baseou na literatura e no tempo necessário para devida cura dos materiais (RAHIMI *et al.*, 2013; AGGARWAL *et al.*, 2013; AGUIAR *et al.*, 2019; ADL *et al.*, 2019;). Tempos inferiores foram apontados como influência negativa sobre a resistência de união à dentina (RAHIMI *et al.*, 2013; AGGARWAL *et al.*, 2013; ADL *et al.*, 2019).

Quanto aos resultados, os achados apontaram superioridade do BIO frente ao MTA, fato que corrobora estudos já disponíveis na literatura (SAINI *et al.*, 2017; SINGLA *et al.*, 2018; AGUIAR *et al.*, 2019). Possivelmente, tal superioridade advém de sua composição, mais pura quanto aos componentes (*i.e.*, silicato tricálcico em detrimento do agregado trióxido mineral) e pela presença do carbonato de cálcio, que tem sido apontado como melhorador de manipulação (ASLAN *et al.*, 2015; SAINI *et al.*, 2017). Ainda, a presença de um polímero hidrossolúvel em seu líquido favorece sua consistência, facilitando sua inserção. Ainda, a característica arenosa do MTA prejudica tanto sua manipulação quanto sua inserção, justificando desta forma seus resultados inferiores

No que se refere ao emprego da AU, esta influenciou positivamente em ambos os materiais, assim como demonstrado por Aguiar *et al.* (2019) quando da utilização da AU na confecção de tampões cervicais em revascularizações pulpares. Os autores sugeriram que a interação da AU com os materiais pode, além de incrementar a mistura entre os componentes, proporcionar melhor distribuição do material na superfície de dentina à qual deverá adaptar-se.

Por mais que sejam despendidos esforços para aproximar ao máximo as condições laboratoriais das clínicas, a extrapolação direta dos resultados aqui observados não pode ser realizada. Cabe apontar que o presente estudo acabou por não analisar o perfil das falhas de adesão, sendo uma sugestão para futuras observações, uma vez que possibilitaria uma análise adicional quanto a resistência adesiva ou mesmo coesiva dos materiais. Todavia, com base nos achados do presente estudo, quando da necessidade do emprego de um material selador em perfurações de furca de molares inferiores, pode-se afirmar que o BIO fornecerá condições ainda mais favoráveis no que diz respeito a união à dentina. Da mesma forma, que o protocolo de AU sugerido é capaz de incrementar os



valores desta resistência, possivelmente, favorecendo os resultados clínicos, entretanto, tal observação pode vir a ser fruto de novas investigações.

Assim, o estudo contribui como evidência científica útil na escolha de qual material selecionar e sua forma de inserção pelos profissionais que se depararem com perfurações na sua prática clínica ou outras condições clínicas que possam fazer uso desses materiais reparadores, buscando alcançar melhores taxas de sucesso endodôntico, beneficiando os pacientes na manutenção dos seus dentes em função na cavidade oral.

Novos estudos se fazem necessários buscando abranger também a avaliação do perfil de falha da adesão dos materiais à dentina (adesiva e/ou coesiva), através da análise microscópica, para que as informações obtidas sejam as mais completas possíveis, contribuindo cada vez mais na prática clínica da Endodontia, no sucesso endodôntico e na formação dos futuros profissionais endodontistas.

## **5. CONCLUSÕES**

Nas condições do presente estudo pode-se concluir que o cimento BIO apresenta maior resistência de união ao cisalhamento por extrusão que o MTA. Ainda, que a AU incrementou significativamente a resistência de união de ambos os materiais, sendo significante no BIO.

## REFERÊNCIAS

ADL, A.; SHOJAEI, N.S.; POURHATAMI, N. Evaluation of the Dislodgement Resistance of a New Pozzolan Based Cement (EndoSeal MTA) Compared to ProRoot MTA and Biodentine in the Presence and Absence of Blood. **Scanning**, p. 3863069, 2019.

AGGARWAL, V. *et al.* Comparative evaluation of push-out bond strength of ProRoot MTA, Biodentine, and MTA Plus in furcation perforation repair. **J Conserv Dent**, v.16, n.5, p. 462-465, 2013.

AGUIAR, B.A. *et al.* Influence of ultrasonic agitation on bond strength, marginal adaptation, and tooth discoloration provided by three coronary barrier endodontic materials. **Clin Oral Investig**, v. 23, n. 11, p. 4113-4122, 2019.

ALIPOUR, M.; GAUGANI, L.F.; GHASEMI, N. Push-out bond strength of the calcium silicate-based endodontic cements in the presence of blood: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. **Clin Exp Dent Res**, v. 8, n. 2, p. 571–582, 2022.

ALSUBAIT, A.S. Effect of Sodium Hypochlorite on Push-out Bond Strength of Four Calcium Silicate-based Endodontic Materials when used for repairing Perforations on Human Dentin: An in vitro Evaluation. **J Contemp Dent Pract**, v.18, n. 4, p. 289-294, 2017.

Associação Americana de Endodontia (AAE) publicou em seu web site (<<http://www.aae.org>> Acesso em: fevereiro de 2015).

AYATOLLAHI, F. *et al.* Comparison of Marginal Adaptation of MTA and CEM Cement Apical Plugs in Three Different Media. **Iran Endod J**, v. 11, n. 4, p. 332-335, 2016.

BOLHARI, B. *et al.* Comparative Scanning Electron Microscopic Study of the Marginal Adaptation of Four Root-End Filling Materials in Presence and Absence of Blood. **J Dent (Tehran)**. v. 12, n. 3, p. 226–234, 2015.

GANCEDO, C.L.; GARCIA, B.E. Influence of humidity and setting time on the push-out strength of mineral trioxide aggregate obturations. **J Endod**, v.32, p.894 –896, 2006.

GUNESER, M.B.; *et al.* Effect of various endodontic irrigants on the push-out bond strength of Biodentine and conventional root perforation repair materials. **J Endod**, v. 39, n. 3, p.380-384, 2013.

HOLLAND, R. *et al.* Calcium salts deposition in rat connective tissue after the implantation of calcium hydroxide - containing Sealers. **J Endod**, v.28, n. 3, p.173–176, 2002.

HOLLAND, R. *et al.* Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with a white mineral trioxide aggregate. **Braz Dent J**, v.13, n.1, p.23–26, 2002.

HUFFMAN, B.P.; *et al.* Dislocation resistance of ProRoot Endo Sealer, a calcium silicate-based root canal sealer, from radicular dentine. **Int Endod J**, v.42, n.1, p.34-46, 2009.

KAUR, M. *et al.* MTA versus Biodentine: Review of Literature with a Comparative Analysis. **J Clin Diag Res**, v.11, n. 8, p. ZG01-ZG05, 2017.

KOKUBO, T.; TAKADAMA, H. How useful is SBF in predicting in vivo bone bioactivity? **Biomaterials**, v.27, n.15, p. 2907–2915, 2006.

MAFFINI, G. D.; *et al.* Tratamento endodôntico em dente permanente traumatizado com rizogênese incompleta: Relato de caso. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v.27, n.1, p. 418-433, 2023.

ÖZEL, B.; ERISEN, R. Influence of Acidic Environmental Conditions on Push-Out Bonding Strength of Four Calcium Silicate-Based Materials to Root Dentin. **Int J Dent**, v. 2022, p. 9169221, 2022.

PLOTINO, G. *et al.* Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. **J Endod**, v.33, n 2, p. 81-95, 2007.

RAHIMI, S. *et al.* Effect of Blood Contamination on the Retention Characteristics of Two Endodontic Biomaterials in Simulated Furcation Perforations. **J Endod**, v. 39, n. 5, p. 697–700, 2013.

SEPTODONT. BIODENTINE™ Bioactive Dentin Substitute. Disponível em: <<http://www.septodontusa.com/products/biodentine>>. Acesso em: fevereiro 2019.

SHAH, N. *et al.* Efficacy of revascularization to induce apexification/apexogenesis in infected, nonvital, immature teeth: a pilot clinical study. **J Endod**, v.34, n.8, p. 919-925, 2008.

SILVA, L. *et al.* 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.

SINGLA, M. *et al.* Comparison of Push-Out Bond Strength of Furcation Perforation Repair Materials – Glass Ionomer Cement Type II, Hydroxyapatite, Mineral Trioxide Aggregate, and Biodentine: An in vitro Study. **Contemp Clin Dent**, v.9, n.3, p. 410-414, 2018.

TORABINEJAD, M. *et al.* Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. **J Endod**, v.21, n.12, p.603-608, 1995.

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

ÜSTUN, Y. *et al.* The effect of blood contamination on dislocation resistance of different endodontic reparative materials. **J Oral Sci**, v. 57, n.3, p.185-190, 2015.

ZOU L. *et al.* In vitro evaluation of the sealing ability of MTA used for the repair of furcation perforations with and without the use of an internal matrix. **Oral Surg, Oral Med, Oral Path, Oral Rad and Endod**, v.105, n.6, p. e61-e65, 2008.