

Bruna Laís Lins Gonçalves

**Taxa de sucesso em dentes maduros cariados submetidos à capeamento
pulpar direto com MTA ou vidro bioativo 45S5: ensaio clínico
randomizado**

*Success rate in mature carious teeth submitted to direct pulp capping with
MTA or bioactive glass 45S5: randomized clinical trial*

Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Odontologia da
Universidade CEUMA em Associação
com a Universidade Federal de
Uberlândia para obtenção do título de
Doutora em Odontologia.



São Luís-MA

2023

Bruna Lais Lins Gonçalves

**Taxa de sucesso em dentes maduros cariados submetidos à capeamento
pulpar direto com MTA ou vidro bioativo 45S5: ensaio clínico
randomizado**

*Success rate in mature carious teeth submitted to direct pulp capping with
MTA or bioactive glass 45S5: randomized clinical trial*

Tese de Doutorado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Odontologia da Universidade CEUMA
em Associação com Universidade
Federal de Uberlândia para obtenção
do título de Doutora em Odontologia.

Área de Concentração: Odontologia
Integrada

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ceci Nunes
Carvalho (Universidade Ceuma-MA)

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Meire Coelho
Ferreira (Universidade Ceuma-MA)

São Luís-MA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade CEUMA
Rede de Bibliotecas CEUMA
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Gonçalves, Bruna Laís Lins

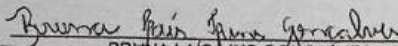
Taxa de sucesso em dentes maduros cariados submetidos à capeamento pulpar direto com MTA ou vidro bioativo 45S5: ensaio clínico randomizado. / Bruna Laís Lins Gonçalves. - São Luís: Universidade CEUMA, 2023.

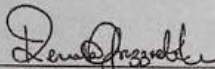
118 p.; il., color. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade CEUMA em Associação com a Universidade Federal de Uberlândia para obtenção do título de Doutora em Odontologia.. Universidade CEUMA, 2023.

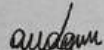
1. oximetria de pulso; teste da polpa dentária; ensaio clínico; capeamento da polpa dentária; qualidade de vida. . I. Título. II. Ceci Nunes Carvalho (Orientadora), Meire Coelho Ferreira (Co-orientadora).

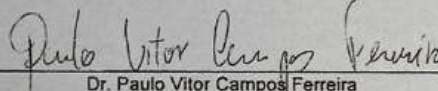


PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
Folha de aprovação da Tese BRUNA LAÍS LINS
GONÇALVES defendida e aprovada pela Comissão
Julgadora em 13/06/2023

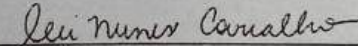

BRUNA LAÍS LINS GONÇALVES
Discente

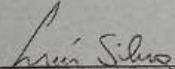

Dra. Renata Graziotin Soares
1º Examinador


Dr. André Guarani De Vito Moraes
2º Examinador


Dr. Paulo Vitor Campos Ferreira
3º Examinador


Dr. Etevaldo Matos Maia Filho
4º Examinador


Dra. Ceci Nunes Carvalho
Presidente da Comissão


Prof. Dr. Luís Cláudio Nascimento da Silva
Pró-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa
Universidade CEUMA

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho às pessoas mais importantes da minha vida: Meus pais, Rita e Evandro, por todo amor, incentivo, apoio, por serem minha fonte de motivação, pela proteção, cuidado, por sempre estarem ao lado de suas filhas e darem o melhor de si. Muitas vezes trabalharam dobrado, sacrificando seus sonhos em favor dos meus. Para vocês que me ajudaram a superar as minhas decepções e aplaudiram minhas conquistas. Não somente pais, mas verdadeiros amigos! Pai, mãe, amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus pela oportunidade de crescer e vencer. Por estar sempre ao meu lado, nunca me desamparar e por me dar forças para chegar até aqui.

À minha orientadora, professora Dra. Ceci Nunes Carvalho, por sua preocupação, por toda ajuda, por compartilhar seus conhecimentos e ideias ao longo desses anos, pela compreensão e paciência. Obrigada por ter me ensinado tanto e ter contribuído para minha formação. Minha eterna gratidão!

À minha co-orientadora, professora Dra. Meire Coelho Ferreira, pela paciência, disponibilidade, pela atenção e ajuda. Muito obrigada.

Às alunas da Graduação Blenda Montelo, Amanda Nogueira, Raissa, Giovana e Maria Eduarda que foram essenciais para a realização dessa pesquisa.

À Prof. Dra. Cyrene Piazero pela indispensável ajuda e disponibilidade.

À professora Suellen Linares, pelo auxílio em alguns atendimentos e na busca de pacientes.

Aos amigos da Pós-Graduação: Silvana, Daniela, Gustavo, Lucas, Cláudio, Karla, Karime Tavares e principalmente Lucila por abrir as portas de sua casa e me receber tão bem nessas idas e vindas à São Luís. Pessoas especiais que tive o privilégio de conhecer durante essa jornada, partilhar essa caminhada com vocês certamente a tornou menos árdua e mais alegre.

Aos funcionários da clínica odontológica da Universidade Ceuma, pela indispensável colaboração e paciência.

Aos pacientes que foram fundamentais para contribuição e concretização dessa pesquisa.

À Fundação de Ampara à Pesquisa (FAPEMA), Processos UNIVERSAL 06372/22 e BD 72002/2021 pelo auxílio financeiro.

A todos que de alguma maneira contribuíram com esse estudo, seja direta ou indiretamente. Muito obrigada!

“Até aqui nos ajudou o Senhor”

I Samuel 7:12

Gonçalves, BLL. Taxa De Sucesso Em Dentes Maduros Cariados Submetidos À Capeamento Pulpar Direto Com MTA Ou Vidro Bioativo 45S5: Estudo Clínico Randomizado [Tese de Doutorado em Odontologia]. São Luís. Universidade CEUMA em Associação com a Universidade Federal de Uberlândia; 2023.

RESUMO

Objetivo: Avaliar o sucesso do capeamento pulpar direto (CPD) em dentes permanentes maduros após a exposição por cárie com MTA ou vidro bioativo 45S5 pelo período de 18 meses e avaliar o impacto do tratamento na qualidade de vida dos pacientes. **Materiais e métodos:** Foi realizado ensaio clínico randomizado com 42 dentes com indicação de CPD. A cárie foi removida e após exposição pulpar os dentes foram aleatoriamente alocados para um dos tratamentos (MTA ou vidro bioativo 45S5). Foram realizadas análises da SaO₂ através de (OP), Teste de Sensibilidade à Frio (TSF) e radiografias antes e após 1, 3, 6, 12 e 18 meses do CPD. Teste de Friedman foi utilizado para a comparação intragrupo quanto a mediana percentual dos níveis de saturação de oxigênio pulpar (SO₂P%) de dentes submetidos a CPD e avaliados em diferentes momentos no tempo. Na comparação intergrupos e considerando os diferentes momentos no tempo, teste *t* de *Student* e Mann-Whitney foram aplicados. A severidade do impacto do tratamento na qualidade de vida foi mensurada para os domínios e escore total do OHIP-14. A análise de sobrevivência com o estimador de Kaplan-Meier foi utilizada para obter as curvas de sobrevivência para a ocorrência do insucesso. O teste de Mantel-Cox (log rank), Breslow e Terone-Ware foram utilizados entre os grupos de tratamento. O nível de significância adotado foi de 5%. **Resultados:** Para o grupo MTA houve 8 sucessos e 3 insucessos. Enquanto, no grupo 45S5 houve 5 sucessos e 12 insucessos com diferença significativa ($p=0,031$) entre os grupos. Não houve diferença para os níveis de SaO₂ pulpar (MTA $p=0,665$, 45S5 $p=0,723$). Somente a variável tipo tratamento apresentou um efeito significativo no risco de insucesso ($p=0,012$) quando o tratamento foi realizado com MTA o risco de insucesso diminuiu 85,5%. Os escores médios dos domínios “dor física”, “desconforto psicológico”, “incapacidade física” e

“incapacidade psicológica”, e do escore total foram os mais expressivos antes do tratamento. A única diferença significativa entre os tempos de avaliação quanto ao escore médio foi observada para o domínio “desconforto psicológico” do grupo MTA ($p < 0,048$). *Conclusão:* As características de sangramento pulpar, tamanho da exposição e idade não apresentaram fatores de impacto no sucesso do tratamento. Todavia, o tipo de material teve influência no sucesso do tratamento. Os aspectos relacionados a “dor física”, “desconforto psicológico”, “incapacidade física” e “incapacidade psicológica”, tiveram impacto negativo na qualidade de vida dos pacientes antes do tratamento em ambos os grupos. *Relevância clínica:* O MTA apresenta alta taxa de sucesso para capeamento pulpar direto, mesmo em dentes maduros cariados.

Palavras- chave: oximetria de pulso; teste da polpa dentária; ensaio clínico; capeamento da polpa dentária; qualidade de vida.

*artigo a ser submetido à revista Clinical Oral Investigations.

Gonçalves, BLL. Success Rate in Carious Mature Teeth Subjected to Direct Pulp Capping with MTA or 45S5 Bioactive Glass: Randomized clinical trial [Doctoral Thesis in Dentistry]. São Luís. Universidade CEUMA University in Association with the Federal University of Uberlândia; 2023.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the success of direct pulp capping (DPC) in mature permanent teeth after caries exposure with MTA or 45S5 bioactive glass for a period of 18 months and to evaluate the impact of treatment on patients' quality of life. *Materials and methods:* A randomized clinical trial was carried out with 42 teeth with indication of CPD. The caries was removed and after pulpal exposure the teeth were randomly allocated to one of the treatments (MTA or bioactive glass 45S5). Analyses of SaO₂ through (OP), Cold Sensitivity Test (TSF) and radiographs were performed before and after 1, 3, 6, 12 and 18 months of CPD. Friedman's test was used for intragroup comparison regarding the percentage median of pulpal oxygen saturation levels (SO₂P%) of teeth confirmed to CPD and evaluated at different moments in time. In the intergroup comparison and considering the different moments in time, Student's t test and Mann-Whitney test were applied. The severity of the impact of treatment on quality of life was measured for the OHIP-14 domains and total score. Survival analysis with the Kaplan-Meier estimator was used to obtain survival curves for the occurrence of failure. The Mantel-Cox (log rank), Breslow and Terone-Ware test were used between treatment groups. The significance level adopted was 5%. *Results:* For the MTA group there were 8 successes and 3 failures. However, in the 45S5 group there were 5 successes and 12 failures with a significant difference ($p=0.031$) between groups. There was no difference for pulp SaO₂ levels (MTA $p=0.665$, 45S5 $p=0.723$). Only the variable type of treatment had a significant effect on the risk of failure ($p=0.012$; Exp(B)=0.145). The average scores of the domains “physical pain”, “psychological discomfort”, “physical disability” and “psychological disability”, and of the total score were the most expressive before treatment. The only significant difference between the

evaluation times regarding the mean score was observed for the “psychological discomfort” domain of the MTA group ($p < 0.048$). *Conclusion:* The characteristics of pulpal bleeding, exposure size and age did not have impact factors on treatment success. However, the type of material had an influence on the success of the treatment. Aspects related to “physical pain”, “psychological discomfort”, “physical disability” and “psychological disability” had a negative impact on the quality of life of patients before treatment in both groups. *Clinical relevance:* MTA has a high success rate for direct pulp capping, even in decayed mature teeth.

Keywords: oximetry; dental pulp test; clinical trial; dental pulp capping; quality of life.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	10
LISTA DE TABELAS E FIGURAS.....	13
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	14
INTRODUÇÃO GERAL.....	16
CAPÍTULO 1.....	19
CAPÍTULO 2.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXOS.....	84
APÊNDICES.....	98

LISTAS DE TABELAS E FIGURAS

Capítulo 1

Tabela 1 - Características demográficas e clínicas da amostra estudada.....35

Tabela 2- Regressão de Cox para os 15 casos que experimentaram o evento no período de seguimento de 18 meses.....37

Tabela 3 - Mediana da SaO₂ em dentes submetidos CPD.....38

Tabela 3 - Severidade de impacto (domínios e escore total do OHIP-14) antes do CPD e após 1, 3, 6, 12 e 18 meses.....39

Figura 1- Fluxograma dos pacientes da pesquisa.....33

Figura 2- Curva de sobrevivência de Kaplan-Meier para tratamentos de capeamento pulpar direto com MTA e Biovidro 45S5 seguidos por um período de 18 meses.....36

Capítulo 2

Figura 1- Viabilidade celular obtida a partir de diferentes tratamentos celulares experimentais.....67

Figura 2- MEV de partículas 45S5 (A), NbG (B) e MTA.....67

Tabela 1- Composição química do vidro 45S5 e vidro experimental NbG.....67

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPD.....Capeamento Pulpar Direto

OP.....Oxímetro de Pulso

TSF.....Teste de Sensibilidade à Frio

SaO₂Saturação de Oxigênio Pulpar

1 INTRODUÇÃO GERAL

INTRODUÇÃO GERAL

Com a introdução do MTA e outros materiais bioativos ou à base de silicatos de cálcio, associadas às estratégias de tratamento mais avançadas, alteraram o antigo conceito de que o CPD após exposição pulpar por cárie devem ser evitados [1,2,3]. Recentemente, vários materiais biocerâmicos como iRoot BP Plus e Biodentine, mostraram exercer efeitos semelhantes ao MTA em CPD [4-11]. A maioria desses materiais apresentam alta biocompatibilidade, toxicidade reduzida, pH mais elevado, radiopacidade e boa capacidade de selamento. Além disso, esses materiais demonstraram induzir a proliferação e diferenciação de células-tronco da polpa dentária [12]. No entanto, as evidências mostram que o MTA tem desvantagens como longo tempo de presa, difícil manuseio, alto custo e descoloração do dente [13]

Os vidros bioativos são compostos principalmente de cálcio/sódio fosfato e silicatos e apresentam bioatividade *in vivo* em solução de fluido corporal simulado [12,13, sugere-se que ocorra a formação de uma camada externa rica em cálcio e fosfato que adere quimicamente a tecidos duros [14,15]. O vidro bioativo 45S5 tem sido empregado em diversas aplicações na odontologia devido às suas propriedades bioativas e sua capacidade de se unir à tecidos moles e duros [16]. Estes possuem uma estrutura não cristalina e exibem melhor bioatividade do que outros materiais biocerâmicos com estrutura cristalina, como MTA e iRoot BP Plus [17]; apresentando boas propriedades antibacterianas [17] e induzindo a proliferação, diferenciação e mineralização de células de polpa dental humana [18,19].

Embora alguns estudos tenham sido publicados, avaliando o sucesso de CPD usando materiais reparadores biocerâmicos em dentes jovens permanentes [4-11], a literatura disponível ainda é insuficiente em relação ao procedimento em dentes permanentes maduros e vidros bioativos [17] e inexistente com relação a avaliação da condição pulpar utilizando oximetria em casos de capeamento pulpar direto em dentes maduros.

Os testes térmicos e os testes elétricos da polpa são os métodos mais utilizados para avaliar a condição pulpar. Todavia, esses testes avaliam apenas

a vasoconstrição e a estimulação das estruturas nervosas da polpa e não fornecem informações sobre o fluxo sanguíneo [20]. Uma vez que os testes de sensibilidade térmico e elétrico muitas vezes produzem resultados imprecisos, por avaliarem apenas a sensibilidade pulpar ativando o sistema excitatório através das fibras nervosas [21]. Isto significa que os dentes mesmo não sendo responsivos à estes testes podem ainda ter circulação sanguínea normal e apresentar vitalidade pulpar [21]. Portanto, os resultados dos testes de sensibilidade para a determinação da vitalidade pulpar são limitados, pois podem apresentar resultados falso-negativos ou falso-positivos [22]. Assim, geralmente é aceito que a avaliação do suprimento de sangue dentro da polpa dentária pode ser o único indicador disponível do verdadeiro estado atual da condição pulpar [23].

Portanto, o objetivo do estudo do Capítulo 1 foi avaliar o sucesso do CPD por meio da mensuração da taxa e saturação de oxigênio pulpar com Oxímetro de Pulso (OP) bem como a avaliação clínica radiográfica pelo período de 18 meses em pacientes submetidos à capeamento pulpar direto em dentes permanentes maduros após exposição por cárie utilizando MTA ou vidro bioativo 45S5. Esse estudo também teve como objetivo avaliar o impacto que o tratamento de capeamento pulpar direto com MTA ou Vidro Bioativo 45S5 tem na qualidade de vida dos pacientes. A hipótese nula testada foi que a taxa de sucesso de dentes submetidos ao capeamento pulpar direto com MTA e Vidro Bioativo 45S5 não apresentarão diferenças no sucesso do tratamento. E a qualidade de vida não difere dependendo do tipo de material de capeamento pulpar diret

O MTA apresenta menor citotoxicidade, quando comparado a outros materiais CPD, capacidade de induzir a formação de tecido mineralizado [3] e reduzir os níveis de inflamação pulpar, hiperemia e necrose [3,4]. No entanto, as limitações do uso do MTA incluem longo tempo de presa, difícil manuseio e citotoxicidade na fase inicial [14].

Os vidros bioativos consistem em materiais promissores que são compostos principalmente por fosfato de cálcio/sódio e silicato com uma bioatividade in vivo em solução de fluido corporal simulado [17,24]. O material

possui uma estrutura não cristalina, apresenta melhor bioatividade do que outros compostos biocerâmicos que possuem estrutura cristalina como MTA e iRoot BP Plus [14], e induz a formação de uma camada externa rica em cálcio e fosfato que quimicamente adere aos tecidos duros [25,26]. Além disso, os vidros bioativos têm propriedades antibacterianas bem descritas [27] e capacidade de induzir a proliferação, diferenciação e mineralização das células da polpa dentária humana [18,28].

O vidro bioativo 45S5 mostrou aplicações promissoras de reparo ósseo e biocompatibilidade para implantação corporal sem causar danos. Atualmente, há pesquisas limitadas sobre o uso do vidro bioativo 45S5 na terapia pulpar, bem como a avaliação da citotoxicidade para tecidos conjuntivos e células [29]. Portanto, O estudo do Capítulo 2 teve como objetivo avaliar a citotoxicidade de fibroblastos de dois vidros bioativos: 45S5 e um niobofosfato (NbG) e comparar com o MTA.

CAPÍTULO 1

Título: Taxa De Sucesso Em Dentes Maduros Cariados Submetidos À Capeamento Pulpar Direto Com MTA Ou vidro bioativo 45S5: Estudo Clínico Randomizado

RESUMO

Objetivo: Avaliar o sucesso do capeamento pulpar direto (CPD) em dentes permanentes maduros após a exposição por cárie com MTA ou vidro bioativo 45S5 pelo período de 18 meses e avaliar o impacto do tratamento na qualidade de vida dos pacientes. *Materiais e métodos:* Foi realizado ensaio clínico randomizado com 42 dentes com indicação de CPD. A cárie foi removida e após exposição pulpar os dentes foram aleatoriamente alocados para um dos tratamentos (MTA ou vidro bioativo 45S5). Foram realizadas análises da SaO_2 através de Oxímetro de pulso (OP), Teste de Sensibilidade à Frio (TSF) e radiografias antes e após 1, 3, 6, 12 e 18 meses do CPD. Teste de Friedman foi utilizado para a comparação intragrupo quanto a mediana percentual dos níveis de saturação de oxigênio pulpar ($\text{SO}_2\text{P}\%$) de dentes submetidos a CPD e avaliados em diferentes momentos no tempo. Na comparação intergrupos e considerando os diferentes momentos no tempo, teste *t* de Student e Mann-Whitney foram aplicados. A severidade do impacto do tratamento na qualidade de vida foi mensurada para os domínios e escore total do OHIP-14. A análise de sobrevivência com o estimador de Kaplan-Meier foi utilizada para obter as curvas de sobrevivência para a ocorrência do insucesso. O teste de Mantel-Cox (log rank), Breslow e Terone-Ware foram utilizados entre os grupos de tratamento. O nível de significância adotado foi de 5%. *Resultados:* Para o grupo MTA houve 8 sucessos e 3 insucessos. No entanto, no grupo 45S5 houve 5 sucessos e 12 insucessos com diferença significativa ($p=0,031$) entre os grupos. Não houve diferença para os níveis de SaO_2 pulpar (MTA $p=0,665$, 45S5 $p=0,723$). Somente a variável tipo tratamento apresentou um efeito significativo no risco de insucesso ($p=0,012$; $\text{Exp(B)}=0,145$). Os escores médios dos domínios “dor física”, “desconforto psicológico”, “incapacidade física” e “incapacidade psicológica”, e do escore total foram os mais expressivos antes do tratamento. A única diferença significativa entre os

tempos de avaliação quanto ao escore médio foi observada para o domínio “desconforto psicológico” do grupo MTA ($p<0,048$). *Conclusão:* As características de sangramento pulpar, tamanho da exposição e idade não apresentaram fatores de impacto no sucesso do tratamento. Todavia, o tipo de material teve influência no sucesso do tratamento. Os aspectos relacionados a “dor física”, “desconforto psicológico”, “incapacidade física” e “incapacidade psicológica”, tiveram impacto negativo na qualidade de vida dos pacientes antes do tratamento em ambos os grupos. *Relevância clínica:* O MTA apresenta alta taxa de sucesso para capeamento pulpar direto, mesmo em dentes maduros cariados.

Palavras- chave: oximetria de pulso; teste da polpa dentária; ensaio clínico; capeamento da polpa dentária; qualidade de vida.

INTRODUÇÃO

Algumas opções de tratamento para um dente permanente com exposição pulpar incluem capeamento pulpar direto (CPD), pulpotomia e pulpectomia [1]. O objetivo primário do capeamento pulpar direto é manter a integridade do tecido pulpar sob várias condições patológicas de exposição, e a manutenção da vitalidade pulpar é necessária para evitar complicações adicionais que podem levar à terapia endodôntica em dentes permanentes jovens com uma maior preservação das estruturas dentárias. No entanto tem havido um número crescente de estudos indicando taxas de sucesso bastante altas e sugerindo terapias de polpa vital como possíveis tratamentos alternativos para dentes maduros permanentes vitais com exposição pulpar [2,3,4,5]. Um material ideal não deve causar inflamação pulpar, que pode levar à necrose, e deve regenerar dentina de boa qualidade na área de exposição.

O CPD consiste na colocação de um material de proteção (hidróxido de cálcio, MTA ou biocerâmicos) diretamente sobre a exposição pulpar, na tentativa de permitir a reparação e formação de tecido dentinário [6]. A falta de previsibilidade dos resultados de CPD para os casos de exposição pulpar devido à cárie [7,8] foi estabelecida com base em protocolos tradicionais e materiais que não geraram um ambiente favorável para a neoformação de tecido duro [7,8,9]. Para Leong, Yap 2021 [10] as taxas de sucesso do capeamento pulpar direto variam de 64% a 97% ao longo dos diferentes períodos de acompanhamento, sem diferença observada entre pulpotomia parcial e pulpotomia total. O sucesso a longo prazo dos dentes com a terapia pulpar depende de sua capacidade de resistir a inflamação e recontaminação; portanto, o material de capeamento pulpar e o material de restauração parecem desempenhar papéis importantes proporcionando um selamento biocompatível [11].

Com a introdução do MTA e outros materiais bioativos ou à base de silicatos de cálcio, associadas às estratégias de tratamento mais avançadas, alteraram o antigo conceito de que o CPD após exposição pulpar por cárie em dentes maduros devem ser evitados [12,13,14]. Recentemente, vários

materiais biocerâmicos como iRoot BP Plus e Biodentine, mostraram exercer efeitos semelhantes ao MTA em CPD [15-22]. A maioria desses materiais apresentam alta biocompatibilidade, toxicidade reduzida, pH mais elevado, radiopacidade e boa capacidade de selamento. Além disso, esses materiais demonstraram induzir a proliferação e diferenciação de células-tronco da polpa dentária [23]. No entanto, as evidências mostram que o MTA tem desvantagens como longo tempo de presa, difícil manuseio, alto custo e descoloração do dente [24].

Os vidros bioativos são compostos principalmente de cálcio/sódio fosfato e silicatos e apresentam bioatividade *in vivo* em solução de fluido corporal simulado [23,24], sugere-se que ocorra a formação de uma camada externa rica em cálcio e fosfato que adere quimicamente a tecidos duros [25,26]. O vidro bioativo 45S5 tem sido empregado em diversas aplicações na odontologia devido às suas propriedades bioativas e sua capacidade de se unir à tecidos moles e duros [27]. Estes possuem uma estrutura não cristalina e exibem melhor bioatividade do que outros materiais biocerâmicos com estrutura cristalina, como MTA e iRoot BP Plus [28]; apresentando boas propriedades antibacterianas [28] e induzindo a proliferação, diferenciação e mineralização de células de polpa dental humana [29, 30].

Ainda, o diagnóstico inicial da condição pulpar é essencial para o sucesso da terapia da polpa vital, tanto em dentes jovens, quanto em dentes maduros e serve como referencial para a indicação de um correto tratamento. O conhecimento sobre a normalidade e as alterações fisiológicas pulpares somados aos diversos recursos semiotécnicos disponíveis garante um diagnóstico correto. A avaliação precisa do estado da saúde da polpa dentária é conseguida através de um histórico detalhado do paciente, exames clínicos e radiográficos completos e o uso de testes diagnósticos especiais [31, 32] sendo que os tratamentos que visam a manutenção da vitalidade pulpar devem ser considerados como alternativa à pulpectomia.

Os testes térmicos e os testes elétricos da polpa são os métodos mais utilizados para avaliar a condição pulpar. Todavia, esses testes avaliam apenas a vasoconstrição e a estimulação das estruturas nervosas da polpa e não

fornece informações sobre o fluxo sanguíneo [33]. Uma vez que os testes de sensibilidade térmico e elétrico podem produzir resultados imprecisos, por avaliarem apenas a sensibilidade pulpar ativando o sistema excitatório através das fibras nervosas [34]. Isto significa que os dentes mesmo não sendo responsivos a estes testes podem ainda ter circulação sanguínea normal e apresentar vitalidade pulpar [34]. Portanto, os resultados dos testes de sensibilidade para a determinação da vitalidade pulpar são limitados, pois podem apresentar resultados falso-negativos ou falso-positivos [35]. Assim, geralmente é aceito que a avaliação do suprimento de sangue dentro da polpa dentária pode ser o único indicador disponível do verdadeiro estado atual da condição pulpar [32].

Embora alguns estudos tenham sido publicados, avaliando o sucesso do CPD usando materiais reparadores biocerâmicos em dentes jovens permanentes [19-22], a literatura disponível ainda é insuficiente em relação ao procedimento em dentes permanentes maduros, bem como a avaliação da condição pulpar desses dentes utilizando oximetria de pulso e vidros bioativos [28].

Os métodos tradicionais de medição da saúde bucal são incapazes de criar uma imagem de como é a vida das pessoas diariamente afetadas por problemas de saúde bucal, dando-lhes uma visão superficial imprecisa da realidade [36]. A qualidade de vida relacionada à saúde bucal (QVRSB) vem sendo amplamente considerada como um instrumento importante para avaliar o impacto promovido por diferentes doenças bucais e os resultados dos tratamentos odontológicos na qualidade de vida das pessoas [37,38].

O impacto e consequência na qualidade de vida (QoL) são importantes para fornecer a compreensão do que essas doenças bucais podem causar e, em última análise, para determinar o benefício do cuidado para a vida dos pacientes. Para isso, tem crescido o interesse para avaliar o impacto da doença endodôntica na saúde e qualidade de vida (OHRQoL) [38,39]. Entretanto, ainda são escassos estudos que avaliem o impacto da qualidade de vida em capeamento pulpar direto.

A dor pós-operatória é um dos fatores que impactam a qualidade de vida dos pacientes. Outros comprometimentos podem advir dessa dor, como a fala, mastigação e, aspectos psicológicos, como dificuldade de relaxar e irritabilidade [38,40]. Portanto, é importante que o profissional não se atenha somente em realizar o tratamento, mas também ater-se aos comprometimentos advindos da terapia, que podem afetar a vida cotidiana do paciente.

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o sucesso do CPD em dentes maduros expostos no momento da remoção de tecido cariado, tratados com MTA ou Vidro Bioativo 45S5, avaliados por um período de 18 meses por meio da mensuração da taxa de saturação de oxigênio pulpar, bem como avaliação clínica e radiográfica. Esse estudo também teve como objetivo avaliar o impacto que o tratamento de capeamento pulpar direto com MTA ou vidro bioativo 45S5 tem na qualidade de vida dos pacientes. A hipótese nula testada foi que a taxa de sucesso de dentes submetidos ao capeamento pulpar direto com MTA ou vidro bioativo 45S5 não apresentaram diferenças no sucesso do tratamento. E a qualidade de vida não difere dependendo do tipo de material de capeamento pulpar direto.

MATERIAIS E MÉTODOS

Desenho do estudo

Foi realizado um ensaio clínico randomizado cego paralelo onde o paciente não sabia qual o tratamento iria ser utilizado [41]. Os pacientes foram atendidos por um operador treinado e calibrado, na clínica de Odontologia da Universidade CEUMA, após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Local, (Parecer nº 2.519.462) e após o consentimento livre e esclarecido dos pacientes. O estudo foi registrado e aprovado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (REBEC - RBR-3jyw8).

Desenho e seleção dos participantes do estudo

O tamanho da amostra foi realizado (Sealed envelope TM - www.sealedenvelope.com/power) para um cálculo para amostras dependentes comparando médias percentuais de saturação de oxigênio (SaO_2), considerando um nível de confiança de 95%, um poder de 80%, um desvio-padrão de 2,46 e magnitude de efeito padronizada de 1,95% [42]. Um mínimo de 17 pacientes foi determinado. Para compensar possíveis perdas, ao tamanho amostral foi acrescido 30%, totalizando 22 pacientes por grupo (MTA e vidro bioativo 45S5).

Foram elegíveis neste estudo os pacientes que apresentaram as seguintes características:

- Paciente que aceitar participar do estudo.
- Presença de pré-molares e molares permanentes superiores ou inferiores com ápices completamente formados e com lesão cáriosa próxima à câmara pulpar.
- Paciente sem histórico de dor noturna ou dor espontânea.
- Teste de sensibilidade pulpar ao frio com resposta positiva.
- Exame radiográfico mostrando cárie profunda com imagem sugestiva de proximidade com a câmara pulpar sem sinais de patologia periapical.
- Paciente sistemicamente saudável.
- Paciente deveria ter o primeiro ou segundo pré-molar ou molar contralateral ao dente que foi realizado CPD hígido, pois foi considerado o controle para aferição da saturação de oxigênio pulpar.

Foram excluídos dentes com história ou presença de dor, dentes afetados por trauma, dentes com alterações de cor, com alterações periodontais (bolsa com mais de 3mm, mobilidade e edema gengival), presença de dor a palpação apical, percussão vertical e horizontal, e com necrose pulpar. Dentes com dor extrema e persistente em resposta ao teste de sensibilidade pulpar com frio e exposição à polpa de forma iatrogênica.

Foi realizada uma análise radiográfica prévia dos dentes com radiografias periapicais utilizando lupa com aumento de (10X), a fim de detectar presença de reabsorções na câmara coronária e/ou no canal radicular, fraturas radiculares, espessamento do espaço do ligamento periodontal. Se detectado qualquer uma dessas alterações, o paciente era excluído do estudo.

Após a seleção dos pacientes, foi realizado à randomização pelo método em bloco (blocos de 4) (Sealed envelope TM - www.sealedenvelope.com/power). A alocação dos indivíduos aos grupos de tratamento (MTA ou vidro bioativo para CPD) foi realizada por auxiliar de saúde bucal (ASB) que não tinha conhecimento do conteúdo do envelope. Envelopes lacrados continham o nome do material MTA (MTA Angelus Odontológica, Londrina, Paraná, Brasil) ou Vidro Bioativo 45S5 (Sylic, Vidro bioativo 45S5, OSspray Ltd, Londres, Reino Unido). À medida que os indivíduos foram inseridos na pesquisa, o envelope sorteado para cada indivíduo teve o nome do mesmo escrito no seu exterior. A abertura do envelope ocorreu previamente ao tratamento a ser instituído.

Análise da condição pulpar

A análise da condição pulpar do dente que recebeu o CPD foi realizada anteriormente ao CPD através Oximetria de Pulso adaptado à Odontologia (OP) e Teste de Sensibilidade à Frio (TSF). Ambas as análises foram realizadas com isolamento relativo. Primeiro foi realizada a OP e, cinco minutos depois, o TSF. Foi feita a mesma análise nos pré-molares ou molares contralaterais ao dente tratado, o qual foi considerado o controle. Todas as análises foram conduzidas pelos mesmos operadores que realizaram o CPD.

Oximetria de pulso adaptada a odontologia

A saturação de oxigênio (SaO_2) pulpar foi mensurada por meio do oxímetro de pulso. O sensor deste aparelho foi adaptado para uso odontológico. Foram realizadas as medidas nos dentes que receberam o CPD e no dente contralateral (medida controle) sendo os quadrantes que foram analisados submetidos ao isolamento relativo com roletes de algodão.

Cada sensor possui dois diodos, um receptor na face palatina e outro emissor na face vestibular. Durante a mensuração da SaO_2 pulpar, os diodos foram mantidos paralelos entre si, para que o diodo receptor receba a luz

transmitida através do dente pelo emissor. O paciente foi orientado a não fazer movimentos que poderiam influenciar na leitura do resultado [43].

As mensurações de referência foram realizadas inicialmente no dedo indicador do paciente e, em seguida, no dente que seria tratado com capeamento pulpar direto e no contralateral. O teste foi repetido três vezes. Foi utilizada a mediana dos três valores. Os dentes foram considerados com vitalidade pulpar quando apresentaram mediana de $SaO_2 \geq 79\%$ [44].

Teste de sensibilidade pulpar à frio

A resposta ao TSF foi registrada como positiva ou negativa. Foram realizados os testes no dente que recebeu o CPD e no seu contralateral, sendo o quadrante submetido a isolamento relativo com roletes de algodão. Foi aplicado no centro da face vestibular do dente examinado o gás diclorodifluormetano (-50°C , Endofrost®, Roeko, Langenau, Alemanha) com auxílio de bolinha de algodão e pinça clínica. Cada indivíduo foi orientado a levantar o antebraço e a mão esquerda imediatamente após apresentar sensibilidade (resposta positiva). Quando o indivíduo não apresentava sensibilidade ao teste, permanecia com a mão abaixada e a resposta foi considerada negativa.

Além disso, também foram registrados os seguintes dados clínicos antes de incluir os pacientes no estudo: sintomatologia (ausente ou presente); b) resposta a percussão vertical (positiva ou negativa); c) dor a palpação dígito-apical (ausente ou presente); d) mobilidade (normal ou aumentada).

Os dentes que apresentaram alterações foram avaliados e indicados para o tratamento adequado.

Capeamento pulpar direto

Foi aplicada anestesia local com lidocaína 2% com 1 /100.000 de epinefrina, Alphacaine 1:100 (Nova DFL, Rio de Janeiro, Brasil). Em seguida, foi realizado isolamento absoluto do dente que recebeu o CPD, seguido de

limpeza e desinfecção da superfície do dente com pedra-pomes, taça de borracha e clorexidina 0,2%.

A cárie foi removida inicialmente com broca diamantada esférica estéril (BR 31; Mani Inc, Utsunomiya, Japão) em alta velocidade, seguido por uma broca carbide esférica estéril n° 4 e n° 6 em baixa rotação (SS White, Lakewood, NJ) ao aproximar-se da polpa. Após exposição à polpa na remoção total de tecido de cariado [45] quando havia exposição pulpar a hemorragia foi controlada usando uma bolinha de algodão embebida em hipoclorito de sódio à 1% por 1 minutos [46]. Depois de controlar a hemorragia, o CPD foi realizado com MTA ou vidro bioativo 45S5.

No momento da exposição pulpar foi observado as características da polpa tais como: avaliação do tempo de sangramento, presença de sangramento abundante ou vermelho rutilante, sangramento discreto ou ausente, sangramento tendendo a vermelho-escuro ou muito claro. Foi observado também o tamanho da exposição pulpar.

Os materiais foram misturados de acordo com as instruções do fabricante. Tanto para o MTA quanto Vidro Bioativo 45S5, o material foi colocado sobre o local de exposição e ao redor da dentina com uma camada de 1,5 a 3,0 mm de espessura. Ionômero de vidro foi colocado sobre o MTA ou vidro bioativo 45S5. A restauração final foi feita com resina composta (3M ESPE, St. Paul, MN).

Avaliação após capeamento pulpar direto

Os registros dos pacientes foram analisados por critérios clínicos e radiográficos, em intervalos de 1, 3, 6, 12 e 18 meses, no qual também foi realizado os testes de sensibilidade à frio (TSF) e a avaliação da taxa de saturação de oxigênio pulpar (SaO_2) que foram mensuradas por meio do oxímetro de pulso nos dentes que receberam CPD e nos dentes contralaterais. Os dados compreendendo dor em percussão, dor espontânea e durante a noite após o tratamento, sensibilidade dos dentes, sinais radiográficos de patologia periapical, e a formação da ponte dentinária foram avaliados. Dentes que

permaneceram assintomáticos com resposta positiva a testes de sensibilidade e/ou saturação de oxigênio pulpar considerada normal e / ou evidência radiográfica de formação de pontes de tecido duro sem sinais radiográficos da patologia periapical foram considerados sucessos.

Nos casos no qual ocorreram um processo inflamatório irreversível sendo necessário a realização de tratamento endodôntico convencional, os participantes receberam todo atendimento necessário durante a pesquisa.

Qualidade de vida

O OHIP-14 foi utilizado para medir o impacto do capeamento pulpar direto na qualidade de vida dos pacientes. Este instrumento foi validado para o português do Brasil [47] e contém sete domínios (limitação funcional, dor física, desconforto psicológico, incapacidade física, incapacidade psicológica, incapacidade social e desvantagem), com 2 itens cada. A frequência de impacto foi medida entre os retornos, em intervalos de 1, 3, 6, 12 e 18 meses, após o tratamento e obtida por meio de uma escala Lickert: nunca (0), raramente (1), às vezes (2), frequentemente (3) e sempre (4). O escore total do OHIP-14 foi obtido através do método aditivo em que os códigos de resposta de todos os itens foram somados. O escore total varia de 0 a 56, com o maior escore indicando pior QVRSB.

Estatística

Aspectos demográficos e clínicos (sexo, idade, dente, características da polpa dental, tamanho da exposição, tempo de sangramento e desfecho do tratamento) foram caracterizados para os grupos. Teste de Friedman foi utilizado para a comparação intragrupo quanto a mediana percentual dos níveis de saturação de oxigênio pulpar (SO₂P%) de dentes submetidos a CPD e avaliados em diferentes momentos no tempo (antes; 1 mês; 3, 6, 12 e 18 meses). Na comparação intergrupos e considerando os diferentes momentos

no tempo, teste *t* de *Student* e Mann-Whitney foram aplicados. A severidade do impacto do tratamento na qualidade de vida foi mensurada para os domínios e escore total do OHIP-14, e nos diferentes tempos de avaliação. Foi realizada comparação entre grupos para cada tempo de avaliação, domínio e escore total (Teste de Mann-Whitney) e comparação intragrupo, entre os tempos para cada domínio e escore total (Teste de Friedman).

A análise de sobrevivência com o estimador de Kaplan-Meier foi utilizada para obter as curvas de sobrevivência para a ocorrência do insucesso durante o tempo nos dois tipos de tratamento de capeamento pulpar. O teste de Mantel-Cox (log rank), Breslow e Terone-Ware foram utilizados para avaliar se havia diferença significativa entre os grupos de tratamento.

O efeito do tipo de tratamento (MTA ou vidro bioativo 45S5), do gênero, idade, tipo de dente, característica da polpa e o tempo de sangramento, no risco de insucesso foi avaliado por meio da regressão de Cox.

Todos os testes foram realizados no programa estatístico SPSS 26.0 (IBM, Armonk, NY, USA). O nível de significância estabelecido foi de 5%.

RESULTADOS

Foram avaliados 78 dentes, dos quais 34 foram excluídos (quatro com histórico ou presença de dor, cinco por necrose pulpar, um por necessidade de aumento de coroa, vinte e dois por não haver exposição pulpar no momento do capeamento e um por espessamento do ligamento periodontal).

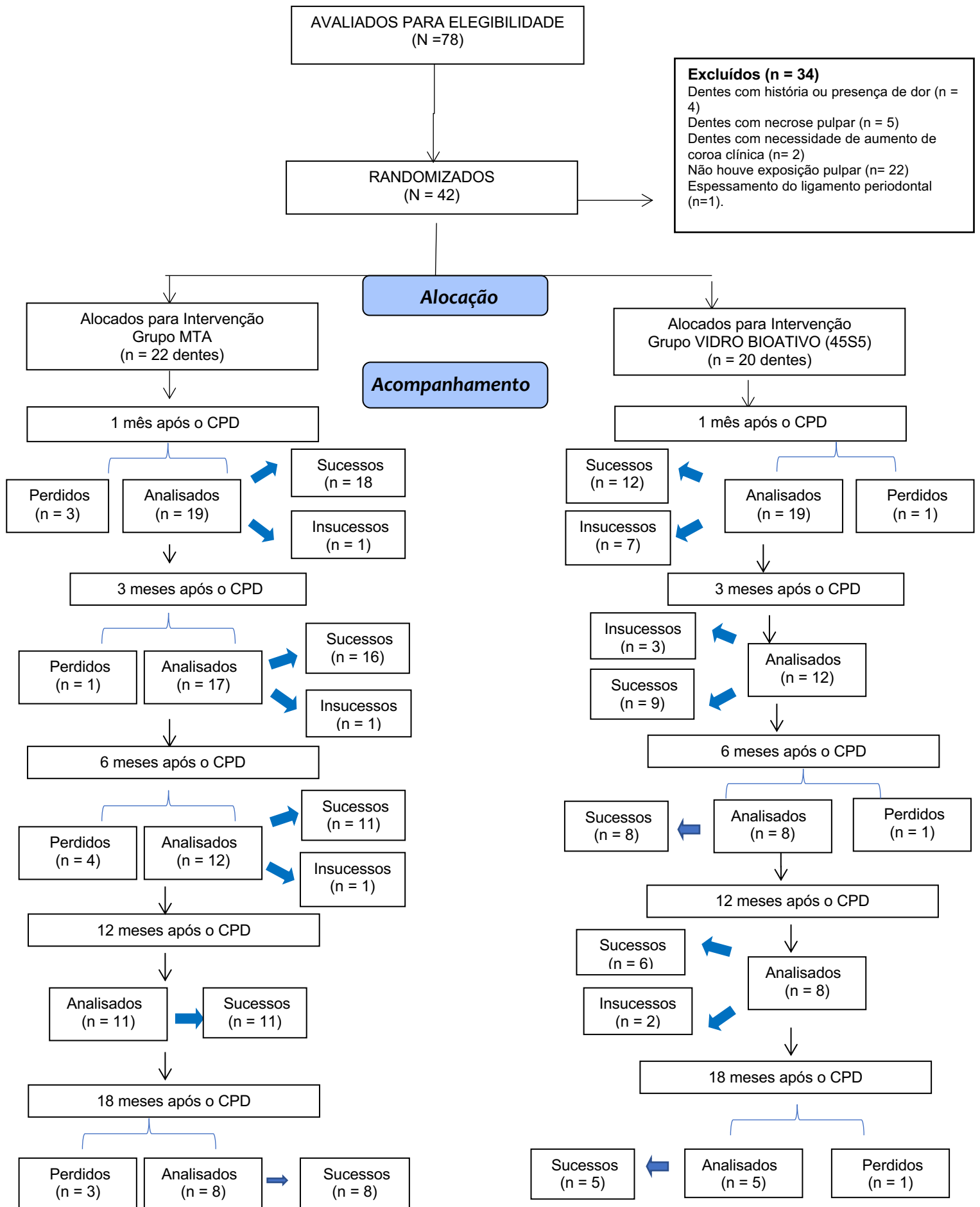
Quarenta e dois dentes foram randomizados, sendo alocados 22 para o grupo MTA e 20 dentes para o grupo 45S5. No primeiro mês, para o grupo MTA houve 3 seguimentos perdidos após o CPD, pois não houve retorno dos pacientes e 19 seguimentos foram avaliados na qual houve 1 insucesso por pulpíte irreversível e 18 sucessos. No terceiro mês houve 1 perda, pois o paciente não retornou, 17 analisados e 1 insucesso por pulpíte irreversível. No sexto mês houve 4 perdas, 3 por não retornarem e 1 paciente que faleceu, 12 foram analisados e houve 1 insucesso por necrose pulpar. Após doze meses

doze foram analisados, não houve perdas e insucessos. Após dezoito meses houve 3 perdas, pois os pacientes não retornaram e 8 foram analisados.

No grupo 45S5 houve 7 insucessos na primeira análise após o CPD, 3 por pulpite irreversível e 4 por necrose pulpar, 1 seguimento perdido pelo não retorno do paciente, 19 análises realizadas e 12 sucessos.

Na análise após três meses do CPD houve 12 análises na qual foi observado 3 insucessos por necrose pulpar e 9 sucessos. No retorno após seis meses 8 foram analisados, todos com sucesso e houve 1 perda pelo não retorno do paciente. Doze meses após CPD foram realizados 8 análises na qual 2 eram insucessos por necrose pulpar e foi obtido 6 sucessos. Dezoito meses após CPD 5 pacientes foram avaliados todos com sucesso, no entanto, houve uma perda. Figura 1 (Fluxograma dos participantes da pesquisa CONSORT, 2010).

RECRUTAMENTO



A tabela 1 descreve as características demográficas e clínicas da amostra estudada. Foram selecionados 10 pacientes do sexo masculino (47,6%) no grupo MTA e 6 (33,3%) do grupo 45S5, 11 pacientes do sexo feminino (52,4%) no grupo MTA e 12 (66,7%) no grupo 45S5, com idade entre 15 aos 40 anos. Dentre os 22 dentes do grupo MTA, 10 (45,5%) foram pré-molares superiores, 4 (18,2%) molar superior, 1 (4,5%) pré-molar inferior e 7 (31,8%) molares inferiores. Dos 20 dentes tratados no grupo 45S5, 5 (25,0%) foram pré-molares superiores, 2 (10,0%) molares superiores, 2 (10,0%) pré-molar inferior e 11 (55,5%) eram molares inferiores.

Em relação as características da polpa no momento da exposição, para o grupo MTA foram selecionados 3 dentes com sangramento abundante e vermelho rutilante, 19 com sangramento discreto ou ausente e nenhum com sangramento escuro ou muito claro. No grupo 45S5, houve 3 com sangramento abundante e vermelho rutilante, 16 com característica de sangramento discreto ou ausente e 1 com sangramento vermelho escuro ou muito claro. Com relação ao tamanho da exposição pulpar, no grupo MTA, 18 dentes apresentaram tamanho menor que 2 mm, 4 com tamanho entre 2-3 mm e nenhum entre 4-5 mm. No grupo 45S5, 15 dentes apresentaram exposição menor que 2 mm, 4 dentes entre 2-3 mm e 1 dente exposição entre 4-5 mm, 19 dentes no grupo MTA, apresentaram tempo de sangramento menor que 1 minuto e 3 dentes apresentaram mais de 1 minuto de sangramento. No grupo 45S5, 18 dentes apresentaram menos de 1 minuto de sangramento e 2 dentes apresentaram mais de 1 minuto de sangramento. Com relação ao desfecho sucesso no grupo MTA houve 8 sucessos e 3 insucessos. No entanto, no grupo 45S5 houve 5 sucessos e 12 insucessos na qual houve diferença significativa ($p=0,031$). (Tabela 1).

Tabela 1. Características demográficas e clínicas da amostra estudada.

		Pacientes* n = 39		
		MTA n (%)	Vidro 45S5 n (%)	Valor de p
Sexo	Masculino	10 (47,6)	6 (33,3)	0,366*
	Feminino	11 (52,4)	12 (66,7)	
Idade	Média ± dp	27,05 ± 7,68	22,56 ± 4,58	0,036†
		Dentes n = 42		
		MTA n (%)	Vidro 45S5 n (%)	
Dente	Pré-molar superior	10 (45,5)	5 (25,0)	0,318**
	Molar superior	4 (18,2)	2 (10,0)	
	Pré-molar inferior	1 (4,5)	2 (10,0)	
	Molar inferior	7 (31,8)	11 (55,0)	
Característica da polpa	Abundante e vermelho rutilante	3 (13,6)	3 (15,0)	0,461**
	Discreto ou ausente	19 (86,4)	16 (80,0)	
	Vermelho escuro ou muito claro	0 (0,0)	1 (5,0)	
Tamanho da exposição	Menos de 2 mm	18 (81,8)	15 (75,0)	0,430 [∅]
	2-3 mm	4 (18,2)	4 (20,0)	
	4-5 mm	0 (0,0)	1 (5,0)	
Tempo de sangramento	Menos 1 minuto	19 (86,4)	18 (90,0)	1,000 [∞]
	Mais de 1 minuto	3 (13,6)	2 (10,0)	
APÓS O TRATAMENTO				
Desfecho***	Sucesso	8 (75,0)	5 (25,0)	0,031 [∞]
	Insucesso	3 (25,0)	12 (75,0)	

[‡] Não corresponde ao número de dentes, pois 3 pacientes tiveram 2 dentes tratados e pertencentes ao mesmo grupo; * Teste qui-quadrado; ** Razão de Verossimilhança; [†] Teste *t* de Student; [∅] Qui-quadrado de tendência linear; [∞] Teste exato de Fisher; *** Perdas no decorrer do período de avaliação (14 dentes).

A figura 2 apresenta as curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier para as condições do tratamento de capeamento pulpar com MTA e vidro bioativo

45S5. Percebe-se que para o mesmo tempo de avaliação a probabilidade de insucesso é sempre maior para o grupo tratado com vidro bioativo 45S5. O teste de Mantel-Cox ($p>0,001$), Breslow ($p>0,001$) e Tarone-Ware ($p>0,001$) confirmaram que as duas curvas de sobrevivência foram significativamente diferentes.

A tabela 2 apresenta os resultados da análise de regressão de Cox. Somente a variável tipo tratamento apresentou um efeito significativo no risco de insucesso ($p=0,012$; $\text{Exp}(B)=0,145$). A análise revela que quando o tratamento foi realizado com MTA o risco de insucesso diminuiu $(1-0,145) \times 100\%=85,5\%$.

Figura 2. Curva de sobrevivência de Kaplan-Meier para tratamentos de capeamento pulpar direto com MTA e Biovidro 45S5 seguidos por um período de 18 meses.

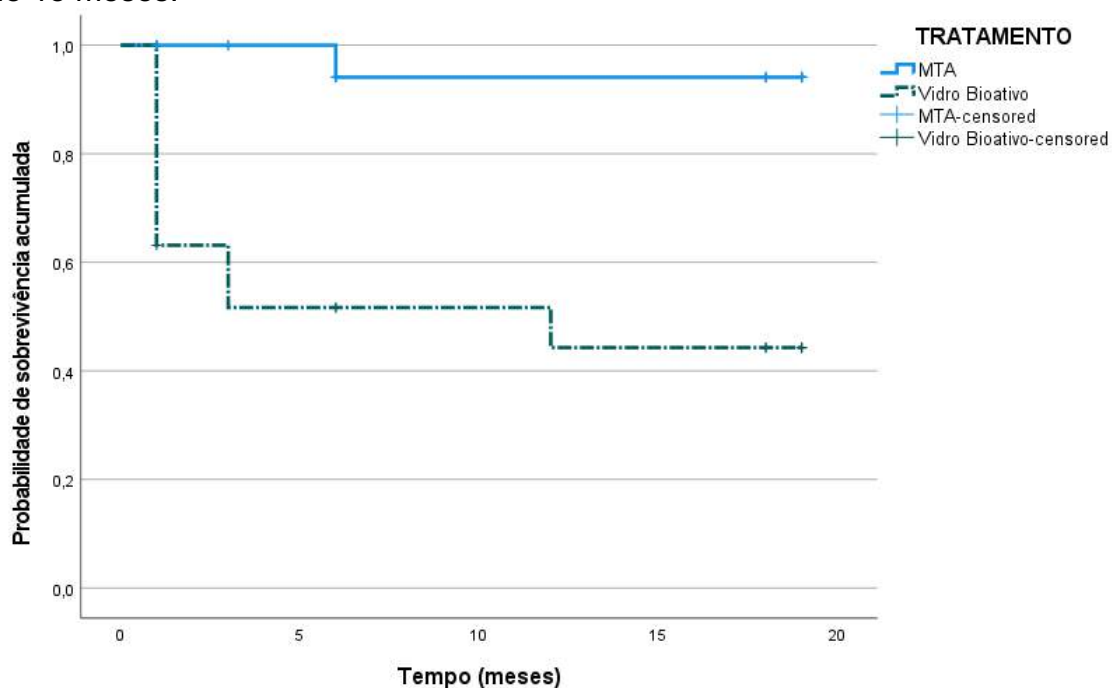


Tabela 2. Regressão de Cox para os 15 casos que tiveram insucesso no período de seguimento de 18 meses.

	B (SE)	Wald	p	Exp(B)	IC95%	
Tipo tratamento	-1,928 (0,737)	6,837	0,009	0,145	0,034	0,617
Sexo	0,727 (0,727)	1,000	0,317	2,069	0,498	8,603
Idade	-0,097 (0,068)	2,037	0,154	0,907	0,794	1,037
Dente	-0,478 (0,266)	3,237	0,072	0,620	0,369	1,044
Característica da polpa	-0,135 (0,964)	0,020	0,889	0,874	0,132	5,781
Tamanho da exposição	0,276 (0,526)	0,274	0,600	1,317	0,470	3,693
Tempo de sangramento	1,181 (1,094)	1,164	0,281	3,257	0,381	27,809

Com relação a SaO₂ nos dentes submetidos ao CPD antes e após 1,3,6,12 e 18 meses após intervenção, não foi observada diferença estatística para os dois grupos estudados (MTA p=0,665, 45S5 p=0,723). (Tabela3).

Tabela 3. Mediana percentual dos níveis de saturação de oxigênio pulpar (SO₂P %) em dentes submetidos a capeamento pulpar direto (CPD).

Grupos	Antes do CPD n = 42 dentes Mediana % (25%-75%)	1 mês após CPD n = 37 dentes Mediana % (25%-75%)	3 meses após CPD n = 27 dentes** Mediana % (25%-75%)	6 meses após CPD n = 20 dentes Mediana % (25%-75%)	12 meses após CPD n = 19 dentes Mediana % (25%-75%)	18 meses após CPD n = 13 dentes Mediana % (25%-75%)	p*
MTA	92,50 (88,00-97,25)	95,00 (87,00-99,00)	94,00 (83,00-99,50)	97,00 (85,00-100)	90,00 (85,00-93,00)	94,00 (91,50-94,75)	0,665
Vidro 45S5	87,00 (83,00-95,75)	84,50 (69,75-98,25)	95,50 (85,00-99,25)	93,00 (83,50-97,25)	90,50 (84,00-93,75)	88,00 (85,00-94,50)	0,723
p	0,198 ^φ	0,123 ^φ	0,631 ^φ	0,389 ^φ	0,956 ^δ	0,185 ^δ	

Intervalo interquartilico (25%-75%); * Comparação múltipla intragrupo (teste de Friedman); Comparação intergrupos: ^δTeste *t* de *Student*; ^φTeste Mann-Whitney. ** Dados perdidos de 2 dentes, pois o aparelho não capturou a SaO₂.

Quanto ao impacto da condição do dente (antes e após o tratamento) na qualidade de vida, não foi observada diferença significativa entre os grupos ao considerar os domínios e escore total ($p \geq 0,05$). De uma maneira geral, para ambos os grupos se observou escore médio maior antes do tratamento quando comparado ao escore médio nos diferentes tempos após CPD, mas sem diferença significativa ($p \geq 0,05$). Os escores médios dos domínios “dor física”, “desconforto psicológico”, “incapacidade física” e “incapacidade psicológica”, e do escore total foram os mais expressivos antes do tratamento. Após o tratamento e considerando os diferentes tempos de avaliação, os maiores escores médios foram observados para o domínio “dor física”. A única diferença significativa entre os tempos de avaliação quanto ao escore médio foi observada para o domínio “desconforto psicológico” para o grupo MTA ($p < 0,048$) (Tabela 3).

Tabela 4. Severidade de impacto (domínios e escore total do OHIP-14) antes do CPD e após 1, 3, 6, 12 e 18 meses

MTA								
Média (dp)								
Mediana								
Domínios	Limitação funcional	Dor física	Desconforto psicológico	Incapacidade física	Incapacidade psicológica	Incapacidade social	Desvantagem	Escore total
Tempo								
Antes	0,48 (1,40)	2,76 (2,30)	2,86 (2,35)	1,33 (1,77)	1,57 (1,69)	0,57 (1,08)	0,29 (0,71)	9,86 (4,51)
	0,00	2,00	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00	11,00
1 mês	0,12 (0,49)	1,29 (1,72)	1,06 (2,16)	0,29 (0,69)	0,29 (0,69)	0,29 (0,99)	0,29 (1,21)	3,65 (4,55)

	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00
3 meses	0,75 (1,73) 0,00	1,13 (1,67) 0,00	0,44 (1,09) 0,00	0,69 (1,74) 0,00	0,38 (1,26) 0,00	0,69 (1,40) 0,00	0,38 (1,26) 0,00	4,44 (5,40) 2,00
6 meses	0,38 (1,12) 0,00	1,77 (1,83) 1,00	1,54 (2,18) 0,00	0,77 (1,36) 0,00	0,69 (1,49) 0,00	0,15 (0,56) 0,00	0,23 (0,60) 0,00	5,54 (6,31) 5,00
12 meses	0,00 (0,00) 0,00	1,29 (1,38) 1,00	1,43 (2,57) 0,00	0,43 (0,79) 0,00	0,29 (0,49) 0,00	0,71 (1,89) 0,00	0,71 (1,89) 0,00	4,86 (5,87) 3,00
18 meses	0,17 (0,41) 0,00	1,67 (2,34) 1,00	1,17 (1,84) 0,00	0,83 (0,98) 0,50	0,33 (0,82) 0,00	1,00 (2,00) 0,00	1,00 (2,00) 0,00	6,17 (8,13) 3,00
p**	0,336	0,229	0,048	0,933	0,093	0,082	0,483	0,121

Vidro 45S5**Média (dp)****Mediana**

Antes	0,17 (0, 58) 0,00	3,25 (2,14) 4,00	3,42 (2,64) 3,00	1,42 (1,98) 0,00	1,58 (2,47) 0,00	0,17 (0,58) 0,00	0,17 (0,58) 0,00	10,17 (6,38) 11,00
1 mês	0,64 (1,50) 0,00	1,36 (1,75) 1,00	0,45 (0,82) 0,00	1,45 (3,36) 0,00	0,45 (1,04) 0,00	0,00 (0,00) 0,00	0,45 (1,51) 0,00	4,82 (8,50) 2,00
3 meses	0,56 (1,33) 0,00	1,22 (1,09) 1,00	0,56 (0,88) 0,00	0,11 (0,33) 0,00	0,11 (0,33) 0,00	0,22 (0,67) 0,00	0,00 (0,00) 0,00	2,78 (2,73) 2,00
6 meses	0,14 (0,38) 0,00	1,14 (1,57) 0,00	0,71 (0,95) 0,00	0,57 (1,51) 0,00	0,14 (0,38) 0,00	0,00 (0,00) 0,00	0,00 (0,00) 0,00	2,71 (3,30) 2,00
12 meses	0,00 (0,00) 0,00	0,33 (0,58) 0,00	0,67 (1,16) 0,00	0,00 (0,00) 0,00	0,33 (0,58) 0,00	0,00 (0,00) 0,00	0,00 (0,00) 0,00	1,33 (1,53) 1,00
18 meses	0,00 (0,00) 0,00	2,50 (3,54) 2,50	1,00 (1,41) 1,00	1,50 (2,12) 1,50	0,50 (0,71) 0,50	0,00 (0,00) 0,00	0,00 (0,00) 0,00	5,50 (7,78) 5,50
p**	—	0,516	0,953	0,623	0,483	0,549	—	0,880

* Comparação entre grupos para cada tempo de avaliação, domínio e escore total (Teste de Mann-Whitney; $p \geq 0,05$); ** Comparação intragrupo, entre os tempos para cada domínio e escore total (Teste de Friedman).

DISCUSSÃO

Com base nos resultados pode-se observar que o MTA apresentou excelente desempenho em CPD, devido a altas taxas de sucesso, em torno de 75%, considerando que os dentes em questão eram dentes maduros e cariados. Cushley et al. 2021 [48] em uma metanálise sobre a eficácia do CPD em dentes permanentes maduros observaram 86% de sucessos aos 12 meses de acompanhamento. Na qual no presente estudo foi obtido 100% de sucesso no mesmo período de acompanhamento, ou seja, sem apresentar insucessos nesse tempo de avaliação.

O tempo de sangramento e tamanho da exposição pulpar podem estar relacionados com insucesso do capeamento pulpar direto [49,50]. O sangramento excessivo após a exposição da polpa geralmente está associado ao aumento da inflamação, o que consequentemente reduz a capacidade de reparo na área de exposição. Esse sangramento na área de exposição aumenta o nível de umidade da superfície dentinária, o que leva ao aumento da contaminação, onde é difícil obter um selamento adequado e a possibilidade de infecção bacteriana é maior [51, 1]. No presente estudo, tanto no grupo MTA como no grupo 45S5 tiveram a mesma quantidade de pacientes com característica de sangramento abundante e vermelho rutilante, sendo 3 para cada grupo, na qual observa-se que 3 foram insucessos por necrose pulpar do grupo 45S5. A maioria dos casos o sangramento apresentou-se discreto ou ausente sendo 19 pacientes no grupo MTA (86,4%) e 16 pacientes (80,0%) no grupo 45S5. Com relação ao tempo de sangramento, no grupo MTA 19 pacientes (86,4%) apresentaram-se com sangramento pulpar menor que 1 minuto enquanto no grupo 45S5, foram 18 pacientes (90,0%), mostrando distribuição homogênea para a condição pulpar entre os grupos. O grau de exposição pulpar e o sangramento pulpar destaca a gravidade da inflamação pulpar. Para o capeamento pulpar direto, várias pesquisas mostraram que o tempo para controlar o sangramento deve estar entre 5-10 min [9, 52,53]. Neste estudo o tempo de sangramento estava dentro do tempo ideal, que indicava polpa vital. Todavia, de acordo com os resultados do presente estudo somente o tipo de tratamento apresentou efeito significativo no risco de

insucesso ($p=0,012$; $RR=0,081$), em que quando utilizado o MTA o risco de não ter insucesso foi de 85,5%.

Com relação a idade do paciente alguns estudos relatam que este fator pode ter impacto significativo na taxa de sucesso [9,54,55]. Segundo Matsuo et al. 1996 [9] relataram que em pacientes com menos de 40 anos as taxas de sucesso de CPD mostraram-se maiores (85,7%) do as taxas de CPD em pacientes com mais de 40 anos (75%). No entanto, não houve diferença significativa. Todavia, Awawdeh et al. 2018 [22] relata que a cicatrização da polpa depende do sistema imunológico do hospedeiro e a capacidade de cicatrização e a vascularização de dentes imaturos é maior que a dos dentes permanentes maduros.

Infeção bacteriana é outro fator que pode interferir no processo de cicatrização da polpa exposta. No momento da remoção do tecido cariado, a área pulpar exposta pode ser contaminada por bactérias pois lascas de dentina contendo bactérias podem ser deslocadas para o tecido pulpar exposto e isso pode causar inflamação crônica [51,56] que podem contribuir com os insucessos. No presente estudo, entretanto, a maioria dos insucessos aconteceram no grupo 45S5, indicando que o material teve influência no insucesso do tratamento.

O MTA é amplamente utilizado em procedimentos de terapia pulpar vital e mostram resultados de sucesso em procedimentos diretos de capeamento pulpar ajudando na regeneração dentinária e mantendo a vitalidade da polpa [57,58]. Os principais benefícios do material incluem, boa biocompatibilidade, capacidade de selamento, baixa solubilidade, estabilidade a longo prazo e prevenção da infiltração bacteriana. Além disso, o MTA pode reduzir os níveis de inflamação pulpar, hiperemia e necrose [59]. No entanto, Long et al. [28] afirmaram que o MTA ainda apresenta limitações como o tempo longo de presa, difícil manuseio e citotoxicidade na fase inicial.

Vidros bioativos vem sendo amplamente utilizados na odontologia, incorporados em cremes dentais, agentes mineralizantes para a prevenção da cárie dentária, bem como agente dessensibilizante no tratamento da hipersensibilidade [60] devido a sua alta bioatividade e capacidade de

formação de hidroxiapatita. A dissolução de íons do vidro bioativo e subsequente formação de hidroxiapatita eventualmente, torna um candidato valioso para ser usado para remineralização de tecidos dentais [61].

Apesar de todas essas características positivas, no presente estudo as altas taxas de insucesso do grupo 45S5 pode indicar uma possível indução de uma resposta inflamatória pulpar potente, com conseqüente evolução para uma pulpíte irreversível sintomática ou necrose pulpar, nos 12 casos em que foi observado o insucesso. Ainda, o vidro bioativo 45S5 utilizado no estudo, não é um cimento, portanto não toma presa. Essa característica pode ter contribuído para o insucesso logo no primeiro mês, com a não formação de uma barreira física contínua imediata, já que é preciso de um certo tempo para que o processo de remineralização ocorra.

Basir et al. 2023 [62] em um estudo no qual realizaram capeamento em dentes de ratos comparando MTA e vidro bioativo 45S5, observaram propriedades celulares e inflamatórias desejáveis semelhantes nos dois grupos. Estudos in vitro recentes mostraram que o vidro bioativo e o MTA têm o potencial de induzir a formação de ponte de dentina [63]. Hanada et al. 2018 [63] descobriram que o material à base de vidro bioativo pode exibir biocompatibilidade satisfatória com a polpa dentária e tem potencial para ser usado como um agente de capeamento pulpar direto [57]. Basir et al. 2023 [62] usaram biovidro 45S5 com Zn na sua composição. Alguns estudos mostraram que os íons Zn no biovidro têm efeitos benéficos no potencial odontogênico e angiogênico das células-tronco da polpa dentária, que são consideradas uma promissora fonte de células para regeneração pulpar funcional ajudando também com seu efeito antibacteriano [64,65]. No presente estudo, utilizamos apenas o 45S5, sem incorporação de Zn na sua composição.

Apesar de inúmeras propriedades favoráveis, o 45S5 possui algumas deficiências, incluindo: liberação inicial extrema de íons de sódio (Na) causando um aumento dramático no pH local que pode resultar em morte celular em condições in vitro, alta tendência a cristalizar levando a dificuldades no processo de formação de arcabouço tridimensional, inibindo a adsorção de proteínas culminando numa formação proteica inapropriada para adesão

celular. Uma questão importante a considerar quando o vidro bioativo entra em contato com fluidos biológicos pode haver um desenvolvimento de uma possível citotoxicidade dependente do pH devido a mudanças significativas no pH localizado [66,67].

No presente trabalho, todas as avaliações foram feitas em dentes maduros com exposição cariada utilizando MTA e 45S5. Diferentes trabalhos [19,29,60,46,68], obtiveram uma taxa de sucesso de 100% quando o MTA foi utilizado. No entanto, todos eles foram testados em dentes jovens com ápices imaturos e a taxa de sucesso pode ser diretamente relacionada com o alto potencial reparador destes dentes.

Com relação ao uso do oxímetro de pulso como ferramenta auxiliar no diagnóstico e avaliação da condição pulpar, ela apresenta vantagens sobre outros métodos baseados em respostas nervosas sensoriais que variam de acordo com fatores individuais e subjetivos [42]. Por se tratar de um método não invasivo, a oximetria de pulso também pode levar a aceitação e cooperação do paciente no diagnóstico [34]. Setzer et al. [42] conseguiram determinar as médias de SaO_2 de dentes com alteração inflamatória reversível (87,1%), alteração inflamatória irreversível (82,4%) e necrose pulpar (74,2%). O OP, pelo monitoramento das mudanças da SaO_2 pode ser capaz de detectar inflamação pulpar ou necrose parcial em dentes que ainda respondem sensivelmente a outros testes [44]. Dastmalchi et al. [69] em um estudo comparando o teste elétrico, teste ao frio e oximetria de pulso em pré-molares que necessitavam de tratamento endodôntico, concluíram que a oximetria de pulso é mais confiável que o teste elétrico e TSF, considerando-o um método eficaz e objetivo para avaliação da vitalidade da polpa. Gopikrishna et al. [70] comparam a precisão de oxímetro de pulso com TSF e elétrico, e descobriu que a probabilidade de um resultado positivo (indicando uma polpa vital) foi de 81% com o teste de frio, 74% com o teste elétrico e 100% com oximetria de pulso. A probabilidade de um resultado de teste negativo (indicando uma polpa necrótica) foi de 92% com o TSF, 91% com o teste elétrico e 95% para o OP.

Porém, a oximetria de pulso pode ter menor especificidade nos casos em que a polpa coronária esteja sofrendo alterações. Isso pode ocorrer após

trauma, restaurações extensas ou envelhecimento fisiológico, pois pode ocorrer difração da luz infravermelha através de prismas de esmalte e túbulos dentinários ocasionando uma leitura errônea das taxas de SaO_2 . Nesses casos, uma polpa vital radicular com calcificação coronária poderia causar uma resposta falso-negativa. [35,71]. No entanto, quando observamos os resultados de SaO_2 para os grupos estudados, não foi observada diferença da SaO_2 entre os grupos antes da intervenção ($p=0,198$), após 1 mês da intervenção ($p=0,123$), após 3 meses ($p=0,631$), após 6 meses ($p=0,389$), após 12 meses ($p=0,956$), e após 18 meses ($p=0,185$) apesar da frequência de insucessos (45S5 teve 12 insucessos e o grupo MTA, 3 insucessos). Dos 12 insucessos do 45S5, 4 apresentaram resultados de $\text{SaO}_2 \leq 70\%$ e 2 do grupo MTA obtiveram valores de saturação $\geq 70\%$. Apenas 1 insucesso do grupo MTA apresentou resultado de SaO_2 de (86%), com diagnóstico de pulpíte irreversível, corroborando com os valores encontrados no estudo de Setzer et al. [42] no qual encontrou valores de SaO_2 de 83,1% ($\pm 2,29$) para pulpíte irreversível e 74,6% ($\pm 1,96$) para necrose pulpar. Não obstante foi obtido 1 caso de pulpíte irreversível no grupo MTA em que o valor de SaO_2 foi de $\geq 70\%$, apesar da característica do sangramento ter sido discreto ou ausente, exposição menor que 2 mm e tempo de sangramento ter sido mais de 1 minuto. No grupo 45S5 houve 4 casos de valores $\geq 70\%$, 5 casos de necrose pulpar $\leq 80\%$ e dois casos de necrose pulpar cujo OP não mensurou dando valor de 0%. Em 2 casos de necrose pulpar com $\text{SaO}_2 \leq 80\%$ a característica do sangramento foi abundante e vermelho rutilante no momento da exposição. De acordo com Igna et al. [72] na qual realizaram capeamento pulpar direto e usaram OP para medir a saturação pulpar em dentes decíduos de cães, relataram que um fator com possíveis implicações para leituras no OP poderia ser a presença de capeamento pulpar e materiais restauradores que podem dificultar a passagem de luz em comparação aos tecidos dentários duros.

A qualidade de vida é a percepção de um indivíduo sobre a sua condição de vida no contexto da cultura, situações em que vive e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações [73].

Em dentes com lesões de carie profunda, em determinadas situações, o paciente pode sentir dor aguda, rápida, localizada e fugaz, em resposta a estímulos que normalmente não evocam dor, cedendo imediatamente após remoção do estímulo. Odontoblastos nos túbulos dentinários são as primeiras células pulpares a detectar estímulos externos na presença de exposição dentinária. Embora uma estrutura sináptica física esteja ausente, as fibras nervosas da polpa dentária estão próximas aos odontoblastos e entrelaçam fortemente essas células, podendo atuar como células sensoriais para mediar ou modular a transmissão da dor nas fibras nervosas da polpa dentária [74,75]. Supõe-se que tal fato pode ter acontecido no tempo antes do tratamento, na qual observou-se escore maior mesmo não havendo diferença significativa, visto que os dentes tratados apresentavam cárie profunda com proximidade com a câmara pulpar.

“Dor física”, “desconforto psicológico”, “incapacidade física” e “incapacidade psicológica” apresentaram escore maior entre os demais domínios, porém, não apresentaram diferença significativa, no entanto “desconforto psicológico” apresentou diferença significativa no grupo MTA onde houve três insucessos, um após um mês, um após três meses e um após seis meses. O grupo 45S5 o domínio “dor física” não teve impacto e nem houve diferença significativa, na qual observa-se escore maior quando comparado aos demais.

Liu et al. [38] avaliaram a associação entre fatores endodônticos e qualidade de vida e encontraram maiores pontuações nos domínios “dor física” e “desconforto psicológico”, sugerindo que os impactos dos problemas endodônticos são expressos hierarquicamente por meios de sintomas. É importante salientar que a dor é, sem dúvida, um dos principais determinantes de impacto na qualidade da vida [76].

A inflamação após a exposição da polpa dentária pode ser causada por vários fatores, incluindo irritação mecânica durante o preparo cavitário, penetração de microrganismos através de cárie na polpa exposta e irritação mecânica causada pelo material [51,56,77]. O sucesso do CPD pode ser afetado negativamente por um defeito tipo túnel dentro da ponte de dentina.

Este defeito pode resultar em microinfiltração, o que leva à perda de vitalidade do dente e calcificação. Pode ser causado pela intensidade da lesão pulpar e pelo número de vasos danificados durante a exposição, o que pode levar à calcificação distrófica e à formação incompleta da ponte de dentina. Esses túneis favorecem a recontaminação bacteriana, que permite a penetração de bactérias ou micro-organismos no tecido pulpar e não apenas falham em fornecer uma barreira permanente, mas também falham em fornecer um selamento biológico de longo prazo contra infecções bacterianas [51,78, 79,80].

A cárie residual compromete os níveis de inflamação pulpar e áreas de necrose potencial. Assim, o manejo do tecido pulpar vital não deve ser realizado sem a remoção completa de esmalte desmineralizado e dentina infectada. A remoção completa da cárie é essencial para eliminar tecidos infectados e visualizar as condições do tecido pulpar sob ampliação quando as exposições pulpares ocorrerem. Especificamente, estudos histobacteriológicos consistentemente mostraram a presença de inflamação crônica em infiltrados celulares e inflamação pulpar subclínica onde os tecidos cariados são retidos, potencialmente comprometendo a vitalidade pulpar. Além disso, adesão de resinas à dentina hígida mostrou resistência de união mais alta em comparação com a dentina afetada por cárie [81,82].

É importante salientar que outro fator importante para o sucesso do CPD é a restauração final. Dentes restaurados imediatamente após tratamento têm maior taxa de sucesso [83]. A restauração adequada previne a microinfiltração, protege a camada de biomaterial, reduz a sensibilidade pós-operatória e consequentemente diminuindo as chances de insucesso [79,45].

Todavia, é necessário a realização de mais estudos clínicos que avaliem o sucesso do vidro 45S5 para CPD em dentes maduros com exposição por cárie com acompanhamento à longo prazo. Ainda, estudos que avaliem a citotoxicidade em células da polpa e o tamanho ideal das partículas do vidro bioativo 45S5 para a realização de capeamento pulpar direto devem ser realizados.

As principais limitações do presente estudo foram as perdas durante os retornos e a pandemia do COVID-19 que ocorreu durante o período de

recrutamento e intervenção dos pacientes, o que impactou no alto número de perdas do estudo.

CONCLUSÃO

A taxa de sucesso do grupo MTA foi significativamente maior do que o grupo 45S5.

As características de sangramento pulpar, tamanho da exposição e idade não apresentaram fatores de impacto no sucesso do tratamento. Todavia, o tipo de material teve influência no sucesso do tratamento.

Os aspectos relacionados a “dor física”, “desconforto psicológico”, “incapacidade física” e “incapacidade psicológica”, tiveram impacto negativo na qualidade de vida dos pacientes antes do tratamento em ambos os grupos. Porém, observa-se escore maior no grupo 45S5.

REFERÊNCIAS

- 1.Hilton T (2009) Keys to clinical success with pulp capping: a review of the literature. Oper Dent 34:615–25. [https://doi/ 10.2341 / 09-132-0](https://doi/10.2341/09-132-0)
2. Ward J (2002) Vital pulp therapy in cariously exposed permanent teeth and its limitations. Aust Endod J 28:29–37. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2002.tb00364.x>
- 3.Cvek M (1978) A clinical report on partial pulpotomy and capping with calcium hydroxide in permanent incisors with complicated crown fracture. J Endod. 4:232–7. [https://doi/10.1016 / S0099-2399 \(78\) 80153-8](https://doi/10.1016/S0099-2399(78)80153-8)
- 4.Andrei M, Vacaru RP, Coricovac A, Ilinca R, Didilescu AC, Demetrescu I (2021) O efeito de cimentos de silicato de cálcio na dentinogênese reparadora após capeamento direto da polpa em modelos animais. Moléculas 26: 2725. <https://doi.org/10.3390/molecules26092725>

5. Didilescu AC, Cristache CM, Andrei M, Voicu G, Perlea P (2018) The effect of dental pulp-capping materials on hard-tissue barrier formation A systematic review and meta analysis. *JADA* 149: 903-917. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2018.06.003>

6. American Association of Endodontists (2016) American Association of Endodontists Glossary of Endodontic Terms, 9th ed. Chicago: American Association of Endodontists.

7. Barthel CR, Rosenkranz B, Leuenberg A et al (2000) Pulp capping of carious exposures: treatment outcome after 5 and 10 years: a retrospective study. *J Endod*. 26:525–8. <https://doi.org/10.1097/00004770-200009000-00010>

8. Al-Hiyasat AS, Barrieshi-Nusair KM, Al-Omari MA (2006) The radiographic outcomes of direct pulp-capping procedures performed by dental students: a retrospective study. *J Am Dent Assoc*. 137:1699–705. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0116>

9. Matsuo T, Nakanishi T, Shimizu H, et al (1996) A clinical study of direct pulp capping applied to carious-exposed pulps. *J Endod*. 22:551–6. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(96\)80017-3](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(96)80017-3)

10. Leong DJX, Yap UA (2021) Vital pulp therapy in carious pulp–exposed permanent teeth: an umbrella review. *Clinical Oral Investigations* 25:6743–6756. <https://doi.org/10.1007/s00784-021-03960-2>.

11. Witherspoon DE, Small JC, Harris GZ (2006) Mineral trioxide aggregate pulpotomies: a case series outcomes assessment. *J Am Dent Assoc* 137:610–618. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0256>

12. Ward J (2002) Vital pulp therapy in cariously exposed permanent teeth and its limitations. *Aust Endod J*. 28:29–37. <https://doi.org/10.1111/j.1747->

4477.2002.tb00364.x

13. Langeland K (1981) Management of the inflamed pulp associated with deep carious lesion. *J Endod.* 7:169–81. [https://doi/10.1016/S0099-2399\(81\)80231-2](https://doi/10.1016/S0099-2399(81)80231-2)

14. Bergenholtz G (2005) Advances since the paper by Zander and Glass (1949) on the pursuit of healing methods for pulpal exposures: historical perspectives. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 100:S102–8. <https://doi/10.1016/j.tripleo.2005.03.032>

15. Tran XV, Gorin C, Willig C, Baroukh B, Pellat B, Decup F, Opsahl Vital S, Chaussain C, Boukpepsi T (2012) Effect of a calcium-silicate-based restorative cement on pulp repair. *J Dent Res.* 12:1166-71. <https://doi:10.1177/0022034512460833>.

16. Zhu L, Yang J, Zhang J, Lei D, Xiao L, Cheng X, Lin Y, Peng B (2014) In vitro and in vivo evaluation of a nanoparticulate bioceramic paste for dental pulp repair. *Acta Biomater.* 12:5156-5168. <https://doi:10.1016/j.actbio.2014.08.014>.

17. Shi S, Bao ZF, Liu Y, et al (2016) Comparison of in vivo dental pulp responses to capping with iRoot BP Plus and mineral trioxide aggregate. *Int Endod J.* 49:154–60. <https://doi:10.1111/iej.12439>.

18. Liu SY, Wang SN, Dong YM (2015) Evaluation of a bioceramic as a pulp capping agent in vitro and in vivo. *J Endod.* 41:652–7. <https://doi:10.1016/j.joen.2014.12.009>.

19. Katge AF, Patil DP (2017) Comparative Analysis of 2 Calcium Silicate-based Cements (Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate) as Direct Pulp-capping Agent in Young Permanent Molars: A Slit Mouth Study. *J Endod.* 1-7. <https://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2016.11.026>

20.Parinyaprom N, Nirunsittirat A, Chuveera P et al (2017) Outcomes of Direct Pulp Capping by Using Either ProRoot Mineral Trioxide Aggregate or Biodentine in Permanent Teeth with Carious Pulp Exposure in 6-to 18-Year-Old Patients: A Randomized Controlled Trial. J Endod. 1-8. <https://doi.org/10.106/j.joen.2017.10.012>

21.Brizuela C, Ormeño A, Cabrera C, Cabezas R, Silva CI, Romirez V, Mercade M (2017) Direct Pulp Capping with Calcium Hydroxide, Mnieral Trioxide Aggregate, and Biodentine in Permanent Young Teeth with Caries: A Randomized Clinical Trial. J Endod 43:1776-1780. <https://dx.doi.org/10.106/j.joen.2017.06.031>

22.Awawdeb L, Al-Qudab A, Hamouri H, Chakra JR (2018) Outcomes of Vital Pulp Therapy Using Mineral Trioxide Aggregate or Biodentine: A Prospective Randomized Clinical Trial. J Endod. 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.08.004>

23. Sequeira DB, Oliveira AR, Seabra CM et al (2021) Regeneration of pulp-dentin complex using human stem cells of the apical papilla: in vivo interaction with two bioactive materials. Clinical Oral Investigations 25 :5317-5329 <https://doi10.1007/s00784-021-03840-9>

24. Parirokh M, Torabinejad M (2010) Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review—Part I: Chemical, Physical, and Antibacterial Properties J End. 36 :16-27 <https://doi:10.1016/j.joen.2009.09.006>

25.Hench LL, Wilson J (1984) Surface-active biomaterials. Sci. 1984 4675:630-6. <https://doi: 10.1126 / science.6093253>

26.Filgueiras MR, La Torre G, Hench LL (1993) Solution effects on the surface reactions of a bioactive glass. J Biomed Mater Res. 4:445-53. <https://doi/10.1002/jbm.82270405>

27. Bairo F, Hamzehlou S, Kargozar S (2018) Bioactive Glasses: Where Are We and Where Are We Going? *J Funct Biomater.* 9:25–51. <https://doi:10.3390/jfb9010025>

28. Long Y, Liu S, Zhu L, Liang Q, Chen X, Dong Y. (2017) Evaluation of Pulp Response to Novel Bioactive Glass Pulp Capping Materials. *J Endod.* 10: 1647-1650. <https://doi:10.1016/j.joen.2017.03.011>

29. Zhang W, Li Z. (2010) Effects of iRoot SP on mineralization-related genes expression in MG63 cells. *J Endod.* 12:1978-82 <https://doi:10.1016/j.joen.2010.08.038>.

30. Gong WY, Huang ZW, Dong YM, et al. (2014) Ionic extraction of a novel nano-sized bioactive glass enhances differentiation and mineralization of human dental pulp cells. *J Endod.* 40:83–8. <https://doi:10.1016/j.joen.2013.08.018>.

31. Kataoka SH, Setzer FC, Gondim-Junior E et al. (2011) Pulp vitality in patients with intraoral and oropharyngeal malignant tumours undergoing radiation therapy assessed by pulse oximetry. *J Endod.* 9:1197-1200. <https://doi:10.1016/j.joen.2011.05.038>

32. Alghaithy RA, Qualtrough AJE. (2017) Pulp sensibility and vitality tests for diagnosing pulpal health in permanent teeth: a critical review. *International Endodontic Journal.* 135:142-50. <https://doi/10.1111/iej.12611>

33. Giovanella LB, Barletta FB, Felipe WT, Bruno KF, de Alencar AH, Estrela C (2014) Assessment of Oxygen Saturation in Dental Pulp of Permanent Teeth with Periodontal Disease. *J End.* 40 :1927-1931. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2014.08.009>

34. Caldeira CL, Barletta FB, Ilha MC, Abrão CV, Gavini G (2016) Pulse oximetry: a useful test for evaluating pulp vitality in traumatized teeth. *Dent*

Traumatol. 5:385-9. [https://doi: 10.1111 / edt.12279](https://doi.org/10.1111/edt.12279).

35. Bruno FK, Barletta BF, Felipe TW, Silva AJ, de Alencar AHG, Estrela C. (2014) Oxygen saturation in the dental pulp of permanent teeth: A critical review. *J Endod*, 40:1054–1057 <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2014.04.011>

36. Sheiham A, Tsakos G. (2005). Health needs assessment. In: Pine CM, Harris R, editors. *Community oral health*. Edinburgh: Elsevier Science Limited. In press 83.

37. Gherunpong S, Sheiham A, Tsakos G (2006) A sociodental approach to assessing children's oral health needs: integrating an oral health-related quality of life (OHRQoL) measure into oral health service planning. *Bulletin of the World Health Organization* 84:36-42. [https:// doi:10.2471/blt.05.022517](https://doi.org/10.2471/blt.05.022517)

38. Liu P, McGrath C, Cheung G. (2014) What are the key endodontic factors associated with oral health-related quality of life? *Journal of Endodontics* 47: 238-45. [https://doi: 10.1111/iej.12139](https://doi.org/10.1111/iej.12139)

39. Dugas NN, Lawrence HP, Teplitsky P, Friedman S (2002) Quality of life and satisfaction outcomes of endodontic treatment. *J Endod* 28:819–827. [https://doi: 10.1097/00004770-200212000-00007](https://doi.org/10.1097/00004770-200212000-00007)

40. Pasqualini D, Corbella S, Alovise M, et al (2015) Postoperative quality of life following single-visit root canal treatment performed by rotary or reciprocating instrumentation: a randomized clinical trial. *International Endodontic Journal* 49: 1030-39. [https://doi: 10.1111/iej.12563](https://doi.org/10.1111/iej.12563).

41. CONSORT (2010). Consolidated standards of reporting trials statement.

42. Setzer FC, Kataoka SHH, Natrielli F, Gondim-Junior E, Caldeira CL (2012) Clinical diagnosis of pulp inflammation based on pulp oxygenation rates measured by pulse oximetry. *J Endod*, 38:880–883. [https:// doi:10.1016/j.joen.2012.03.027](https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.03.027)

43. Costa CPS, Thomaz EBAF, Souza SFC (2013) Association between sickle cell anemia and pulp necrosis. *J Endod*, 9:177–181 <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2012.10.024>

44. Calil E, Caldeira CL, Gavini G, Lemos EM. (2008) Determination of pulp vitality in vivo with pulse oximetry. *J Endod*.41:741–6. [https://doi: 10.1111 / j.1365-2591.2008.01421.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2008.01421.x)

45. AAE position statement on vital pulp therapy (2021) *J Endod* 47:1340–1344. [https:// doi:10.1016/j.joen.2021.07.015](https://doi.org/10.1016/j.joen.2021.07.015)

46. Linu S, Lekhmi MS Varankumar, Joseph VGS, Phil M (2017) Treatment outcome following direct pulp capping using bioceramic materials in mature permanent teeth with carious exposure: a pilot retrospective study. *J Endod*, 1-5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2017.06.017>

47. de Oliveira BH, Nadanovsky P (2005) Psychometric properties of the Brazilian version of the Oral Health Impact Profile-short form. *Community Dentistry Oral Epidemiology* 33: 307–14. [https:// doi: 10.1111/j.1600-0528.2005.00225.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.2005.00225.x)

48. Cushley S, Duncan HF, Lappin MJ, Chua P, Elamin AD et al (2021) Efficacy of direct pulp capping for management of cariously exposed pulps in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*, 54: 556–571. <https://doi.org/10.1111/iej.13449>

49. Aguilar P, Linsuwanont P (2011) Vital Pulp Therapy in Vital Permanent Teeth with Cariously Exposed Pulp: A Systematic Review. *J Endod* 37:581–587. [https://doi:10.1016/j.joen.2010.12.004](https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.12.004)

50. Cho SY, Seo DG, Lee SJ, Lee J, Lee SJ, Jung IY (2013) Prognostic Factors for Clinical Outcomes According to Time after Direct Pulp Capping. *JOE* 39: 327-331. <https://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2012.11.034>

51. Islam R, Islam RR, Tanaka T et al (2023) Direct pulp capping procedures – Evidence and practice. Japanese Dental Science Review. JADS 59 :48–61.
<https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2023.02.002>
52. Bogen G, Kim JS, Bakland LK (2008) Direct pulp capping with mineral trioxide aggregate An observational study. JADA 139:305-315
<https://doi.org/10.14219/jada.archive.2008.0160>
53. Roma M, Gupta R, Hegde S (2022) A prospective clinical study with one year follow up of deep caries management using a novel biomaterial. BMC Research Notes 15:150. <https://doi.org/10.1186/s13104-022-06041-z>
54. Mente J, Geletneky B, Ohle M et al (2010) Mineral Trioxide Aggregate or Calcium Hydroxide Direct Pulp Capping: An Analysis of the Clinical Treatment Outcome. J Endod. 36: 806-813. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.02.024>
55. Suhag K, Duhan J, Tewari S, Sangwan P (2019) Success of Direct Pulp Capping Using Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Hydroxide in Mature Permanent Molars with Pulp Exposed during Carious Tissue Removal: 1-year Follow-up. J Endod 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.02.025>
56. Cox CF, Bergenholtz GR, Fitzgerald M et al (1982) Capping of the dental pulp mechanically exposed to the oral microflora - a 5 week observation of wound healing in the monkey. Journal of Oral Pathology. 11: 327-339 <https://doi.org/10.1111/j.1600-0714.1982.tb00173.x>
57. Al-Saudi KW, Nabih SM, Farghaly AM, AboHager EAA (2019) Pulpal repair after direct pulp capping with new bioceramic materials: A comparative histological study. Saudi Dental Journal <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2019.05.003>

58. Roma M, Gupta R, Hegde S (2022) A prospective clinical study with one year follow up of deep caries management using a novel biomaterial. BMC Research Notes 15:150. <https://doi.org/10.1186/s13104-022-06041-z>
59. Marques SM, Wesselink PR, Shemesb H (2015) Outcome of direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: A prospective study. J Endod:1-6. <https://10.1016/j.joen.2015.02.024>
60. Wang Z, Jiang T, Sauro S, Wang Y, Thompson I, Watson TF, Sa Y, Xing W, Shen Y, Haapasalo M (2011) Dentine remineralization induced by two bioactive glasses developed for air abrasion purposes. J Dent 2011 11:746-56. <https://doi:10.1016/j.jdent.2011.08.006>
61. Fernando D, Attik N, Pradelle-Plasse N, Jackson P, Grosogeat B, Colon P (2017) Bioactive glass for dentin remineralization: A systematic review. Materials Science and Engineering. <http://dx.doi.org/10.1016/j.msec.2017.03.083>
62. Basir L, Nadaf H, Karimi B, Talafi Noghani M (2023) Comparison of Pulpal Response Following Direct Pulp Capping Using MTA and Zinc-doped Bioglass. Journal of Babol University of Medical Sciences. 25: 58-69
63. Hanada K, Morotomi T, Washio A et al (2018). In vitro and in vivo effects of a novel bioactive glass-based cement used as a direct pulp capping agent. Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater. 00B:000–000 <https://10.1002/jbm.b.34107>
64. Zhang J, Park YD, Bae WJ et al (2015) Effects of bioactive cements incorporating zincbioglass nanoparticles on odontogenic and angiogenic potential of human dental pulp cells. J Biomater Appl. 29:954-64. <https://10.1177/0885328214550896>

65. Lee SK, Lee SK, Lee SI et al (2010) Effect of calcium phosphate cements on growth and odontoblastic differentiation in human dental pulp cells. *J Endod*. 36:1537-42. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.04.027>

66. Ciraldo FE, Boccardi E, Melli V, et al (2018) Tackling bioactive glass excessive in vitro bioreactivity: Preconditioning approaches for cell culture tests. *Acta Biomater*. 75: 1742-7061. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2018.05.019>

67. Schmitza SI, Widholza B, Essersa C, et al (2020) Superior biocompatibility and comparable osteoinductive properties: Sodium-reduced fluoride-containing bioactive glass belonging to the CaO–MgO–SiO₂ system as a promising alternative to 45S5 bioactive glass. *Bioactive Materials*. 5: 55:65. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2019.12.005>

68. Nowicka A, Wilk G, Lipski M, et al (2015) Tomographic evaluation of reparative dentin formation after direct pulp capping with Ca(OH)₂, MTA, Biodentine and dentin bonding system in human teeth. *J Endod* 41:1234–40. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.03.017>

69. Dastmalchi N, Jafarzadeh H, Moradi S (2012) Comparison of the efficacy of a custom-made pulse oximeter probe with digital electric pulp tester, cold spray, and rubber cup for assessing pulp vitality. *J Endod*, 38:1182–1186. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2012.06.012>

70. Gopikrishna V, Kandaswamy D, Tinagupta K (2007) Evaluation of efficacy of a new custom-made pulse oximeter dental probe in comparison with the electrical and thermal tests for assessing pulp vitality. *J Endod*, 33 : 411 - 414 . <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.12.003>

71. Gopikrishna V, Pradeep G, Venkateshbabu N. (2009) Assessment of pulp vitality: a review. *Int J Pediatr Dent*, 1:3-15. <https://doi.org/10.1111/j.1365-263X.2008.00955.x>

72. Igna A, Igna C, Miron MI, Schuszler L et al (2022) Assessment of Pulpal Status in Primary Teeth Following Direct Pulp Capping in an Experimental Canine Model. *Diagnostics*. 12:1-14 <https://doi.org/10.3390/diagnostics12082022>
73. Frank P, Grad (2002) The Preamble of the Constitution of the World Health Organization. *Bulletin of the World Health Organization*. 80:981–984.
74. Lopes HP, Siqueira Jr JF (2020). *Endodontia. Biologia e técnica*, 5ª ed. GEN, Rio de Janeiro, pp 20-21.
75. Liu X, Yu L, Wang Q (2012) Pelletier J, Fausther M, Sevigny J, et al. Expressão da ecto-ATPase NTPDase2 na polpa dentária humana. *J Dent Res*. 91:261–7. [https://doi: 10.1177/0022034511431582](https://doi.org/10.1177/0022034511431582)
76. Iqbal MK, Kratchman SI, Guess GM, et al (2007) Microscopic Periradicular Surgery: Perioperative Predictors for Postoperative Clinical Outcomes and Quality of Life Assessment. *J Endod*. 33:239-244. [https://doi:10.1016/j.joen.2006.11.017](https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.11.017)
77. Park HS, Ye L, Love RM et al (2015). Inflammation of the Dental Pulp. Hindawi Publishing Corporation *Mediators of Inflammation*. Mediators of. 1-2 Inflammation. <https://dx.doi.org/10.1155/2015/980196>
78. Goldberg M, Njeh A, Uzunoglu E (2015) Is Pulp Inflammation a Prerequisite for Pulp Healing and Regeneration? *Mediators of Inflammation*. 1-22. <https://dx.doi.org/10.1155/2015/347649>
79. Islam R, Toida Y, Chen F et al (2021) Histological evaluation of a novel phosphorylated pullulan-based pulp capping material: An in vivo study on rat molars. *International endodontic journal*. 54:1902-1914 <https://doi.org/10.1111/iej.13587>

80. Liu X, Tenenbaum HC, Wilder RS et al (2020) Pathogenesis, diagnosis and management of dentin hypersensitivity: an evidencebased overview for dental practitioners. BMC Oral Health 20:220. [https://doi: 10.1186/s12903-020-01199-z](https://doi.org/10.1186/s12903-020-01199-z)
81. Ricucci D, Siqueira JF Jr, Rôças IN, Lipski M, Shibani A, Tay FR (2020) Pulp and dentine responses to selective caries excavation: a histological and histobacteriological human study. J Dent 100:103430. [https://doi:10.1016/j.jdent.2020.103430](https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103430).
82. Ricucci D, Siqueira JF Jr (2020) Bacteriologic status of non-cavitated proximal enamel caries lesions. a histologic and histobacteriologic study. J Dent. 100:103422. [https://doi: 10.1016/j.jdent.2020.103422](https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103422).
83. Carmona JFR, Santos ARS, Figueiredo CP et al (2011) In Vivo Host Interactions with Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Hydroxide: Inflammatory Molecular Signaling Assessment. J Endod 37:1225–1235. [https://doi:10.1016/j.joen.2011.05.031](https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.05.031)

CAPÍTULO 2

Cytotoxicity of MTA compared to bioactive glasses for direct pulp capping: an in vitro study

Authors: Bruna Laís Lins Gonçalves¹, Amanda Palmeira Arruda Nogueira¹, Maria Eduarda Fernandes Brito¹, Patrícia Maria Wiziack Zago², José Bauer³, Cyrene Piazeria Costa¹, Meire Coelho Ferreira¹, Ceci Nunes Carvalho¹

¹ Dentistry Postgraduate Program, University Ceuma, R. Josué Montello, 1, Renascença II, 65075-120 São Luís, Maranhão, Brazil

² Sao Leopoldo Mandic Araras Medical School, Araras, SP, Brazil

³ Dentistry Biomaterials Laboratory (Biomma), School of Dentistry, Federal University of Maranhão (UFMA), Av. dos Portugueses, 1966, São Luís 65080-805, Brazil

Author Contributions: Conceptualization, C.N.C., J.B., P.M.W.Z.; methodology, C.P.S.C; A.P.A.N, B.L.L.G, validation, M.C.F, J.B; formal analysis, C.N.C, A.P.L.M; investigation, B.L.L.G., A.P.A.N; M.E.F.B., resources, C.N.C; J.B; data curation, P.W.Z; A.P.L.C., writing—original draft preparation, C.P.S.C, C.N.C.; writing—review and editing, M.C.F, A.P.L.C, J.B.; supervision, C.N.C; project administration, C.N.C; funding acquisition, C.N.C. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research was funded by Foundation for the Support of Scientific and Technological Research of Maranhão, grant number FAPEMA EDITAL POS-GRAD-02355/21 and FAPEMA UNIVERSAL-00944/18.

Data Availability Statement: All the research data used in this manuscript will be available whenever requested.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Corresponding author:

Ceci Nunes Carvalho

School of Dentistry, CEUMA University, Rua Josué Montello nº 1, Renascença II, 65075120, São Luís, MA, Brazil ; Telephone: + 55 98 98117-0078; Fax number: + 55 99981243928; Email: ceci.carvalho@ceuma.br

Abstract: *Objective:* This study aimed to evaluate the cytotoxicity of bioactive DPC materials as bioactive glass 45S5 (45S5), an experimental niobophosphate bioactive glass (NbG) and MTA.

Methods: Human gingival fibroblasts (HGF) were treated with samples of 45S5, NbG or MTA. After 24 h of incubation, cell viability was determined by the MTT method.

Results: Cell viability data were submitted to One-Way and Holm-Sidak ANOVA for the contrast between means considering $p = 0.05$. The 45S5 ($72,3\% \pm 21,5\%$) were cytotoxic to fibroblasts, whilst MTA ($111,9\% \pm 5,3\%$) had no cytotoxic effect and NbG ($154,9\% \pm 5,8\%$) increased cell viability.

Conclusion: Apparently, MTA and NbG are biocompatible with fibroblasts cells, however; further in vitro and in vivo studies are required to confirm the obtained data.

KEYWORDS: Citotoxicity; Bioglass 45S5; MTA; fibroblasts

*Article submitted for publication in the journal Saudi Dental Journal

1.Introduction

Vital pulp therapy aims to maintain pulp health in teeth that the exposure of the tissue occurred due to trauma, decay or restorative procedures (Hilton, 2009). Direct pulp capping (DPC), pulpotomy and pulpectomy are some of the treatment options for an exposed pulp at a permanent tooth (Hilton, 2009). DPC consists of placing a protective material (calcium hydroxide, mineral trioxide aggregate or bioceramics) directly over the pulp exposure, in an attempt to repair and induce formation of dentinal tissue (American Association of Endodontic, 2020). When properly indicated, the technique is an alternative to avoid pulpotomy or even endodontic treatment in young permanent teeth, with greater preservation of tooth structures, especially, pulp vitality (Barthel et al., 2000).

Success rates of DPC generally range from 30% to 85%, however, those values were established based on traditional standards and materials that did not generate a favorable environment for a hard tissue neoformation (Hilton, 2009; American Association of Endodontic, 2020; Cvek, 1978; Barthel et al., 2000; Matsuo et al., 1996; Ward, 2002). Afterward, the introduction of mineral trioxide aggregate (MTA) and

bioactive materials or calcium silicate-based materials, associated with the advanced treatment approach changed that old concept that DPC should be avoided after pulp exposure due to caries (Langeland, 1991; Bergenholtz, 2005; Tran et al., 2012).

MTA has lower cytotoxicity, when compared to other DPC materials, an ability of inducing the formation of mineralized tissue (Bergenholtz, 2005) and reducing levels of pulp inflammation, hyperemia and necrosis (Bergenholtz, 2005; Tran et al., 2012). However, limitations of MTA's use include long setting time, difficult handling and cytotoxicity in the initial phase (Hench, Wilson, 1984).

Bioactive glasses consist promising DPC materials that are mainly composed by calcium / sodium phosphate and silicate with an *in vivo* bioactivity in simulated body fluid solution (Marques et al., 2015; Long et al., 2017). The material has a non-crystalline structure, exhibit better bioactivity than other bioceramic compounds that have a crystalline structure as MTA and iRoot BP Plus (Hench, Wilson, 1984), and induce the formation of an outer layer rich in calcium and phosphate that chemically adheres to hard tissues (Kokubo et al., 1990; Kobubo, Takama, 2006). Moreover, bioactive glasses have good described antibacterial properties (Keiser et al., 2000) and ability of inducing proliferation, differentiation and mineralization of human dental pulp cells (Filgueiras et al., 1993; Zhang, Li, 2010).

The 45S5 bioactive glass showed promising bone repair applications and biocompatibility to body implantation without causing damage. Currently, there is limited research on the use of 45S5 bioactive glass in pulp therapy, as well as the assessment of cytotoxicity to connective tissues and cells (Schmitz et al., 2020). Therefore, this study aimed to evaluate fibroblasts cytotoxicity of two bioactive glasses: 45S5 and an experimental niobophosphate (NbG) compared to MTA.

2. Material and Methods

2.1 Production of NBG

Niobium phosphate glasses (Hench, Wilson, 1984) were prepared by melting mixtures of diammonium phosphate (Reagent Grade - Casa Americana, São Paulo, SP, Brazil), niobium oxide (Optical Grade - Companhia Brasileira de Mineração e Metalurgia, Araxá, MG, Brazil), calcium oxide (Reagent Grade – Casa Americana) and

sodium carbonate (Reagent Grade - Casa Americana). The chemical compounds were mixed in a shaker mixer for 1h, placed in an alumina crucible, and heated in an electric furnace (Lindberg, Blue M, IL, USA). The heating rate was 10°C/min up to 500°C and the material was kept in air at this temperature for 30 min to eliminate the volatile products. Afterwards, the material was heated to 1400°C to melt the precursors completely and then kept at this temperature for 20 minutes for homogenization and degassing to eliminate the bubbles. The liquid was poured into a stainless steel mold and cooled at room temperature. The glass was then crushed in a vibrating system with a tungsten ball (Pulverisette, Frisch, Idar-Oberstein, RP, Germany) for 30 minutes (Carbonari., 2003, Sene et al., 2004). After the grinding, the resultant powder was passed through a series of sieves of 150µm - 75µm - 53µm (Hogentogler & Co., Inc., Columbia, MD, USA). The particle size distribution was determined by laser diffraction using a particle size analyzer (CILAS Model 1064, Compagnie Industrielle des Lasers, Orléans, France).

2.2 Cell culture

Human gingival fibroblasts HGF (American Type Culture Collection - ATCC® CRL-2014TM), were maintained in Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM; Gibco®) enriched with 10% fetal bovine serum (FBS; Atlanta biologicals®), 100 U mL⁻¹ penicillin, 100 µg mL⁻¹ streptomycin, and cultured in a humidified atmosphere of 5% CO₂ in air.

2.3 Cell viability assay

Fibroblasts seeded in 96-well plates (6x10⁴ cells/mL;) were exposed to different DPC bioactive materials diluted in the cell culture medium: 45S5, NbG and MTA. After 24h, the medium was replaced by a new one containing DMEM/and MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5diphenyltetrazolium bromide, 0.5%). Plates were incubated for 3 hours (37 °C, humid atmosphere, 5% CO₂) and protected from light. Then, medium was changed to 1% sodium dodecyl sulfate (SDS) (100 µL/well) and the spectrophotometric readings were performed at 550 nm. All experimental groups were conducted in triplicate, with the appropriate controls.

Cell viability considered: % Viability = $TA / T1 \times 100$, where TA: cell viability obtained from treated cells; T1: cell viability obtained from untreated (control) cells. According to ISO 10993-5, a cytotoxic effect was considered with a decrease in cell viability by more than 30%.

2.4 Characterization of materials (Scanning Electron Microscopy (SEM) and EDS

MTA powder; 45S5 bioactive glass and NbG were analyzed in SEM (TM 3030, Hitachi, Tokyo, Japan) to assess mean particle size. Images were taken at 500x and 2000x magnifications with 15Kv acceleration. Energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry (EDX - ProX Phenom, Phenom-World, Dillenburgstraat, Eindhoven, Netherlands) was performed to verify the final composition and the presence of possible contaminants in each sample.

2.5 Energy-Dispersive X-ray fluorescence spectrometry (EDX)

An EDX analysis (EDX-720, Shimadzu, Tokyo, Japan) was carried out to verify the final composition and the presence of possible contaminants of the bioactive glass. A CCD (charge-coupled device) camera was used to select a 10 mm in diameter area. This procedure is appropriate to determine the composition of the whole material (Goldstein et al., 2007).

2.6 Statistical analysis

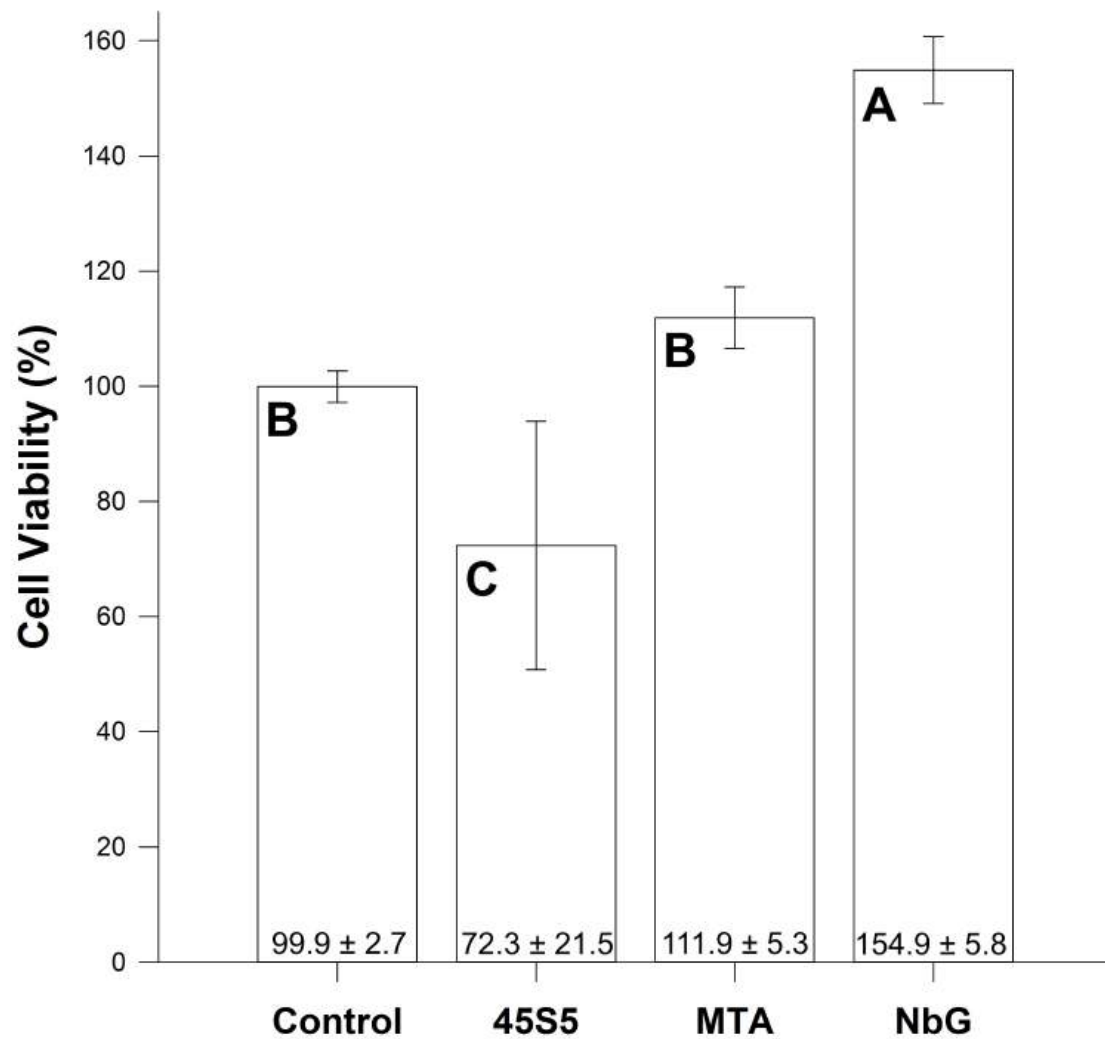
Statistical analysis was performed using the SigmaPlot 13 software (SigmaPlot v. 13.0, Systat Software Inc., San Jose, USA). The normality and equality of variance assumptions were statistically analyzed by the Shapiro–Wilk test and Brown–Forsythe test ($\alpha = 0,05$). Cell viability data were submitted to One-Way and Holm-Sidak ANOVA for the contrast between means ($\alpha = 0.05$).

3.Results

The means and standard deviations of cell viability are presented in Figure 1.

Statistical analysis showed the highest cell viability values for the NbG group ($p < 0.001$). The control and MTA groups showed similar values ($p = 0.2341$). The lowest cell viability value occurred for the 45S5 group ($p < 0.001$).

Figure 1: Cell viability obtained from different experimental cell treatments.



The average particle size of the materials tested was 5,2 μ m for 45S5 (Sylic), 54 μ m for NbG and 4,0 μ m for MTA (Figure 2).

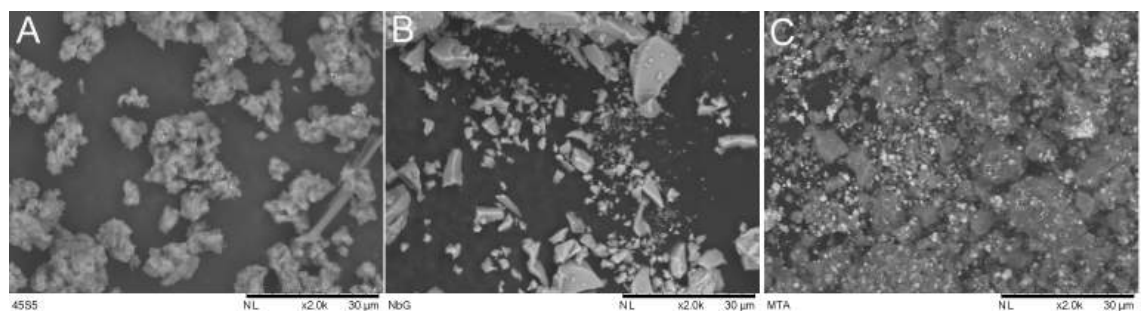


Figure 2: SEM of 45S5 (A), NbG (B) and MTA particles.

EDX analysis showed a quantitative result of the 45S5 and NbG glass composition (Table 1) and detected the presence of Silicon (Si), Calcium (Ca) and phosphor (P). A small amount of SrO was detected in NbG.

Table 1: Chemical composition of 45S5 and NbG experimental glass.

Glass	Particle size μm	Composition
45S5	(5,2 μm)	SiO ₂ 36,8%, Na ₂ O 42,8% CaO 13.9%, P ₂ O ₅ 6.5%
NbG	(54 μm)	Nb ₂ O ₅ 41.8%, P ₂ O ₅ 32.5%, CaO 18.8%, Al ₂ O ₃ 2.7%, Na ₂ O 1.2%, SrO 0.04%

4. Discussion

More than 70% of cases of deep caries may be related to exposure of the dental pulp and CPD is the treatment of choice when the pulpal condition is favorable (Haghgoo et al., 2007). The selection of the material directly influences the success or failure of the treatment, since the material used must present biocompatibility, antibacterial activity, but also capable of inducing cell differentiation, which will consequently influence the formation of repairing dentin (Liu et al., 2015).

Mineral trioxide aggregate (MTA) is a biocompatible material capable of induce the formation of mineralized tissue in the pulp, without causing major inflammation (Aina et al., 2007; Duda, Losso, 2005). Introduced in dentistry in 1993, MTA has other interesting characteristics such as radiopacity, pH alkalinity, antimicrobial activity and good marginal sealing and recently, the material underwent several physical-chemical processes and biological modifications that provided its main application for DPC (Fernando et al., 2017). It was observed by (Zhu et al., 2014) that the material had the ability to promote the migration of stem cells from the dental pulp, corroborating the activities of MTA as a gold standard for CPD procedures.

The 45S5 bioactive glass was introduced in Dentistry in 1969 by (Professor Larry Hench, 1984), being initially used as an osteoinductive substance and, currently, it is

incorporated into desensitizing agents, adhesive materials and varnishes, as well as in toothpastes due to its actions (Wang et al., 2011). This biomaterial has a non-crystalline structure and presents better bioactivity than other bioceramic materials with a crystalline structure, such as MTA and iRoot BP Plus (Lopes, Siqueira, 2025); moreover, it has good antibacterial activity (Wang et al., 2011) and ability to induce proliferation, differentiation and mineralization of human dental pulp cells (Liu et al., 2015; Frederico et al., 2006). The choice of bioactive glass as material for DPC in this study was based on the fact that the material is biocompatible and has the ability to induce dentin remineralization through the release of different ions (Liu et al., 2025; Fernando et al., 2017; Frazão et al., 2015; Bittar, 2010) thus forming a barrier mineralized against future attacks by invading microorganisms (Keiser et al., 2000; Liu et al., 2015; Frazão et al., 2015).

In the present study, a lower cell viability value was observed for the 45S5 group, while the NbG group showed a higher cell viability value. The cytotoxic effect observed with 45S5 glass in the present study differs from other reported experiments: Zhang et al., (2015) analyzed the effects of the bioactivity of calcium phosphate-based cements incorporated with bioglass nanoparticles in human dental pulp cells and found an increase in mineralizing activity, as well as in the tubular structure of endothelial cells; without any cytotoxic effect.

Observing the particle size, there is a clear difference between the NbG group and the 45S5 group, based on this, it is possible to understand that there is a relationship between size and the generation of an inflammatory response. In an *in vitro* study, (Nicolete et al., 2001) found that micro-sized particles are more susceptible to the phagocytosis process carried out by macrophages compared to macroparticles, however the authors also stated that these microparticles have the ability to generate a more intense inflammatory condition, which could explain the greater cytotoxicity presented by the 45S5 group compared to the other groups.

Gjorgievska et al., (2013) tested three different bioactive materials as dentin substitutes in the tooth remineralization process. The authors found that the 45S5 bioactive glass had the worst adaptation to the dentin substrate and there was the generation of inflammation in the dental pulp and the authors related these findings to the size of the 45S5 Bioactive Glass (Gjorgievska et al., 2013). Even using in the

present study a particle 134 times smaller than the particle used by (Gjorgievska et al., 2013) a lower cell viability value was still observed, leading to questioning the existence of other factors that could lead to this alteration.

Ramenzoni et al., (2021) evaluated the existence of inflammatory reactions or osteolysis associated with peri-implantitis and used glass with a size similar to the present study and observed that the cytotoxicity of the glass group was greater compared to the control group, especially when there were higher concentrations of glass, regardless of exposure time. This study, together with the work carried out by (Nicolette et al., 2001) and (Gjorgievska et al., 2013), opens a question about the association of particle size and the concentration of bioactive glass 45S5 as factors that would lead to the generation of inflammation.

Ions of different substances can be found in the adjacent dentin of teeth subjected to CPD with glass-based materials, such as Mg, Si, Na, Al, Fe. (Pereira et al., 2012; (Gjorgievska et al., 2013) stated that the presence of these ions indicates the existence of an ionic exchange between the substrate and the material (Pereira et al., 2012). In the 45S5 bioactive glass it is possible to find zinc ions, (Aina et al., 2007), stated that these ions are toxic for certain types of human osteoblasts when placed in a concentration greater than $\geq 5\%$, and this cytotoxicity is due to the concentration of Zn^{2+} ions released by the dissolution of the glass. (Hench, 2009) stated that a high concentration of calcium ions (88–109 ppm) is considered toxic to human osteoblasts and further demonstrated that this dose is capable of reducing the proliferation of osteoblasts. The same was observed by Hoppe et al., (2011).

Another factor that may also be related to the lower rate of cell viability by the 45S5 bioactive glass is the change in the pH of the medium. Ciraldo et al., (2018) stated that when bioactive glass comes into contact with water-based solutions, an ionic exchange occurs at the material/solution interface, leading to a rapid increase in the pH of the solution due to the replacement of H^+ ions by metallic cations. They also stated that this factor influences the mechanisms of cellular respiration and ends up causing alterations and enzymatic modifications in the diffusion of nutrients and gases to the cells.

The addition of niobium to the bioglass composition can be advantageous, thus having greater chemical durability and biocompatibility. The results of the present study

show that NbG induced an increase in cell viability and this increase was greater than in the control and MTA group (Carvalho et al., 2015; Carvalho et al., 2015). Cardoso et al., (2020) evaluated the cytotoxicity of bioceramic cements incorporated with 45S5 or NbG bioactive glass particles, in which a greater difference in cell viability was observed when compared to conventional bioceramic cements MTA Fillapex and BC Sealer

Rodrigues et al., (2017) studied the effects of MTA Plus and MTA Angelus on human pulp stem cells. They evaluated cell viability using the MTT test and indicated that none of the experimental groups had a cytotoxic effect on the cells. They also examined the proportions of apoptotic and necrotic cells by flow cytometry. The proportions of apoptotic cells in both experimental groups were similar to each other and to the positive control group (DMEM). They further stated that MTA Plus and MTA Angelus did not induce apoptosis, but there was a small increase in necrotic cells.

Studies have reported that MTA induces mineralization and has no detrimental effect on tested cells (Zhang et al., 2015; Pedano et al., 2020). In addition, a systematic review and meta-analysis of several *in vivo* and *in vitro* studies found favorable results in the bioactivity of capping agents in human dental pulp cells, concluding that calcium silicate-based cements increased bioactivity while maintaining adequate cell viability (Pedano et al., 2020). Silicate is a substance found in MTA, which could explain the good viability results obtained by MTA, whose results were similar to the control group.

In a comparative analysis of the biological effects of bioactive cements, MTA Angelus was tested on human dental pulp stem cells. To evaluate the morphology, viability and fixation on the materials, the cells were seeded on the surfaces of different compounds, the analysis of the chemical composition was done using EDX. Cells exposed to MTA showed a significant increase in terms of viability, with results superior to those of the control group, in addition to a cell migration rate within the normal range and a high rate of cell proliferation and fixation in the material (Catalá et al., 2017). These data are consistent with the results of the present study, where the MTA presented characteristics similar to the results obtained in that study, regarding cell proliferation, which was greater than the control group.

It can be said that the 45S5 glass shows cytotoxicity. Even with the cytotoxic effect, the particle glass was the closest to the control group. NbG induced better cell

viability among the tested groups. However, more studies are being evaluated to evaluate the performance of bioactive glass and NbG in cell culture.

5. Conclusion

The glass 45S5 were cytotoxic to fibroblasts, whilst MTA had no cytotoxic effect and NbG increased cell viability.

Funding information

Financial assistance from the Research Support Foundation (FAPEMA), Processes 72002/2021

Declaration of Competing Interest

There is no conflict of interest

References

1. Hilton T., 2009. Keys to clinical success with pulp capping: a review of the literature. *Oper Dent.* 34 (5), 615–25. <https://doi:10.2341/09-132-0>
2. American Association of Endodontists., 2016. American Association of Endodontists Glossary of Endodontic Terms, 9th ed. Chicago: American Association of Endodontists.
3. Barthel, C.R., Rosenkranz, B., Leuenberg, A et al., 2000. Pulp capping of carious exposures: treatment outcome after 5 and 10 years: a retrospective study. *J Endod.* 26 (9), 525–8. [https://doi: 10.1097/00004770-200009000-00010](https://doi:10.1097/00004770-200009000-00010).
4. Cvek, M., 1978. A clinical report on partial pulpotomy and capping with calcium hydroxide in permanent incisors with complicated crown fracture. *J Endod.* 4 (8), 232–7. [https://doi: 10.1016/S0099-2399\(78\)80153-8](https://doi:10.1016/S0099-2399(78)80153-8).
5. Matsuo, T; Nakanishi, T; Shimizu H. et al., 1996. A clinical study of direct pulp capping applied to carious-exposed pulps. *J Endod.* 22 (10), 551–6. [https:// doi:](https://doi:)

10.1016/S0099-2399(96)80017-3.

6. Ward J., 2002. Vital pulp therapy in cariously exposed permanent teeth and its limitations. *Aust Endod. J.* 28 (1), 29–37. [https://doi: 10.1111/j.1747-4477.2002.tb00364.x](https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2002.tb00364.x).

7. Langeland, K., 1981. Management of the inflamed pulp associated with deep carious lesion. *J Endod.* 7 (4), 169–81. [https:// doi: 10.1016/S0099-2399\(81\)80231-2](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(81)80231-2).

8. Bergenholtz, G., 2005. Advances since the paper by Zander and Glass (1949) on the pursuit of healing methods for pulpal exposures: historical perspectives. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 100 (2), S102–8. [https://doi: 10.1016/j.tripleo.2005.03.032](https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.03.032).

9. Tran, X. V., Gorin, C., Willing, C., Baroukh, B., Pellat, B., Decup, F., Opsahl, Vital., S., Chaussain, C, Boukpepsi, T., 2012. Effect of a calcium-silicate-based restorative cement on pulp repair. *J Dent Res.* 12 (12), 1166-1171. [https://doi: 10.1177/0022034512460833](https://doi.org/10.1177/0022034512460833).

10. Hench, L.L., Wilson, J., 1984. Surface-active biomaterials. *Sci.* 226 (4675) 630-6. [https:// doi: 10.1126/science.6093253](https://doi.org/10.1126/science.6093253).

11. Marques, S.M., Wesselink P.R., Shemesb, H., 2015. Outcome of direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: A prospective study. *J Endod.* 41(7), 1-6. [https://doi: 10.1016/j.joen.2015.02.024](https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.02.024).

12. Long, Y., Liu, S., Zhu, L., Liang, Q., Chen, X., Dong, Y., 2017. Evaluation of Pulp Response to Novel Bioactive Glass Pulp Capping Materials. *J Endod.* 43 (10), 1647-1650. [https://doi: 10.1016/j.joen.2017.03.011](https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.03.011).

13. Kokubo, T., Kushitani, H., Sakka, S., Kitsugi, T., Yamamuro, T., 1990. Solutions able to reproduce in vivo surface-structure changes in bioactive glass-ceramic AW. *J*

Biomed Mater Res. 24 (6), 721-34. [https:// doi: 10.1002/jbm.820240607](https://doi.org/10.1002/jbm.820240607).

14. Kobubo, T., Takadama, H., 2006. How useful is SBF in predicting in vivo bone bioactivity? *Biomater.* 27 (15), 2907-15. [https://doi: 10.1016/j.biomaterials.2006.01.017](https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2006.01.017).

15. Keiser, K., Johnson, C.C., Tipton, D.A., 2000. Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. *J Endod.* 26 (5), 288–291. [https://doi: 10.1097/00004770-200005000-00010](https://doi.org/10.1097/00004770-200005000-00010).

16. Filgueiras, M. R., La Torre, G., Hench, L.L., 1993. Solution effects on the surface reactions of a bioactive glass. *J Biomed Mater Res.* 27(4), 445-53.

17. Zhang, W., Li Z., 2010. Effects of iRoot SP on mineralization-related genes expression in MG63 cells. *J Endod.* 36 (12), 1978-82.

18. Schmitz S.I., Widholz B., Essers C., Becker M., Tulyaganov DU., Moghaddam A., Gonzalo de Juan I, Westhauser F., 2020. Superior biocompatibility and comparable osteoinductive properties: Sodium-reduced fluoride-containing bioactive glass belonging to the CaO-MgO-SiO₂ system as a promising alternative to 45S5 bioactive glass. *Bioact Mater.* 5(1):55-65. [https:// doi: 10.1016/j.bioactmat.2019.12.005](https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2019.12.005).

19. Carbonari, J.M., 2003. Development of bioactive niobium phosphate glasses (PhD thesis). São Paulo, Brazil: Energy and Nuclear Research Institute.

20. Sene, F.F., Martinelli, J.R., Gomes, L., 2004. Synthesis and characterization of niobium phosphate glasses containing barium and potassium. *Journal of Non-Crystalline Solids* 348, 30-7. [https://doi:10.1016/j.jnoncrysol.2004.08.122](https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2004.08.122)

21. Goldstein, J., Newbury, D., Joy, D., Lyman, C., Echlin, P., Lifshin, E. et al., 2007. *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis*, 3rd edn New York, USA: Kluwer Academic Plenum Publishers

22. Haghgoo R, N., Naderi J., 2007. Comparison of Calcium Hydroxide and Bioactive Glass after Direct Pulp Capping in Primary Teeth. *Journal of Dentistry*, Tehran University of Medical Sciences. 4(4).
23. Liu, S.Y., Wang, S.N., Dong, Y. M., 2015. Evaluation of a bioceramic as a pulp capping agent in vitro and in vivo. *J Endod.* 41(5),652–7. <https://doi:10.1016/j.joen.2014.12.009>
23. Aina, V.A., Perardi, AA., Bergandi L.B, et al., 2007. Cytotoxicity of zinccontaining bioactive glasses in contact with human osteoblastos. *ChemicoBiological Interactions.* 167,207-218.
24. Duda, J.G; Losso, E.M., 2005. O uso do agregado de trióxido mineral (MTA) em odontopediatria. *Arq em Odontologia.* 41 (1), 001-104
25. Fernando, D., Attik, N., Pradelle-Plasse, N., Jackson P.,Grosogoeat, B., Colon, P., 2017. Bioactive glass for dentin remineralization: A systematic review. *Materials Science and Engineering.*76,1369-1377.<https://doi:10.1016/j.msec.2017.03.083>
26. Zhu, L., Yang, J., Zhang, J., Lei, D., Xiao, L., Cheng, X., Lin, Y., Peng B., 2014. In vitro and in vivo evaluation of a nanoparticulate bioceramic paste for dental pulp repair. *Acta Biomater.* 10 (12), 5156-5168. <https://doi:10.1016/j.actbio.2014.08.014>
- 27.Wang, Z., Jiang, T., Sauro, S., Wang, Y., Thompson, I., Watson, T. F., As, Y., Xing, W., Shen, Y., Haapasolo, M., 2011. Dentine remineralization induced by two bioactive glasses developed for air abrasion purposes. *J Dent.* 39 (11),746-56. <https://doi:10.1016/j.jdent.2011.08.006>
28. Lopes, H.P., Siqueira Jr., J.F., 2015. *Endodontia: Biologia e Técnica.* Elsevier, Rio de Janeiro
28. Frederico, P.G., Lanza C. R. M., Aranha, A. M. F., Hebling, J., Costas, C. A. S., 2006. Analysis of the citotoxicity of a mineral trioxide aggregate (White-MTA) on

cultured odontoblasts. Influence of the setting time and storage of the material in wet environment. *Rev. Odontol. UNESP*. 35 (4), 319-326.

29. Frazão, M. C.A.; Silva, G.V.; Linhares, T.S.; Lago, A.D.N; Lima, D.M., 2015. Biovidro 45S5: um avanço biotecnológico nos materiais restauradores da Odontologia. *FOL*. 25(2), 47-55.

30. Bittar, JD., 2010. Avaliação da resposta pulpar a diferentes materiais odontológicos após capeamento direto. Estudo ex vivo. Dissertação . Universidade Federal de Brasília

31. Zhang, J., Park, Y.D., Bae, W.J., El-Fiqi, A., Shin, S.H., Lee, E.J., Kim, H.W., Kim, E.C., 2015. Effects of bioactive cements incorporating zinc-bioglass nanoparticles on odontogenic and angiogenic potential of human dental pulp cells. *J Biomater* 29 (7), 954-64. [https://doi: 10.1177/0885328214550896](https://doi.org/10.1177/0885328214550896)

32. Nicolete, R., Santos, D.F., Faccioli, L.H., 2011. The Uptake of PLGA micro or macrophages provokes distinct in vitro inflammatory response. *International Immunopharmacology*, 11(10), 1557-1563. [https://doi: 10.1016/j.intimp.2011.05.014](https://doi.org/10.1016/j.intimp.2011.05.014)

33. Gjorgievska, E.S., Nicholson, J.W., Apostolska, S.M., Coleman, N.J., Booth, S.E., Slipper, I.J., Mladenov, M.I., 2013. Interfacial properties of three different bioactive dentine substitutes. *Microsc. Microanal.* 19 (6), 1450–1457. [https://doi: 10.1017/S1431927613013573](https://doi.org/10.1017/S1431927613013573)

34. Ramenzoni, L.L., Flückiger, L.B., Attin, T., Schmidlin, P.R., 2021. Effect of Titanium and Zirconium Oxide Microparticles on Pro-Inflammatory Response in Human Macrophages under Induced Sterile Inflammation: An In Vitro Study. *Materials*, 14 (15), 4166. [https://doi: 10.3390/ma14154166](https://doi.org/10.3390/ma14154166)

35. Pereira, R. V., Aragonés, Á., Barra, G. O. M., Salmoria, G. V., & Fredel, M. C., 2012. Biovidro osteocondutor sintetizado pelo processo sol-gel. IX Brazilian Symposium on Glass and Related Materials.

36. Hench L.L., 2009. Genetic design of bioactive glass, *J. Eur. Ceram. Soc.* 29, 1257–1265.

37. Hoppe A., Güldal N.S., Boccaccini A.R., 2011. A review of the biological response to ionic dissolution products from bioactive glasses and glassceramics, *Biomaterials* 32 (11), 2757–2774.
38. Ciraldo, F.E et al., 2018. Tackling bioactive glass excessive in vitro bioreactivity: Preconditioning approaches for cell culture tests, *Acta Biomater.* 15,75:3-10 [https://doi: 10.1016/j.actbio.2018.05.019](https://doi.org/10.1016/j.actbio.2018.05.019)
39. Carvalho, C.N., Martinelli, J.R., Bauer, J., Haapasalo, M., Shen, Y., Bradaschia-Correa V et al., 2015. Micropush-out dentine bond strength of a new gutta-percha and niobium phosphate glass composite. *Int Endod J* 48 (5), 451-9. [https://doi: 10.1111/iej.12334](https://doi.org/10.1111/iej.12334)
40. Carvalho, E.M., Lima, D.M., Carvalho, C.N., Loguercio, A.D., Martinelli, J.R., Bauer, J., 2015. Effect of airborne-particle abrasion on dentin with experimental niobophosphate bioactive glass on the microtensile bond strength of resin cements. *J Prosthodont Res.* 59 (2), 129-35. [https:// doi: 10.1016/j.jpor.2015.01.001](https://doi.org/10.1016/j.jpor.2015.01.001)
41. Cardoso, O.S., Meier, M.M., Carvalho, E. M., Ferreira, P.V.C., Gavini, G., Zago, P.M.W., Soares, R.G., Menezes, A.S., Carvalho, C.N., Bauer, J., 2022. Synthesis and characterization of experimental endodontic sealers containing bioactive glasses particles of NbG or 45S5. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials.* 125,104971 [https://doi: 10.1016/j.jmbbm.2021.104971](https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104971)
42. Rodrigues, E.M., Cornelio, A.L.G., Mestieri L.B., 2017. Human dental pulp cells response to mineral trioxide aggregate (MTA) and MTA Plus: cytotoxicity and gene expression analysis. *Int Endod J.* 50 (8), 780–789. [https://doi: 10.1111/iej.12683](https://doi.org/10.1111/iej.12683)
43. Pedano, M. S., Li, X., Yoshihara, K., Landuyt, K. V., Van Meerbeek, B., 2020. Cytotoxicity and Bioactivity of Dental Pulp-Capping Agents towards Human Tooth-Pulp Cells: A Systematic Review of In-Vitro Studies and Meta-Analysis of Randomized and Controlled Clinical Trials. *Materials (Basel, Switzerland)*, 13(12), 2670. [https://doi:](https://doi.org/10.3390/ma13122670)

10.3390/ma13122670

44. Catalá, T. C. J., González, C.M., Bernal, G.D., Sánchez, O.R. E., Forner, L., Llena, C., Lozano, A., Baz, C.P; Moraleda, J. M., Lozano, R.F. J., 2017. 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. *International endodontic journal*, 50 (2), e63–e72. <https://doi: 10.1111/iej.12859>

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ward J. Vital pulp therapy in cariously exposed permanent teeth and its limitations. *Aust Endod J.* 2002 Apr;28(1):29-37. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2002.tb00364.x>

2. Langeland K. Management of the inflamed pulp associated with deep carious lesion. *J Endod.* 1981 Apr;7(4):169–81. [https://doi/10.1016/S0099-2399\(81\)80231-2](https://doi/10.1016/S0099-2399(81)80231-2)

3. Bergenholtz G. Advances since the paper by Zander and Glass (1949) on the pursuit of healing methods for pulpal exposures: historical perspectives. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008. Aug;100(2 Suppl):S102-8. <https://doi/10.1016/j.tripleo.2005.03.032>

15. Tran XV, Gorin C, Willig C, Baroukh B, Pellat B, Decup F, Opsahl Vital S, Chaussain C, Boukpepsi T. Effect of a calcium-silicate-based restorative cement on pulp repair. *J Dent Res.* 2012 Dec;91(12):1166-71. <https://doi:10.1177/0022034512460833>.

4. Zhu L, Yang J, Zhang J, Lei D, Xiao L, Cheng X, Lin Y, Peng B. In vitro and in vivo evaluation of a nanoparticulate bioceramic paste for dental pulp repair. *Acta Biomater.* 2014. Dec;10(12):5156-5168. <https://doi:10.1016/j.actbio.2014.08.014>.

5. Shi S, Bao ZF, Liu Y, et al. Comparison of in vivo dental pulp responses to capping with iRoot BP Plus and mineral trioxide aggregate. *Int Endod J.* 2016. Feb;49(2):154-60. <https://doi:10.1111/iej.12439>.

6. Liu SY, Wang SN, Dong YM. Evaluation of a bioceramic as a pulp capping agent in vitro and in vivo. *J Endod.* 2015. 41:652–7. <https://doi:10.1016/j.joen.2014.12.009>.

7. Katge AF, Patil DP. Comparative Analysis of 2 Calcium Silicate-based Cements (Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate) as Direct Pulp-capping Agent in Young Permanent Molars: A Slit Mouth Study. *J Endod.* 2017. Apr;43(4):507-513. <https://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2016.11.026>

8. Parinyaprom N, Nirunsittirat A, Chuveera P et al. Outcomes of Direct Pulp Capping by Using Either ProRoot Mineral Trioxide Aggregate or Biodentine in Permanent Teeth with Carious Pulp Exposure in 6-to 18-Year-Old Patients: A Randomized Controlled Trial. *J Endod.* 2017. Mar;44(3):341-348. <https://doi.org/10.106/j.joen.2017.10.012>

10. Brizuela C, Ormeño A, Cabrera C, Cabezas R, Silva CI, Romirez V, Mercade M. Direct Pulp Capping with Calcium Hydroxide, Mineral Trioxide Aggregate, and Biodentine in Permanent Young Teeth with Caries: A Randomized Clinical Trial. *J Endod.* 2017. Nov;43(11):1776-1780. <https://dx.doi.org/10.106/j.joen.2017.06.031>

11. Awawdeh L, Al-Qudab A, Hamouri H, Chakra JR. Outcomes of Vital Pulp Therapy Using Mineral Trioxide Aggregate or Biodentine: A Prospective Randomized Clinical Trial. *J Endod.* 2018. Nov;44(11):1603-1609. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.08.004>

12. Sequeira DB, Oliveira AR, Seabra CM et al. Regeneration of pulp-dentin complex using human stem cells of the apical papilla: in vivo interaction with two bioactive materials. *Clinical Oral Investigations.* 2021. Sep;25(9):5317-5329. <https://doi.org/10.1007/s00784-021-03840-9>

13. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review—Part I: Chemical, Physical, and Antibacterial Properties *J End.* 2010. Jan;36(1):16-27 <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.006>

14. Hench LL, Wilson J. Surface-active biomaterials. *Sci.* 1984 4675:630-6.

[https://doi: 10.1126 / science.6093253](https://doi.org/10.1126/science.6093253)

15.Filgueiras MR, La Torre G, Hench LL. Solution effects on the surface reactions of a bioactive glass. *J Biomed Mater Res*. 1993. Apr;27(4):445-53. [https://doi/10.1002/jbm.82270405](https://doi.org/10.1002/jbm.82270405)

16. Bairo F, Hamzehlou S, Kargozar S. Bioactive Glasses: Where Are We and Where Are We Going? *J Funct Biomater*. 2018. 9(1):25–51. [https://doi:10.3390/jfb9010025](https://doi.org/10.3390/jfb9010025)

17.Long Y, Liu S, Zhu L, Liang Q, Chen X, Dong Y. Evaluation of Pulp Response to Novel Bioactive Glass Pulp Capping Materials. *J Endod*. 2017. Oct;43(10):1647-1650. [https:// doi: 10.1016 / j.joen.2017.03.011](https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.03.011)

18.Zhang W, Li Z. Effects of iRoot SP on mineralization-related genes expression in MG63 cells. *J Endod*. 2010. 37(12):1978-82 [https://doi: 10.1016 / j.joen.2010.08.038](https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.08.038).

19.Gong WY, Huang ZW, Dong YM, et al. Ionic extraction of a novel nano-sized bioactive glass enhances differentiation and mineralization of human dental pulp cells. *J Endod*. 2014. Jan;40(1):83-8. [https://doi: 10.1016 / j.joen.2013.08.018](https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.08.018).

20. Giovanella LB, Barletta FB, Felipe WT, Bruno KF, de Alencar AH, Estrela C (2014) Assessment of Oxygen Saturation in Dental Pulp of Permanent Teeth with Periodontal Disease. *J End*. 40 :1927-1931. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2014.08.009>

21. Caldeira CL, Barletta FB, Ilha MC, Abrão CV, Gavini G (2016) Pulse oximetry: a useful test for evaluating pulp vitality in traumatized teeth. *Dent Traumatol*. 5:385-9. [https://doi: 10.1111 / edt.12279](https://doi.org/10.1111/edt.12279).

22.Bruno FK, Barletta BF, Felipe TW, Silva AJ, de Alencar AHG, Estrela C.

(2014) Oxygen saturation in the dental pulp of permanent teeth: A critical review. *J Endod*, 40:1054–1057 <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2014.04.011>

23. Alghaithy RA, Qualtrough AJE. Pulp sensibility and vitality tests for diagnosing pulpal health in permanent teeth: a critical review. *International Endodontic Journal*. 2017.Feb;50(2):135-142. <https://doi/10.1111/iej.12611>

24. Marques SM, Wesselink PR, Shemesb H. Outcome of direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: A prospective study. *J Endod*. 2015. 41(7): 1-6. <https://doi: 10.1016/j.joen.2015.02.024>.

25. Kokubo T, Kushitani H, Sakka S, Kitsugi T, Yamamuro T. Solutions able to reproduce in vivo surface-structure changes in bioactive glass-ceramic AW. *J Biomed Mater Res*. 1990. Jun; 24 (6): 721-34. <https://doi: 10.1002/jbm.820240607>.

26. Kobubo T, Takadama H. How useful is SBF in predicting in vivo bone bioactivity? *Biomater*. 2006. 27 (15): 2907-15. <https://doi: 10.1016/j.biomaterials.2006.01.017>.

27. Keiser K, Johnson CC, Tipton DA. Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. *J Endod*. 2000. May;26(5):288-91. <https://doi: 10.1097/00004770-200005000-00010>.

28. Filgueiras, M. R., La Torre, G., Hench, L.L., 1993. Solution effects on the surface reactions of a bioactive glass. *J Biomed Mater Res*. 27(4), 445-53.

29. Schmitz SI, Widholz B, Essers C, Becker M, Tulyaganov DU, Moghaddam A, Gonzalo de Juan I, Westhauser F. Superior biocompatibility and comparable osteoinductive properties: Sodium-reduced fluoride-containing bioactive glass belonging to the CaO-MgO-SiO₂ system as a promising alternative to 45S5

bioactive glass. *Bioact Mater.* 2020. Jan 13;5(1):55-65. [https://doi:10.1016/j.bioactmat.2019.12.005](https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2019.12.005).

* De acordo com a Norma da Universidade Ceuma, baseada nas Normas de Vancouver.

ANEXOS

ANEXO 1: PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA



CENTRO UNIVERSITÁRIO DO
MARANHÃO - UNICEUMA



Continuação do Parecer 2.519.462

resposta positiva aos testes de sensibilidade ao frio e com saturação de oxigênio pulpar compatível com a normalidade e/ou evidência radiográfica de formação de pontes de tecido duro sem sinais radiográficos de patologia periapical serão considerados casos bem-sucedidos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios foram descritos e estão de acordo com a resolução CNS 466/12.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa apresenta relevância científica e certamente contribuirá para esclarecer aspectos importantes a respeito do tema. A equipe executora apresenta a capacitação necessária para realizar a pesquisa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos obrigatórios foram apresentados e encontram-se corretamente preenchidos.

Recomendações:

Cronograma com data de início de coletas para 08/02/18. Entende-se que houve uma demora para a avaliação do projeto em período hábil. Dessa forma o comitê sugere que seja feita uma modificação na data de início das coletas no momento do relatório final.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Trata-se de uma ressubmissão onde todos os pontos levantados foram corrigidos pelo pesquisador.

Considerações Finais a critério do CEP:

O pesquisador deverá apresentar relatório final.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	P6 INFORMACOES_BASICAS_DO_P ROJETO_1014914.pdf	27/12/2017 22:01:19		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoBrunaCapeamento08dez2017.do cx	27/12/2017 22:00:40	Ceci Nunes Carvalho	Aceito
Declaração de Pesquisadores	CartadeRespostaCEP.doc	27/12/2017 21:59:02	Ceci Nunes Carvalho	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	TCLECEP.docx	27/12/2017 21:34:50	Ceci Nunes Carvalho	Aceito

Endereço: DOS CASTANHEIROS

Bairro: JARDIM RENASCENÇA

CEP: 65.075-120

UF: MA

Município: SÃO LUIS

Telefone: (98)3214-4212

E-mail: cep@ceuma.br



CENTRO UNIVERSITÁRIO DO
MARANHÃO - UNICEUMA



Continuação do Parecer 2.519-402

Ausência	TCLECEP.docx	27/12/2017 21:34:50	Ceci Nunes Carvalho	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	27/12/2017 21:34:02	Ceci Nunes Carvalho	Aceito
Orçamento	ORÇAMENTO.pdf	21/10/2017 13:08:09	Ceci Nunes Carvalho	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	anuidadaceptuna.pdf	21/10/2017 12:59:35	Ceci Nunes Carvalho	Aceito
Folha de Rosto	FRBRUNA.pdf	21/10/2017 12:59:10	Ceci Nunes Carvalho	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO LUIS, 26 de Fevereiro de 2018

Assinado por:
RUDYS RODOLFO DE JESUS TAVAREZ
(Coordenador)

Endereço: DOS CASTANHEIROS

Bairro: JARDIM RENASCENÇA

CEP: 66.075-120

UF: MA Município: SAO LUIS

Telefone: (98)3214-4212

E-mail: cep@ceuma.br

ANEXO 2- APROVAÇÃO DO REGISTRO BRASILEIRO DE ENSAIOS CLÍNICOS

The screenshot displays the homepage of the Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (Brazilian Clinical Trials Registry). The header features the logo and name of the registry, along with user login information (USUÁRIO: cecicar, SUBMISSÕES: 001, DESENVOLVIMENTOS: 000) and a language selector (PT | ES | EN). A navigation bar includes links for NOTÍCIAS, SOBRE, AJUDA, and CONTATO. A search bar with a 'Buscar ensaios' button and a link to 'BUSCA AVANÇADA' is also present. The main content area shows a list of registered trials, with the first entry being RBR-3jytw8, titled 'Determinação Da Saturação De Oxigênio Pulpar Em Molares De Pacientes Submetidos À Capeamento Pulpar Direto Com MTA Ou Vidro Bioativo 45S5: Estudo Clínico Randomizado'. It includes the registration date (12 de Março de 2018 às 23:30) and the last update date (15 de Março de 2019 às 08:40). The study type is listed as 'Intervenções'.

Saúde
Ministério da Saúde

REGISTRO BRASILEIRO DE
Ensaios Clínicos

USUÁRIO: cecicar SUBMISSÕES: 001 DESENVOLVIMENTOS: 000 Perfil: SAIR

PT | ES | EN

NOTÍCIAS | SOBRE | AJUDA | CONTATO

BUSCA AVANÇADA

Buscar ensaios

HOME / ENSAIOS REGISTRADOS /

RBR-3jytw8
Determinação Da Saturação De Oxigênio Pulpar Em Molares De Pacientes Submetidos À Capeamento Pulpar Direto Com MTA Ou Vidro Bioativo 45S5: Estudo Clínico Randomizado
Data de registro: 12 de Março de 2018 às 23:30
Last Update: 15 de Março de 2019 às 08:40

Tipo do estudo:
Intervenções

ANEXO 3– NORMAS DA REVISTA: CLINICAL ORAL INVESTIGATIONS

Instructions for Authors

1.1.1 TYPES OF PAPERS

Papers may be submitted for the following sections:

- Original articles
- Invited reviews
- Short communications – with up to 2000 words and up to two figures and/or tables
- Letters to the editor

It is the general policy of this journal not to accept case reports and pilot studies.

1.1.2 MANUSCRIPT SUBMISSION

Manuscript Submission

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Permissions

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Online Submission

Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

Further Useful Information

please follow the link below

- Further Useful Information

The Springer Author Academy is a set of comprehensive online training pages mainly geared towards first-time authors. At this point, more than 50 pages offer advice to authors on how to write and publish a journal article.

- Springer Author Academy

1.1.3 TITLE PAGE

The title page should include:

- The name(s) of the author(s)
- A concise and informative title
- The affiliation(s) and address(es) of the author(s)
- The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author

Abstract

Please provide a structured abstract of 150 to 250 words which should be divided into the following sections:

- Objectives (stating the main purposes and research question)
- Materials and Methods
- Results
- Conclusions

- Clinical Relevance

These headings must appear in the abstract.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

1.1.4 TEXT

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

- Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- Use italics for emphasis.
- Use the automatic page numbering function to number the pages.
- Do not use field functions.
- Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations.
- Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older

Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

- LaTeX macro package (zip, 182 kB)

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the title page. The names of funding organizations should be written in full.

1.1.5 REFERENCES

Citation

Reference citations in the text should be identified by numbers in square brackets.

Some examples:

1. Negotiation research spans many disciplines [3].
2. This result was later contradicted by Becker and Seligman [5].
3. This effect has been widely studied [1-3, 7].

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

The entries in the list should be numbered consecutively.

- Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0955-8>

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al” in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 965:325–329

- Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. <https://doi.org/10.1007/s001090000086>

- Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

- Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

- Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

- Dissertation

Trent JW (1975) *Experimental acute renal failure*. Dissertation, University of California

Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see

- ISSN.org LTWA

If you are unsure, please use the full journal title.

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of in-text citations and reference list.

- EndNote style (zip, 2 kB)

Authors preparing their manuscript in LaTeX can use the bibtex file `spbasic.bst` which is included in Springer's LaTeX macro package.

1.1.6 TABLES

- All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.
- Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

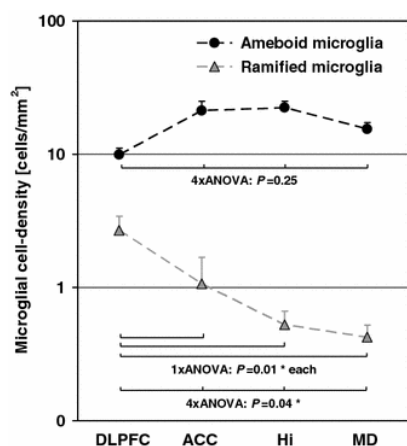
1.1.7 ARTWORK AND ILLUSTRATIONS GUIDELINES

Electronic Figure Submission

- Supply all figures electronically.
- Indicate what graphics program was used to create the artwork.
- For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MSOffice files are also acceptable.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

- Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

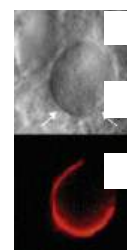
Line Art



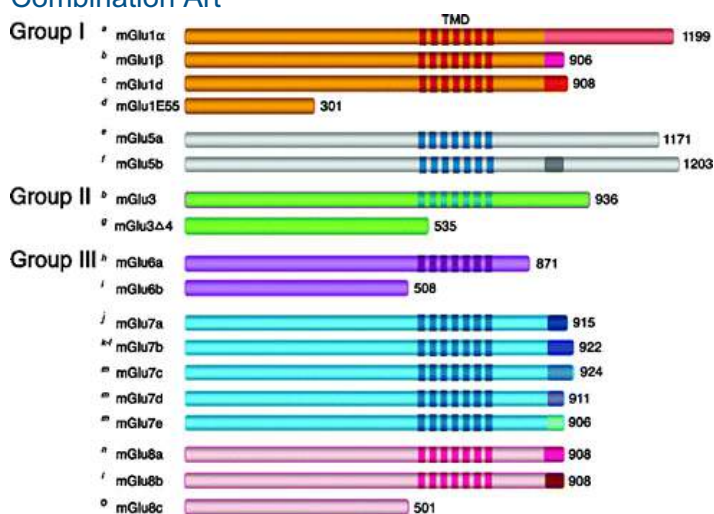
- Definition: Black and white graphic with no shading.
- Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
- Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Halftone Art

- Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.
- If any magnification is used in the photographs, by using scale bars within the figures themselves.
- Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.



Combination Art



- Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.
- Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

Color Art

- Color art is free of charge for online publication.
- If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.
- If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.
- Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

Figure Lettering

- To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).
- Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).
- Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.
- Avoid effects such as shading, outline letters, etc.
- Do not include titles or captions within your illustrations.

Figure Numbering

- All figures are to be numbered using Arabic numerals.
- Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.
- Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).
- If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

Figure Captions

- Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.
- Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type.
- No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.
- Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.
- Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

Figure Placement and Size

- Figures should be submitted separately from the text, if possible.
- When preparing your figures, size figures to fit in the column width.
- For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.
- For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be

aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that

- All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)
- Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (colorblind users would then be able to distinguish the visual elements)
- Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

1.1.8 ENGLISH LANGUAGE EDITING

For editors and reviewers to accurately assess the work presented in your manuscript you need to ensure the English language is of sufficient quality to be understood. If you need help with writing in English you should consider:

- Asking a colleague who is a native English speaker to review your manuscript for clarity.
- Visiting the English language tutorial which covers the common mistakes when writing in English.
- Using a professional language editing service where editors will improve the English to ensure that your meaning is clear and identify problems that require your review. Two such services are provided by our affiliates Nature Research Editing Service and American Journal Experts. Springer authors are entitled to a 10% discount on their first submission to either of these services, simply follow the links below.
- English language tutorial
- Nature Research Editing Service
- American Journal Experts

Please note that the use of a language editing service is not a requirement for publication in this journal and does not imply or guarantee that the article will be selected for peer review or accepted.

If your manuscript is accepted it will be checked by our copyeditors for spelling and formal style before publication.

1.1.9 ETHICAL RESPONSIBILITIES OF AUTHORS

This journal is committed to upholding the integrity of the scientific record. As a member of the Committee on Publication Ethics (COPE) the journal will follow the COPE guidelines on how to deal with potential acts of misconduct.

Authors should refrain from misrepresenting research results which could damage the trust in the journal, the professionalism of scientific authorship, and ultimately the entire scientific endeavour. Maintaining integrity of the research and its presentation can be achieved by following the rules of good scientific practice, which include:

- The manuscript has not been submitted to more than one journal for simultaneous consideration.
- The manuscript has not been published previously (partly or in full), unless the new work concerns an expansion of previous work (please provide transparency on the re-use of material to avoid the hint of text-recycling (“self-plagiarism”)).

- A single study is not split up into several parts to increase the quantity of submissions and submitted to various journals or to one journal over time (e.g. “salami-publishing”).
 - No data have been fabricated or manipulated (including images) to support your conclusions
 - No data, text, or theories by others are presented as if they were the author’s own (“plagiarism”). Proper acknowledgements to other works must be given (this includes material that is closely copied (near verbatim), summarized and/or paraphrased), quotation marks are used for verbatim copying of material, and permissions are secured for material that is copyrighted.
- Important note:** the journal may use software to screen for plagiarism.
- Consent to submit has been received explicitly from all co-authors, as well as from the responsible authorities - tacitly or explicitly - at the institute/organization where the work has been carried out, **before** the work is submitted.
 - Authors whose names appear on the submission have contributed sufficiently to the scientific work and therefore share collective responsibility and accountability for the results.
 - Authors are strongly advised to ensure the correct author group, corresponding author, and order of authors at submission. Changes of authorship or in the order of authors are **not** accepted **after** acceptance of a manuscript.
 - Adding and/or deleting authors and/or changing the order of authors **at revision stage** may be justifiably warranted. A letter must accompany the revised manuscript to explain the reason for the change(s) and the contribution role(s) of the added and/or deleted author(s). Further documentation may be required to support your request.
 - Requests for addition or removal of authors as a result of authorship disputes after acceptance are honored after formal notification by the institute or independent body and/or when there is agreement between all authors.
 - Upon request authors should be prepared to send relevant documentation or data in order to verify the validity of the results. This could be in the form of raw data, samples, records, etc. Sensitive information in the form of confidential proprietary data is excluded.

If there is a suspicion of misconduct, the journal will carry out an investigation following the COPE guidelines. If, after investigation, the allegation seems to raise valid concerns, the accused author will be contacted and given an opportunity to address the issue. If misconduct has been established beyond reasonable doubt, this may result in the Editor-in-Chief’s implementation of the following measures, including, but not limited to:

- If the article is still under consideration, it may be rejected and returned to the author.
- If the article has already been published online, depending on the nature and severity of the infraction, either an erratum will be placed with the article or in severe cases complete retraction of the article will occur. The reason must be given in the published erratum or retraction note. Please note that retraction means that the paper is **maintained on the platform**, watermarked “retracted” and explanation for the retraction is provided in a note linked to the watermarked article.

- The author's institution may be informed.

1.1.10 COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

To ensure objectivity and transparency in research and to ensure that accepted principles of ethical and professional conduct have been followed, authors should include information regarding sources of funding, potential conflicts of interest (financial or non-financial), informed consent if the research involved human participants, and a statement on welfare of animals if the research involved animals.

Authors should include the following statements (if applicable) in a separate section entitled "Compliance with Ethical Standards" when submitting a paper:

- Disclosure of potential conflicts of interest
- Research involving Human Participants and/or Animals
- Informed consent

Please note that standards could vary slightly per journal dependent on their peer review policies (i.e. single or double blind peer review) as well as per journal subject discipline. Before submitting your article check the instructions following this section carefully.

The corresponding author should be prepared to collect documentation of compliance with ethical standards and send if requested during peer review or after publication.

The Editors reserve the right to reject manuscripts that do not comply with the above-mentioned guidelines. The author will be held responsible for false statements or failure to fulfill the above-mentioned guidelines.

1.1.11 DISCLOSURE OF POTENTIAL CONFLICTS OF INTEREST

Authors must disclose all relationships or interests that could have direct or potential influence or impart bias on the work. Although an author may not feel there is any conflict, disclosure of relationships and interests provides a more complete and transparent process, leading to an accurate and objective assessment of the work. Awareness of a real or perceived conflicts of interest is a perspective to which the readers are entitled. This is not meant to imply that a financial relationship with an organization that sponsored the research or compensation received for consultancy work is inappropriate. Examples of potential conflicts of interests **that are directly or indirectly related to the research** may include but are not limited to the following:

- Research grants from funding agencies (please give the research funder and the grant number)
- Honoraria for speaking at symposia
- Financial support for attending symposia
- Financial support for educational programs
- Employment or consultation
- Support from a project sponsor
- Position on advisory board or board of directors or other type of management relationships
- Multiple affiliations
- Financial relationships, for example equity ownership or investment interest
- Intellectual property rights (e.g. patents, copyrights and royalties from such rights)
- Holdings of spouse and/or children that may have financial interest in the work

In addition, interests that go beyond financial interests and compensation (non-financial interests) that may be important to readers should be disclosed. These may include but

are not limited to personal relationships or competing interests directly or indirectly tied to this research, or professional interests or personal beliefs that may influence your research.

The corresponding author collects the conflict of interest disclosure forms from all authors. In author collaborations where formal agreements for representation allow it, it is sufficient for the corresponding author to sign the disclosure form on behalf of all authors. Examples of forms can be found

- here:

The corresponding author will include a summary statement in the text of the manuscript in a separate section before the reference list, that reflects what is recorded in the potential conflict of interest disclosure form(s).

Please make sure to submit all Conflict of Interest disclosure forms together with the manuscript.

See below examples of disclosures:

Funding: This study was funded by X (grant number X).

Conflict of Interest: Author A has received research grants from Company A. Author B has received a speaker honorarium from Company X and owns stock in Company Y. Author C is a member of committee Z.

If no conflict exists, the authors should state:

Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

1.1.12 AFTER ACCEPTANCE

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer's web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate whether you wish to order OpenChoice and offprints.

Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

[Copyright transfer](#)

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws.

[Offprints](#)

Offprints can be ordered by the corresponding author.

[Color illustrations](#)

Publication of color illustrations is free of charge.

[Proof reading](#)

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor.

After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

[Online First](#)

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

ANEXO 4– NORMAS DA REVISTA: SAUDI DENTAL JOURNAL



SAUDI DENTAL JOURNAL

AUTHOR INFORMATION PACK

TABLE OF CONTENTS

• Description	p.1
• Abstracting and Indexing	p.1
• Editorial Board	p.1
• Guide for Authors	p.3



ISSN: 1013-9052

DESCRIPTION

Saudi Dental Journal is an English language, peer-reviewed scholarly publication in the area of dentistry. **Saudi Dental Journal** publishes original research and reviews on, but not limited to:

- dental disease
- clinical trials
- dental equipment
- new and experimental techniques
- epidemiology and oral health
- restorative dentistry
- periodontology
- endodontology
- prosthodontics
- paediatric dentistry
- orthodontics and dental education

Saudi Dental Journal is the official publication of the Saudi Dental Society and is published by King Saud University in collaboration with Elsevier and is edited by an international group of eminent researchers.

ABSTRACTING AND INDEXING

Scopus
PubMed Central
Emerging Sources Citation Index (ESCI)
Directory of Open Access Journals (DOAJ)
SCImago Journal Rank (SJR)

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

Hamdan S. Alghamdi, King Saud University, Department of Periodontics and Community Dentistry, Riyadh, Saudi Arabia

Scientific Editor

Chalini Sundar, King Saud University College of Dentistry, Riyadh, Saudi Arabia

APÊNDICES

APÊNDICE 1-METODOLOGIA DETALHADA

ASPECTOS ÉTICOS

Foi realizado um ensaio clínico randomizado cego paralelo [32]. Os pacientes foram atendidos por três operadores treinados e calibrados, na clínica de Odontologia da Universidade CEUMA, após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Local, (Parecer nº 2.519.462) e após o consentimento livre e esclarecido dos pacientes, o estudo foi registrado e aprovado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (REBEC - RBR-3jyw8).

DESENHO DO ESTUDO E SELEÇÃO DOS INDIVÍDUOS

O tamanho da amostra foi determinado por um cálculo para amostras dependentes comparando médias percentuais de saturação de oxigênio (SaO_2), considerando um nível de confiança de 95%, um poder de 90%, um desvio-padrão de 2,46 e magnitude de efeito padronizada de 1,95% [33]. Um mínimo de 17 pacientes foi determinado. Para compensar possíveis perdas, ao tamanho amostral foi acrescentado 30%, totalizando 22 pacientes por grupo (MTA e Vidro Bioativo 45S5).

Foram elegíveis neste estudo os pacientes apresentaram as seguintes características:

- Paciente que se voluntariar participar do estudo.
- Presença de molares e pré-molares permanentes superiores ou inferiores com lesão cariada.
- Paciente sem histórico de dor noturna ou dor espontânea.
- Teste de sensibilidade pulpar ao frio com resposta positiva.
- Exame radiográfico mostrando cárie profunda com imagem sugestiva de proximidade com a câmara pulpar sem sinais de patologia periapical.
- Paciente sistemicamente saudável.

- Paciente deveria ter o primeiro ou segundo pré- molar ou molar contralateral ao dente que foi realizado CPD hígido, pois foi considerado o controle.

Foram excluídos dentes com história ou presença de dor, dentes afetados por trauma, dentes com alterações de cor, com alterações periodontais (bolsa com mais de 3mm, mobilidade e edema gengival), presença de dor a palpação apical, percussão vertical e horizontal, e com necrose pulpar. Dentes com dor extrema / persistente em resposta ao teste de sensibilidade pulpar com frio e exposição à polpa de forma iatrogênica.

Foi realizada uma análise radiográfica prévia dos elementos dentários com radiografias periapicais utilizando uma lupa com aumento de (10X), a fim de detectar presença de reabsorções na câmara coronária e/ou no canal radicular, fraturas radiculares, espessamento do espaço do ligamento periodontal. Se detectado qualquer uma dessas alterações, o paciente era excluído do estudo.

Após a seleção dos pacientes, foi realizado à randomização pelo método em bloco (blocos de 4) (Sealed envelope TM - www.sealedenvelope.com/power). A alocação dos indivíduos aos grupos de tratamento (MTA ou vidro bioativo para CPD) foi realizada por auxiliar de saúde bucal (ASB) que não tinha conhecimento do conteúdo do envelope. Envelopes lacrados continham o nome do material MTA (MTA Angelus Odontológica, Londrina, Paraná, Brasil) ou Vidro Bioativo 45S5 (Sylic, Vidro bioativo 45S5, OSspray Ltd, Londres, Reino Unido). À medida que os indivíduos foram inseridos na pesquisa, o envelope sorteado para cada indivíduo teve o nome do mesmo escrito no seu exterior. A abertura do envelope ocorreu previamente ao tratamento a ser instituído.

ANÁLISE DA CONDIÇÃO PULPAR

A análise da condição pulpar do dente que recebeu o CPD foi realizada anteriormente ao CPD através Oximetria de Pulso adaptado à Odontologia (OP) e Teste de Sensibilidade à Frio (TSF). Ambas as análises foram

realizadas com isolamento relativo. Primeiro foi realizada a OP e, cinco minutos depois, o TSF. Foi feita a mesma análise no primeiro ou segundo pré-molar ou molar contralateral ao dente tratado, o qual foi considerado o controle. Todas as análises foram conduzidas pela mesma operadora que realizou o CPD.

OXIMETRIA DE PULSO ADAPTADA A ODONTOLOGIA

A saturação de oxigênio sanguínea (SaO_2) arterial e pulpar foram mensuradas por meio do oxímetro de pulso. O sensor deste aparelho foi adaptado pela pesquisadora para uso odontológico. Foram realizadas as medidas nos dentes que receberam o CPD e no dente contralateral (medida controle) sendo os quadrantes que foram analisados submetidos ao isolamento relativo com roletes de algodão.

Cada sensor possui dois diodos, um receptor na face palatina e outro emissor na face vestibular. Durante a mensuração da SaO_2 pulpar, os diodos foram mantidos paralelos entre si, para que o diodo receptor receba a luz transmitida através do dente pelo emissor. O paciente foi orientado a não fazer movimentos que poderiam influenciar na leitura do resultado [33].

As mensurações de referência foram realizadas inicialmente no dedo indicador do paciente e, em seguida, no dente. O teste foi repetido três vezes. Foi utilizada a mediana dos três valores. Os dentes foram considerados vitais quando apresentaram mediana de $\text{SaO}_2 \geq 79\%$ [34].



Figura 2: Oxímetro de pulso portátil MD300M (J.G. Moriya - Equipamentos Médicos – Hospitalares)



Figura 3: Sensor em Y (J.G. Moriya - Equipamentos Médicos – Hospitalares)



Figura 4: Sensor em Y adaptado (J.G. Moriya - Equipamentos Médicos – Hospitalares)

TESTE DE SENSIBILIDADE PULPAR À FRIO

A resposta ao TSF foi registrada como positiva ou negativa. Foram realizados os testes no dente que recebeu o CPD e no seu contralateral, sendo o quadrante submetido a isolamento relativo com roletes de algodão. Foi aplicado no centro da face vestibular do dente examinado o gás diclorodifluormetano (-50°C , Endofrost®, Roeko, Langenau, Alemanha) com auxílio de bolinha de algodão e pinça clínica. Cada indivíduo foi orientado a levantar o antebraço e a mão esquerda imediatamente após apresentar sensibilidade (resposta positiva). Quando o indivíduo não apresentava

sensibilidade ao teste, permanecia com a mão abaixada e a resposta foi considerada negativa.

Além disso, também foram registrados os seguintes dados clínicos: a) sintomatologia (ausente ou presente); b) resposta a percussão vertical (positiva ou negativa); c) dor a palpação dígito-apical (ausente ou presente); d) mobilidade (normal ou aumentada).

Os dentes que apresentaram alterações foram avaliados e indicados para o tratamento adequado.



Figura 5: Teste de vitalidade pulpar Endo Test (Wilcos)

CAPEAMENTO PULPAR DIRETO

Foi aplicada anestesia local com lidocaína 2% com 1 /100.000 de epinefrina, Alphacaine 1:100 (Nova DFL, Rio de Janeiro, Brasil). Em seguida, foi realizado isolamento absoluto do dente que recebeu o CPD. Foi realizada limpeza e desinfecção da superfície do dente com pedra-pomes, taça de borracha e clorexidina 0,2%.

A cárie foi removida inicialmente com broca diamantada esférica estéril (BR 31; Mani Inc, Utsunomiya, Japão) em alta velocidade, seguido por uma broca carbide esférica estéril n° 4 e n° 6 em baixa rotação (SS White, Lakewood, NJ) ao aproximar-se da polpa. Após exposição à polpa na remoção de cárie, a hemorragia foi controlada usando uma bolinha de algodão embebida em hipoclorito de sódio à 1% por 1 minutos [35]. Depois de controlar a hemorragia, o CPD foi realizado com MTA ou vidro bioativo 45S5.

No momento da exposição pulpar foi observado as características da polpa tais como: avaliação do tempo de sangramento, presença de sangramento abundante ou vermelho rutilante, sangramento discreto ou ausente, sangramento tendendo a cor vermelho-escuro ou muito claro. Foi observado também o tamanho da exposição pulpar.

Os materiais foram misturados de acordo com as instruções do fabricante. Tanto para o MTA quanto Vidro Bioativo 45S5, o material foi colocado sobre o local de exposição e ao redor da dentina com uma camada de 1,5 a 3,0 mm de espessura. Ionômero de vidro foi colocado sobre o MTA ou Vidro Bioativo 45S5. A restauração final foi feita com resina composta (3M ESPE, St. Paul, MN).



Figura 6: MTA (MTA Angelus)



Figura 7: Vidro bioativo 45S5 (OSspray Ltd, Londres, Reino Unido).

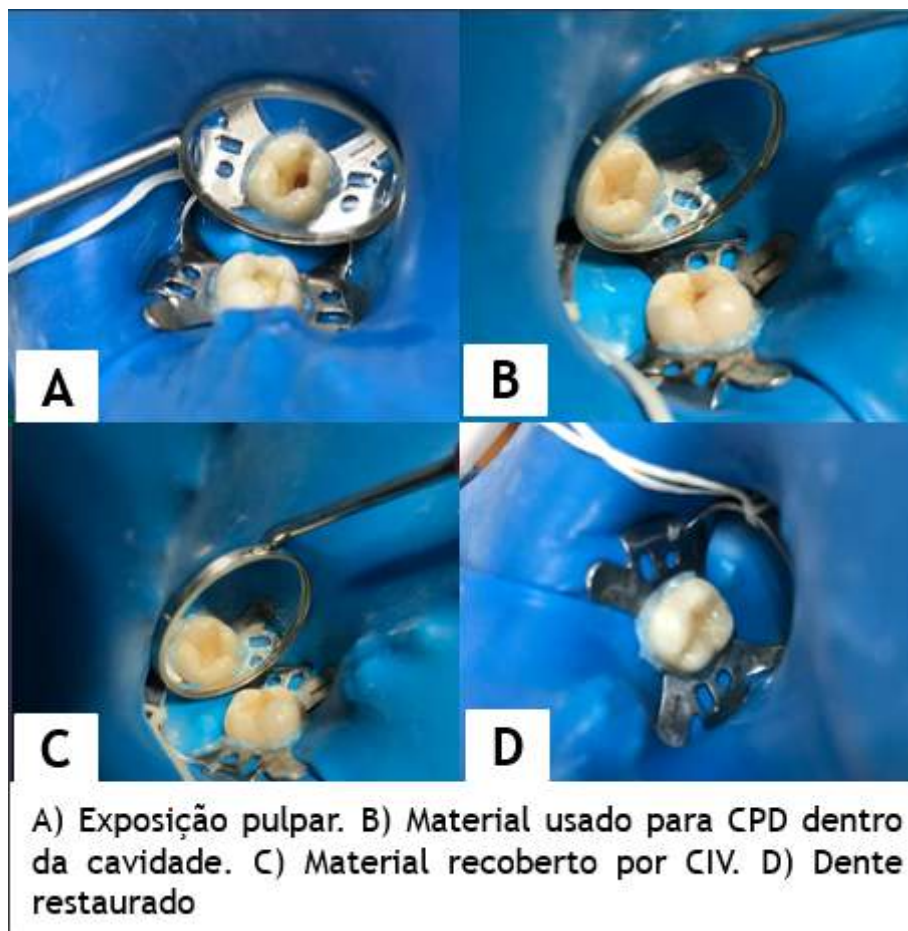


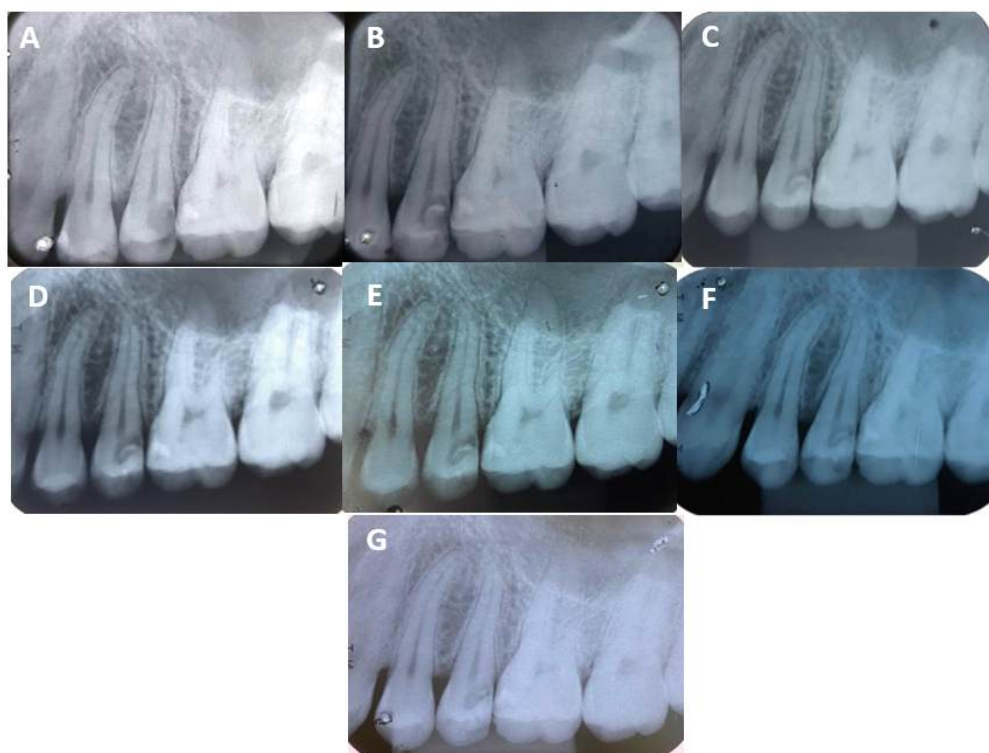
Figura 8: Capeamento pulpar direto

AVALIAÇÃO APÓS O CAPEAMENTO PULPAR DIRETO

Os registros dos pacientes foram analisados por critérios clínicos e radiográficos, em intervalos de 1,3,6,12 e 18 meses, na qual também foi realizado Teste de Sensibilidade à Frio (TSF) e a avaliação da saturação de oxigênio sanguínea (SaO_2) que foram mensuradas por meio do oxímetro de pulso nos dentes que receberam CPD e nos dentes contralaterais. Os dados compreendendo dor em percussão, dor espontânea e durante a noite após o tratamento, sensibilidade dos dentes, sinais radiográficos de patologia periapical, e a formação da ponte dentinária foram avaliados. Dentes que permaneceram assintomáticos com resposta positiva a testes de sensibilidade e/ou saturação de oxigênio pulpar considerada normal e / ou evidência

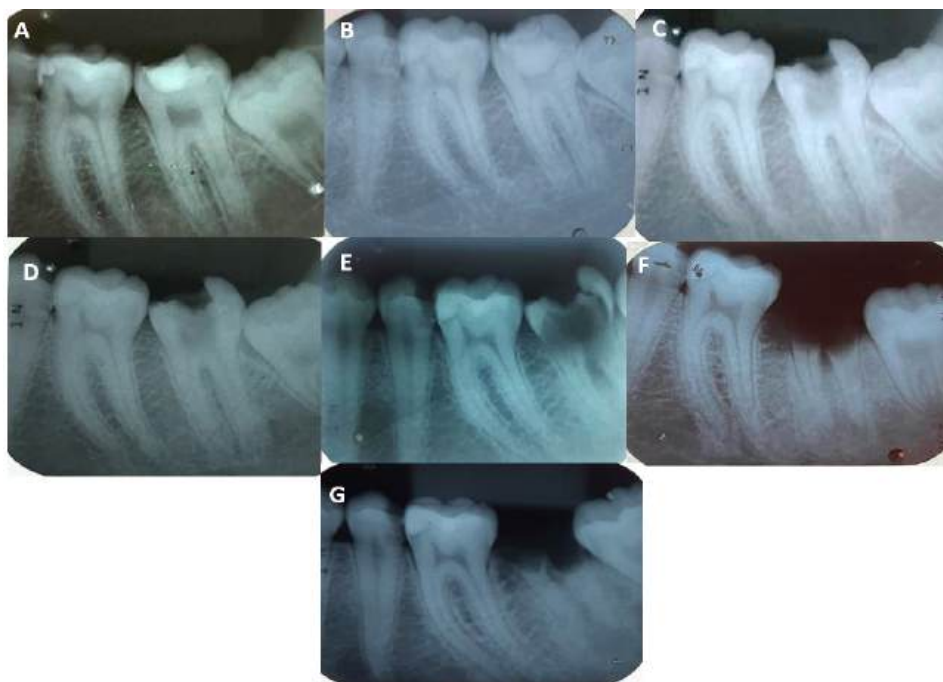
radiográfica de formação de pontes de tecido duro sem sinais radiográficos da patologia periapical foram considerados bem-sucedidos.

Nos casos na qual ocorreu um processo inflamatório irreversível sendo necessário a realização de tratamento endodôntico convencional, os participantes receberam todo atendimento necessário durante a pesquisa.



A) Radiografia inicial B) após o CPD C) 1 mês após CPD D) 3 meses após CPD E) 6 meses após CPD F) 12 meses após CPD G) 18 meses após CPD (dente 25)

Figura 9: Acompanhamento de CPD com MTA



A) Radiografia inicial B) após o CPD C) 1 mês após CPD D) 3 meses após CPD E) 6 meses após CPD F) 12 meses após CPD G) 18 meses após CPD

Figura 10: Acompanhamento de CPD com Vidro Bioativo 45S5 (dente 36)

APÊNDICE 2- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

UNIVERSIDADE CEUMA
GERÊNCIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO
PROGRAMA DE MESTRADO EM ODONTOLOGIA

**Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Ceuma
Rua Josué Montello 1, São Luís, MA 655075-120. (98) 3235-0465**

TAXA DE SUCESSO EM DENTES MADUROS CARIADOS SUBMETIDOS À CAPEAMENTO PULPAR DIRETO COM MTA OU VIDRO BIOATIVO 45S5: ENSAIO CLINICO RANDOMIZADO

Você está sendo convidado (a) para participar, de um estudo de pesquisa. Que se destina avaliar a taxa e saturação de oxigênio pulpar de molares com Oxímetro de Pulso (OP) em pacientes submetidos à capeamento pulpar direto, ou seja, proteção pulpar com restauração provisória em dentes permanentes maduros após exposição por cárie utilizando MTA ou vidro bioativo 45S5, e comparar com o teste de sensibilidade pulpar térmico ao frio.

O estudo será feito da seguinte maneira: primeiramente será avaliado a condição pulpar com o oxímetro de pulso e teste de sensibilidade ao frio, logo após você será submetido ao tratamento para proteção pulpar e restauração provisória. Em seguida será realizada uma nova avaliação da condição pulpar.

A finalidade desse estudo é contribuir com mais informações na literatura científica sobre a determinação da condição pulpar com Oxímetro de Pulso (OP) em dentes permanentes maduros submetidos à capeamento direto e com o intuito de orientar as condutas clínicas para um correto diagnóstico, tratamento e preservação.

Existe a possibilidade de sentir um leve desconforto no momento do teste ao frio, no entanto, o mesmo não trará prejuízos ou lesões. Haverá também a possibilidade de sentir dor pós-operatória e talvez possa ocorrer um processo inflamatório irreversível podendo ser necessário o tratamento endodôntico convencional. Se isso ocorrer, o participante receberá todo atendimento necessário durante a pesquisa, e ele será isento de pagamento dos procedimentos relacionados à pesquisa ou o tratamento endodôntico.

Os benefícios que você deverá esperar com a sua participação, mesmo que indiretamente serão: alívio de dor, receber um diagnóstico coerente, e tratamento correto.

Fica garantido o sigilo do participante e das informações por ele prestadas, bem como o direito de retirar o consentimento a qualquer tempo sem qualquer ônus.

Você será indenizada por qualquer despesa que venha a ter com sua participação nesse estudo e, também, por todos os danos que venha a sofrer pela mesma razão, sendo que, para essas despesas estão garantidos os recursos.

Pesquisadora responsável
Profa. Dra. Ceci Nunes
CRO-MA:3264
Contatos: (98) 981170078.
E-mail: ceci.carvalho@ceuma.br

Pesquisadora participante
Bruna Laís Lins Gonçalves
CRO-MA:5143
Contatos: (86) 99948-5992
E-mail: brunalais25@hotmail.com

São Luís, ____/____/____

Assinatura do sujeito ou responsável

APÊNDICE 3- FICHA CLÍNICA

FICHA CLÍNICA

Nome: _____
 Idade: _____ Sexo: (F) ou (M), Endereço: _____
 Telefone: _____ Data: _____
 Assinatura: _____
 Dente da Intervenção: _____
 Dente Contralateral Controle: _____

Análise da Cavidade Oral **Dente Intervenção**

Dor à palpação	
Sensibilidade ao frio	
Dor à percussão vertical	
Dor à percussão horizontal	
Presença de cárie	
Presença de restauração	

Análise da Cavidade Oral **Dente Contralateral Controle**

Dor à palpação	
Sensibilidade ao frio	
Dor à percussão vertical	
Dor à percussão horizontal	
Presença de cárie	

Análise Radiográfica **Dente Intervenção**

Lesão periapical	
Aumento do espaço pericementário	
Presença de área radiolúcida próxima da polpa	
Presença de reabsorção na câmara coronária e/ou canal radicular	

Análise Radiográfica **Dente Contralateral Controle**

Lesão periapical	
Aumento do espaço pericementário	
Presença de área radiolúcida próxima da polpa	
Presença de reabsorção na câmara coronária e/ou canal radicular	

Teste de sensibilidade pulpar ao frio **Dente Intervenção:**

Negativo () Positivo (). Se positivo Declínio Rápido () Declínio Lento ()

Avaliação do tempo de sangramento no momento do CPD:

Menos de 1 min () Mais de 1 min () Quantos min? ()

Característica da polpa:

Sangramento abundante e vermelho rutilante ()

Sangramento discreto ou ausente ()

Sangramento tendendo a cor vermelho-escura ou muito clara ()

Tamanho da exposição

Menos de 2 mm () 2-3 mm () 4-5 mm () Maior que 5 mm () ____mm

Teste de sensibilidade pulpar ao frio **Dente Contralateral Controle:**

Negativo () Positivo (). Se positivo Declínio Rápido () Declínio Lento ()

Ficha de coleta de dados referente ao teste de vitalidade pulpar através do Oxímetro de pulso.

Material para CPD selecionado:

MTA () Vidro Bioativo 45S5 ()

Antes do CPD Dente Intervenção _____

Fc: _____ (SO₂): _____

Fc: _____ (SO₂): _____

Fc: _____ (SO₂): _____

Mediana: Fc: _____ Mediana(SO₂): _____

Dedo(SO₂): _____

Dente contralateral Controle _____

Fc: _____ (SO₂): _____

Fc: _____ (SO₂): _____

Fc: _____ (SO₂): _____

Mediana: Fc: _____ Mediana(SO₂): _____

Data de retorno:

Prescrição de medicação: SIM () NÃO ()

(1 semana após o CPD) Dente Intervenção _____

Data:

Fc: _____ (SO₂): _____

Fc: _____ (SO₂): _____

Fc: _____ (SO₂): _____

Mediana: Fc: _____ Mediana(SO₂): _____

Dedo(SO₂): _____

Teste de sensibilidade pulpar ao frio **Dente Intervenção** _____ :

Negativo () Positivo (). Se positivo Declínio Rápido () Declínio Lento ()

Dor à palpação	
Dor à percussão vertical	
Dor à percussão horizontal	

Data de retorno:

(1º Mês após o CPD) Dente Intervenção _____

Data:

Fc: _____ (SO₂): _____

Fc: _____ (SO₂): _____

Fc: _____ (SO₂): _____

Mediana: Fc: _____ Mediana(SO₂): _____

Dedo(SO₂): _____

Teste de sensibilidade pulpar ao frio **Dente Intervenção** _____ :

Negativo () Positivo (). Se positivo Declínio Rápido () Declínio Lento ()

Dor à palpação	
Dor à percussão vertical	
Dor à percussão horizontal	

Data de retorno:

(3° Mês após o CPD) Dente Intervenção _____

Data:

Fc: _____ (SO₂): _____

Fc: _____ (SO₂): _____

Fc: _____ (SO₂): _____

Mediana: Fc: _____ Mediana(SO₂): _____

Dedo(SO₂): _____

Teste de sensibilidade pulpar ao frio **Dente Intervenção _____**:

Negativo () Positivo (). Se positivo Declínio Rápido () Declínio Lento ()

Dor à palpação	
Dor à percussão vertical	
Dor à percussão horizontal	

Data de retorno:

(6° Mês após o CPD) Dente Intervenção _____

Data:

Fc: _____ (SO₂): _____

Fc: _____ (SO₂): _____

Fc: _____ (SO₂): _____

Mediana: Fc: _____ Mediana(SO₂): _____

Dedo(SO₂): _____

Teste de sensibilidade pulpar ao frio **Dente Intervenção _____**:

Negativo () Positivo (). Se positivo Declínio Rápido () Declínio Lento ()

Dor à palpação	
Dor à percussão vertical	
Dor à percussão horizontal	

Data de retorno:

(12° Mês após o CPD) Dente Intervenção _____

Data:

Fc: _____ (SO₂): _____

Fc: _____ (SO₂): _____

Fc: _____ (SO₂): _____

Mediana: Fc: _____ Mediana(SO₂): _____

Dedo(SO₂): _____

Teste de sensibilidade pulpar ao frio **Dente Intervenção _____**:

Negativo () Positivo (). Se positivo Declínio Rápido () Declínio Lento ()

Dor à palpação	
Dor à percussão vertical	
Dor à percussão horizontal	

(18° Mês após o CPD) Dente Intervenção _____

Data:

Fc: _____ (SO₂): _____

Fc: _____ (SO₂): _____Fc: _____ (SO₂): _____**Mediana: Fc: _____ Mediana(SO₂): _____****Dedo(SO₂): _____**Teste de sensibilidade pulpar ao frio **Dente Intervenção** _____ :

Negativo () Positivo (). Se positivo Declínio Rápido () Declínio Lento ()

Dor à palpação	
Dor à percussão vertical	
Dor à percussão horizontal	

APÊNDICE 4- QUESTIONÁRIO QUALIDADE DE VIDA OHIP-14**FORMULÁRIO OHIP-14
ANTES DO CPD****LIMITAÇÃO FUNCIONAL**

1. Você teve problemas para falar alguma palavra por causa de problemas com seu dente que será feito capeamento pulpar direto?

() nunca () raramente () às vezes () frequentemente () sempre () não sei

2. Você sentiu que o sabor dos alimentos ficou pior por causa de problemas em seu dente que será feito capeamento pulpar direto?

() nunca () raramente () às vezes () frequentemente () sempre () não sei

DOR FÍSICA

3. Você sentiu dor no dente que será realizado o capeamento pulpar direto?

() nunca () raramente () às vezes () frequentemente () sempre () não sei

4. Você se sentiu incomodado ao comer algum alimento por causa de problemas no dente que está cariado e será realizado capeamento pulpar direto?

() nunca () raramente () às vezes () frequentemente () sempre () não sei

DESCONFORTO PSICOLÓGICO

5. Você ficou preocupado por causa de problemas com seu dente que será feito capeamento pulpar direto?

() nunca () raramente () às vezes () frequentemente () sempre () não sei

6. Você sentiu-se estressado por causa de problemas no dente que será realizado o capeamento pulpar direto?

() nunca () raramente () às vezes () frequentemente () sempre () não sei

INCAPACIDADE FÍSICA

7. Sua alimentação ficou prejudicada por causa de problemas com o dente que será realizado o capeamento pulpar direto?

() nunca () raramente () às vezes () frequentemente () sempre () não sei

8. Você teve que parar suas refeições por causa de problemas com o dente que será feito capeamento pulpar direto?

() nunca () raramente () às vezes () frequentemente () sempre () não sei

INCAPACIDADE PSICOLÓGICA

9. Você encontrou dificuldade para relaxar por causa de problemas com o dente que será realizado capeamento pulpar direto?

() nunca () raramente () às vezes () frequentemente () sempre () não sei

10. Você sentiu-se envergonhado por causa de problemas com o dente em que será realizado o capeamento pulpar direto?

() nunca () raramente () às vezes () frequentemente () sempre () não sei

INCAPACIDADE SOCIAL

11. Você ficou irritado com outras pessoas por causa de problemas com o dente que será realizado capeamento pulpar direto?

() nunca () raramente () às vezes () frequentemente () sempre () não sei

12. Você teve dificuldades em realizar suas atividades diárias por causa de problemas com o dente que será realizado capeamento pulpar direto?

() nunca () raramente () às vezes () frequentemente () sempre () não sei

DESVANTAGEM

13. Você sentiu que a vida, em geral, ficou pior por causa de problemas com o dente que será realizado capeamento pulpar direto?

() nunca () raramente () às vezes () frequentemente () sempre () não sei

14. Você ficou totalmente incapaz de fazer suas atividades diárias por causa de problemas com seus dente que será realizado capeamento pulpar direto?

() nunca () raramente () às vezes () frequentemente () sempre () não sei

**FORMULÁRIO OHIP-14
DEPOIS DO CPD**

LIMITAÇÃO FUNCIONAL

1. Você teve problemas para falar alguma palavra por causa de problemas com seu dente que foi feito capeamento pulpar direto?

() nunca () raramente () às vezes () frequentemente () sempre () não sei

2. Você sentiu que o sabor dos alimentos ficou pior por causa de problemas em seu dente que foi feito capeamento pulpar direto?

☐ nunca ☐ raramente ☐ às vezes ☐ frequentemente ☐ sempre ☐ não sei

DOR FÍSICA

3. Você sentiu dor no dente que foi realizado o capeamento pulpar direto?

☐ nunca ☐ raramente ☐ às vezes ☐ frequentemente ☐ sempre ☐ não sei

4. Você se sentiu incomodado ao comer algum alimento por causa de problemas no dente que estava cariado e foi realizado capeamento pulpar direto?

☐ nunca ☐ raramente ☐ às vezes ☐ frequentemente ☐ sempre ☐ não sei

DESCONFORTO PSICOLÓGICO

5. Você ficou preocupado por causa de problemas com seu dente que foi feito capeamento pulpar direto?

☐ nunca ☐ raramente ☐ às vezes ☐ frequentemente ☐ sempre ☐ não sei

6. Você sentiu-se estressado por causa de problemas no dente que foi realizado o capeamento pulpar direto?

☐ nunca ☐ raramente ☐ às vezes ☐ frequentemente ☐ sempre ☐ não sei

INCAPACIDADE FÍSICA

7. Sua alimentação ficou prejudicada por causa de problemas com o dente que foi realizado o capeamento pulpar direto?

☐ nunca ☐ raramente ☐ às vezes ☐ frequentemente ☐ sempre ☐ não sei

8. Você teve que parar suas refeições por causa de problemas com o dente que foi feito capeamento pulpar direto?

☐ nunca ☐ raramente ☐ às vezes ☐ frequentemente ☐ sempre ☐ não sei

INCAPACIDADE PSICOLÓGICA

9. Você encontrou dificuldade para relaxar por causa de problemas com o dente que já foi tratado com capeamento pulpar direto?

☐ nunca ☐ raramente ☐ às vezes ☐ frequentemente ☐ sempre ☐ não sei

10. Você sentiu-se envergonhado por causa de problemas com o dente em que já foi realizado o capeamento pulpar direto?

☐ nunca ☐ raramente ☐ às vezes ☐ frequentemente ☐ sempre ☐ não sei

INCAPACIDADE SOCIAL

11. Você ficou irritado com outras pessoas por causa de problemas com o dente que foi realizado capeamento pulpar direto?

☐ nunca ☐ raramente ☐ às vezes ☐ frequentemente ☐ sempre ☐ não sei

12. Você teve dificuldades em realizar suas atividades diárias por causa de problemas com o dente que foi realizado capeamento pulpar direto?

☐ nunca ☐ raramente ☐ às vezes ☐ frequentemente ☐ sempre ☐ não sei

DESVANTAGEM

13. Você sentiu que a vida, em geral, ficou pior por causa de problemas com o dente que foi realizado capeamento pulpar direto?

☐ nunca ☐ raramente ☐ às vezes ☐ frequentemente ☐ sempre ☐ não sei

14. Você ficou totalmente incapaz de fazer suas atividades diárias por causa de problemas com seus dente que foi realizado capeamento pulpar direto?

☐ nunca ☐ raramente ☐ às vezes ☐ frequentemente ☐ sempre ☐ não sei

