

Esther Rosemberg

Avaliação da resistência de união de diferentes materiais
intermediários usados na técnica de Colagem do Fragmento
Dental

Brasília
2021

Esther Rosemberg

Avaliação da resistência de união de diferentes materiais intermediários usados na técnica de Colagem do Fragmento Dental

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Odontologia da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a conclusão do curso de Graduação em Odontologia.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Fernanda Cristina Pimentel Garcia

Co-orientador: Prof. Dr. Lucas Fernando Tabata

Brasília
2021

À minha mãe e aos meus avós, que sempre me apoiaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente à minha mãe, que sempre proporcionou tudo para mim e para meu irmão. Sem ela essa conquista não seria possível. Obrigada por acreditar em mim, apoiar minhas escolhas e ser a melhor mãe, e pai, que eu poderia ter.

Sou grata também aos meus avós, todos os quatro, que são extremamente presentes e me dão tanto carinho. Obrigada por todo o apoio, amor e por terem tanta certeza do meu potencial.

Obrigada aos meus amigos, que estão comigo desde a escola, por todas as conversas e momentos de descontração. Tenho muito orgulho dos adultos que estamos nos tornando. E também aos grandes amigos que encontrei na faculdade, que juntos passamos por tantos desafios e aprendemos imensamente.

Por último agradeço à Raquel, Prof.^a Fernanda e ao Prof. Tabata. Raquel, sem você esse trabalho não teria se tornado realidade, obrigada pelos ensinamentos e por ter tornado a pesquisa algo leve e agradável. Obrigada também aos professores que me orientaram tão bem e me forneceram todos os meios necessários para chegar até aqui.

Grata por essa conquista e que venham as próximas.

EPÍGRAFE

“Erros são, no final das contas, fundamentos da verdade. Se um homem não sabe o que uma coisa é, já é um avanço do conhecimento saber o que ela não é”.

Carl Jung

RESUMO

ROSEMBERG, Esther. Avaliação da resistência de união de diferentes materiais intermediários usados na técnica de Colagem do Fragmento Dental. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Departamento de Odontologia da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.

Introdução: As injúrias traumáticas dos dentes ocorrem com alta frequência na população (33%), sendo a fratura de coroa a mais comum em dentes permanentes. Dentre as opções de tratamento, a colagem do fragmento dental apresenta bons resultados e baixo custo. No entanto, ainda existem dúvidas sobre o melhor material restaurador a ser utilizado na colagem. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência na resistência à fratura de diferentes materiais intermediários usados na colagem do fragmento dental. Métodos: Um total de 105 incisivos bovinos foram randomizados em 7 grupos (n=15). Noventa dentes foram seccionados de acordo com a técnica de colagem: Grupo 0 (G0) – controle (não fraturados/ hígidos); Grupo 1 (G1) – colagem com resina composta convencional Z100; Grupo 2 (G2) – colagem com resina composta pré-aquecida Z100; Grupo 3 (G3) – colagem com resina composta convencional Z350, Grupo 4 (G4) – colagem com resina composta pré-aquecida Z350; Grupo 5 (G5) – colagem com resina composta flow Z350XT flow; Grupo 6 (G6) – colagem com cimento resinoso RelyX Veneer. A resistência à fratura foi avaliada em uma máquina de testes universal sob uma carga compressiva (1 mm/min⁻¹). Resultados: Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a um critério (ANOVA one-way) seguido pelo teste post-hoc de Tukey (p<0,05). O grupo controle (G0) apresentou valores de resistência a fratura estatisticamente superiores aos demais

grupos experimentais ($p < 0,05$), com exceção dos grupos cujo fragmento foi colado com resina aquecida (G2 e G4). Houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais, com os grupos G2 e G4 apresentando os maiores valores de resistência à fratura (1056,3N e 1026,8N, respectivamente). Conclusão: O uso das resinas compostas pré aquecidas como material intermediário possibilitou uma maior resistência ao impacto sendo semelhante à observada nos dentes do grupo controle.

ABSTRACT

ROSEMBERG, Esther. Bond strength evaluation of different intermediate materials used in the dental fragment reattachment technique. 2021. Undergraduate Course Final Monograph (Undergraduate Course in Dentistry) – Department of Dentistry, School of Health Sciences, University of Brasília.

Introduction: Dental traumatic injuries occur with high frequency in the population (33%), with crown fracture being the most common in permanent teeth. Among the treatment options, bonding the dental fragment presents good results and low cost. However, there are still doubts about the ideal intermediate restorative material to perform the bonding procedure. The objective of this study was to evaluate the influence of different materials used to bond the dental fragment on fracture resistance. Methods: A total of 105 bovine incisors were randomized selected and divided into 7 groups (n=15). Ninety teeth were sectioned into the following groups, according to the bonding technique: Group 0 (G0) - control (not fractured/sound); Group 1 (G1) - bonding with conventional composite resin Z100; Group 2 (G2) - bonding with pre-heated composite resin Z100; Group 3 (G3) - bonding with conventional composite resin Z350, Group 4 (G4) - bonding with pre-heated composite resin Z350; Group 5 (G5) - bonding with composite resin flow Z350XT flow; Group 6 (G6) - bonding with RelyX Veneer resin cement. Fracture strength was assessed on a universal testing machine under a compressive load (1 mm/min⁻¹). Results: The data obtained were subjected to analysis of variance using one criteria (one-way ANOVA) complemented by Tukey's post-hoc test, with a significance level of $p < 0.05$. The control group (G0) showed fracture resistance values statistically superior to the other experimental groups ($p < 0.05$), except for the groups whose fragment was bonded with heated resin (G2

and G4). There was a statistically significant difference between the experimental groups, with the G2 and G4 groups showing the highest fracture resistance values (1056.3N and 1026.8N, respectively). Conclusion: The reattachment technique using preheating composite resins as intermediate material presented impact strength of the restored teeth similar to that observed in the sound teeth.

SUMÁRIO

ARTIGO CIENTÍFICO	18
FOLHA DE TÍTULO	20
RESUMO	21
ABSTRACT	23
INTRODUÇÃO	25
METODOLOGIA	26
DENTES	26
SIMULAÇÃO DE FRATURAS	28
COLAGEM DO FRAGMENTO	29
PREPARO DOS ESPÉCIMES	34
ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FRATURA	34
RESULTADOS	36
DISCUSSÃO	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS	47
ANEXOS	54
NORMAS DA REVISTA	54

Este trabalho de Conclusão de Curso é baseado no artigo científico:

ROSEMBERG, Esther; PEREIRA, Raquel Vitória; TABATA, Lucas Fernando; GARCIA, Fernanda Cristina Pimentel.

Avaliação da resistência de união de diferentes materiais intermediários usados na técnica de Colagem do Fragmento Dental.

Apresentado sob as normas de publicação do Dental of Traumatology

FOLHA DE TÍTULO

Avaliação da resistência de união de diferentes materiais intermediários usados na técnica de Colagem do Fragmento Dental

Bond strength evaluation of different intermediate materials used in the Dental Fragment reattachment technique

Esther Rosemberg¹

Raquel Vitória Pereira²

Lucas Fernando Tabata³

Fernanda Cristina Pimentel Garcia⁴

¹Aluna de Graduação em Odontologia da Universidade de Brasília (UnB).

²Mestranda do programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Brasília (UnB).

³Professor do departamento de Odontologia da Universidade de Brasília (UnB) e da Pós-Graduação da Universidade de Brasília (UnB)

⁴Professora do departamento de Odontologia da Universidade de Brasília (UnB) e da Pós-Graduação da Universidade de Brasília (UnB)

Correspondência: Prof.^a Dr.^a Fernanda Cristina Pimentel Garcia
Campus Universitário Darcy Ribeiro - UnB - Faculdade de Ciências da Saúde - Departamento de Odontologia - 70910-900 - Asa Norte - Brasília - DF

E-mail: garciafcp@unb.br / Telefone: (61) 31071849

RESUMO

Avaliação da resistência de união de diferentes materiais intermediários usados na técnica de Colagem do Fragmento Dental

Resumo

Introdução: As injúrias traumáticas dos dentes ocorrem com alta frequência na população (33%), sendo a fratura de coroa a mais comum em dentes permanentes. Dentre as opções de tratamento, a colagem do fragmento dental apresenta bons resultados e baixo custo. No entanto, ainda existem dúvidas sobre o melhor material restaurador a ser utilizado na colagem. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência na resistência à fratura de diferentes materiais intermediários usados na colagem do fragmento dental. Métodos: Um total de 105 incisivos bovinos foram randomizados em 7 grupos (n=15). Noventa dentes foram seccionados de acordo com a técnica de colagem: Grupo 0 (G0) – controle (não fraturados/ hígidos); Grupo 1 (G1) – colagem com resina composta convencional Z100; Grupo 2 (G2) – colagem com resina composta pré-aquecida Z100; Grupo 3 (G3) – colagem com resina composta convencional Z350, Grupo 4 (G4) – colagem com resina composta pré-aquecida Z350; Grupo 5 (G5) – colagem com resina composta flow Z350XT flow; Grupo 6 (G6) – colagem com cimento resinoso RelyX Veneer. A resistência à fratura foi avaliada em uma máquina de testes universal sob uma carga compressiva (1 mm/min⁻¹). Resultados: Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a um critério (ANOVA one-way) seguido pelo teste post-hoc de Tukey (p<0,05). O grupo controle (G0) apresentou valores de resistência a fratura estatisticamente superiores aos demais grupos experimentais (p<0,05), com exceção dos grupos cujo fragmento foi colado com resina aquecida (G2 e G4). Houve

diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais, com os grupos G2 e G4 apresentando os maiores valores de resistência à fratura (1056,3N e 1026,8N, respectivamente). Conclusão: O uso das resinas compostas pré aquecidas como material intermediário possibilitou uma maior resistência ao impacto sendo semelhante à observada nos dentes do grupo controle.

Palavras-chave

Trauma dental; Colagem de fragmento dental; Resina composta aquecida; Resistência à fratura.

Relevância Clínica

A pesquisa tem como objetivo geral comparar a influência do tipo de material intermediário na resistência à fratura dos dentes que foram submetidos à colagem, incluindo o uso da resina composta pré-aquecida.

ABSTRACT

Bond strength evaluation of different intermediate materials used in the Dental Fragment reattachment technique

Abstract

Introduction: Dental traumatic injuries occur with high frequency in the population (33%), with crown fracture being the most common in permanent teeth. Among the treatment options, bonding the dental fragment presents good results and low cost. However, there are still doubts about the ideal intermediate restorative material to perform the bonding procedure. The objective of this study was to evaluate the influence of different materials used to bond the dental fragment on fracture resistance. Methods: A total of 105 bovine incisors were randomized selected and divided into 7 groups (n=15). Ninety teeth were sectioned into the following groups, according to the bonding technique: Group 0 (G0) - control (not fractured/sound); Group 1 (G1) - bonding with conventional composite resin Z100; Group 2 (G2) - bonding with pre-heated composite resin Z100; Group 3 (G3) - bonding with conventional composite resin Z350, Group 4 (G4) - bonding with pre-heated composite resin Z350; Group 5 (G5) - bonding with composite resin flow Z350XT flow; Group 6 (G6) - bonding with RelyX Veneer resin cement. Fracture strength was assessed on a universal testing machine under a compressive load (1 mm/min⁻¹). Results: The data obtained were subjected to analysis of variance using one criteria (one-way ANOVA) complemented by Tukey's post-hoc test, with a significance level of $p < 0.05$. The control group (G0) showed fracture resistance values statistically superior to the other experimental groups ($p < 0.05$), except for the groups whose fragment was bonded with heated resin (G2 and G4). There was a statistically significant difference between the experimental groups, with the G2 and G4 groups showing the

highest fracture resistance values (1056.3N and 1026.8N, respectively). Conclusion: The reattachment technique using preheating composite resins as intermediate material presented impact strength of the restored teeth similar to that observed in the sound teeth.

Keywords

Dental trauma; Dental fragment bonding; Heated composite resin; fracture resistance.

INTRODUÇÃO

As injúrias traumáticas dos dentes ocorrem frequentemente em crianças e adolescentes, geralmente de 9-11 anos, compreendendo 18-22% de todos os casos^{1,2,3,4}. Cerca de 25% das crianças em fase escolar, já sofreram algum tipo de trauma dental e 33% dos adultos já tiveram essa experiência no dente permanente, sendo a maioria dos traumas, antes dos 19 anos⁵. A injúria mais comum na dentição decídua é a que envolve o tecido de suporte, principalmente a luxação; e na permanente aquela que envolve tecido duro, como a fratura coronária^{1,2,6,7}, sendo os incisivos centrais superiores os mais acometidos, seguido pelos incisivos laterais^{1,8}. Dentre as opções de tratamento das fraturas coronárias são indicadas coroas de resina, coroas de aço, bandas ortodônticas, coroas de cerâmica, restaurações com compósitos com ou sem pino intra-radicular, dentre outras^{1,9,10}. No entanto, apesar de viáveis na recuperação total ou parcial da resistência mecânica do dente, essas possibilidades apresentam alto custo, podem necessitar de desgaste de estrutura dentária sadia, demandam maior tempo clínico e são mais sensíveis à técnica, gerando dificuldades na obtenção da cor, forma, textura superficial e translucidez adequadas^{1,4}.

A colagem do fragmento dental é uma das alternativas mais indicadas para tratamento de fraturas coronárias e tornou-se popular por suas vantagens, como recuperação da estética, função, uso de pouco material restaurador, segurança, conservadorismo, simplicidade, rapidez e menor custo. A técnica demonstra altas taxas de sucesso¹⁰, conseguindo recuperar de 37-50% da resistência à fratura quando comparada a um dente íntegro^{17,18}.

Dentre os materiais intermediários utilizados para colagem do fragmento dental existem: resina composta convencional, a resina composta do tipo *flow*, cimentos resinosos, cimento de ionômero de vidro¹⁶. Alguns estudos apontam a resina composta

de nanopartículas como a primeira opção devido à maior resistência à fratura, e o cimento resinoso como a segunda melhor opção^{13,16}. Outros apontam a resina híbrida, por ter mais carga inorgânica¹³. Ainda há os que afirmam a resina *flow* como a melhor opção em caso de colagem de um pequeno fragmento dental, por possibilitar uma melhor adaptação entre o fragmento e o dente¹³. Na maioria dos casos, tem-se sugerido a colagem utilizando resina composta e cimento resinoso, porém sem um consenso entre o melhor material para a técnica¹⁶.

Com o advento do uso da resina composta pré-aquecida para cimentação de peças protéticas¹⁵, fez-se necessário verificar a viabilidade dessa técnica na colagem de fragmentos. O aquecimento da resina se mostra uma boa opção ao diminuir a viscosidade do material e formar uma camada menos espessa na interface da restauração, melhorando a adaptação marginal, além de ter efeito positivo no seu grau de conversão e microdureza, podendo reduzir a contração de polimerização¹⁴.

Sabendo que a seleção dos materiais e a realização adequada do preparo prévio do substrato¹⁹ são importantes para a recuperação de parte da resistência perdida do dente fraturado¹³, e para o sucesso do tratamento, o objetivo deste estudo é comparar a influência do tipo de material intermediário na resistência à fratura dos dentes que foram submetidos à colagem, incluindo o uso da resina composta pré-aquecida. As hipóteses nulas testadas serão 1) Não haverá diferença entre o tipo de material intermediário utilizado para colagem do fragmento; 2) Não haverá diferença entre a resina composta aquecida e não aquecida.

METODOLOGIA

DENTES

Foram coletados 200 incisivos centrais e laterais hígidos de bovinos da raça Nelore, com cerca de 5 anos de idade e 250 kg

de peso limpo. Os dentes recém-extraídos foram imediatamente armazenados em frascos individualizados contendo solução de Timol a 0,1% diluído em água destilada, com a finalidade de inibir o crescimento bacteriano⁴ (Figura 1).

Foram selecionados apenas dentes hígidos com dimensão cervico-incisal de $25,5 \pm 1$ mm (Figura 2). Dentes com defeitos estruturais, como cáries ou fraturas, foram descartados.

Os 105 dentes selecionados foram alocados randomicamente para a realização dos testes em grupos ($n=15$) de acordo com a material intermediário utilizado, descritos na tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos grupos, baseado no material intermediário utilizado.

Grupo	Material intermediário
G0	Controle (hígidos)
G1	Colagem com resina composta convencional Z100 (3M ESPE)
G2	Colagem com resina composta pré-aquecida Z100 (3M ESPE)
G3	Colagem com resina composta convencional Z350 (3M ESPE)
G4	Colagem com resina composta pré-aquecida Z350 (3M ESPE)
G5	Colagem com resina flow Z350XT <i>flow</i> (3M ESPE)
G6	Colagem com cimento resinoso RelyX Veneer (3M ESPE)



Figura 1. Dentes armazenados em solução com Timol 0,1%



Figura 2. Dente mensurado com paquímetro (25,38 mm)

SIMULAÇÃO DE FRATURAS

Com o objetivo de obter fragmentos coronários padronizados, foi realizada secção da coroa de 90 dentes com o uso de disco de corte diamantado (Extec Dia. Wafer Blade 102 mm x 0,3 mm x 12,7 mm, Enfield, CT, EUA), sob refrigeração com água corrente, em cortadeira metalográfica de precisão Micromet Evolution (Erios, São Paulo, SP, Brasil) (Figura 3). A secção foi realizada perpendicularmente ao longo eixo do dente (90°), em uma linha traçada a partir da borda incisal, de modo que o fragmento obtido tivesse 5 mm de comprimento (Figuras 4 e 5).

Quinze dentes foram mantidos íntegros para compor o grupo controle (G0).

Após o corte, tanto os fragmentos quanto os remanescentes dentais foram armazenados em água destilada durante uma hora, simulando o tempo entre a fratura e o atendimento do paciente em consultório e mantendo também a hidratação da dentina³⁰ (Figura 6).



Figura 3. Secção do dente com disco



Figura 4. Remanescente e Fragmento Dental



Figura 5. Vista coronal do Fragmento Dental



Figura 6. Fragmento Dental armazenado em água destilada

COLAGEM DO FRAGMENTO

Nos grupos G1 a G6, a colagem dos fragmentos foi realizada utilizando-se: (G1) resina composta convencional Z100 (3M ESPE, São Paulo, SP, Brasil), (G2) resina composta pré-aquecida Z100 (3M ESPE, São Paulo, SP, Brasil); (G3) resina composta convencional Z350 (3M ESPE, São Paulo, SP, Brasil), (G4) resina composta pré-aquecida Z350 (3M ESPE, São Paulo, SP, Brasil); (G5) resina composta flow Z350XT flow (3M ESPE, São Paulo, SP, Brasil); (G6) cimento resinoso RelyX Veneer (3M ESPE, São Paulo, SP, Brasil). Foram utilizadas como adesivo o Single Bond Universal (3M ESPE, São Paulo, SP, Brasil), tanto

no fragmento quanto no remanescente dental, na técnica do condicionamento ácido seletivo em esmalte, usando o ácido fosfórico a 37% (CONDAC 37, FGM, Joinville, SC, Brasil), e seguindo o protocolo de uso sugerido pelo fabricante como descrito a seguir:

1. Secagem do fragmento e o remanescente com algodão estéril.
2. Aplicação do ácido fosfórico 37% (CONDAC 37, FGM, Joinville, SC, Brasil) apenas em esmalte por 30 segundos seguida de lavagem com spray de ar/ água por 60 segundos (Figura 7).
3. Secagem das superfícies com algodão estéril e aplicação do adesivo (Single Bond Universal, 3M, São Paulo, Brasil) de forma ativa por 20 segundos, utilizando aplicadores descartáveis (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), depois secando por mais 5 segundos com jato de ar³⁰ (Figura 8).
4. Fotopolimerização do adesivo para os grupos G1 a G5, com o fotopolimerizador (Bluephase G2, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Alemanha), com uma intensidade de luz de 1,200 mW/cm² por 10 segundos (Figura 9). No grupo G6 (cimento resinoso) não foi realizada a fotopolimerização prévia do adesivo, de acordo com a recomendação do fabricante.

Após tratamento de superfície do substrato, foi feita a aplicação dos compósitos nos seus respectivos grupos, em toda a superfície de fratura (Figuras 10, 17 e 18).

No grupo G2 e G4 (colagem com resina composta pré-aquecida), a resina composta foi aquecida previamente à 69°C, usando um dispositivo aquecedor para resinas (Hotset, Technolife, Joinville, SC, Brasil) por 20 minutos (Figura 13), juntamente com a espátula para resina dupla N° 2 (Millennium – Golgran, São Caetano do Sul, SP, Brasil). A resina foi levada em posição no

fragmento por meio da espátula também aquecida (Figuras 14 e 15).

O fragmento foi adaptado manualmente (Figura 11) e os excessos de material cimentante foram removidos com a espátula para resina (Figuras 12 e 16). Depois de totalmente adaptado, o conjunto era fotopolimerizado (400-1000 mW/cm²) pelo tempo recomendado pelo fabricante para cada material, conforme a tabela 2 (Figura 19).

Tabela 2. Tempo de fotopolimerização de cada material, por face, recomendado pelo fabricante.

Produto	Cor	Tempo (segundos)
Z100	A3E	40
Filtek Z350 XT	A3	20
Filtek Z350 XT Flow	A3	20
RelyX Veneer	A3	30

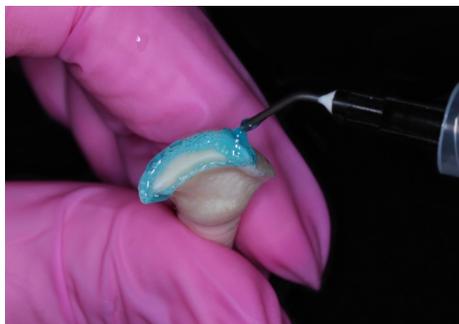


Figura 7. Aplicação seletiva do ácido 37% em esmalte

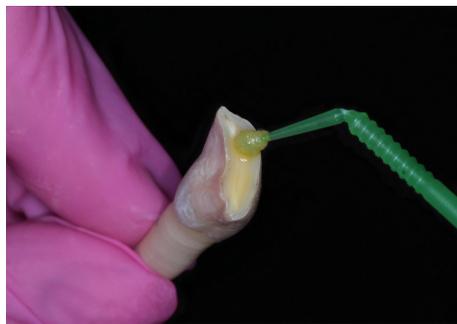


Figura 8. Protocolo de aplicação do sistema adesivo



Figura 9. Fotopolimerização do adesivo por 10 segundos



Figura 10. Aplicação da resina Z100 com espátula



Figura 11. Adaptação manual do Fragmento para os grupos G1 a G6

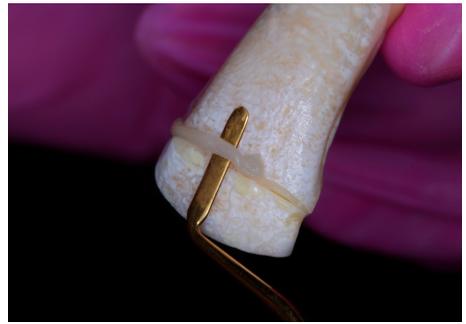


Figura 12. Remoção dos excessos com espátula



Figura 13. Resina aquecida saindo do dispositivo aquecedor



Figura 14. Espátula capturando a resina previamente aquecida



Figura 15. Aplicação da resina aquecida



Figura 16. Remoção dos excessos



Figura 17. Aplicação da resina flow



Figura 18. Aplicação do cimento resinoso



Figura 19. Fotopolimerização do material intermediário de acordo com as recomendações do fabricante

PREPARO DOS ESPÉCIMES

Após os procedimentos de colagem do fragmento, os dentes foram fixados com uso de resina acrílica ativada quimicamente (Vipi Flash, VIPI, Pirassununga, SP, Brasil), em tubos de metal de dimensões de 15 mm de diâmetro interno e 35 mm de altura (Figura 20). Os dentes do grupo controle foram mantidos hígidos e inseridos em tubos com a mesma técnica utilizada para os dentes fraturados para confecção dos corpos de prova.

Nos dentes, foi realizada uma marcação a 8 mm da linha de fratura (ou no caso do grupo controle, 13 mm a partir da borda incisal), para padronizar a inclusão no tubo de metal (Figura 21). Esse tubo permitiu a conexão dos espécimes à máquina de ensaio universal (MTS Landmark 370.10, MTS Systems Corporation, Eden Prairie, MN, EUA).



Figura 20. Resina acrílica despejada no cilindro metálico



Figura 21. Espécime incluído no tubo de metal

ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FRATURA

Os corpos de prova foram levados a uma máquina de ensaio universal (MTS Landmark 370.10, MTS Systems Corporation, MN, EUA) para o teste de resistência à fratura. Os espécimes foram posicionados com o auxílio de um suporte em aço

inoxidável, em plano inclinado de 45° em relação à base, com uma cavidade cilíndrica em sua porção central, medindo 21 mm de diâmetro e 33 mm de profundidade, posicionando a cavidade do suporte metálico com a face vestibular da coroa voltada para a ponta ativa da máquina, em média na metade da altura do fragmento colado (2,5 mm da incisal) (Figura 22). O ajuste do equipamento foi feito para que a célula de carga de 5 kN aplicasse um carregamento de compressão tangencial no fragmento com velocidade de 1 mm/min⁻¹. Os valores da tensão necessária para fratura dos dentes foram registrados em Newton (N).

Após o ensaio de resistência à fratura, os dentes foram analisados com microscópio ótico com 16x de aumento (Zeiss, Oberkochen, Baden-Württemberg, Alemanha) para a classificação do tipo de fratura: adesiva (fratura na interface adesiva); coesiva (completamente dentro do tecido dentinário, com interface adesiva intacta) e mista (adesiva na interface e coesiva em dentina remanescente) (Figura 23).

Os dados obtidos foram submetidos aos testes paramétricos para análise estatística de dados (ANOVA – 1 critério e teste de TuKey) em nível de significância de $p < 0,05$.

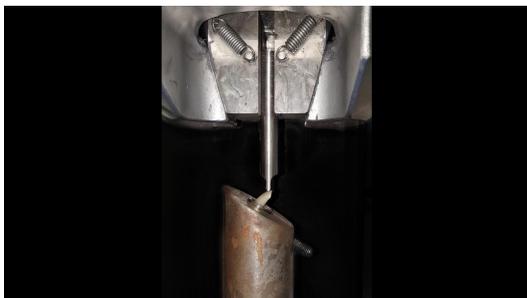


Figura 22. Espécime acoplado a Máquina de Testes Universal. Notar a ponta identora posicionada a 2,5mm da incisal.



Figura 23. Tipos de fraturas apresentadas nos grupos: Adesiva, Coesiva e Mista, respectivamente

RESULTADOS

A tabela 3 apresenta os valores de média e desvio-padrão dos valores de resistência ao impacto de dentes do grupo controle e dos grupos experimentais, submetidos à colagem de fragmento, nos diferentes protocolos adesivos. Os dados obtidos de resistência à fratura foram inicialmente analisados comparando os grupos experimentais (após a colagem) com o grupo controle (hígido).

Tabela 3. Médias e desvio padrão dos valores (em Newton) de resistência ao impacto nos grupos controle (dentes hígidos) e experimentais (submetidos à colagem de fragmentos) (n=15)

Grupo	Média (Desvio-padrão) - N
G0	1237.2 (265.7) ^a
G1	843.9 (179.5) ^b
G2	1056.3 (263.2) ^{a,b}
G3	830.9 (267.7) ^b

G4	1026.8 (246.9) ^{a,b}
G5	826.4 (212.1) ^b
G6	901.1 (279.1) ^b

Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente (Tukey, $p > 0,05$).

Foram identificadas diferenças estatísticas entre o grupo controle e os grupos experimentais ($p = 0.0001$). O grupo controle (G0) apresentou valores de resistência à fratura estatisticamente superiores aos demais grupos experimentais ($p < 0,05$), com exceção dos grupos cujo fragmento foi colado com resina aquecida (G2 e G4).

A fim de avaliar se o método de colagem (cimento fotoativado, resina composta convencional, do tipo flow e resina previamente aquecida) influenciou os valores de resistência à fratura, realizou-se uma análise estatística somente com os grupos G1 a G6. Foi observada uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p = 0.04$).

Tabela 4: Médias e desvio padrão dos valores (em Newtons) de resistência ao impacto de dentes submetidos à colagem de fragmentos com diferentes materiais intermediários.

Grupo	Média (Desvio-padrão) - N
G1	843.9 (179.5) ^a
G2	1056.3 (263.2) ^b
G3	830.9 (267.7) ^{a,c}

G4	1026.8 (246.9) ^{b,c}
G5	826.4 (212.1) ^a
G6	901.1 (279.1) ^{a,c}

Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente (Tukey, $p > 0,05$).

Como apresentado na tabela 4, observou-se que G2 (Colagem com resina composta pré-aquecida Z100) e G4 (Colagem com resina composta pré-aquecida Z350) apresentaram os maiores valores de resistência à fratura. Para a resina Z100, houve diferença significativa entre colagem com ou sem aquecimento (G1 e G2; $p < 0,05$); enquanto que para resina Z350 (G3 e G4) essa diferença não foi observada ($p > 0,05$). As duas resinas quando aquecidas (G2 e G4) apresentaram valores significativamente maiores de resistência à fratura do que a resina flow (G5) ($p > 0,05$). No entanto, quando comparados ao cimento resinoso RelyX Veneer, somente a resina Z100 aquecida foi estatisticamente diferente ($p > 0,05$).

Foi realizada a análise, em porcentagem, do tipo de fratura após o teste de resistência à fratura. Os dados estão apresentados na tabela 5, mostrando a porcentagem de cada tipo de fratura, de acordo com respectivo grupo.

Tabela 5. Análise do tipo de fratura (%) de acordo com os grupos avaliados (n=15)

Grupo	Tipo de fratura (%)
G0	Coesiva - 100
G1	Mista - 71,43 Adesiva - 28,57

G2	Mista - 64,2 Adesiva - 28,6 Coesiva - 7,1
G3	Mista - 66,66 Adesiva - 26,66 Coesiva - 6,66
G4	Mista - 57,2 Adesiva - 42,8
G5	Mista - 73,33 Adesiva - 13,33 Coesiva - 13,33
G6	Mista - 53,33 Adesiva - 33,33 Coesiva - 13,33

DISCUSSÃO

A colagem de fragmento dental é uma opção viável para restaurar a função e a estética de um dente fraturado. Em relação à técnica de colagem, a camada formada pelo material restaurador e o fragmento deve ser contínuo, homogêneo e fino, permitindo um bom assentamento e promover uma vedação marginal eficaz. Além disso, o material deve ter cor compatível com a finalidade estética⁵⁰.

No presente estudo, a influência dos materiais utilizados para a colagem do fragmento foi avaliada. As hipóteses nulas foram parcialmente rejeitadas, uma vez que houve diferença entre os materiais intermediários usados para cimentar o fragmento (cimento resinoso fotoativado, resinas compostas convencionais, do tipo flow e resinas previamente aquecidas), mas em relação ao aquecimento, houve diferença significativa somente para a resina Z100.

Esse estudo utilizou dentes bovinos pela facilidade de acesso e padronização da amostra, proporcionando homogeneidade. É suportada a utilização dos dentes bovinos pela similaridade de morfologia, microdureza e composição mineral com os dentes humanos, obtendo resultados semelhantes²⁰.

Além dos incisivos centrais serem os mais afetados no trauma^{1,8}, a maior taxa de falha em dentes submetidos à colagem do seu fragmento é devido a um trauma reincidente na região^{11,17}. Portanto, entender qual material intermediário utilizado na colagem possibilita uma maior resistência ao dente, é de extrema relevância para sua longevidade e permanência em boca³¹.

Uma limitação do estudo foi o corte dos dentes com disco diamantado e não a fratura dos mesmos. Porém, como demonstrado por muitos estudos^{19,21-25}, essa escolha é essencial num estudo *in vitro* para que as amostras sejam padronizadas, reduzindo o risco de viés. O dente cortado tem a superfície diferente do fraturado, o que não condiz com a real situação do trauma dental. Ao realizar o corte, a linha da fratura segue a posição da serra e ocorre a produção de smear layer^{22,24}. Já no dente fraturado, os prismas de esmalte seguem paralelamente a superfície de fratura. A adaptação do fragmento ao remanescente no dente cortado é menos precisa e com mais lacunas, tornando sua resistência à fratura significativamente menor²⁶.

Nesse estudo foi realizada a padronização da altura do corte, para que todos os remanescentes apresentassem o mesmo tamanho e para que a fratura fosse compatível com dentina superficial. Baseado em estudos prévios, para dentes de tamanho médio de 26 mm a altura foi definida em 5 mm, havendo assim uma superfície padronizada de colagem e sem exposição pulpar^{27,28}.

Outra limitação do estudo foi a velocidade utilizada nos testes (1 mm/min^{-1}) e a força, lenta e constante, aumentando progressivamente conforme o dispositivo de compressão da máquina de ensaio universal entrava em contato com o dente.

Essa situação não condiz à realidade de um trauma, na qual a carga é imediata e excessiva sobre o dente²⁹. No entanto, o trauma nem sempre resulta de um impacto de alta energia. Má oclusão e parafunções como o bruxismo podem expor os dentes a uma sobrecarga constante, o que pode resultar em fratura coronal.

Previamente à colagem, os dentes foram mantidos hidratados em água destilada durante uma hora, para manter a hidratação da dentina, o que tem impacto relevante na resistência à fratura³⁰. Quando ocorre desidratação das fibras de colágeno do substrato dentinário, as mesmas colapsam, impedindo a correta penetração dos monômeros resinosos^{32,37,38}. O tempo de hidratação foi baseado na simulação do tempo entre a fratura e o atendimento do paciente em consultório, de acordo com estudo prévio³⁰.

O foco do estudo era avaliar a influência dos materiais intermediários na resistência à fratura, portanto optou-se por não realizar preparos adicionais no dente. Apesar de alguns estudos afirmarem que canaletas, sulcos, dentre outras possibilidades, possam melhorar a resistência à fratura, o preparo prévio desgasta a estrutura dental sadia, aumenta o tempo clínico e a complexidade da técnica^{5,6,17,19,21,22,23}. Além disso, vários estudos afirmam ter resultados satisfatórios sem os preparos prévios, corroborando para a nossa escolha^{18,30,39,40}.

Nesse estudo foi utilizado o adesivo Single Bond Universal de forma ativa, associado à técnica do condicionamento seletivo com ácido fosfórico no esmalte. O Single Bond Universal é um adesivo de passo único, e foi nossa escolha devido à simplificação dos passos cíclicos. Além disso, um adesivo autocondicionante possui pH menos ácido (2,5), o que proporciona melhor resposta na dentina, na qual a desmineralização e a infiltração dos monômeros acontecem simultaneamente. O que permite uma hibridização mais eficaz, uma vez que não há desmineralização em profundidade na

dentina³⁰. Entretanto, o pH mais alto desse tipo de adesivo não é suficiente para a desmineralização efetiva do esmalte, processo essencial para uma restauração de sucesso, especialmente em colagem de fragmentos³¹. Faz-se necessário então, o condicionamento ácido seletivo, com o uso do ácido fosfórico (pH 0,5) para dissolução dos prismas de esmalte e aumento da porosidade e energia superficial, fornecendo uma interface adesiva mais resistente³². A aplicação ativa foi escolhida devido a maior penetração dos tags de resina, sendo eficaz no aumento da adesividade da dentina e da durabilidade dos adesivos universais⁴⁸.

O grupo controle obteve os melhores resultados na resistência à fratura, com diferença estatisticamente significativa aos grupos experimentais, exceto para os grupos utilizando resina pré-aquecida (G2 e G4). Mas a diferença desses grupos só foi significativa para o grupo de resina flow (G5) e para a resina Z100 convencional (G1). A resina composta pré-aquecida Z100 (G2) foi a única que obteve diferença estatisticamente significativa quanto ao cimento resinoso (G6).

A resina composta previamente aquecida como agente cimentante vem sendo utilizada pelo alto conteúdo de carga inorgânica, baixa viscosidade e bom escoamento. Esses fatores causam melhor adaptação nas margens e fornecem um melhor encaixe entre o fragmento e o remanescente³³, especialmente quando há pequenas lacunas devido à perda de estrutura dentária ocasionada pela fratura²⁶. A diminuição da viscosidade causada pelo aquecimento visa também reduzir a espessura da linha de cimentação, que deve ser a mais fina possível para minimizar possíveis danos à interface adesiva, à medida que maiores tensões se desenvolvem na área de cimentação conforme a espessura da camada aumenta⁴¹.

Além disso, por ser aquecida à 69°C, seu grau de conversão é aumentado, o que melhora suas propriedades mecânicas, uma vez que existem menos monômeros residuais presentes¹⁴. Com

o aumento na temperatura do compósito, radicais livres e cadeias de polímero tornam-se mais móveis devido à diminuição da viscosidade e reagem em maior escala, resultando em uma reação de polimerização mais completa e mais reticulada. Este aumento no grau de conversão de monômeros em polímeros pode aumentar as propriedades mecânicas e aumentar a resistência ao desgaste dos materiais⁴². Isso pode explicar porque os grupos G2 e G4 apresentaram valores de resistência à fratura significativamente mais altos.

Muitos dispositivos de aquecimento de resina composta estão disponíveis no mercado hoje em dia. Eles são projetados para acomodar o tubo de resina composta, mantendo-o aquecido até a temperatura desejada. Neste estudo foi usado um dispositivo de aquecimento denominado HotSet, mas existem outros dispositivos da mesma linha de operação, como CalSet (AdDent Inc, Danbury, CT, EUA) que são amplamente utilizados para pesquisas clínicas e laboratoriais. Uma possível falha da técnica é o tempo gasto para retirar o material aquecido do aparelho que deve ser suficiente para resfriar o material e recuperar parcialmente sua viscosidade - estima-se que quando um composto é aquecido a 60°C e removido do dispositivo, a temperatura diminui 50% após 2 minutos e 90% após 5 minutos⁴².

Em relação ao aumento da temperatura intrapulpar, estudos mostraram⁴³ que o uso de compósito pré-aquecido não induziu a um aumento de temperatura pulpar significativa *in vitro* em comparação ao composto colocado à temperatura ambiente. O fator atribuído ao aumento da temperatura intra pulpar foi a luz no momento da fotopolimerização da resina. Essa luz pode elevar em até 5°C a temperatura da polpa, independentemente da temperatura da resina no momento da sua inserção como agente cimentante. Assim, parece que a resina pré-aquecida pode ser usada com segurança em relação ao aumento da temperatura intrapulpar⁴³.

Para Z100, houve uma diferença significativa entre a colagem com ou sem aquecimento prévio (G1 e G2; $p < 0,05$). A resina composta Z100 (3M ESPE, São Paulo, SP, Brasil) é classificada como micro-híbrida com alto teor de carga inorgânica (cerca de 80%). Neta⁴⁴, avaliou as propriedades dos materiais usados para cimentação a 25° e 69°C, incluindo o cimento RelyX Veneer (3M ESPE, São Paulo, SP, Brasil) e Z100. Verificou-se que ao aquecer a resina Z100 de 25°C a 69°C, a redução média em sua viscosidade foi de 79,3%. A espessura da camada formada ao cimentar uma restauração indireta de cerâmica com Z100 foi de 106 µm, que é aceito na literatura - deve-se notar que uma camada mais espessa de resina composta neste caso poderia não ser um problema clínico, porque este material é projetado para ter cor, estabilidade e resistência à abrasão quando exposto ao meio bucal^{45,46}.

A resina Z100 é composta principalmente por bisfenol-A glicidil metacrilato (Bis-GMA), um monômero com dois grupos aromáticos em sua estrutura, que aumentam sua viscosidade e o tornam menos flexível em comparação com os outros monômeros usados em compósitos dentais. Além disso, a presença de grupos hidroxila (-OH) em formas de Bis-GMA forma fortes ligações intermoleculares de hidrogênio. O pré-aquecimento da resina Z100 parece quebrar essas ligações de hidrogênio e aumentar a mobilidade dos monômeros, uma vez que a viscosidade do composto é reduzido pelo calor⁴⁷.

Quando comparado à colagem com o cimento resinoso RelyX Veneer, a Z100 mostrou maiores valores de resistência à fratura. Dessa forma, a Z100 pode ser uma opção viável para cimentação de peças cerâmicas e para colagem do fragmento dental em substituição ao RelyX Veneer, cimento que tem um alto custo e menos carga orgânica, resultando em propriedades mecânicas piores em comparação com a resina Z100⁵⁰. Além disso, não houve diferença estatisticamente significativa entre usar RelyX Veneer (G6) ou resina do tipo flow (G5).

Provavelmente devido as propriedades mecânicas semelhantes da resina flow e do cimento resinoso fotoativado, uma vez que esses materiais apresentam menos partículas de carga em sua composição e ambos contêm grandes quantidades de monômeros diluentes, como dimetacrilato de trietilenoglicol (TEGDMA) e uretano-dimetacrilato (UDMA), que resulta em um material menos viscoso, mas quebradiço¹⁹.

Para a resina Z350XT (G3 e G4) não houve diferença significativa na resistência à fratura com ou sem pré-aquecimento ($p > 0,05$). A Filtek Z350XT contém menos monômeros e não possui Bis-GMA, e sim bisfenol-A dimetacrilato etoxilado (BisEMA). Bis-EMA é um monômero análogo ao bis-GMA, também contendo dois grupos aromáticos em sua estrutura, mas sem os dois grupos hidroxila (-OH). Falta de -OH em Bis-EMA foi sugerido para aumentar sua flexibilidade, devido à falta de capacidade de formar fortes ligações de hidrogênio intermoleculares levando a um maior grau de conversão. Assim, a resina Filtek Z350XT pode ter alcançado um alto grau de conversão com seu uso convencional, levando a valores semelhantes de resistência à fratura em G3 e G4⁴⁷.

Além disso, Fôes-Salgado⁴⁹ testou o efeito da pré-polimerização, temperatura, densidade de energia na adaptação marginal, grau de conversão, resistência à flexão e reticulação polimérica de Filtek Z350 sob 68°C. A resina previamente aquecida a 68°C não melhorou nenhuma dessas propriedades, mas produziu melhor adaptação marginal. A Z350 é um compósito nanoparticulado com altos níveis de translucidez, o que pode favorecer a obtenção de altos valores de conversão mesmo quando não pré-aquecida⁴⁹.

Quanto ao tipo de fratura observado em cada grupo, no grupo controle (G0) as fraturas foram 100% coesivas e na cervical, área de maior constrição e menor volume dos dentes. Fraturas adesivas foram encontradas nos outros grupos (G1 a G6), sendo compatível com achados anteriores, em que os dentes que

apresentavam as fraturas do tipo adesiva obtiveram menores valores de resistência à fratura⁶. Nos grupos G1 a G6 as fraturas variaram, com maioria de fratura mista. Nos grupos G1 e G4, não houve fraturas coesivas, apenas adesivas (28,57% para o G1 e 42,8% para o G4) e mistas (71,43% para o G1 e 57,2% para o G4). Já nos outros grupos teste houve fraturas coesivas, 7,1% para o grupo G2, 6,66% para o grupo G3 e 13,33% para os grupos G5 e G6.

Apesar de se mostrar uma opção eficaz, é preciso recordar que não é possível utilizar a técnica da colagem do fragmento dental em todos os casos. Muitas vezes o fragmento é perdido no momento do trauma ou não encontra-se intacto, tornando a adaptação do fragmento ao remanescente inviável. Porém, quando possível, pode-se optar pela colagem de fragmento por ser um procedimento mais simples, rápido e de mínima intervenção, apresentando resultados satisfatórios. A técnica da colagem de fragmento reduz ao mínimo a quantidade de esmalte e dentina perdidos e garante uma restituição integral do dente quanto à sua resistência^{22,36} e longevidade semelhante às restaurações diretas¹¹.

A utilização da resina aquecida para colagem de fragmento possibilitou valores de resistência à fratura semelhantes aos obtidos com dentes hígidos, o que poderia servir como indicação desse material como material intermediário na colagem de fragmento, sendo uma técnica simples.

Os resultados deste estudo demonstram que no procedimento de colagem do fragmento dental, a escolha do material intermediário deve ser feita com cautela, pois terá influência na resistência à fratura. Estudos clínicos utilizando as técnicas estudadas são necessários para confirmar os resultados laboratoriais e criar protocolos clínicos consistentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso das resinas compostas pré aquecidas como material intermediário possibilitou uma maior resistência ao impacto sendo semelhante à observada nos dentes hígidos, o que pode servir como indicação do seu uso na técnica de colagem do fragmento dental.

REFERÊNCIAS

1. ANDREASEN, J. O. Etiology and pathogenesis of traumatic dental injuries. *Scandinavian Journal of Dental Research*. 4, 1970, Vol. 78, pp. 329-342.7
2. SHARMIN, D. D.; THOMAS, E. Evaluation of the effect of storage medium on fragment reattachment. *Dent Traumatol*, v. 29, n. 2, p. 99-102, Apr 2013. ISSN 1600-9657.
3. DIANGELIS, A. J. et al. [International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations of permanent teeth. Hebrew edition]. *Refuat Hapeh Vehashinayim* (1993), v. 31, n. 2, p. 42-55, 89, Apr 2014. ISSN 0792-9935 (Print)
4. HAMILTON, F. A.; HILL, F. J.; HOLLOWAY, P. J. An investigation of dento-alveolar trauma and its treatment in an adolescent population. Part 1: The prevalence and incidence of injuries and the extent and adequacy of treatment received. *Br Dent J*, v. 182, n. 3, p. 91-5, Feb 8 1997. ISSN 0007-0610 (Print)
5. COELHO-DE-SOUZA FH, Rocha A da C, Rubini A, Klein-Junior CA, Demarco FF. Influence of adhesive system and bevel preparation on fracture strength of teeth restored with composite resin. *Braz Dent J*. 2010;21:327–331

6. BRUSCHI-ALONSO, R. C. et al. Reattachment of anterior fractured teeth: effect of materials and techniques on impact strength. *Dent Traumatol*, v. 26, n. 4, p. 315-22, Aug 2010. ISSN 1600-9657.
7. GLENDOR, U. Epidemiology of traumatic dental injuries--a 12 year review of the literature. *Dent Traumatol*, v. 24, n. 6, p. 603-11, Dec 2008. ISSN 1600-4469.
8. FLORES, M. T. Traumatic injuries in the primary dentition. *Dent Traumatol*, v. 18, n. 6, p. 287-98, Dec 2002. ISSN 1600-4469 (Print) 1600-4469.
9. KRAMER, P. F. et al. Traumatic dental injuries in Brazilian preschool children. *Dent Traumatol*, v. 19, n. 6, p. 299-303, Dec 2003. ISSN 1600-4469 (Print)
10. TOVO, M. F. et al. Prevalence of crown fractures in 8-10 years old schoolchildren in Canoas, Brazil. *Dent Traumatol*, v. 20, n. 5, p. 251-4, Oct 2004. ISSN 1600-4469 (Print)
11. ANDREASEN, F. M. et al. Long-term survival of fragment bonding in the treatment of fractured crowns: a multicenter clinical study. *Quintessence Int*, v. 26, n. 10, p. 669-81, Oct 1995. ISSN 0033-6572.
12. GORECKA, V.; SULIBORSKI, S.; BISKUPSKI, T. Direct pulp capping with a dentin adhesive resin system in children's permanent teeth after traumatic injuries: case reports. *Quintessence Int*, v. 31, n. 4, p. 241-8, Apr 2000. ISSN 0033-6572 (Print)
13. SOUSA, Amanda Pinto Bandeira Rodrigues de. In vitro tooth reattachment techniques: A systematic review. de Sousa APBR, França K, de Lucas Rezende LVM, do Nascimento Poubel DL, Almeida JCF, de Toledo IP, Garcia FCP. *Dent Traumatol*. 2018 Oct;34(5):297-310. doi: 10.1111/edt.12414.

14. KAMPANAS, Nikolaos-Stefanos. "Resin Composite Pre-Heating – A Literature Review of the Laboratory Results". *Acta Scientific Dental Sciences* 3.1 (2019): 133-137
15. ACQUAVIVA PA, Cerutti F. Degree of conversion of three composite materials employed in the adhesive cementation of indirect restorations: A micro-Raman analysis. *J Dent.* 2009; 37(8): 610-5.
16. GARCIA FCP, Poubel DLN, Almeida JCF, et al. Tooth fragment reattachment techniques-A systematic review. *Dent Traumatol.* 2018;34(3):135-143. doi:10.1111/edt.12392
17. REIS, A. et al. Re-attachment of anterior fractured teeth: fracture strenght using diferente techniques. *Oper Dent.* 2001, Vol. 26, pp. 287-294.
18. FARIK, B. Impact strength of teeth restored by fragment-bonding. *Endodontics and Dental Traumatology.* 2000, Vol. 16, 4, pp. 151-153.
19. REIS, A. et al. Re-attachment of anterior fractured teeth: fracture strength using different materials. *Oper Dent.* 2002. Vol. 27, pp. 621–627.
20. NOGUEIRA, B.C.L. et al. Avaliação comparativa da ultraestrutura e propriedades físicas do esmalte bovino, bubalino e humano. *Pesq. Vet. Bras.* 2014, Vol. 34, pp. 485-490.
21. PUSMAN E, Cehreli ZC, Altay N, Unver B, Saracbasi O, Ozgun G. Fracture resistance of tooth fragment reat- tachment: effects of different preparation techniques and adhesive materials. *Dent Traumatol* 2010; 26: 9-15.
22. CHAZINE M, Sedda M, Ounsi HF, Paragliola R, Ferrari M, Grandini S. Evaluation of the fracture resistance of reattached incisal fragments using different materials and techniques. *Dent Traumatol* 2011; 27: 15-18.

23. DEMARCO FF, Fay RM, Pinzon LM, Powers JM. Fracture resistance of re-attached coronal fragments--influence of different adhesive materials and bevel preparation. *Dent Traumatol* 2004; 20: 157-163.
24. BADAMI AA, Dunne SM, Scheer B. An in vitro investigation into the shear bond strengths of two dentine- bonding agents used in the reattachment of incisal edge fragments. *Endod Dent Traumatol* 1995; 11: 129-135.
25. LOGUERCIO AD, Mengarda J, Amaral R, Kraul A, Reis A. Effect of fractured or sectioned fragments on the fracture strength of different reattachment techniques. *Oper Dent* 2004; 29: 295-300.
26. DAVARI A, Sadeghi M. Influence of different bonding agents and composite resins on fracture resistance of reattached incisal tooth fragment. *J Dent (Shiraz)*. 2014;15(1):6-14.
27. BHARGAVA M, Pandit IK, Srivastava N, Gugnani N, Gupta M. An evaluation of various materials and tooth preparation designs used for reattachment of fractured incisors. *Dent Traumatol*. 2010;26:409–12
28. MAIA, G. B et al. Reattachment of fractured teeth using a multimode adhesive: Effect of different rewetting solutions and immersion time. *Dental Traumatology*. 2019.
29. PEREIRA, Raquel Vitória. Efeito da condição de hidratação na resistência de união do fragmento dental. 2018. 48 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Odontologia)—Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
30. POUBEL DLN, Almeida JCF, Dias Ribeiro AP, Maia GB, Martinez JMG, Garcia FCP. Effect of dehydration and rehydration intervals on fracture resistance of reattached tooth fragments using a multimode adhesive. *Dent Traumatol*. 2017;33(6):451-457. doi:10.1111/edt.12344

31. BRUSCHI-ALONSO RC, Alonso RC, Correr GM, et al. Reattachment of anterior fractured teeth: effect of materials and techniques on impact strength. *Dent Traumatol.* 2010;26(4):315-322. doi:10.1111/j.1600-9657.2010.00906.x
32. DI HIPOLITO V, de Goes MF, Carrilho MR, Chan DC, Daronch M, Sinhoreti MA. SEM evaluation of contemporary self-etching primers applied to ground and unground enamel. *J Adhes Dent* 2005;7:203–11.
33. MOON PC, Tabassian MS, Culbreath TE. Flow characteristics and film thickness of flowable resin composites. *Oper Dent* 2002; 27: 248-253.
34. ANDREASEN FM, Steinhardt U, Bille M, Munksgaard EC. Bonding of enamel-dentin crown fragments after crown fracture. An experimental study using bonding agents. *Endod Dent Traumatol* 1993; 9: 111-114.
35. LEE YK, Powers JM. Color and optical properties of resin-based composites for bleached teeth after polymerization and accelerated aging. *Am J Dent* 2001; 14: 349-354.
36. MJOR IA, Gordan VV. Failure, repair, refurbishing and longevity of restorations. *Oper Dent* 2002;27:528–34.
37. REIS A, Loguercio AD, Kraul A, Matson E. Reattachment of fractured teeth: a review of literature regarding techniques and materials. *Oper Dent.* 2004;29:226–233.
38. MARCHESI G, Frassetto A, Mazzoni A, Apolonio F, Diolosa M, Cadenaro M, et al. Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-year in vitro study. *J Dent.* 2014;42:603–612.
39. CAPP CI, Roda MI, Tamaki R, Castanho GM, Camargo MA, De Cara AA. Reattachment of rehydrated dental fragment using two techniques. *Dent Traumatol.* 2009;25:95–99.

40. SHIRANI F, Malekipour MR, Tahririan D, Manesh VS. Effect of storage environment on the bond strength of reattachment of crown fragments to fractured teeth. *J Conserv Dent*. 2011;14:269–272.
41. KRAMMER MR, Edelhoff D, Stawarczyk B. Flexural Strength of Preheated Resin Composites and Bonding Properties to GlassCeramic and Dentin. *Materials*. v.9, n.83, p.1-14, 2016.
42. DARONCH, M. et al. Monomer Conversion of Pre-heated Composite. *Journal of Dental Research*. 2005. v.84, n.7, p.663-667.
43. DARONCH, M. et al. Effect of composite temperature on in vitro intrapulpal temperature rise. 2006. *Dental Materials*. v.23, n.10, p.1283-8
44. NETA, Natalia Fiuza Coelho. INFLUÊNCIA DA RESINA PRÉ-AQUECIDA NA RESISTÊNCIA DA CERÂMICA FELDSPÁTICA. Universidade Federal de Santa Catarina: Dissertação de Mestrado, 2018.
45. REICH, S. et al. Marginal fit of heat-presses vs CAD/CAM processed allceramic onlay using a milling unit prototype. *Operative Dentistry*. 2008, Vol. v. 33 n.6, 644- 650.
46. HEINTZE, S. D. et al. Clinical effectiveness of direct anterior restorations — A metaanalysis. *Dental Materials*. 2015, Vol. 31, 481-495.
47. CORNÉLIO, R. B. et al. The influence of bis-EMA vs bis GMA on the degree of conversion and water susceptibility of experimental composite materials. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2014, Vol. 72, 440–447.
48. PERDIGÃO, J. et al. New developments in dental adhesion. *Dent Clin N Am*. 2007, 51(2):333–357.

49. FRÓES-SALGADO, NR. et al. Composite pre-heating: effects on marginal adaptation, degree of conversion and mechanical properties. *Dental Materials*. 2010, v.26, n.9, p. 908-14.
50. PEREIRA, Raquel Vitória. Tooth Fragment reattachment: evaluation of fracture resistance using intermediate materials *versus* direct composite restoration. 2020. 59 f., il. Dissertação de Mestrado (Mestre em Odontologia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

NORMAS DA REVISTA

Journal of Dental Traumatology

PREPARING THE SUBMISSION

Cover Letters

Cover letters are not mandatory; however, they may be supplied at the author's discretion.

Parts of the Manuscript

The manuscript should be submitted in separate files: title page; main text file; figures.

Title Page

The title page should contain:

1. A short informative title containing the major key words. The title should not contain abbreviations (see Wiley's best practice SEO tips) and should not be a question about the aim. The title should not be a statement of the results or conclusions;
2. A short running title of less than 60 characters;
3. The full names of the authors;
4. The author's institutional affiliations where the work was conducted, with a footnote for the author's present address if different from where the work was conducted;
5. Acknowledgments.

Authorship

Please refer to the journal's authorship policy the [Editorial Policies and Ethical Considerations section](#) for details on eligibility for author listing.

Acknowledgments

Contributions from anyone who does not meet the criteria for authorship should be listed, with permission from the contributor, in an Acknowledgments section. Financial and material support should also be mentioned. Thanks to anonymous reviewers are not appropriate.

Conflict of Interest Statement

Authors will be asked to provide a conflict of interest statement during the submission process. For details on what to include in this section, see the section 'Conflict of Interest' in the [Editorial Policies and Ethical Considerations section](#) below. Submitting authors should ensure they liaise with all co-authors to confirm agreement with the final statement.

Main Text File

As papers are double-blind peer reviewed, the main text file should not include any information that might identify the authors.

The main text file should be presented in the following order:

1. Title, abstract, and key words;
2. Main text;
3. References;
4. Tables (each table complete with title and footnotes);
5. Figure legends.

Do not use any sub-headings within the above sections.

The text in the main document should be double-spaced.

Figures and supporting information should be supplied as separate files.

Abstract

The abstract is limited to 300 words in length and should contain no abbreviations. The abstract should be included in the manuscript document uploaded for review as well as inserted separately where specified in the submission process. The abstract should convey a brief background statement plus the essential purpose and message of the paper in an abbreviated form. For Original Scientific Articles, the abstract should be structured with the following headings: Background/Aim, Material and Methods, Results, and Conclusions. For other article types (e.g. Case Reports, Reviews Papers, Short Communications) headings are not required and the Abstract should be in the form of a paragraph that briefly summarizes the paper.

Keywords

Please provide 3-6 keywords. Keywords should be carefully chosen to ensure they reflect the content of the manuscript.

Main Text of Original Articles

- As papers are double-blind peer reviewed, the main text file should not include any information that might identify the authors.
- The main text should be divided into the following sections: Introduction, Material and Methods, Results and Discussion.
 - *Introduction:* This section should be focused, outlining the historical or logical origins of the study. It should not summarize the results and exhaustive literature reviews are inappropriate. Give only strict and pertinent references and do not include data or conclusions from the work being reported. The introduction should close with an explicit, but brief, statement of the specific aims of the investigation or hypothesis tested. Do not include details of the methods in the statement of the aims.

- *Materials and Methods*: This section must contain sufficient detail such that, in combination with the references cited, all clinical trials and experiments reported can be fully reproduced. As a condition of publication, authors are required to make materials and methods used freely available to academic researchers for their own use. Describe your selection of observational or experimental participants clearly. Identify the method, apparatus and procedures in sufficient detail. Give references to established methods, including statistical methods, describe new or modified methods. Identify precisely all drugs used by their generic names and route of administration. If a method or tool is introduced in the study, including software, questionnaires, and scales, the author should state the license this is available under and any requirement for permission for use. If an existing method or tool is used in the research, the authors are responsible for checking the license and obtaining the permission. If permission was required, a statement confirming permission should be included in the Methods and Materials section.
- *Results* should clearly and simply present the observations/results without reference to other literature and without any interpretation of the data. Present the results in a logical sequence in the text, tables and illustrations giving the main or most important findings first. Do not duplicate data in graphs and tables.
- *Discussion* usually starts with a brief summary of the major findings. Repetition of parts of the Introduction or of the Results sections should be avoided. Statements and interpretation of the data should be appropriately supported by original references. A comment on the potential clinical relevance of the findings should be included. The Discussion section should end with a brief conclusion, but the conclusion should not be a repeat of the results and it should not extrapolate

beyond the findings of the study. Link the conclusions to the aim of the study.

Do not use sub-headings in the Discussion section, The Discussion should flow from one paragraph to the next in a cohesive and logical manner.

- Randomised control clinical trials should be reported using the Preferred Reporting Items for Randomized Trials in Endodontics (PRIRATE) 2020 guidelines. A PRIRATE checklist and flowchart (as a Figure) should also be completed and included in the submission material. The PRIRATE 2020 checklist and flowchart can be downloaded from: <http://pride-endodonticguidelines.org/prirate/>

It is recommended that authors consult the following papers, which explains the rationale for the PRIRATE 2020 guidelines and their importance when writing manuscripts:

- - Nagendrababu V, Duncan HF, Bjørndal L, Kvist T, Priya E, Jayaraman J, Pulikkotil SJ, Pigg M, Rechenberg DK, Vaeth M, Dummer P. PRIRATE 2020 guidelines for reporting randomized trials in Endodontics: a consensus-based development. *Int Endod J.* 2020 Mar 20. doi: 10.1111/iej.13294. (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/iej.13294>)
 - Nagendrababu V, Duncan HF, Bjørndal L, Kvist T, Priya E, Jayaraman J, Pulikkotil SJ, Dummer P. PRIRATE 2020 guidelines for reporting randomized trials in Endodontics: Explanation and elaboration. *Int Endod J.* 2020 April 8. doi: 10.1111/iej.13304 (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/iej.13304>)

- As papers are double-blind peer reviewed, the main text file should not include any information that might identify the authors.
- The main text should comprise an introduction and a running text structured in a suitable way according to the subject treated. A final section with conclusions may be added.
- The main text should be double-spaced.

Main Text of Case Studies

Case reports should be written using the Preferred Reporting Items for Case reports in Endodontics (PRICE) 2020 guidelines. A PRICE checklist and flowchart (as a Figure) should also be completed and included in the submission material. The PRICE 2020 checklist and flowchart can be downloaded from: <http://pride-endodonticguidelines.org/price/>.

It is recommended that authors consult the following papers, which explains the rationale for the PRICE 2020 guidelines and their importance when writing manuscripts:

- Nagendrababu V, Chong BS, McCabe P, Shah PK, Priya E, Jayaraman J, Pulikkotil SJ, Setzer FC, Sunde PT, Dummer PMH. PRICE 2020 guidelines for reporting case reports in Endodontics: a consensus-based development. *Int Endod J.* 2020 Feb 23. doi: 10.1111/iej.13285. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32090342>)
- Nagendrababu V, Chong BS, McCabe P, Shah PK, Priya E, Jayaraman J, Pulikkotil SJ, Dummer PMH. PRICE 2020 guidelines for reporting case reports in Endodontics: Explanation and elaboration. *Int Endod J.* (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/iej.13300>)

References

All references should be numbered consecutively in order of appearance and should be as complete as possible. In text citations should be superscript numbers. Journal titles must be

abbreviated; correct abbreviations may be found in the following: MEDLINE, Index Medicus, or CalTech Library.

Submissions are not required to reflect the precise reference formatting of the journal (use of italics, use of capital letters, bold etc.). However it is important that all key elements of each reference are included. Please see below for examples of reference content requirements.

For more information about this reference style, please see the Vancouver Reference Style Guide.

Reference examples follow:

Journal Articles

Lam R, Abbott PV, Lloyd C, Lloyd CA, Kruger E, Tennant M. Dental trauma in an Australian Rural Centre. *Dent Traumatol* 2008; 24: 663-70.

Text book chapters

Andreasen J, Andreasen F. Classification, etiology and epidemiology. IN: Andreasen JO, Andreasen FM, eds. *Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth*. 3rd Edn. Munksgaard, Copenhagen. 1994;151-80.

Thesis or Dissertation

Lauridsen, E. Dental trauma – combination injuries. Injury pattern and pulp prognosis for permanent incisors with luxation injuries and concomitant crown fractures. Denmark: The University of Copenhagen. 2011. PhD Thesis.

Corporate Author

European Society of Endodontology. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J* 2006;39;921-30.

American Association of Endodontists. The treatment of traumatic dental injuries. Available at: URL: 'http://www.aae.org/uploadedfiles/publications_and_research/newsletters/endodontics_colleagues_for_excellence_newsletter/ecfe_summer2014%20final.pdf'. Accessed September 2015.

Tables

Tables should be self-contained and complement, not duplicate, information contained in the text. They should be supplied as editable files, not pasted as images. Legends should be concise but comprehensive – the table, legend, and footnotes must be understandable without reference to the text. All abbreviations must be defined in footnotes. Footnote symbols: †, ‡, §, ¶, should be used (in that order) and *, **, *** should be reserved for P-values. Statistical measures such as SD or SEM should be identified in the headings.

Figure Legends

Legends should be concise but comprehensive – the figure and its legend must be understandable without reference to the text. Include definitions of any symbols used and define/explain all abbreviations and units of measurement.

Figures

Although authors are encouraged to send the highest-quality figures possible, for peer-review purposes, a wide variety of formats, sizes, and resolutions are accepted.

[Click here](#) for the basic figure requirements for figures submitted with manuscripts for initial peer review, as well as the more detailed post-acceptance figure requirements.

Color Figures. Figures submitted in color will be reproduced in colour online. Please note, however, that it is preferable that line figures (e.g. graphs and charts) are supplied in black and white so that they are legible if printed by a reader in black and white.

Cover Image Submissions

This journal accepts artwork submissions for Cover Images. This is an optional service you can use to help increase article exposure and showcase your research. For more information, including artwork guidelines, pricing, and submission details, please visit the Journal Cover Image page.

Data Citation

Please review [Wiley's data citation policy](#).

Additional Files

Appendices

The journal does not publish material such as Appendices. They should be submitted as Figures or Tables.

Supporting Information

Supporting information is information that is not essential to the article, but provides greater depth and background. Supporting information or Appendices may be hosted online and appear without editing or typesetting. It may include tables, figures, videos, datasets, etc.

[Click here](#) for Wiley's FAQs on supporting information.

Note: if data, scripts, or other artefacts used to generate the analyses presented in the paper are available via a publicly available data repository, authors should include a reference to the location of the material within their paper.

General Style Points

The following points provide general advice on formatting and style.

- Use double spacing for all text.
- Abbreviations, Symbols and Nomenclature: Abbreviations should be kept to a minimum, particularly those that are not standard. Non-standard abbreviations must be used three or more times – otherwise they should not be used. The full words should be written out completely in the text when first used, followed by the abbreviation in parentheses. Consult the following sources for additional abbreviations: 1) CBE Style Manual Committee. Scientific style and format: the CBE manual for authors, editors, and publishers. 6th ed. Cambridge: Cambridge University Press; 1994; and 2) O'Connor M, Woodford FP. Writing

scientific papers in English: an ELSE-Ciba Foundation guide for authors. Amsterdam: Elsevier-Excerpta Medica; 1975.

- As *Dental Traumatology* is an international journal with wide readership from all parts of the world, the FDI Tooth Numbering system MUST be used. This system uses two digits to identify teeth according to quadrant and tooth type. The first digit refers to the quadrant and the second digit refers to the tooth type – for example: tooth 11 is the maxillary right central incisor and tooth 36 is the mandibular left first molar. Alternatively, the tooth can be described in words. Other tooth numbering systems will not be accepted.
- Numbers: Numbers under 10 are spelt out as words, and not shown as numerals, except for: measurements with a unit (8mmol/l); age (6 weeks old), or lists with other numbers (11 dogs, 9 cats, 4 gerbils).
- When referring to a figure, spell the word out (e.g. Figure 2 shows the patient's injuries on initial presentation). When referring to a figure at the end of a sentence, enclose it in parentheses - e.g. *The patient's maxillary central incisor was repositioned and splinted* (Figure 5).
- Page numbering: During the editorial process, reviewers and editors frequently need to refer to specific portions of the manuscript, which is difficult unless the pages are numbered. Hence, authors should number all of the pages consecutively at the bottom of the page.
- Scientific papers should not be written in the 1st person – that is, avoid using “we”, “our”, etc. As examples, use words such as the ‘current study’, “the results”, “samples were tested”, instead of “our study”, “our results”, “we tested”, etc.
- Care must be taken with the use of tense (usually the past tense is the most appropriate).
- Care must be taken with the use of singular and plural words.
- Trade Names: Chemical substances should be referred to by the generic name only. Trade names should not be used. Drugs should be referred to by their generic names. If proprietary drugs have been used in the study, refer to these by their generic name, mentioning the proprietary

name and the name and location of the manufacturer in parentheses.

Reproduction of Copyright Material

If excerpts from copyrighted works owned by third parties are included, credit must be shown in the contribution. It is the author's responsibility to also obtain written permission for reproduction from the copyright owners. For more information visit Wiley's Copyright Terms & Conditions FAQ at http://exchanges.wiley.com/authors/faqs---copyright-terms--conditions_301.html

Wiley Author Resources

Manuscript Preparation Tips: Wiley has a range of resources for authors preparing manuscripts for submission available [here](#). In particular, authors may benefit from referring to Wiley's best practice tips on [Writing for Search Engine Optimization](#).

Article Preparation Support: [Wiley Editing Services](#) offers expert help with English Language Editing, as well as translation, manuscript formatting, figure illustration, figure formatting, and graphical abstract design – so you can submit your manuscript with confidence.

Also, check out our resources for [Preparing Your Article](#) for general guidance about writing and preparing your manuscript.

Video Abstracts: A video abstract can be a quick way to make the message of your research accessible to a much larger audience. Wiley and its partner Research Square offer a service of professionally produced video abstracts, available to authors of articles accepted in this journal. You can learn more about it by [clicking here](#). If you have any questions, please direct them to videoabstracts@wiley.com.