



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE FARMÁCIA, ODONTOLOGIA E ENFERMAGEM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

BERNARDO ALMEIDA AGUIAR

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA AGITAÇÃO ULTRASSÔNICA NA
ADAPTAÇÃO MARGINAL E DESCOLORAÇÃO DENTINÁRIA
PROPORCIONADAS POR TRÊS CIMENTOS REPARADORES
ENDODÔNTICOS**

FORTALEZA

2017

BERNARDO ALMEIDA AGUIAR

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA AGITAÇÃO ULTRASSÔNICA NA
ADAPTAÇÃO MARGINAL E DESCOLORAÇÃO DENTINÁRIA
PROPORCIONADAS POR TRÊS CIMENTOS REPARADORES ENDODÔNTICOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Odontologia. Área de concentração: Clínica Odontológica.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Carvalho de Vasconcelos.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A227a Aguiar, Bernardo Almeida.
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA AGITAÇÃO ULTRASSÔNICA NA ADAPTAÇÃO MARGINAL E
DESCOLORAÇÃO DENTINÁRIA PROPORCIONADAS POR TRÊS CIMENTOS REPARADORES
ENDODÔNTICOS / Bernardo Almeida Aguiar. – 2018.
62 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Farmácia, Odontologia e
Enfermagem, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Bruno Carvalho de Vasconcelos.
1. Endodontia. 2. Cimento de silicato. 3. Vibração. 4. Descoloração de dente. 5. Adaptação marginal
dentária. I. Título.

CDD 617.6

Dedico a Deus por confiar a mim esse grande desafio. À minha família por me apoiar nesta caminhada. À minha esposa pelo carinho e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a **DEUS**, que em sua infinita bondade me deu forças para agir e vencer cada desafio desta caminhada, permitindo que eu ganhasse confiança em mim mesmo, acreditando na minha riqueza interior para que eu pudesse perceber que todo esse sonho se concretizaria.

A toda minha família, que sempre esteve ao meu lado e torceu pelo meu sucesso. Em especial aos meus pais, **JOSÉ DE JESUS AGUIAR E MARIA DO SOCORRO ALMEIDA AGUIAR**, que são exemplos de amor e cumplicidade, com os quais aprendi os valores e fundamentos da vida familiar e a perseverança nos meus ideais. A minha irmã, **JULIANA ALMEIDA AGUIAR**, que amo muito e torce pela minha felicidade. Ao meu irmão, **ARTHUR ALMEIDA AGUIAR**, que tenho como exemplo de amor e doação à profissão. Ao meu sobrinho, **LUIS EDUARDO AGUIAR PRADO**, que tenho como amor de filho e que me traz a paz ao estar ao seu lado. Obrigado por acreditarem em meu potencial e me apoiarem sempre, vocês são a base de tudo, o que me torna ainda mais forte.

A minha esposa, **SÂMARA LEA**, que há 11 anos ao meu lado sempre se mostrou forte e sábia nos momentos difíceis, nunca permitindo que eu baixasse a cabeça. Obrigado por entender os momentos de ausência e sempre torcer pela minha realização profissional. Sua dedicação e amor incondicional me faz ter forças para acreditar no amanhã. Agradeço por lhe ter ao meu lado, por poder compartilhar alegrias e tristezas e saber que a qualquer momento de nossas vidas posso contar com você.

Ao meu sogro **RAIMUNDO NONATO** e minha sogra **LINDALVA FERNANDES**, por terem me recebido como um filho e por me ensinarem a importância da dedicação à família. Agradeço também todos os meus cunhados **WELIDA, SARA, ROSE LARA e WESLEY** que sempre foram exemplo de união.

Em especial ao meu orientador, **DR. BRUNO CARVALHO DE VASCONCELOS**, por todo o apoio e conhecimento transmitido. Agradeço a oportunidade de ser seu orientando e poder conhecer esse profissional competente e primoroso. Ao longo dessa caminhada, você me ensinou a arte da pesquisa, de ser

rigoroso em desenvolver um bom trabalho e que, apesar da dedicação à profissão, a família é a base e vem em primeiro lugar.

À Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Ceará e ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia por ter me proporcionado a realização do mestrado e por toda ajuda durante o decorrer do curso.

Aos professores, **DRA. MÔNICA SAMPAIO DO VALE e DR. RODRIGO RICCI VIVAN**, pela disponibilidade em participar da banca avaliadora desta defesa. Agradeço, antecipadamente, as valiosas contribuições para o trabalho.

A minha dupla de pesquisa, **LUCIANA MARIA ARCANJO FROTA**, pelo trabalho em conjunto nos artigos que desenvolvemos ao longo desta caminhada e na execução dos experimentos. Obrigado pelo apoio nos momentos difíceis e pelas palavras de incentivo. Esta parceria deu certo e colhemos bons frutos. Você é uma amiga valorosa que merece todo o sucesso.

Em especial aos professores, **FÁBIO DE ALMEIDA GOMES, CLAUDIO MANIGLIA FERREIRA, MARCELO DE MORAIS VITORIANO E BRUNO CARVALHO DE SOUZA**, pela contribuição na minha formação profissional, por me ensinarem com amor e dedicação a arte da Endodontia. Tenho vocês como referência e busco diariamente exercer um trabalho ético e minucioso assim como vocês. Agradeço o carinho e a amizade durante essa jornada de pelo menos 10 anos.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Odontologia, que, de alguma forma, estiveram comigo nessa etapa. Em especial ao **DR. VICTOR PINHEIRO FEITOSA**, que deu grande contribuição ao meu trabalho na minha qualificação.

Aos amigos de pós-graduação **SAMUEL, MADIANA, TALITA, JULIANNE, ADEILSON, HELLEN, ADALIA SAMARA, LIVIA, AMANDA LEY** e todos os demais colegas do mestrado que somaram esforços nessa trajetória.

À Faculdade de Odontologia de Bauru, em nome dos professores, **DR. MARCO ANTONIO HUNGARO DUARTE** e **DR. RODRIGO RICCI VIVAN** e aos pós-graduandos **MURILO PRIORI ALCALDE** e **BRUNO MARTINI GUIMARÃES**, que me receberam com muito carinho e sempre se fizeram disponíveis para contribuir com a minha pesquisa.

A servidora da Central Analítica-UFC/CT-INFRA/MCTI-SISNANO/Pró-Equipamentos CAPES, **DRA. ROSEMEYRE FREIRE** que, com muita competência e disponibilidade, realizou os estudos de microscopia confocal, estudo indispensável para meu trabalho.

Ao servidor da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Ceará, **DAVI QUEIROZ DE FREITAS**, que sempre esteve disponível para auxiliar no manuseio dos equipamentos do laboratório da PPGO/UFC.

Aos amigos de graduação, **GILDENIO ESTEVAM, ASSIS FILIPE, ARTHUR CORDEIRO, ROBERTO AGUIAR, DANILO MARTINS E CARLOS BRUNO**, que se tornaram exemplos de profissionais e sempre se fizeram presentes ao longo desses 14 anos de amizade sincera.

Aos amigos e colegas do CEO-R Sobral, **FERNANDA ALENCAR, ALEXANDRE CARVALHO, ALRIETA TEXEIRA, KELLY ZAMARA, FELIPE NOBRE, FELIPE CARVALHO E LARISSA PONTES**, por compartilharem experiências, conhecimento e pela valiosa amizade ao longo desses anos.

Por fim, agradeço aos demais amigos que de certa forma contribuíram na minha caminhada até aqui.

RESUMO

Avaliou-se a adaptação às paredes do canal radicular e a descoloração dentinária proporcionadas pelo MTA-Angelus branco (MTA), MTA Repair HP (MTAHP) e Biodentine (BIO); ainda, verificaram-se possíveis variações em função do emprego da agitação ultrassônica (AUS). Após o preparo cervical, 60 dentes humanos unirradiculares foram divididos em 6 grupos em função do material/tratamento empregado. Após a confecção dos tampões (materiais+fluoróforo), discos de dentina foram extraídos e levados ao Microscópio Confocal para determinação da adaptação. Para análise da descoloração dentinária, blocos de coroas de incisivos bovinos tiveram cavidades preparadas em suas porções linguais. Após divisão randômica, elas foram preenchidas com os cimentos/tratamento e cobertas com resina composta. A variação de cor (ΔE) foi determinada por um espectrofotômetro nos períodos de 0, 7, 14, 30 e 180 dias. A análise da adaptação apontou influência positiva da AUS, considerando o tratamento isoladamente ($P < 0,05$). A comparação entre os materiais apontou desvantagem para o MTAHP quando comparado ao BIO ($P < 0,05$). A menor e a maior ocorrência de fendas foram apresentadas pelo BIO/AUS (1,87%) e pelo MTAHP (28,58%), respectivamente. Quanto a ΔE , diferenças significantes foram observadas ao longo dos períodos. O grupo MTA foi o único a oferecer descoloração acima do clinicamente perceptível, sendo significativamente diferente dos demais grupos aos 180 dias ($P < 0,05$). Concluiu-se que os materiais foram incapazes de proporcionar total adaptação às paredes dentinárias e que a AUS favoreceu um melhor embricamento destes. Ainda, que a AUS reduziu os efeitos da ΔE do MTA, mantendo-a imperceptível ao longo do período avaliado.

Palavras chaves: Endodontia, cimento de silicato, vibração, descoloração de dente, adaptação marginal dentária.

ABSTRACT

This investigation evaluated the root canal walls and the dentinal discoloration caused by the white MTA-Angelus (MTA), MTA Repair HP (MTAHP), and Biodentine (BIO). Moreover, it was evaluated the variations in this discoloration when ultrasonic agitation (UA) was employed. Sixty single rooted human teeth received instrumentation of their cervical thirds, and were then divided in six groups according to the type of material/treatment to be used. An apical plug (material+fluorophore) was placed into the root canal, and its adaptation was evaluated using dentin slabs extracted from the roots observed with confocal microscopy. The discoloration analysis was performed using dentin blocks extracted from the crown of bovine incisors. A cavity was prepared in the lingual face of these blocks, and then it was filled with one of the materials/treatments tested, and covered with dental composite. The variation of color (ΔE) was verified using a spectrophotometer at the days 0, 7, 14, 30, and 180. The analysis of adaptation demonstrated positive influence of the USA when considering the treatment alone ($P<0.05$). The comparison among the different materials tested showed disadvantage in using MTAHP when compared to the BIO ($P<0.05$). The lowest and highest rates of cracks were seen on the BIO/UA (1.87%) and on the MTAHP (28,58), respectively. Regarding the ΔE , significant differences were observed when comparing the experimental times. The MTA group was the only one in which the discoloration was above the clinically noticeable level, being it significantly different from the other groups at the experimental time day 180 ($P<0.05$). The results allowed the conclusion that the materials tested did not completely adapt to the dentinal walls when applied alone. However, a better adaptation was seen when the materials were applied with the aid of UA. Moreover, the UA reduced the effects of ΔE caused by the MTA, maintaining the changes in a non-noticeable level during the experimental period.

Keywords: Endodontics, silicate cement, vibration, teeth discoloration, dental marginal adaptation.

LISTA DE ABREVIATURAS

AAE	American Association of Endodontists
ADA	American Dental Association
AUS	Agitação Ultrassônica
BIO	Biodentine
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
Ca ⁺	Íons cálcio
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CIE	<i>International Commission On Illumination</i>
DDS	Doctor of Dental Surgery
EDTA	Ácido etilenodiamino tetracético
ISSN	International Standard Serial Number
JCE	Junção cimento-esmalte
LED	Light Emitting Diode
MCON	Microscópio eletrônico confocal de varredura à Laser
MEV	Microscópio eletrônico de varredura
mm	Milímetro
mL	Mililitro
MSc	Mestrado
MTA	Agregado trióxido mineral
MTAHP	MTA Repair HP
nm	nanômetro
PBS	Solução tampão fosfato-salino
PhD	Philosophiæ Doctor
PUI	<i>Passive Ultrasonic Irrigation</i> (Irrigação Ultrassônica Passiva)
RPM	Rotações por minuto
SCR	Sistema de canais radiculares
TIFF	Tagged Image File Format
UFC	Universidade Federal do Ceará
USP	Universidade de São Paulo
µm	Micrômetro
ΔE	Alteração de cor
°C	Grau Celsius

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	11
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo geral.....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3. HIPÓTESE	16
3.1 Hipótese nula.....	16
3.2 Hipótese alternativa.....	16
4. CAPÍTULO	17
4.1 Capítulo 1	17
5. CONCLUSÃO GERAL	41
6. REFERÊNCIAS (INTRODUÇÃO GERAL).....	42
ANEXO 1.....	48
APÊNDICE 1 – METODOLOGIA LABORATORIAL PARA ANÁLISE DE ADAPTAÇÃO MARGINAL	52
APÊNDICE 2 – METODOLOGIA LABORATORIAL PARA ANÁLISE DE DESCOLORAÇÃO DENTINÁRIA.....	57

1. INTRODUÇÃO GERAL

O trauma dental ou a exposição à cárie em dentes permanentes imaturos pode levar à necrose pulpar, conseqüentemente, comprometendo o desenvolvimento radicular. As intercorrências advindas desta interrupção do desenvolvimento incluem uma relação coroa/raiz desproporcional, paredes radiculares finas e frágeis, características que acabam por proporcionar um aumento do risco de fratura radicular (GARCIA-GODOY; MURRAY, 2012). Tradicionalmente, dentes imaturos são tratados por meio de trocas de medicação de hidróxido de cálcio com o objetivo de induzir a formação de uma barreira mineralizada, o que normalmente ocorre a longo prazo, assim, possibilitando uma posterior obturação do canal radicular (RAFTER, 2005; PETRINO *et al.*, 2010). Ademais, além dos riscos físicos inerentes aos dentes imaturos, a permanência desta medicação por longos períodos de tempo pode levar à fragilização da raiz devido às propriedades higroscópicas e proteolíticas do hidróxido de cálcio (ANDREASEN *et al.*, 2002). Uma técnica sugerida como alternativa às trocas de hidróxido de cálcio é a confecção de um tampão apical utilizando cimento à base de agregado trióxido mineral (MTA). Seu emprego evitaria a troca periódica da medicação intracanal e seus riscos e custos associados (AL ANSARY *et al.*, 2009; TORABINEJAD *et al.*, 2017). Todavia, embora capazes de obterem sucesso, ambas as técnicas possuem a desvantagem de não proporcionar a continuidade do desenvolvimento radicular, permanecendo, dessa forma, a raiz sob o risco de fratura em função de seu arcabouço dentinário incompleto (HOLDEN *et al.*, 2008; NOSRAT *et al.*, 2011).

Como opção às técnicas citadas tem sido sugerido o emprego da revascularização pulpar (GARCIA-GODOY; MURRAY, 2012). Esta técnica, quando bem sucedida, permite a continuidade do desenvolvimento radicular, fator importante quando considerada a longevidade do dente funcional e esteticamente (NOSRAT *et al.*, 2011). A técnica consiste na desinfecção do sistema de canais radiculares (SCR), por meio da instrumentação e irrigação/aspiração associadas ao uso de medicações intracanal, seguida do preenchimento do espaço do SCR com sangue, mais precisamente coágulo sanguíneo, em função da indução de sangramento em uma segunda sessão (NAGY *et al.*, 2014). Este irá preencher o canal carreando células indiferenciadas para o espaço do SCR, local onde poderão diferenciar-se em células com capacidade de deposição de tecido mineralizado, desta forma, restabelecendo o

processo de deposição dentinária (ERAMO *et al.*, 2017). Como parte do procedimento, faz-se necessária a confecção de um tampão cervical com material reparador, comumente à base de MTA, na porção cervical do canal radicular, para apenas em seguida serem confeccionadas restaurações coronárias (SHAH *et al.*, 2008).

Considerando-se que a revascularização pulpar é um tratamento relativamente novo e bastante promissor em função da possibilidade da continuação da formação radicular, uma variedade de protocolos de tratamento vem sendo sugeridos em busca de alcançar a melhor forma para a obtenção do sucesso; variações quanto ao tipo de medicação e aos materiais reparadores vêm sendo testadas (GARCIA-GODOY; MURRAY, 2012).

No que se refere aos materiais empregados na confecção dos tampões cervicais, sugere-se o emprego dos cimentos reparadores, materiais comumente utilizados para selar comunicações entre a cavidade pulpar e o periodonto. Estes devem ser capazes de evitar a infiltração marginal e de resistirem ao deslocamento quando submetidos às forças decorrentes de pressões funcionais ou da aplicação de outros materiais sobre eles (TORABINEJAD *et al.*, 2017). Dentre os materiais reparadores, o mais difundido é o MTA, desenvolvido na Universidade de Loma Linda, nos Estados Unidos, em 1993, e patenteado pela Dentsply-Tulsa com o nome de ProRoot MTA (Dentsply-Tulsa Dental, Tulsa, OK, EUA), em 1995. Importante destacar que este material foi indicado como selador definitivo de comunicações entre a cavidade pulpar e o exterior do dente logo quando de seu lançamento (TORABINEJAD *et al.*, 1993). O MTA apresenta excelentes propriedades físico-químicas aliadas à indução de uma resposta tecidual bastante semelhante à encontrada com o hidróxido de cálcio (HOLLAND *et al.*, 1999). Apresenta como principais qualidades a alta capacidade seladora marginal (LEE *et al.*, 1993; TORABINEJAD *et al.*, 1993), alcalinidade (DUARTE *et al.*, 2003; VASCONCELOS *et al.*, 2009; CAVENAGO *et al.*, 2014), boa radiopacidade (TORABINEJAD *et al.*, 1995), baixa solubilidade e capacidade de indução de deposição de tecido mineralizado sobre sua superfície (HOLLAND *et al.*, 2001).

Em 2012, um material à base de silicato tricálcico (Ca_3SiO_5), um dos principais componentes do cimento Portland, material base do MTA, foi introduzido no mercado com o nome de Biodentine (Septodont, Saint Maur dês Fosse's, Paris, França). Apresentado pela empresa como “dentina em cápsula”, este material vem sendo divulgado pelo fabricante como um “substituto bioativo de dentina” (SEPTODONT,

2015). Trata-se de um material bioativo que apresenta boa radiopacidade, tempo de presa rápido, resistência ao deslocamento superior à do MTA (GUNESER; AKBULUT; ELDENIZ, 2013), citotoxicidade semelhante à do MTA (ZOU *et al.*, 2008), estabilidade de cor, estabilidade dimensional e excelente selamento (BUTT *et al.*, 2014; CAMILLERI, 2015).

Já em 2016, a empresa Angelus, a mesma que desenvolveu o MTA no Brasil, lançou no mercado um novo material denominado de MTA Repair HP (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A, Londrina, PR, Brasil). Trata-se de um cimento reparador à base de MTA, porém, desta feita, com alterações na composição do pó e do líquido que, segundo o fabricante, proporcionam melhores características de manuseio e inserção. Tal material difere do original pela incorporação do óxido de cálcio e substituição do radiopacificador no pó; ainda, pela inclusão de um plastificante no líquido, anteriormente composto unicamente por água destilada. Em função de sua recente introdução, poucos estudos encontram-se disponíveis na literatura. Até o momento, foram avaliadas sua citotoxicidade, biocompatibilidade, biomineralização, resistência ao deslocamento, tendo apresentado resultados promissores (SILVA *et al.*, 2016; TOMÁS-CATALÁ *et al.*, 2017; CINTRA *et al.*, 2017).

Diante do surgimento de novos materiais com características biológicas notadamente realçadas, surge a necessidade de verificar se suas propriedades físico-químicas conseguem alcançar o mesmo grau de excelência.

Paralelamente ao desenvolvimento e aperfeiçoamento dos materiais seladores endodônticos, diversos autores têm procurado introduzir novos protocolos de emprego de substâncias e ou técnicas no intuito de favorecer a obtenção de melhores resultados com o tratamento (GUIMARÃES *et al.*, 2014; WIESSE *et al.*, 2017; KIM *et al.*, 2017). Neste sentido, o ultrassom, introduzido na endodontia por Richman, em 1957, tem sido amplamente utilizado. Seu uso mais difundido é na remoção de cálculos da câmara pulpar e auxiliar na localização de canais calcificados ou, ainda, para aumentar a ação das soluções irrigadoras com a Irrigação Ultrassônica Passiva (*Passive Ultrasonic irrigation*; PUI) (GOEL; TEWARI, 2009; GUERREIRO-TANOMARU *et al.*, 2015; AKSEL *et al.*, 2017). Em 2014, GUIMARÃES *et al.* avaliaram a ação do emprego da agitação ultrassônica na adaptação de cimentos resinosos durante a obturação do SCR. Os autores concluíram que esta agitação foi capaz de proporcionar uma maior penetração dos cimentos nos túbulos dentinários e de reduzir as áreas de fenda ao longo da circunferência dos canais. Anteriormente, HOEN; LABOUNTY;

KELLER, em 1988, já haviam demonstrado que a energização ultrassônica era capaz de favorecer a adaptação dos materiais obturadores às paredes dos canais radiculares.

Outro aspecto relevante quando do emprego clínico dos materiais reparadores é seu potencial de indução de alteração de cor dos dentes tratados, fenômeno denominado de descoloração dentinária. Vários materiais endodônticos têm sido avaliados quanto ao seu potencial de descoloração dentinária, ocorrência que pode levar a um comprometimento estético, especialmente quando envolve a região anterior das arcadas dentárias (AHMED; ABBOTT, 2012; KRSTL *et al.*, 2013). Considerando que a região dos incisivos centrais superiores é a que apresenta maior prevalência de trauma dental (HOLAN, 2004), esta estaria mais propensa a ser submetida ao tratamento de revascularização, e conseqüentemente, sofrer com possíveis alterações de cor. Neste sentido, as alterações de cor induzidas por cimentos reparadores têm sido objeto de vários estudos (LENHERR *et al.*, 2012; MARCIANO *et al.*, 2013; VALLES *et al.*, 2013; BERGER *et al.*, 2014; CAMILLERI, 2014; MARCIANO *et al.*, 2014; GUIMARÃES *et al.*, 2015). O óxido de bismuto, incluído na composição destes cimentos como radiopacificador, foi identificado como a razão para a mudança de cor nos cimentos à base de silicato de cálcio, como o MTA (BERGER *et al.*, 2014; CAMILLERI, 2014). Além disso, as interações com componentes sanguíneos originários de tecidos vascularizados podem proporcionar um incremento nesta descoloração (LENHERR *et al.*, 2012; MARCIANO *et al.*, 2013; VALLES *et al.*, 2013; MARCIANO *et al.*, 2014; BERGER *et al.*, 2014; CAMILLERI, 2014; GUIMARÃES *et al.*, 2015). Alguns materiais reparadores, procurando eliminar este inconveniente, utilizam outras substâncias com o intuito de conferir radiopacidade, dentre elas, destacam-se o óxido de zircônia presente no Biodentine, o tungstato de cálcio presente no MTA Repair HP e o óxido tântalo presente no Endosequence BC Sealer (Brasseler USA, Savannah, GA, EUA) e no Bioaggregate (Innovative BioCreamix Inc., Vancouver, Canadá). Kang *et al.* e Kohli *et al.*, ambos em 2015, demonstraram que os cimentos endodônticos que utilizam óxido de zircônio ou tungstato de cálcio como radiopacificadores não proporcionam alterações de cor perceptíveis.

Em função do exposto, do desenvolvimento de novos cimentos reparadores com características teoricamente superiores, e com a possibilidade de interações com o uso da agitação ultrassônica não terem sido ainda investigadas, levanta-se a necessidade de uma melhor avaliação quanto a possíveis alterações destas que possam vir a influenciar sua aplicação clínica.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar, em condição *ex vivo*, algumas propriedades físico-químicas de materiais reparadores endodônticos quando empregados como tampões cervicais, com ou sem agitação ultrassônica.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar, por meio da microscopia eletrônica confocal de varredura à Laser, a capacidade de adaptação às paredes dentinárias dos cimentos reparadores endodônticos MTA-Angelus branco (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A, Londrina, PR, Brasil), MTA Repair HP (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A) e Biodentine (Septodont, Saint Maur dês Fosse's, Cedex, França), quando empregados como tampões cervicais; ainda, identificar a influência do emprego da agitação ultrassônica nesta adaptação;

- Verificar, por meio de espectrofotômetro (VITA Easyshade Compact; VITA Zahnfabrik AG, Bad Sachington, Alemanha), a influência da agitação ultrassônica na descoloração dentinária proporcionada pelos cimentos reparadores endodônticos MTA-Angelus branco, MTA Repair HP e Biodentine.

3. HIPÓTESE

3.1 Hipótese nula

Considerar-se-á como hipótese nula a inexistência de diferenças significantes entre os cimentos reparadores MTA-Angelus branco, MTA Repair HP e Biodentine, materiais com emprego sugerido na confecção de tampões cervicais, tanto na adaptação às paredes do canal radicular quanto na descoloração dentinária, independente do emprego da agitação ultrassônica.

3.2 Hipótese alternativa

Será aceita como hipótese alternativa a identificação de diferenças significantes entre os materiais MTA-Angelus branco, MTA Repair HP e Biodentine, ou de sua interação com a agitação ultrassônica, na adaptação às paredes do canal radicular ou na alteração da descoloração dentinária.

4. CAPÍTULO

Esta Dissertação está baseada no Artigo 46, do Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará, que regulamenta o formato alternativo para trabalhos de conclusão de Mestrado e Doutorado (Dissertações e Teses) e permite a inserção de artigo(s) científico(s) de autoria ou coautoria do candidato.

Em função de utilizar dentes humanos extraídos, caracterizando-se como um estudo laboratorial *ex vivo*, os protocolos utilizados neste trabalho foram previamente submetidos à apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal do Ceará, obedecendo aos ditames da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, tendo sido protocolado sob o nº CAAE 63761317.4.0000.5054 e aprovado sob nº 1.900.129/2017 (Anexo 1).

Desta forma, a presente Dissertação é composta por um artigo científico redigido de acordo com as normas estabelecidas pela revista científica escolhida.

4.1 Capítulo 1

“Influência da agitação ultrassônica na adaptação marginal e descoloração dentinária proporcionadas por três cimentos reparadores endodônticos” com título sugerido em Inglês “Influence of ultrasonic agitation in marginal adaptation and dental discoloration provided by three endodontic root repair materials”

Este artigo seguiu as normas de publicação do periódico - *Journal of Endodontics* (ISSN 0099-2399).

Página de Título

Influência da agitação ultrassônica na adaptação marginal e descoloração dentinária proporcionadas por três cimentos reparadores endodônticos.

Bernardo Almeida Aguiar DDS¹, Luciana Maria Arcanjo Frota DDS¹, Bruno Martini Guimarães DDS, MSc, PhD²; Ivaldo Gomes de Moraes DDS, MSc, PhD³; Josette Camilleri DDS, MSc, PhD⁴; Marco Antônio Húngaro Duarte DDS, MSc, PhD³; Bruno Carvalho de Vasconcelos DDS, MSc, PhD^{1,5}

¹ Programa de Pós-graduação em Odontologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

² Faculdade de Odontologia INAPÓS, Pouso Alegre, MG, Brasil.

³ Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, SP, Brasil.

⁴ Faculdade de Odontologia da Universidade de Birmingham, Birmingham, Reino Unido.

⁵ Faculdade de Odontologia de Sobral, Universidade Federal do Ceará, Campus Sobral, Sobral, CE, Brasil.

Palavras-chaves: Endodontia, cimento de silicato, vibração, descoloração de dente, adaptação marginal dentária.

Título reduzido: Biocerâmicos e a agitação ultrassônica.

Autor de correspondência:

Bruno Carvalho de Vasconcelos, DDS, MSc, PhD
Sobral Dental School, Federal University of Ceará, *Campus Sobral*
CEP: 62010-590, Sobral, CE, Brazil
Email: bcv@ufc.br

Agradecimentos:

Os autores agradecem a Central Analítica-UFC/CT-INFRA/MCTI-SISNANO/Pró-Equipamentos CAPES por viabilizar as análises em microscopia e ao Departamento de Endodontia e Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Bauru por viabilizar a análise de descoloração dentinária.

Os autores negam quaisquer conflitos de interesse relacionados a este estudo.

RESUMO

Avaliou-se a adaptação às paredes do canal radicular e a descoloração dentinária proporcionadas pelo MTA-Angelus branco (MTA), MTA Repair HP (MTAHP) e Biodentine (BIO); ainda, verificaram-se possíveis variações em função do emprego da agitação ultrassônica (AUS). Após o preparo cervical, 60 dentes humanos unirradiculares foram divididos em 6 grupos em função do material/tratamento empregados. Após a confecção dos tampões (materiais+fluoróforo), discos de dentina foram extraídos e levados ao Microscópio Confocal para determinação da adaptação. Para análise da descoloração dentinária, blocos de coroas de incisivos bovinos tiveram cavidades preparadas em suas porções linguais. Após divisão randômica, elas foram preenchidas com os cimentos/tratamento e cobertas com resina composta. A variação de cor (ΔE) foi determinada por um espectrofotômetro nos períodos de 0, 7, 14, 30 e 180 dias. A análise da adaptação apontou influência positiva da AUS considerando o tratamento isoladamente ($P<0,05$). A comparação entre os materiais apontou desvantagem para o MTAHP quando comparado ao BIO ($P<0,05$). A menor e a maior ocorrência de fendas foram apresentadas pelo BIO/AUS (1,87%) e pelo MTAHP (28,58%), respectivamente. Quanto a ΔE , diferenças significantes foram observadas ao longo dos períodos. O grupo MTA foi o único a oferecer descoloração acima do clinicamente perceptível, sendo significativamente diferente dos demais grupos aos 180 dias ($P<0,05$). Concluiu-se que os materiais foram incapazes de proporcionar total adaptação às paredes dentinárias e que a AUS favoreceu um melhor embricamento destes. Ainda, que a AUS reduziu os efeitos da ΔE do MTA, mantendo-a imperceptível ao longo do período avaliado.

Palavras chaves: Endodontia, cimento de silicato, vibração, descoloração de dente, adaptação marginal dentária.

INTRODUÇÃO

A técnica da revascularização pulpar vem sendo considerada uma alternativa promissora para o tratamento endodôntico de dentes com rizogênese incompleta necrosados por trauma. Esta técnica, quando bem sucedida, permite a retomada da formação radicular e o espessamento das paredes dentinárias (1, 2). Ela foi desenvolvida como opção aos tratamentos tradicionais para dentes imaturos, a apicificação e a confecção de tampões apicais (3). No primeiro, realizaram-se trocas periódicas de medicação intracanal de hidróxido de cálcio aguardando o fechamento apical e, no segundo, cria-se um anteparo para a realização da obturação do sistema de canais radiculares (SCR). Ambos os tratamentos não vislumbram a continuidade do desenvolvimento radicular, nem tampouco o espessamento das paredes dentinárias, mantendo, assim, elevado o risco de fratura radicular (1, 2).

A revascularização pulpar foi introduzida, em 1961, por Ostby (4), mas ganhou mais visualização, em 2011, com a emissão de códigos clínicos (D3351, D3352 e D3354) pela American Dental Association (ADA). A técnica baseia-se na desinfecção do SCR, para tal, em uma primeira sessão, além do preparo químico-mecânico, é utilizada uma medicação intracanal; em uma segunda sessão, essa medicação é removida, seguida pela indução do sangramento e preenchimento do espaço do canal radicular com coágulo sanguíneo (2). Este, por sua vez, carreará células indiferenciadas que irão diferenciar-se em células capazes de produzir um novo tecido mineralizado (5). Nesta, adicionalmente, faz-se necessária a confecção de um tampão cervical com material reparador com o propósito de preservar a integridade desse coágulo sanguíneo e estimular a produção de mediadores químicos necessários para a formação do novo tecido (6-8).

Um material reparador ideal deve apresentar bom selamento marginal, estabilidade dimensional, insolubilidade aos fluidos tissulares, resistência mecânica ao deslocamento, boa radiopacidade, não provocar escurecimento dentinário, ser de fácil manipulação e inserção, apresentando ainda atividade antimicrobiana, biocompatibilidade e capacidade de estimulação do processo de reparo (7, 9). Até o presente nenhum material reúne todas essas características, desta forma, tanto a indústria quanto os pesquisadores têm procurado incessantemente desenvolver um material que se aproxime ao máximo do ideal. A grande maioria dos materiais sugeridos atualmente tem por base o agregado trióxido mineral (MTA), substância introduzida na Endodontia, em 1995, como principal componente do ProRoot MTA (Dentsply-Tulsa

Dental, Tulsa, OK, EUA), apresentando excelentes propriedades físico-químicas e biológicas (10). Todavia, mesmo sendo o MTA a base da maioria dos cimentos reparadores disponíveis mundialmente, o mesmo apresenta limitações quanto à dificuldade de inserção nas cavidades em função de sua consistência e ao escurecimento dentinário proporcionado pelo radiopacificador comumente associado ao mesmo (9).

Como opção ao emprego do MTA foi introduzido o Biodentine (BIO; Septodont, Saint Maur des Fossés, Cedex, França), material bioativo à base de silicato tricálcico e dicálcio, que ainda apresenta na composição de seu pó o carbonato de cálcio e os óxidos de ferro e de zircônia, este último adicionado como radiopacificador (9). Já o líquido é composto por água, cloreto de cálcio, inserido como acelerador de presa, e um polímero hidrossolúvel. Este cimento apresenta boa radiopacidade e resistência ao deslocamento, tempo de presa curto (11, 12), estabilidade de cor (9), alta estabilidade dimensional e excelente selamento (13, 14). Outro material desenvolvido com intuito de superar as limitações do MTA convencional foi o MTA Repair HP (MTAHP; Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A, Londrina, PR, Brasil). Desenvolvido pela empresa Angelus, mesma a produzir o MTA-Angelus, trata-se de um cimento reparador à base de MTA, porém, desta feita, com alterações na composição do pó e do líquido que, segundo o fabricante, proporcionam melhor manuseio, inserção e estabilidade de cor. Este apresenta óxido de cálcio e tugstato de cálcio em seu pó, sendo o primeiro usado para melhorar a hidratação e produzir alguma expansão e o segundo como radiopacificador; no líquido foi incluído um plastificante não informado (12, 15). Poucos estudos encontram-se disponíveis, todavia, avaliaram sua citotoxicidade, biocompatibilidade, biomineralização e resistência ao deslocamento, tendo apresentado resultados promissores (12, 15, 16).

Paralelamente ao desenvolvimento e aperfeiçoamento dos cimentos reparadores, procura-se estabelecer protocolos de utilização desses que possam favorecer suas características. Neste sentido, o emprego da agitação ultrassônica (AUS) foi sugerido para melhorar a capacidade de selamento marginal proporcionado pelo MTA (17). Esta AUS teria o objetivo de incrementar o imbricamento do material às paredes do canal radicular; estudos recentes confirmam esta hipótese em relação aos materiais obturadores do SCR (18, 19).

Em função do desenvolvimento de novos materiais reparadores e com a possibilidade de interação com os protocolos de agitação ultrassônica, entende-se como relevante avaliar a influência do ultrassom na adaptação às paredes do canal na região

cervical e, em função de sua posição cervical, avaliar a descoloração dentinária proporcionada pelo MTA-Angelus branco (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A), MTA Repair HP e Biodentine. Considerar-se-á como hipótese nula a inexistência de diferenças na adaptação marginal e descoloração entre os materiais, independente do uso da agitação ultrassônica.

MATERIAIS E MÉTODOS

As composições dos materiais empregados encontram-se descritas na Tabela 1.

Estudo de adaptação marginal

Após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa Local (#1.900.129/2017), foi dado início a realização do estudo de adaptação marginal. O cálculo amostral foi realizado com o programa G* Power v3.1 para Mac (Heinrich Heine, Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Alemanha), utilizando o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney. Os dados de um estudo anterior foram considerados e o efeito do tamanho da amostra no presente estudo foi estabelecido (18). O erro tipo alfa de 0,05 na potência beta de 0,80 e uma relação N2/N1 de 1 também foram estipulados. Um total de 10 amostras foi indicado como o tamanho ideal para observar diferenças significativas.

Seleção e preparação da amostra

Sessenta dentes humanos, anteriores superiores, unirradiculados, extraídos por motivos alheios à pesquisa foram coletados para o estudo da adaptação marginal.

Procedeu-se o acesso coronário com pontas diamantadas esféricas (#1014; KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) e, em seguida, realizou-se o preparo dos terços cervicais e médios com brocas Largo #5 (Dentsply-Sirona, Ballaigues, Suíça). Posteriormente os dentes foram seccionados transversalmente 5,0 mm abaixo da junção cimento-esmalte (JCE) por meio de disco diamantado dupla-face acionado em cortadora de precisão (Isomet 1000; Buhler Ltda., Lake Bluff, NY, EUA). Depois de seccionados, os dentes foram submetidos a banhos, em cuba ultrassônica, com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% (Asfer Indústria Química Ltda, São Caetano do Sul, SP, Brasil) por 15 minutos, com água destilada (Asfer Indústria Química Ltda) por 1 minuto, com ácido etileno diaminotetracético (EDTA) a 17% (Biodinâmica Química e Farmacêutica Ltda.,

Ibiporã, PR, Brasil) por 3 minutos e, por fim, novamente com água destilada por mais 1 minuto.

Concluído o preparo dos espécimes, estes foram acomodados sobre uma placa de vidro para estabilização e, com auxílio de um condensador de Schilder (Odous de Deus, Belo Horizonte, MG, Brasil), *plugs* de esponja de colágeno (Technew, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) foram preparados de forma a obliterar os 2,0 mm apicais dos condutos. Independente do grupo no qual seriam alocados, os espécimes, já com as esponjas, foram irrigados com 1,0 mL de água destilada. Em seguida, foi realizada suave aspiração com auxílio do sugador endodôntico durante 4 segundos e secagem adicional com cones de papel absorvente (Dentsply-Sirona).

Manipulação e inserção dos biomateriais

A manipulação dos cimentos reparadores foi realizada conforme as orientações dos fabricantes atentando-se para o respeito à proporção pó/líquido recomendada. Para a análise da adaptação marginal por meio de Microscopia Confocal de Varredura a Laser (MCON), foi incorporado aos cimentos o fluoróforo Fluo-3 (Sigma-Aldrich, Warrington, PA, EUA) na concentração de aproximadamente 0,1% (peso/peso) (20).

Foram considerados seis grupos experimentais em função do material e do emprego da AUS nos quais os espécimes foram alocados de forma randômica ($n = 10$). A inserção dos biomateriais nos grupos MTA, MTAHP e BIO (sem AUS) ocorreu pelo emprego do micro-aplicador de MTA de diâmetro de 1,2 mm (Angelus Indústria e Produtos Odontológicos S/A) seguida de condensação com condensador de Schilder; o procedimento foi repetido até que os tampões cervicais atingissem 3,0 mm de espessura. Para os grupos que receberam agitação ultrassônica (MTA/AUS, MTAHP/AUS e BIO/AUS), esta foi realizada por meio da utilização de ultrassom piezoelétrico (Piezon Master 200; EMS, Nyon, Geneva, Suíça), programado para potência 3 (aproximadamente 30%), munido de inserto inteiriço cônico liso (E5; Helse Ultrasonic, Santa Rosa do Viterbo, SP, Brasil). Após a inserção e suave condensação manual, o inserto ultrassônico foi inserido no material do tampão a uma profundidade de 2 mm. Em seguida, foram realizados dois ciclos de agitação de 20 segundos, um em sentido méso-distal e outro em sentido vestibulo-palatino (18). Após agitação, foi efetuada nova condensação; de maneira semelhante aos grupos sem AUS os tampões eram considerados prontos quando a espessura de 3 mm era atingida.

Concluída a confecção dos tampões cervicais, restaurações provisórias com cimento de ionômero de vidro (FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville, SC, Brasil) foram realizadas. Os espécimes foram então armazenados com as porções apicais imersas em solução tampão fosfato-salino (PBS; Quimlab Produtos de Química Fina, Jacareí, SP, Brasil) em estufa à 37°C por 7 dias.

Avaliação da adaptação marginal

Transcorrido o período de armazenamento, discos de dentina de 1,0 mm de espessura foram extraídos da porção central dos tampões com auxílio de uma máquina de corte. Foi extraído 1 disco por dente totalizando 60 discos de dentina que foram adaptados a lâminas de vidro e fixados com cera utilidade para posteriormente serem polidos em politriz (Arotec, Cotia, SP, Brasil); empregou-se lixas d'água de granulometria 600, 900 e 1200. Em seguida, as amostras foram levadas ao MCON (LSM 710; Carl Zeiss Microscopy GmbH, Baden-Württemberg, Alemanha) e examinadas 10 µm abaixo da superfície sob ampliação de 20x; foram realizadas varreduras de 10 secções de 1 µm gravadas em uma resolução de 1024 x 1024 pixels utilizando o programa ZEN 2012 (Carl Zeiss Microscopy GmbH) e salvas em formato TIFF.

Para mensurar as falhas de adaptação dos cimentos às paredes do canal radicular na interface cimento/dentina (fendas), as imagens foram avaliadas no programa Imagem J (National Institute of Health, Bethesda, MD, EUA) empregando como ferramenta de calibração a escala oferecida pelas imagens de microscopia confocal (100 µm). Foi medido, em milímetros, o perímetro total do canal e o comprimento total de fendas. Uma vez obtidas essas medições foram calculados os percentuais de fendas em função do perímetro total do canal.

Estudo da descoloração dentinária

Para a análise da descoloração dentinária foram utilizados blocos de dentes incisivos inferiores bovinos preparados segundo o modelo proposto por Marciano et al. 2017 (21); o mesmo estudo serviu de base para a realização do cálculo amostral à semelhança do estudo anterior.

Seleção e preparação da amostra

Sessenta e cinco blocos de coroas (10 mm x 10 mm) foram preparados com auxílio de disco diamantado acionado em máquina de corte. Após preparados, esses tiveram suas faces linguais seccionadas de modo a expor sua câmara pulpar. Cavidades com 5 mm de diâmetro e aproximadamente 1,5 mm de profundidade foram preparadas no centro da face lingual de cada espécime com auxílio de pontas diamantadas #4054 (KG Sorensen); obteve-se um remanescente de $2 \pm 0,2$ mm de espessura de dentina e esmalte.

Em seguida, os espécimes foram submetidos a banhos em cuba ultrassônica com hipoclorito de sódio a 2,5% por 15 minutos, água destilada por 1 minuto, EDTA a 17% por 3 minutos e novamente com água destilada por mais 1 minuto. Em seguida, após serem secas com papel filtro (Melitta do Brasil Indústria e Comércio Ltda., Avaré, SP, Brasil), as cavidades tiveram seu limite externo condicionado com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos, lavado com água destilada por 1 minuto e suavemente secos com uma seringa de ar por 15 segundos. Uma camada de adesivo (Adper Single Bond 2; 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil) foi aplicado na área condicionada e polimerizado (Optilight LD Max; Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil) por 20 segundos para permitir a vedação da interface com resina.

Manipulação e inserção dos biomateriais

Neste momento, os blocos foram randomicamente divididos entre os seis grupos experimentais em função do cimento reparador e do emprego da AUS ($n = 10$). Conforme recomendado pelos fabricantes, os cimentos foram manipulados e inseridos nas cavidades com auxílio de uma colher de dentina nº 18 (Golgran Indústria e Comércio de Instrumentais Odontológicos Ltda). Para aqueles que foram submetidos à agitação ultrassônica (MTA/AUS, MTAHP/AUS e BIO/AUS), esta foi realizada por meio da utilização de ultrassom piezoelétrico programado para potência 3 (aproximadamente 30%), munido de inserto inteiriço cônico liso (E5; Helse Ultrasonic). Após suave condensação do cimento na cavidade, o inserto foi inserido a uma profundidade de 1 mm. Em seguida, foram realizados dois ciclos de agitação de 20 segundos, um em sentido méso-distal e outro em sentido véstíbulo-palatino (18).

Concluído o preenchimento, as cavidades foram seladas com resina flow B2 (Nova DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). E polimerizada com luz LED (Optilight LD Max, Gnatus) por 60 segundos. Os 5 blocos restantes compuseram o grupo controle negativo nos quais as cavidades foram apenas restauradas.

Independente do grupo ao qual fizeram parte, após concluídas as restaurações, os espécimes foram imersos em recipientes individuais contendo 2 mL de água destilada onde permaneceram até o final do experimento à temperatura ambiente.

Avaliação da descoloração dentinária

A determinação da cor foi realizada com auxílio de um espectrofotômetro digital (VITA Easyshade compact; VITA Zahnfabrik AG, Bad Sachington, Alemanha). O equipamento foi calibrado antes da medição de cada espécime. As medições foram obtidas imediatamente após a colocação dos materiais (cor de referencial; 0), após 7, 14, 30 e 180 dias. Foram registrados os parâmetros de cor conforme determinado pela *International Commission On Illumination* (CIE, 1978), considerando-se “L”, “a” e “b”, onde “L” representa os valores de luminosidade da cor, “a” corresponde à mensuração ao longo do eixo vermelho-verde e “b” é a mensuração ao longo do eixo amarelo-azul. A alteração de cor (ΔE), em relação aos intervalos de tempo, foi calculada tendo por base sempre os valores iniciais utilizando a seguinte fórmula:

$$\Delta E = [(L_1 - L_0)^2 + (a_1 - a_0)^2 + (b_1 - b_0)^2]^{1/2}$$

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados de ambas as avaliações foram tabulados e testados quanto à sua normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, o qual apontou natureza não-paramétrica para a análise da adaptação às paredes do canal e paramétrica para os dados do escurecimento dentinário. Desta forma, foram empregados os testes de Kruskal-Wallis e Dunn, e ANOVA e Tukey para as análises de adaptação e escurecimento, respectivamente, todos com significância estabelecida se $P > 0,05$. Adicionalmente, foi testada estatisticamente a influência da agitação ultrassônica em ambas as avaliações, independente do material empregado, tendo sido utilizado para tal os testes de Mann-Whitney e *t*-Student, respectivamente, ambos com significância se $P > 0,05$.

RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os percentuais de fendas dos materiais reparadores em função do emprego ou não da AUS. Os melhores e piores resultados foram oferecidos pelos espécimes dos grupos BIO/AUS (1,87%) e MTAHP (28,58%), respectivamente, todavia, diferenças significantes não foram observadas nas comparações entre os grupos experimentais considerando ambas as variáveis ($P > 0,05$). A Figura 1 reúne imagens

representativas de espécimes dos grupos experimentais obtidas no MCON. Quando da realização da comparação entre os materiais independentes do tratamento, observou-se diferença significativa entre o BIO e o MTAHP ($P < 0,05$); nenhuma diferença foi observada para o MTA. Também foi observada diferença significativa quando considerado apenas o tratamento, tendo a AUS incrementado a adaptação dos materiais às paredes do canal ($P < 0,05$).

Os dados relativos à alteração de cor (ΔE), observada ao longo dos períodos experimentais, encontram-se na Tabela 3. Observou-se que os espécimes do grupo MTA foram os únicos a oferecer valores de descoloração acima do clinicamente aceitável ($\Delta E \geq 3,7$), tendo alcançado este valor desde os 7 dias de observação; entre os 15 e 180 dias, apresentou estabilidade nos valores, oferecendo o máximo de ΔE aos 30 dias (7,16). Diferenças significativas entre os grupos foram observadas em todos os períodos avaliados ($P < 0,05$), tendo os grupos BIO e MTAHP/AUS revezando-se quando considerados os melhores resultados, sempre com significância para o grupo MTA ($P < 0,05$). Imagens representativas dos espécimes de cada grupo podem ser observadas na Figura 2.

DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou a influência da agitação ultrassônica na adaptação marginal dos cimentos reparadores endodônticos MTA-Angelus, MTA Repair HP e Biodentine, indicados na confecção de tampões cervicais nos procedimentos de revascularização pulpar; ainda, em função dos riscos estéticos do emprego desses materiais em nível cervical, avaliou-se a influência desta agitação na descoloração dentinária proporcionada por esses. Até o presente não há na literatura estudos avaliando a adaptação marginal destes materiais à luz da microscopia confocal ou do emprego da agitação ultrassônica na confecção de tampões cervicais, nem tampouco da influência desta na descoloração dentinária. Considerando os resultados encontrados, rejeitou-se a hipótese nula inicialmente sugerida uma vez que a agitação ultrassônica favoreceu uma melhor adaptação marginal dos materiais e alterou a descoloração dentinária proporcionada pelo MTA-Angelus.

Como forma de aproximar os métodos empregados com as condições clínicas, todos os esforços foram lançados de modo a respeitar o protocolo sugerido pela AAE (Associação Americana de Endodontistas), principalmente no que se refere à confecção dos tampões cervicais (22). Para a avaliação da adaptação marginal na

interface dentina/cimento, os métodos mais empregados são a microscopia óptica de campo aberto, a microtomografia computadorizada, a microscopia eletrônica de varredura e a MCON (18, 23, 24). No presente estudo, a MCON foi utilizada por apresentar como vantagens a capacidade de captar imagens em profundidade com secções extremamente finas, de 0,5 a 1,5 μm , por produzir imagens com foco fino em um plano bem definido, reduzindo artefatos, e por captar imagens com contraste e definição superior à técnica de campo amplo, favorecendo as interpretações (24). Para esta, o emprego de um fluoróforo se faz necessário, neste íterim, o Fluo3 foi o indicador de fluorescência escolhido. Sua seleção, em detrimento da comumente empregada Rodamina B, deveu-se ao fato deste ligar-se aos íons cálcio, elemento presente em grande quantidade nos materiais à base de silicato de cálcio, conforme apontado por Jeong et al. (25).

No que se refere à avaliação da descoloração dentinária, os parâmetros hora empregados seguiram o descrito por estudos anteriores (26-28), nos quais, blocos de dentes bovinos foram empregados e a alteração de cor determinada ao longo do tempo. O modelo em incisivos bovinos foi utilizado por fornecer uma maior área de superfície plana, permitindo uma avaliação de cor adequada e padronizada (27). Ao contrário dos dentes humanos que possuem uma menor superfície e que geralmente apresentam restaurações ou cáries que podem vir a interferir na análise de cor. Além disso, os dentes bovinos são semelhantes aos dentes humanos na composição do colágeno tipo I da matriz orgânica, o que credencia o método quanto às questões microestruturais (21, 27-29).

Em ambas as avaliações, incluíram-se grupos submetidos à agitação ultrassônica. Seu emprego tem por base a transmissão de energia micrométrica acústica pelo uso da ativação ultrassônica. Tal energia mecânica de vibração é despendida do inserto e propagada para o material, favorecendo uma maior penetração nos túbulos dentinários e uma melhor adaptação da interface cimento/dentina (18, 30). Já no caso da análise da descoloração, sua inclusão teve o objetivo de verificar possíveis alterações na descoloração dentinária proporcionada pelos cimentos reparadores endodônticos.

A adaptação marginal dos cimentos reparadores tem como finalidade primordial a proteção e manutenção da integridade do coágulo sanguíneo responsável pela indução do reparo, além de impedir a infiltração de fluidos (7). No presente estudo, a análise da adaptação marginal determinada pela presença de fendas entre os cimentos reparadores e às paredes dos canais demonstrou que nenhum material foi capaz de

proporcionar perfeita adaptação a elas. Apesar da análise considerando os dois fatores (cimento/tratamento) não ter apresentado diferenças significantes, os resultados apontaram, tal qual apresentado por Guimarães et al. (18) e Duarte et al. (30), um incremento na adaptação marginal dos materiais em função do emprego da agitação, independente do cimento. Uma possível justificativa para tal ocorrência pode ser uma melhor homogeneização do material associada a uma melhor distribuição de suas partículas, proporcionando uma maior compactação do material em função da vibração produzida pelo ultrassom.

Adicionalmente, avaliando-se o papel dos cimentos independente do tratamento aos quais foram submetidos, o Biodentine apresentou resultados significativamente superiores ao MTA Repair HP. A capacidade de adaptação do Biodentine às paredes dentinárias quando empregado como material retro-obturador já havia sido evidenciada por Ravichandra et al. (24); tal achado pode ser atribuído à consistência mais plástica do material proporcionada pela presença de carbonato de cálcio e de aditivos no líquido do Biodentine, fatores que, além de melhorarem sua consistência, aceleram a reação de presa, oferecendo ao cimento uma melhor taxa de hidratação, melhor distribuição do material e conseqüentemente uma porosidade reduzida e uma resistência mecânica aumentada (31).

Poder-se-ia esperar que o Biodentine oferecesse diferença significativa quando comparado ao MTA, todavia, tal achado não foi observado. Estudo anterior havia apontado presença de óxido de cálcio, óxido de alumínio e dióxido de silício livres, não hidratados, no clínquer do MTA-Angelus. Como consequência, este apresentaria uma menor quantidade de silicato tricálcico, proporcionando uma microestrutura mais porosa e menos densa (31). Entretanto, atualmente, o material vem sendo fabricado com um clínquer especialmente desenvolvido pela empresa, o que possivelmente solucionou este inconveniente, proporcionando resultados bem satisfatórios, compatíveis com os do Biodentine.

Considerando a adição de novos constituintes ao pó e de um plastificante ao líquido, seria esperado que o MTA Repair HP oferecesse resultados próximos aos do Biodentine, todavia, tal achado não foi observado. Neste caso, pode-se supor que a adição de óxido de cálcio ao pó, realizada com intuito de proporcionar leve expansão, pode interferir na cinemática da hidratação, promovendo um rápido consumo da água tanto pela reação de hidratação inicial, quanto pela intensa reação exotérmica, fatores que podem gerar uma massa de cimento mais porosa (31). Nesta hipótese, tal fato

associado à restrição de água oriunda da incorporação de um plastificante ao líquido podem acabar por dificultar a produção de uma massa de cimento compacta, dificultando, assim, uma melhor adaptação do material.

Considerando as exigências estéticas em vigor, principalmente em procedimentos dentários que envolvem áreas anteriores, a estabilidade de cor dos materiais é uma característica fundamental. Em função disto, o presente estudo avaliou a descoloração dentinária proporcionada pelos cimentos reparadores, mais especificamente determinando se seus diferentes radiopacificadores, óxido de bismuto (MTA-Angelus), tungstato de cálcio (MTA Repair HP) e óxido de zircônia (Biodentine) proporcionam diferentes padrões de descoloração dentinária; ainda, se o emprego da agitação ultrassônica influenciaria nesse padrão.

Os resultados encontrados no presente estudo confirmam a estabilidade de cor dos dentes tratados com o Biodentine e o MTA Repair HP, corroborando com achados de estudos anteriores que apontam a estabilidade de cor do primeiro material (28, 32) e acrescentando esta informação ao segundo material. Considerando seus radiopacificadores, tais achados eram esperados, todavia, o fato de não sofrerem alteração em função da agitação ultrassônica sugere que seu emprego pode vir a ser sugerido.

Já no que se refere ao MTA-Angelus, a descoloração dentinária provocada pelo contato do óxido de bismuto presente em sua composição com as estruturas dentárias já foi relatado (21, 27-29). Tal achado também foi observado no presente estudo, sendo este o único material a produzir alteração de cor superior a 3,7, índice sugerido como perceptível ao olho humano (33). Sua descoloração é atribuída à desestabilização do óxido de bismuto em contato com a matriz de colágeno da dentina na ausência de oxigênio e na presença de luz (21, 27-29). Todavia, resultados do presente estudo apontam que a agitação ultrassônica é capaz de influenciar positivamente na estabilidade de cor do óxido de bismuto, conseqüentemente do MTA-Angelus, aspecto levantado pela diferença estatisticamente significativa observada aos 15 e 180 dias entre os grupos MTA com e sem agitação; ainda, em nenhum dos períodos observados, o MTA-Angelus submetido à agitação observou-se alteração de cor superior ao índice perceptível. Acredita-se que tal achado possa estar relacionado à redução da água disponível para hidratação, conseqüentemente, dificultando a substituição gradual do bismuto pela sílica na reação de formação do silicato de cálcio hidratado, ou ainda por algum tipo de modificação no colágeno em

contato com o material, todavia, outras investigações são necessárias para provar estas hipóteses.

Diante da importância da manutenção da integridade do coágulo sanguíneo e do possível comprometimento estético proporcionado pelos cimentos reparadores quando de seu emprego como tampão cervical, os achados do presente estudo sugerem que a agitação ultrassônica pode melhorar a adaptação dos materiais e influenciar positivamente na estabilidade de cor do óxido de bismuto. Desta forma, apesar de mais estudos serem necessários no intuito de confirmar as hipóteses levantadas e avaliar outras possíveis interações, pode-se indicar que o emprego da agitação ultrassônica durante os procedimentos de revascularização apresenta-se como uma ferramenta acessível e viável para o uso clínico, capaz de incrementar a qualidade dos procedimentos realizados.

CONCLUSÃO

Em função do exposto e considerando as limitações do presente estudo, pode-se concluir que os cimentos reparadores avaliados foram incapazes de proporcionar total adaptação às paredes do canal radicular, todavia que o emprego da agitação ultrassônica favoreceu um melhor imbricamento e adaptação marginal destes. E ainda que os cimentos Biodentine e MTA Repair HP não provocaram descoloração dentinária, todavia o MTA-Angelus branco provocou-o, tendo seu efeito mitigado pelo emprego da agitação ultrassônica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Central Analítica-UFC/CT-INFRA/MCTI-SISNANO/Pró-Equipamentos CAPES por viabilizar as análises em microscopia e ao Departamento de Endodontia e Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Bauru por viabilizar a análise de descoloração dentinária.

Os autores negam quaisquer conflitos de interesse relacionados a este estudo.

REFERÊNCIAS

1. Nosrat A, Seifi A, Asgary S. Regenerative endodontic treatment (revascularization) for necrotic immature permanent molars: a review and report of two cases with a new biomaterial. J Endod 2011;37:562-7.

2. Nagy MM, Tawfik HE, Hashem AA, Abu-Seida AM. Regenerative potential of immature permanent teeth with necrotic pulps after different regenerative protocols. *J Endod* 2014;40:192-8.
3. Garcia-Godoy F, Murray PE. Recommendations for using regenerative endodontic procedures in permanent immature traumatized teeth. *Dent Traumatol* 2012;28:33-41.
4. Ostby, B. N. The role of the blood clot in endodontic therapy. An experimental histologic study. *Acta Odontol Scand* 1961;19:324-353.
5. Eramo S, Natali A, Pinna R, Milia E. Dental pulp regeneration via cell homing. *Int Endod J* 2017. Online.
6. Shah N, Logani A, Bhaskar U, Aggarwal V. Efficacy of revascularization to induce apexification/apexogenesis in infected, nonvital, immature teeth: a pilot clinical study. *J Endod* 2008;34:919-25.
7. Bortoluzzi EA, Niu LN, Palani CD, El-Awady AR, Hammond BD, Pei DD, Tian FC, Cutler CW, Pashley DH, Tay FR. Cytotoxicity and osteogenic potential of silicate calcium cements as potential protective materials for pulpal revascularization. *Dent Mater* 2015;31:1510-22.
8. Torabinejad M, Parirokh M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part II: other clinical applications and complications. *Int Endod J* 2017 [*in press*].
9. Camilleri J. Staining Potential of Neo MTA Plus, MTA Plus, and Biodentine used for pulpotomy procedures. *J Endod* 2015;41:1139-45.
10. Souza LC, Yadlapati M, Dorn SO, Silva R, Letra A. Analysis of radiopacity, pH and cytotoxicity of a new bioceramic material. *J Appl Oral Sci* 2015;23:383-9.
11. Guneser MB, Akabulit MB, Eldeniz AU. Effect of various endodontic irrigants on the push-out bond strength of Biodentine and conventional root perforation repair materials. *J Endod* 2013;39:380-4.
12. Silva EJ, Carvalho NK, Zanon M, Senna PM, DE-Deus G, Zuolo ML, Zaia AA. Push-out bond strength of MTA HP, a new high-plasticity calcium silicate-based cement. *Braz Oral Res* 2016;30:e84.
13. Butt N, Talwar S, Chaudhry S, Nawal RR, Yadav S, Bali A. Comparison of physical and mechanical properties of mineral trioxide aggregate and biodentine. *Indian J Dent Res* 2014;25:692-7.

14. SEPTODONT.BIODENTINE™ BioactiveDentinSubstitute.Disponível em: <<http://www.septodontusa.com/products/biodentine>>. Acesso em: Nov 2017.
15. Cintra LTA, Benetti F, de Azevedo Queiroz ÍO, de Araújo Lopes JM, Penha de Oliveira SH, Sivieri Araújo G, Gomes-Filho JE. Cytotoxicity, biocompatibility and biomineralization of the new high-plasticity MTA material. *J Endod* 2017;43:774-8.
16. Tomás-Catalá CJ, Collado-González M, García-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Forner L, Llena C, Lozano A, Castelo-Baz P, Moraleda JM, Rodríguez-Lozano FJ. 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* 2017;50:e63-72.
17. Bernabé PF, Gomes-Filho JE, Bernabé DG, Nery MJ, Otoboni-Filho JA, Dezan-Jr E, Cintra LT. Sealing ability of MTA used as a root end filling material: effect of the sonic and ultrasonic condensation. *Braz Dent J* 2013;24:107-10.
18. Guimarães BM, Amoroso-Silva P, Alcalde MP, Marciano MA, Bombarda FA, Duarte MAH. Influence of ultrasonic activation of 4 root canal sealer on filling quality. *J Endod* 2014;40:964-8.
19. Wiese PEB, Silva-Sousa YT, Pereira RD, Estrela C, Domingues LM, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Effect of ultrasonic and sonic activation of root canal sealers on the push-out bond strength and interfacial adaptation to root canal dentine. *Int Endod J* 2017 [*in press*].
20. D'Alpino P, Pereira J, Svizero N, Rueggeberg F, Pashley D. Use of fluorescent compounds in assessing bonded resin-based restorations: a literature review. *J Dent* 2006;34:623-34.
21. Marciano MA, Camilleri J, Costa RM, Matsumoto MA, Guimarães BM, Duarte MAH. Zinc Oxide Inhibits Dental Discoloration Caused by White Mineral Trioxide Aggregate Angelus. *J Endod* 2017;43:1001-7.
22. American Association of Endodontists (AAE) publicou em sua web site (<<http://www.aae.org>> Acesso em: Sep de 2017).
23. Al-Fouzan K, Al-Garawi Z, Al-Hezaimi K, Javed F, Al-Shalan T, Rotstein I. Effect of acid etching on marginal adaptation of mineral trioxide aggregate to apical dentin: microcomputed tomography and scanning electron microscopy analysis. *Int J Oral Sci.* 2012;4:202-7.

24. P V R, Vemisetty H, K D, Reddy S J, D R, Krishna M JN, Malathi G. Comparative evaluation of marginal adaptation of biodentine(TM) and other commonly used root end filling materials-an in vitro study. *J Clin Diagn Res* 2014;8:243-5.
25. Jeong JW, DeGraft-Johnson A, Dorn SO, Di Fiore PM. Dentinal Tubule Penetration of a Calcium Silicate-based Root Canal Sealer with Different Obturation Methods. *J Endod* 2017;43:633-7.
26. Lenherr P, Allgayer N, Weiger R, Filippi A, Attin T, Krastl G. Tooth discoloration induced by endodontic materials: a laboratory study. *Int Endod J* 2012;45:942-9.
27. Marciano MA, Costa RM, Camilleri J, Mondelli RF, Guimarães BM, Duarte MA. Assessment of color stability of white mineral trioxide aggregate angelus and bismuth oxide in contact with tooth structure. *J Endod* 2014;40:1235-40.
28. Dettwiler CA, Walter M, Zaugg LK, Lenherr P, Weiger R, Krastl G. In vitro assessment of the tooth staining potential of endodontic materials in a bovine tooth model. *Dent Traumatol* 2016;32:480-487.
29. Marciano MA, Duarte MA, Camilleri J. Dental discoloration caused by oxide in MTA in the presence of sodium hypochlorite. *Clin Oral Investig* 2015;19:2201-9.
30. Duarte MA, Balan NV, Zeferino MA, Vivian RR, Moraes CA, Tanomaru-Filho M, Ordinola-Zapata R, Moraes IG. Effect of ultrasonic activation on pH and calcium released by calcium hydroxide pastes in simulated external root resorption. *J Endod* 2012;38:834-7.
31. Camilleri J, Sorrentino F, Damidot D. Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. *Dent Mater* 2013;29:580-93.
32. Yoldaş SE, Bani M, Atabek D, Bodur H. Comparison of the Potential Discoloration Effect of Bioaggregate, Biodentine, and White Mineral Trioxide Aggregate on Bovine Teeth: In Vitro Research. *J Endod* 2016;42:1815-18.
33. Ioannidis K, Mistakidis I, Beltes P, Karagiannis V. Spectrophotometric analysis of crown discoloration induced by MTA- and ZnOE-based sealers. *J Appl Oral Sci* 2013;21:138-44.

FIGURAS E LEGENDAS

Figura 1. Microscopia confocal do perímetro de fendas na interface da dentina cervical com o material reparador usando Fluo-3 com comprimento de onda de 506 nm de excitação e 526 nm de emissão. Imagens feitas a 10 µm a baixo da superfície da amostra

com aumento de 20x. Sendo obtidas 10 secções de 1µm. Imagens gravadas em CZI com resolução de 1024 x 1024 pixels utilizando o programa ZEN 2012 (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Baden-Württemberg, Alemanha) e salvas em formato TIFF. Mensuração das falhas de adaptação na interface cimento/dentina (fendas), no programa Imagem J (National Institute of Health, Bethesda, MD, EUA) com escala 100 µm.

Figura 2. Representação das amostras de dentes bovinos preenchidos com MTA Angelus, MTA Repair HP e Biodentine em função da agitação ultrassônica. A descoloração é evidente no grupo MTA Angelus sem uso do ultrassom com alteração de cor da dentina periférica ao material. Os demais grupos não mostram alteração de cor.

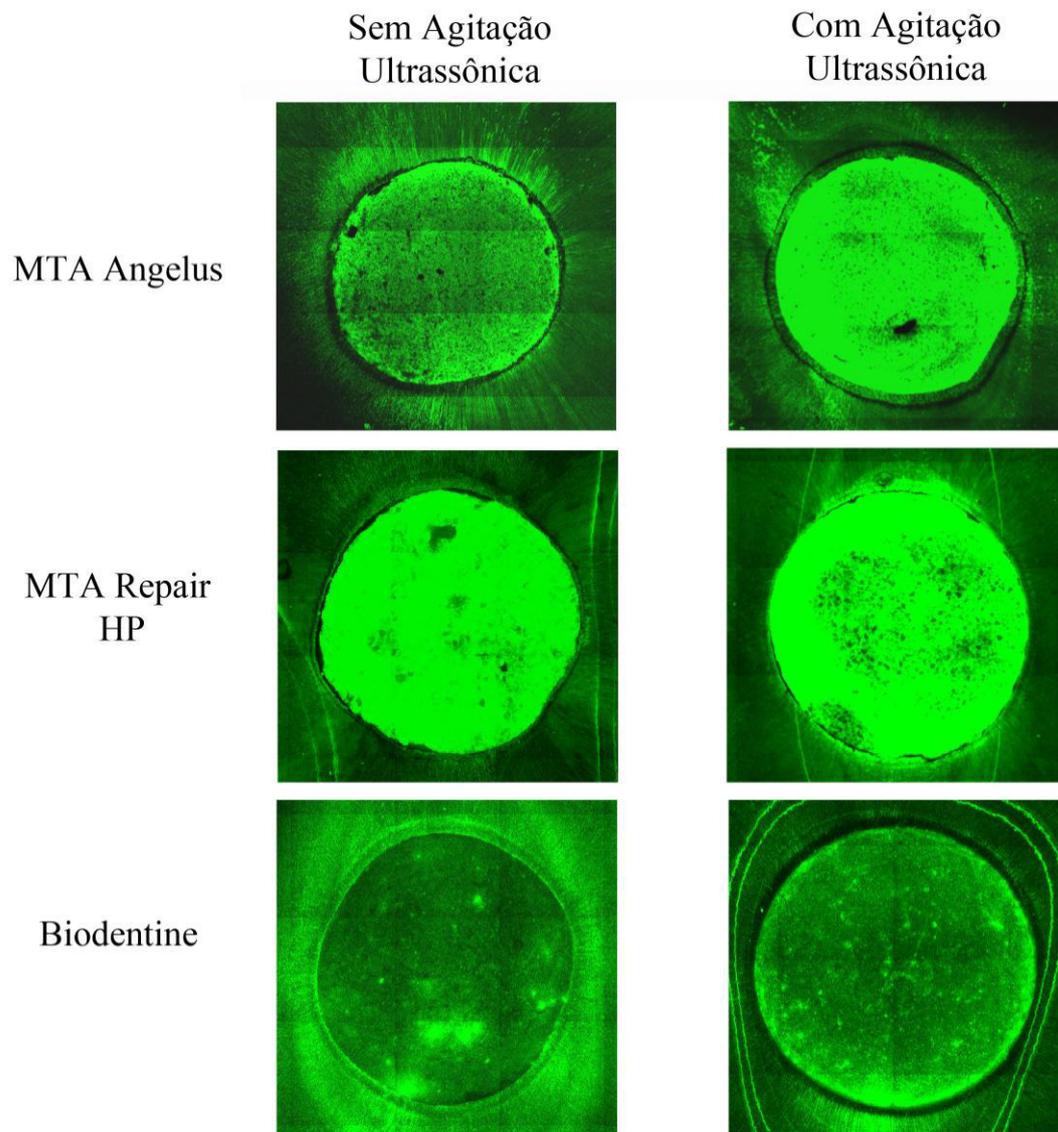
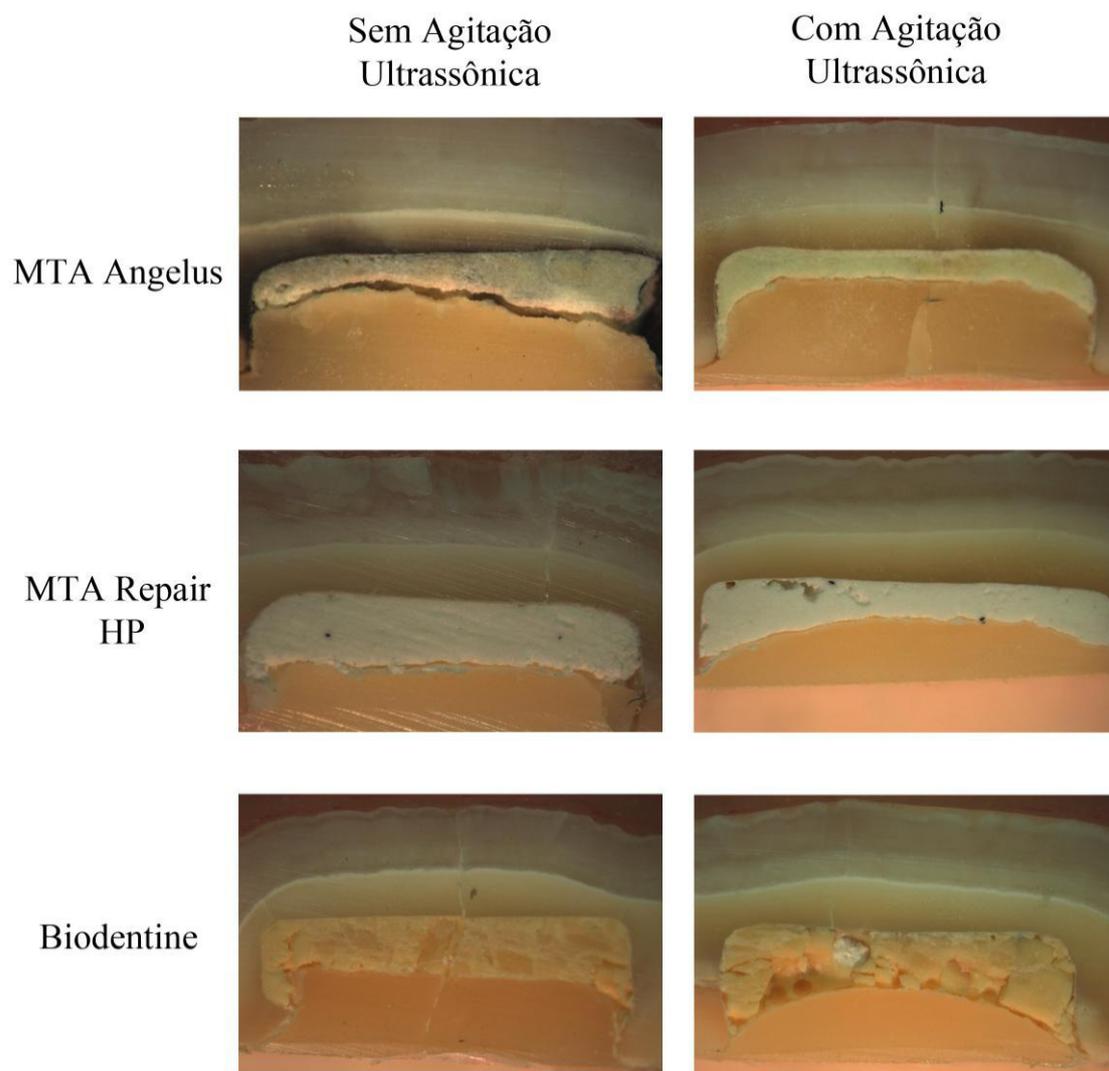
Figura 1.

Figura 2.

TABELAS

Tabela 1. Composição do pó e líquido dos cimentos.

		MTA-Angelus branco		MTA Repair HP		Biodentine	
Pó	Silicato tricálcico	3CaO-SiO ₂	Silicato tricálcico	3CaO-SiO ₂	Silicato tricálcico	3CaO-SiO ₂	
	Silicato dicálcico	2CaO-SiO ₂	Silicato dicálcico	2CaO-SiO ₂	Silicato dicálcico	2CaO-SiO ₂	
	Aluminato tricálcico	3CaO-Al ₂ O ₃	Aluminato tricálcico	3CaO-Al ₂ O ₃	Carbonato de cálcio	CaCO ₃	
	Óxido de Bismuto	Bi ₂ O ₃	Óxido de Cálcio	CaO	Óxido de zircônia	ZrO ₂	
			Tungstato de Cálcio	CaWO ₄	Óxido de ferro	Fe ₂ O ₃	
			Água	H ₂ O	Cloreto de cálcio	CaCl ₂	
Líquido	Água	H ₂ O			Polímero Hidrossolúvel	-----	
			Plastificante	-----	Água	H ₂ O	

Tabela 2. Percentual de fendas em relação ao perímetro proporcionado pelos materiais reparadores em função da agitação ultrassônica.

Material	Agitação	Percentual de Fendas		
		Mediana	Mín.	Máx.
MTA-Angelus	Não	11,92 ^{a,A}	0	48,65
	Sim	5,34 ^{a,A}	0	65,47
MTA Repair HP	Não	28,58 ^{a,A}	8,01	63,73
	Sim	17,87 ^{a,A}	0	43,26
Biodentine	Não	10,14 ^{a,A}	0	27,56
	Sim	1,87 ^{a,A}	0	16,33

^{a,b}Letras minúsculas diferentes sobrescritas representam diferenças significantes entre os grupos em função dos materiais de acordo com os testes de Kruskal-Wallis e Dunn ($P < 0,05$).

^{A,B}Letras maiúsculas diferentes sobrescritas representam diferenças significantes considerando o efeito da agitação ultrassônica em cada material de acordo com o teste de Mann-Whitney ($P < 0,05$).

Tabela 3. Média e desvio padrão da análise de descoloração proporcionado pelos materiais reparadores em função da agitação ultrassônica.

Material	Agitação	7 dias		15 dias		30 dias		180 dias	
		Média	dp	Média	dp	Média	dp	Média	dp
MTA-Angelus	Não	4,91 ^b	2,85	6,05 ^b	4,05	7,16 ^b	3,81	6,10 ^b	1,79
	Sim	2,11 ^a	0,97	4,09 ^{ab}	1,64	2,59 ^{ab}	1,36	2,68 ^a	1,18
MTA Repair HP	Não	2,77 ^{ab}	1,12	2,70 ^{ab}	0,74	3,26 ^{ab}	1,47	2,60 ^a	0,79
	Sim	1,95 ^a	1,38	1,75 ^a	1,46	1,44 ^a	1,13	1,68 ^a	0,67
Biodentine	Não	1,86 ^a	0,87	2,04 ^a	0,68	2,72 ^{ab}	0,86	2,33 ^a	0,71
	Sim	2,35 ^{ab}	0,36	2,61 ^{ab}	0,99	3,39 ^{ab}	0,67	2,25 ^a	1,36

^{a,b}Letras diferentes sobrescritas representam diferenças significantes entre os grupos, considerando cada período de avaliação, de acordo com os testes ANOVA e Tukey ($P < 0,05$).

5. CONCLUSÃO GERAL

Como conclusões principais desse estudo, segue-se:

1. Os cimentos reparadores avaliados foram incapazes de proporcionar total adaptação às paredes do canal radicular, todavia, que o emprego da agitação ultrassônica favoreceu um melhor embricamento e adaptação marginal destes.
2. Os cimentos Biodentine e MTA Repair HP não provocaram descoloração dentinária, evidenciando que os radiopacificadores tungstato de cálcio e o óxido de zircônio dos respectivos cimentos são estáveis e podem ser considerados como alternativas clínicas em áreas estéticas. Todavia, o MTA-Angelus branco provocou-a, tendo seu efeito mitigado pelo emprego da agitação ultrassônica. Assim, o ultrassom influenciou na estabilidade de cor do radiopacificador óxido de bismuto.

6. REFERÊNCIAS (INTRODUÇÃO GERAL)

Ahmed HM, Abbott PV. Discoloration potential of endodontic procedures and materials: a review. **Int Endod J**, v. 45, n. 10, p. 883-97, Oct. 2012.

Aksel H, Küçükkaya Eren S, Puralı N, Serper A, Azim AA. Efficacy of different irrigant protocols and application systems on sealer penetration using a stepwise CLSM analysis. **Microsc Res Tech**, Aug. 2017. Online.

Al Ansary MA, Day PF, Duggal MS, Brunton PA. Interventions for treating traumatized necrotic immature permanent anterior teeth: inducing a calcific barrier & root strengthening. **Dent Traumatol**, v. 25, n. 4, p. 367-79, Aug. 2009.

Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. **Dent Traumatol**, v. 18, n. 3, p. 134-7, Jun. 2002.

Berger T, Baratz AZ, Gutmann JL. In vitro investigations into the etiology of mineral trioxide tooth staining. **J Conserv Dent**, v. 17, n. 6, p. 526-30, Nov. 2014.

Butt N, Talwar S, Chaudhry S, Nawal RR, Yadav S, Bali A. Comparison of physical and mechanical properties of mineral trioxide aggregate and biodentine. **Indian J Dent Res**, v. 25, n. 6, p. 692-7, Nov-Dec. 2014.

Camilleri J. Color stability of white mineral trioxide aggregate in contact with hypochlorite solution. **J Endod**, v. 40, n. 3, p. 436-40, Mar. 2014.

Camilleri J. Staining Potential of Neo MTA Plus, MTA Plus, and Biodentine Used for Pulpotomy Procedures. **J Endod**, v. 41, n. 7, p. 1139-45, Jul. 2015.

Cavenago BC, Pereira TC, Duarte MA, Ordinola-Zapata R, Marciano MA, Bramante CM, 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, Feb. 2014.

Cintra LTA, Benetti F, de Azevedo Queiroz ÍO, de Araújo Lopes JM, Penha de Oliveira SH, Sivieri Araújo G, Gomes-Filho JE. Cytotoxicity, biocompatibility and biomineralization of the new high-plasticity MTA material. **J Endod**, v. 43, n. 5, p. 774-8, May. 2017.

Duarte MAH, Demarchi ACCO, Yamashita JC, Kuga MC, Fraga SC. pH and calcium ion release of 2 root filling materials. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 95, n. 3, p. 345-7, Mar. 2003.

Eramo S, Natali A, Pinna R, Milia E. Dental pulp regeneration via cell homing. **Int Endod J**, Oct. 2017. Online.

Garcia-Godoy F, Murray PE. Recommendations for using regenerative endodontic procedures in permanent immature traumatized teeth. **Dent Traumatol**, v. 28, n. 1, p. 33-41, Feb. 2012.

Goel S, Tewari S. Smear layer removal with passive ultrasonic irrigation and the Navitip FX: a scanning electron microscopy study. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 108, n. 3, p. 465-70, Sep. 2009.

Guerreiro-Tanomaru JM, Chávez-Andrade GM, de Faria-Júnior NB, Watanabe E, Tanomaru-Filho M. Effect of Passive Ultrasonic Irrigation on Enterococcus faecalis from Root Canals: An Ex Vivo Study. **Braz Dent J**, v. 26, n. 4, p. 342-6, Jul-Aug. 2015.

Guimarães BM, Amoroso-Silva P, Alcalde MP, Marciano MA, Bombarda FA, Duarte MAH. Influence of ultrasonic activation of 4 root canal sealer on filling quality. **J Endod**, v. 40, n. 7, p. 964-8, Jul. 2014.

Guimarães BM, Tartari T, Marciano MA, Vivan RR, Mondeli RF, Camilleri J, Duarte MA. Color stability, radiopacity, and chemical characteristics of white mineral trioxide aggregate associated with 2 different vehicles in contact with blood. **J Endod**, v. 41, n. 6, p. 947-52, Jun. 2015.

Guneser MB, Akabulit MB, Eldeniz AU. 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. 380-4, Mar. 2013.

Hoehn MM, Labounty GL, Keller DL. Ultrasonic endodontic sealer placement. **J Endod**, v. 14, n. 4, p. 169-74, Apr. 1988.

Holan G. Development of clinical and radiographic signs associated with dark discolored primary incisors following traumatic injuries: a prospective controlled study. **Dent Traumatol**, v. 20, n. 5, p. 276-87, Oct. 2004.

Holden DT, Schwartz SA, Kirkpatrick TC, Schindler WG. Clinical outcomes of artificial root-end barriers with mineral trioxide aggregate in teeth with immature apices. **J Endod**, v. 34, n. 7, p. 812-7, Jul. 2008.

Holland R, De Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabe PF, Dezan Junior E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. **J Endod**, v. 25, n. 3, p. 161-6, Mar. 1999.

Holland R, De Souza V, Nery MJ, Faraco-Júnior IM, Bernabé PF, Otoboni-Filho JA, Dezan-Júnior E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with mineral trioxide aggregate, Portland cement or calcium hydroxide. **Braz Dent J**, v. 12, n. 1, p. 3-8, 2001.

Kang SH, Shin YS, Lee HS, Kim SO, Shin Y, Jung IY, Song JS. 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, May. 2015.

Kim JA, Hwang YC, Rosa V, Yu MK, Lee KW, Min KS. Root canal filling quality of a premixed calcium silicate endodontic sealer applied using gutta-percha cone-mediated ultrasonic activation. **J Endod**, Oct. 2017. Online.

Krastl G, Allgayer N, Lenherr P, Filippi A, Taneja P, Weiger R. Tooth discoloration induced by endodontic materials: a literature review. **Dent Traumatol**, v. 29, n. 1, p. 2-7, Feb. 2013.

Kohli MR, Yamaguchi M, Setzer FC, Karabucak B. Spectrophotometric analysis of coronal tooth discoloration induced by various bioceramic cements and other endodontic materials. **J Endod**, v. 41, n. 11, p. 1862-6, Nov. 2015.

Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. **J Endod**, v. 19, n. 11, p. 541-4, Nov. 1993.

Lenherr P, Allgayer N, Weiger R, Filippi A, Attin T, Krastl G. Tooth discoloration induced by endodontic materials: a laboratory study. **Int Endod J**, v. 45, n. 10, p. 942-9, Oct. 2012.

Marciano MA, Estrela C, Mondelli RF, Ordinola-Zapata R, Duarte MA. Analysis of the color alteration and radiopacity promoted by bismuth oxide in calcium silicate cement. **Braz Oral Res**, v. 27, n. 4, p. 318-23, Jul-Aug. 2013.

Marciano M, Costa R, Camilleri J, Mondelli R, Guimares B, Duarte M. Assessment of color stability of white mineral trioxide aggregate angelus and bismuth oxide in contact with tooth structure. **J Endod**, v. 40, n. 8, p. 1235-40, Aug. 2014.

Nagy MM, Tawfik HE, Hashem AA, Abu-Seida AM. Regenerative potential of immature permanent teeth with necrotic pulps after different regenerative protocols. **J Endod**, v. 40, n. 2, p. 192-8, Feb. 2014.

Nosrat A, Seifi A, Asgary S. Regenerative endodontic treatment (revascularization) for necrotic immature permanent molars: a review and report of two cases with a new biomaterial. **J Endod**, v. 37, n. 4, p. 562-7, Apr. 2011.

Petrino JA, Boda KK, Shambarger S, Bowles WR, McClanahan SB. Challenges in regenerative endodontics: a case series. **J Endod**, v. 36, n. 3, p. 536-41, Mar. 2010.

Rafter M. Apexification: a review. **Dent Traumatol**, v. 21, n. 1, p. 1-8, Feb. 2005.

SEPTODONT.BIODENTINE™ BioactiveDentinSubstitute.Disponível em:
<<http://www.septodontusa.com/products/biodentine>>. Acesso em: Sep 2017.

Silva EJ, Carvalho NK, Zanon M, Senna PM, DE-Deus G, Zuolo ML, Zaia AA. Push-out bond strength of MTA HP, a new high-plasticity calcium silicate-based cement. **Braz Oral Res**, v. 30, n. 1, Jun. 2016.

Shah N, Logani A, Bhaskar U, Aggarwal V. Efficacy of revascularization to induce apexification/apexogenesis in infected, nonvital, immature teeth: a pilot clinical study. **J Endod**, v. 34, n. 8, p. 919-25, Aug. 2008.

Tomás-Catalá CJ, Collado-González M, García-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Forner L, Llena C, Lozano A, Castelo-Baz P, Moraleda JM, Rodríguez-Lozano FJ. 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**, Sep. 2017. Online

Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. **J Endod**, v. 19, n. 12, p. 591-5, Dec. 1993.

Torabinejad M, Hong CU, Lee SJ, Monsef M, Pitt Ford TR. Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. **J Endod**, v. 21, n. 12, p. 603-8, Dec. 1995.

Torabinejad M, Parirokh M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part II: other clinical applications and complications. **Int Endod J**, Aug. 2017. Online.

Valles M, Mercade M, Duran-Sindreu F, Bourdelande JL, mRoig 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, Apr. 2013.

Vasconcelos BC, Bernardes RA, Cruz SML, Duarte MAH, PadilhaPM, Bernadineli N, Garcia RB, Bramante CM, Moraes IG. Evaluation of pH and calcium ion release of new root-end filling materials. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 108, n. 1, p. 135-9, Jul. 2009.

Wiesse PEB, Silva-Sousa YT, Pereira RD, Estrela C, Domingues LM, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Effect of ultrasonic and sonic activation of root canal sealers on the push-out bond strength and interfacial adaptation to root canal dentine. **Int Endod J**, May. 2017. Online.

Zou L, Liu J, Yin S, Li W, Xie J. 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 Pathol Oral Radiol Endod**, v. 105, n.6, p. 61-5, Jun. 2008.

ANEXO 1

UFC - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ /



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA AGITAÇÃO ULTRASSÔNICA NA ADAPTAÇÃO E PENETRABILIDADE NOS TÚBULOS DENTINÁRIOS DE 3 CIMENTOS REPARADORES PELA TÉCNICA DE TAMPÃO CERVICAL PARA

Pesquisador: BERNARDO ALMEIDA AGUIAR

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 63761317.4.0000.5054

Instituição Proponente: Departamento de Clínica Odontológica

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.956.908

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo intervencional, experimental em ex vivo. Serão utilizados 60 dentes humanos unirradiculares parte de doação. Divididos radomicamente em 6 grupos experimentais: G1.1 MTA Angelus branco, G2.1 MTA repair HP e G3.1 Biodentine sem uso de agitação ultrassônica. E G1.2 MTA Angelus branco, G2.2 MTA Repair HP e G3.2 Biodentine com uso de agitação ultrassônica para avaliação da influência desta agitação sobre a adaptação e penetrabilidade nos túbulos dentinários dos cimentos reparadores. Para os ensaios de adaptação e penetrabilidade serão utilizados 60 dentes humanos unirradiculados de canal circular que serão preparados nos terços médios e cervicais com brocas Largo #5 no intuito de padronizar as dimensões internas dos canais em suas porções cervicais com paredes paralelas e diâmetro de 1,5 mm. Em seguida, por meio da confecção de tampões cervicais de 3,0 mm de espessura localizados logo abaixo da junção cimento-esmalte, os espécimes terão discos de dentina medindo 1,0 mm de altura extraída da porção central dos tampões obtidos na máquina de corte e levados ao equipamento de microscopia eletrônica confocal de varredura a laser para avaliar a adaptação à parede dentinária cervical e a capacidade de penetração dos cimentos reparadores nos túbulos dentinários. Independente do estudo, em função da natureza dos dados, os resultados serão submetidos à análise de variância e testes de comparações individuais sempre com nível de

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

UF: CE

Município: FORTALEZA

CEP: 60.430-275

Telefone: (85)3366-8344

E-mail: comepe@ufc.br

UFC - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ /



Continuação do Parecer: 1.956.908

significância de 5%.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Geral

O objetivo do presente estudo é avaliar a influência do emprego da agitação ultrassônica por meio da microscopia eletrônica confocal de varredura a laser dos cimentos reparadores endodônticos MTA-Angelus Branco (MTA; Angelus Indústria de Produtos Odontológicos, Londrina, Brasil), MTA Repair HP (MTA-HP; Angelus Indústria de Produtos Odontológicos, Londrina, Brasil) e Biodentine (BIO; Septodont, Saint-Mar-des-Fosses, França) empregados na técnica de tampão cervical para procedimentos de revascularização.

Objetivos Específicos

- Avaliar e comparar a influência do emprego da agitação ultrassônica por meio da microscopia eletrônica confocal de varredura a laser dos cimentos reparadores endodônticos a dentina cervical dos canais radiculares, analisando as falhas de adaptação na interface cimento/dentina.
- Avaliar e comparar a influência do emprego da agitação ultrassônica por meio da microscopia eletrônica confocal de varredura a laser dos cimentos nos segmentos do perímetro onde houve penetração, de cada cimento reparador endodôntico, nos túbulos dentinários cervicais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos

Como esta pesquisa será realizada em dentes extraídos por indicação terapêutica, não existem riscos a sua saúde.

Benefícios

Verificar os possíveis benefícios da agitação ultrassônica na melhoria da adaptação as paredes dentinárias e a capacidade de penetração nos túbulos dentinários pelos cimentos reparadores MTA-Angelus Branco (MTA), MTA Repair HP e Biodentine na técnica de tampão cervical para procedimento de revascularização em dentes com rizogênese incompleta necrosados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa testará 3 cimentos endodônticos em 6 grupos de dentes extraídos para verificar a ação da utilização de equipamento ultra-sônico.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória foram apresentados.

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 60.430-275

UF: CE **Município:** FORTALEZA

Telefone: (85)3366-8344

E-mail: comepe@ufc.br

Continuação do Parecer: 1.956.908

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as pendências foram realizadas, portanto o projeto está apto a ser aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_836287.pdf	03/02/2017 22:47:17		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado.pdf	03/02/2017 22:46:10	BERNARDO ALMEIDA AGUIAR	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	03/02/2017 22:45:34	BERNARDO ALMEIDA AGUIAR	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Justificativa_ausencia_TCLE.pdf	14/01/2017 20:10:27	BERNARDO ALMEIDA AGUIAR	Aceito
Outros	Carta_de_apreciacao_CEP_UFC_PROSPEQ.pdf	14/01/2017 20:09:46	BERNARDO ALMEIDA AGUIAR	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	14/01/2017 20:05:41	BERNARDO ALMEIDA AGUIAR	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_pesquisadores.pdf	14/01/2017 20:05:22	BERNARDO ALMEIDA AGUIAR	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	Declaracao_de_manuseio_material_biologico.pdf	14/01/2017 20:04:54	BERNARDO ALMEIDA AGUIAR	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declacao_de_instituicao_e_infraestrutura.pdf	14/01/2017 20:02:37	BERNARDO ALMEIDA AGUIAR	Aceito
Brochura Pesquisa	Brochura_da_pesquisa.docx	14/01/2017 20:01:56	BERNARDO ALMEIDA AGUIAR	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	04/01/2017 18:12:23	BERNARDO ALMEIDA AGUIAR	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 60.430-275

UF: CE **Município:** FORTALEZA

Telefone: (85)3366-8344

E-mail: comepe@ufc.br

UFC - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ /



Continuação do Parecer: 1.956.908

FORTALEZA, 09 de Março de 2017

Assinado por:
FERNANDO ANTONIO FROTA BEZERRA
(Coordenador)

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 60.430-275

UF: CE **Município:** FORTALEZA

Telefone: (85)3366-8344

E-mail: comepe@ufc.br

APÊNDICE 1 – METODOLOGIA LABORATORIAL PARA ANÁLISE DE ADAPTAÇÃO MARGINAL

1. Seleção e preparação das amostras

Sessenta dentes humanos, anteriores superiores, unirradiculados, extraídos por motivos alheios à pesquisa foram coletados para o estudo da adaptação marginal (Figura 1A).

Procedeu-se o acesso coronário com pontas diamantadas esféricas (#1014; KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) e, em seguida, realizou-se o preparo dos terços cervicais e médios com brocas Largo #5 (Dentsply-Sirona, Ballaigues, Suíça) (Figura 1B e C). Posteriormente os dentes foram seccionados transversalmente 5,0 mm abaixo da junção cimento-esmalte (JCE) por meio de disco diamantado dupla-face acionado em cortadora de precisão (Isomet 1000; Buhler Ltda., Lake Bluff, NY, EUA) (Figura 1D e E). Depois de seccionados, os dentes foram submetidos a banhos, em cuba ultrassônica, com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% (Asfer Indústria Química Ltda, São Caetano do Sul, SP, Brasil) por 15 minutos, com água destilada (Asfer Indústria Química Ltda) por 1 minuto, com ácido etileno diaminotetracético (EDTA) a 17% (Biodinâmica Química e Farmacêutica Ltda., Ibioporã, PR, Brasil) por 3 minutos e, por fim, novamente com água destilada por mais 1 minuto (Figura 1F-I).

Concluído o preparo dos espécimes, estes foram acomodados sobre uma placa de vidro para estabilização e, com auxílio de um condensador de Schilder (Odous de Deus, Belo Horizonte, MG, Brasil), *plugs* de esponja de colágeno (Technew, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) foram preparados de forma a obliterar os 2,0 mm apicais dos condutos (Figura 1J-L). Independente do grupo no qual seriam alocados, os espécimes, já com as esponjas, foram irrigados com 1,0 mL de água destilada. Em seguida, foi realizada suave aspiração com auxílio do sugador endodôntico durante 4 segundos e secagem adicional com cones de papel absorvente (Dentsply-Sirona).

Figura 1. Sequencia de seleção e preparação dos espécimes para inserção dos cimentos reparadores.



2. Manipulação e inserção dos biomateriais

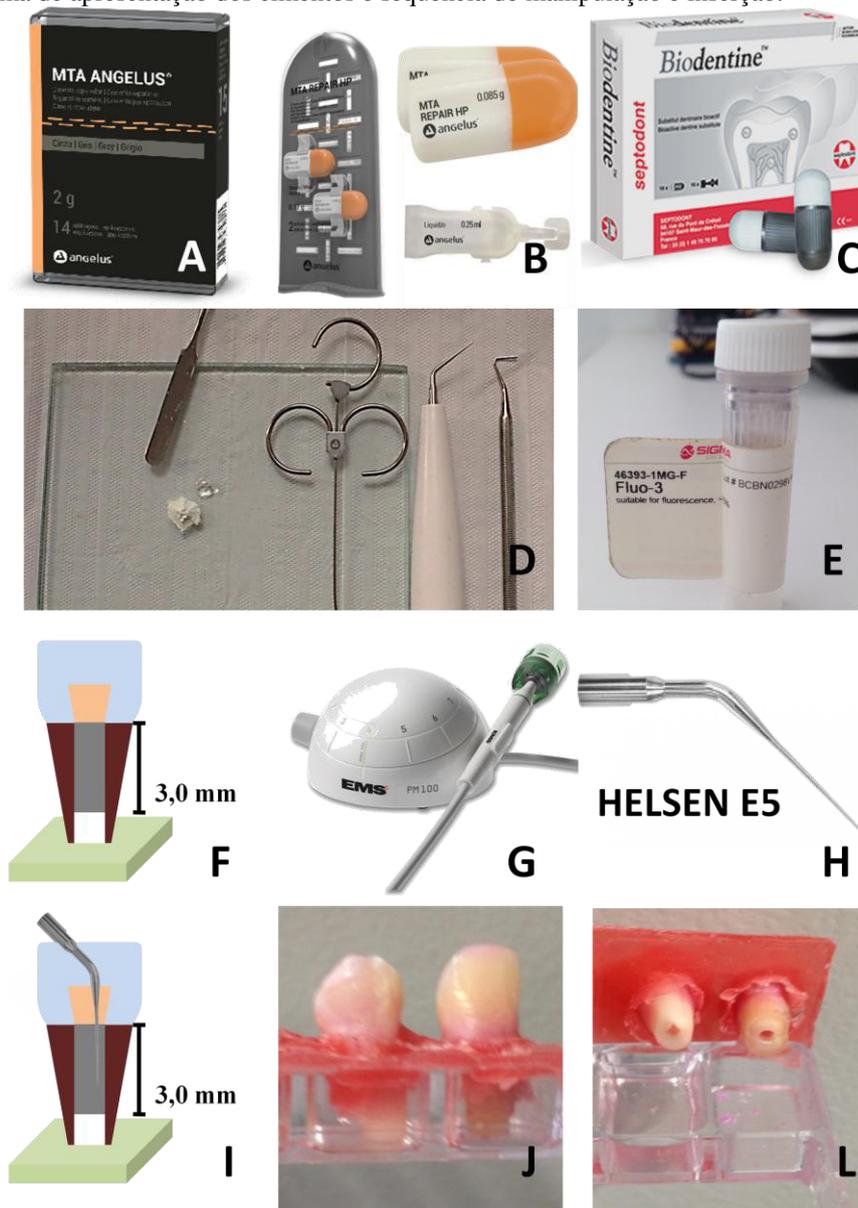
A manipulação dos cimentos reparadores foi realizada conforme as orientações dos fabricantes atentando-se para o respeito à proporção pó/líquido recomendada (Figura 2A-C). Para a análise da adaptação marginal por meio de Microscopia Confocal de Varredura a Laser (MCON), foi incorporado aos cimentos o fluoróforo Fluo-3 (Sigma-Aldrich, Warrington, PA, EUA) na concentração de aproximadamente 0,1% (peso/peso) (Figura 2D e E).

Foram considerados seis grupos experimentais em função do material e do emprego da AUS nos quais os espécimes foram alocados de forma randômica ($n = 10$). A inserção dos biomateriais nos grupos MTA, MTAHP e BIO (sem AUS) ocorreu pelo

emprego do micro-aplicador de MTA de diâmetro de 1,2 mm (Angelus Indústria e Produtos Odontológicos S/A) seguida de condensação com condensador de Schilder; o procedimento foi repetido até que os tampões cervicais atingissem 3,0 mm de espessura (Figura 2F). Para os grupos que receberam agitação ultrassônica (MTA/AUS, MTAHP/AUS e BIO/AUS), esta foi realizada por meio da utilização de ultrassom piezoelétrico (Piezon Master 200; EMS, Nyon, Geneva, Suíça), programado para potência 3 (aproximadamente 30%), munido de inserto inteiriço cônico liso (E5; Helse Ultrasonic, Santa Rosa do Viterbo, SP, Brasil) (Figura 2G e H). Após a inserção e suave condensação manual, o inserto ultrassônico foi inserido no material do tampão a uma profundidade de 2 mm (Figura 2I). Em seguida, foram realizados dois ciclos de agitação de 20 segundos, um em sentido mésio-distal e outro em sentido vestibulo-palatino. Após agitação, foi efetuada nova condensação; de maneira semelhante aos grupos sem AUS os tampões eram considerados prontos quando a espessura de 3 mm era atingida.

Concluída a confecção dos tampões cervicais, restaurações provisórias com cimento de ionômero de vidro (FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville, SC, Brasil) foram realizadas. Os espécimes foram então armazenados com as porções apicais imersas em solução tampão fosfato-salino (PBS; Quimlab Produtos de Química Fina, Jacareí, SP, Brasil) em estufa à 37°C por 7 dias (Figura 2J e L).

Figura 2. Forma de apresentação dos cimentos e sequencia de manipulação e inserção.

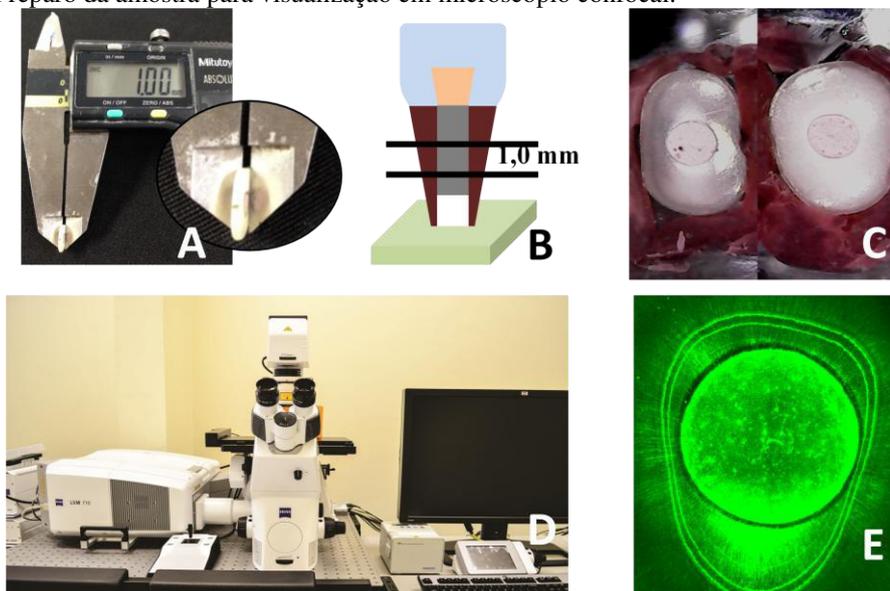


3. Avaliação da adaptação marginal

Transcorrido o período de armazenamento, discos de dentina de 1,0 mm de espessura foram extraídos da porção central dos tampões com auxílio de uma máquina de corte (Figura 3A e B). Foi extraído 1 disco por dente totalizando 60 discos de dentina que foram adaptados a lâminas de vidro e fixados com cera utilidade para posteriormente serem polidos em politriz (Arotec, Cotia, SP, Brasil); empregou-se lixas d'água de granulometria 600, 900 e 1200 (Figura 3C). Em seguida, as amostras foram levadas ao MCON (LSM 710; Carl Zeiss Microscopy GmbH, Baden-Württemberg, Alemanha) e examinadas 10 μ m abaixo da superfície sob ampliação de 20x; foram realizadas varreduras de 10 secções de 1 μ m gravadas em uma resolução de 1024 x

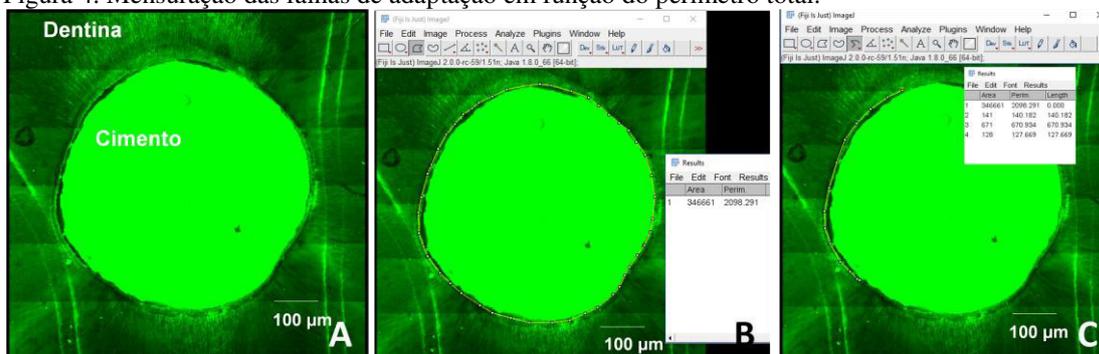
1024 pixels utilizando o programa ZEN 2012 (Carl Zeiss Microscopy GmbH) e salvas em formato TIFF (Figura 3D e E).

Figura 3. Preparo da amostra para visualização em microscópio confocal.



Para mensurar as falhas de adaptação dos cimentos às paredes do canal radicular na interface cimento/dentina (fendas), as imagens foram avaliadas no programa Imagem J (National Institute of Health, Bethesda, MD, EUA) empregando como ferramenta de calibração a escala oferecida pelas imagens de microscopia confocal (100 μm) (Figura 4A). Foi medido, em milímetros, o perímetro total do canal e o comprimento total de fendas (Figura 4B e C). Uma vez obtidas essas medições foram calculados os percentuais de fendas em função do perímetro total do canal.

Figura 4. Mensuração das falhas de adaptação em função do perímetro total.

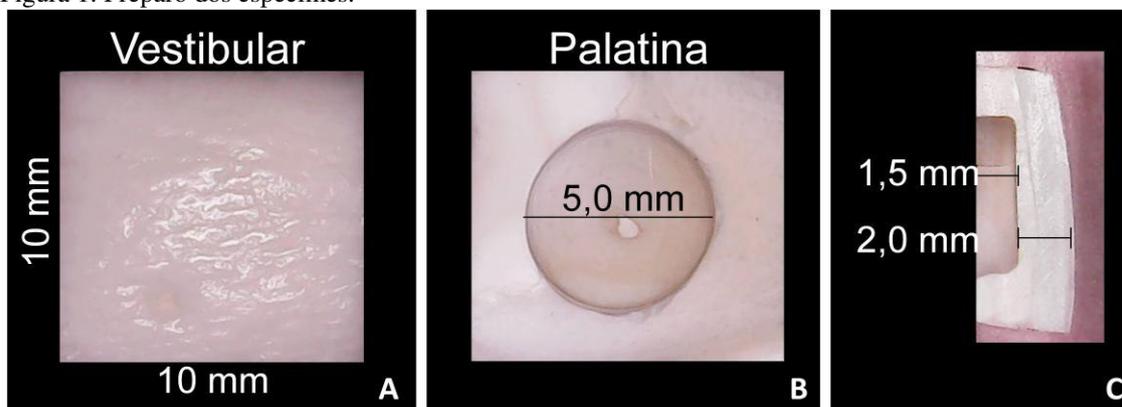


APÊNDICE 2 – METODOLOGIA LABORATORIAL PARA ANÁLISE DE DESCOLORAÇÃO DENTINÁRIA

1. Seleção e preparo das amostras

Sessenta e cinco blocos de coroas (10 mm x 10 mm) foram preparados com auxílio de disco diamantado acionado em máquina de corte (Figura 1A). Após preparados, esses tiveram suas faces linguais seccionadas de modo a expor sua câmara pulpar. Cavidades com 5 mm de diâmetro e aproximadamente 1,5 mm de profundidade foram preparadas no centro da face lingual de cada espécime com auxílio de pontas diamantadas #4054 (KG Sorensen); obteve-se um remanescente de $2 \pm 0,2$ mm de espessura de dentina e esmalte (Figura 1B e C).

Figura 1: Preparo dos espécimes.

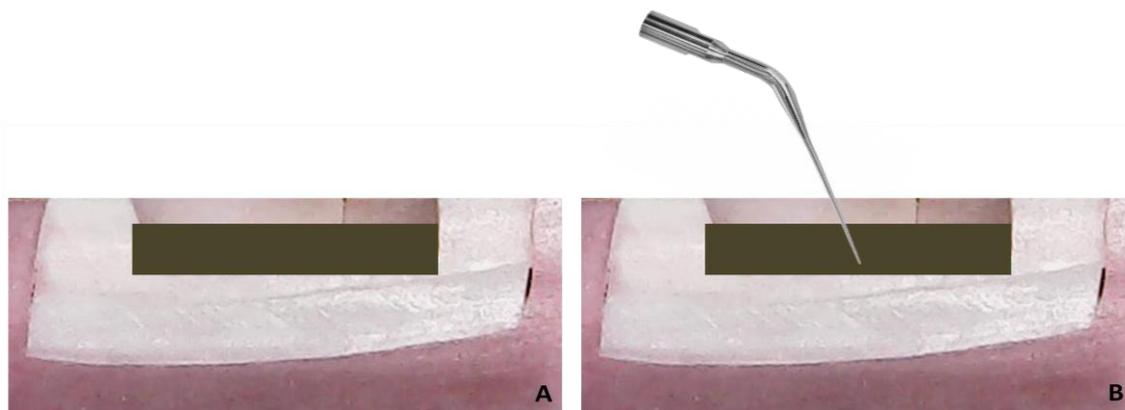


Em seguida, os espécimes foram submetidos a banhos em cuba ultrassônica com hipoclorito de sódio a 2,5% por 15 minutos, água destilada por 1 minuto, EDTA a 17% por 3 minutos e novamente com água destilada por mais 1 minuto. Em seguida, após serem secas com papel filtro (Melitta do Brasil Indústria e Comércio Ltda., Avaré, SP, Brasil), as cavidades tiveram seu limite externo condicionado com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos, lavado com água destilada por 1 minuto e suavemente secos com uma seringa de ar por 15 segundos. Uma camada de adesivo (Adper Single Bond 2; 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil) foi aplicado na área condicionada e polimerizado (Optilight LD Max; Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil) por 20 segundos para permitir a vedação da interface com resina.

2. Manipulação e inserção dos biomateriais

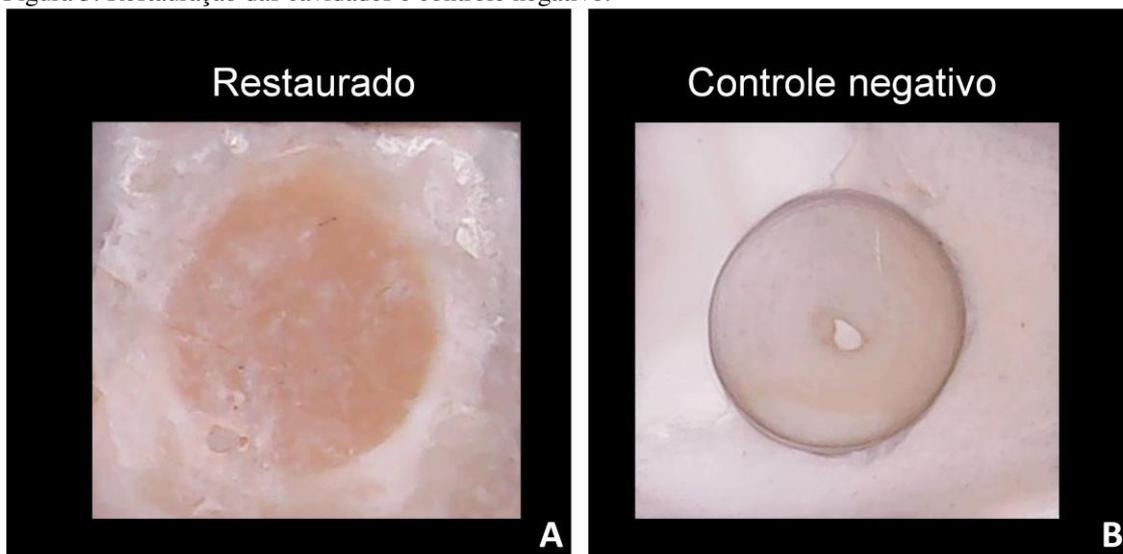
Neste momento, os blocos foram randomicamente divididos entre os seis grupos experimentais em função do cimento reparador e do emprego da AUS ($n = 10$). Conforme recomendado pelos fabricantes, os cimentos foram manipulados e inseridos nas cavidades com auxílio de uma colher de dentina nº 18 (Golgran Indústria e Comércio de Instrumentais Odontológicos Ltda) (Figura 2A). Para aqueles que foram submetidos à agitação ultrassônica (MTA/AUS, MTAHP/AUS e BIO/AUS), esta foi realizada por meio da utilização de ultrassom piezoelétrico programado para potência 3 (aproximadamente 30%), munido de inserto inteiriço cônico liso (E5; Helse Ultrasonic). Após suave condensação do cimento na cavidade, o inserto foi inserido a uma profundidade de 1 mm (Figura 2B). Em seguida, foram realizados dois ciclos de agitação de 20 segundos, um em sentido méso-distal e outro em sentido vestibulo-palatino.

Figura 2: Ilustração da inserção dos cimentos nos grupos com e sem agitação ultrassônica.



Concluído o preenchimento, as cavidades foram seladas com resina flow B2 (Nova DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). E polimerizada com luz LED (Optilight LD Max, Gnatus) por 60 segundos (Figura 3A). Os 5 blocos restantes compuseram o grupo controle negativo nos quais as cavidades foram apenas restauradas (Figura 3B).

Figura 3: Restauração das cavidades e controle negativo.



Independente do grupo ao qual fizeram parte, após concluídas as restaurações, os espécimes foram imersos em recipientes individuais contendo 2 mL de água destilada onde permaneceram até o final do experimento à temperatura ambiente.

3. Avaliação da descoloração dentinária

A determinação da cor foi realizada com auxílio de um espectrofotômetro digital (VITA Easyshade compact; VITA Zahnfabrik AG, Bad Sachington, Alemanha) (Figura 4A). O equipamento foi calibrado antes da medição de cada espécime. As medições foram obtidas imediatamente após a colocação dos materiais (cor de referencial; 0), após 7, 14, 30 e 180 dias (Figura 4B). Foram registrados os parâmetros de cor conforme determinado pela *International Commission On Illumination* (CIE, 1978), considerando-se “L”, “a” e “b”, onde “L” representa os valores de luminosidade da cor, “a” corresponde à mensuração ao longo do eixo vermelho-verde e “b” é a mensuração ao longo do eixo amarelo-azul. A alteração de cor (ΔE), em relação aos intervalos de tempo, foi calculada tendo por base sempre os valores iniciais utilizando a seguinte fórmula:

$$\Delta E = [(L_1 - L_0)^2 + (a_1 - a_0)^2 + (b_1 - b_0)^2]^{1/2}$$

Figura 4: Mensuração da alteração de cor.

