

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Ciências da Saúde
Departamento de Odontologia



Trabalho de Conclusão de Curso

**INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE MANIPULAÇÃO DO CIMENTO
RESINOSO NA INCORPORAÇÃO DE BOLHAS: UM ESTUDO
COMPARATIVO DE QUATRO TÉCNICAS**

Giulia Veloso Corrêa

Brasília, 21 de Junho de 2024

Giulia Veloso Corrêa

**INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE MANIPULAÇÃO DO CIMENTO
RESINOSO NA INCORPORAÇÃO DE BOLHAS: UM ESTUDO
COMPARATIVO DE QUATRO TÉCNICAS**

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. Dr. Lucas Fernando Tabata

Brasília, 2024

Giulia Veloso Corrêa

Influência do método de manipulação do cimento resinoso na incorporação de bolhas: Um estudo comparativo de quatro técnicas.

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.

Data da defesa: 28 de Junho de 2024

Banca examinadora:

Prof. Dr. Lucas Fernando Tabata (Orientador)

Profa. Dra. Liliana Vicente Melo de Lucas Rezende

Prof. Dr. Newton Chaves Braga

Prof. Dr. Leonardo Fernandes da Cunha (Suplente)

*Dedico este trabalho à minha família. À
minha mãe, que me consola, inspira e
encoraja a sonhar alto, sem nem por um
instante permitir que eu duvide de mim.
Ao meu pai, que, ainda quando esteve
longe, me ensinou sobre cuidado,
cumplicidade e carinho. E à minha irmã
caçula, Giovana, que 15 ano atrás, me
apresentou ao amor incondicional.*

AGRADECIMENTOS

À minha família, especialmente aos meus pais, Michele e Márcio, por sempre escutarem tão cuidadosamente às minhas aflições, tristezas e alegrias, me apoiando com tanto amor todos os dias.

Aos meus avós, tios e primos, em especial Viviane e André, que desde o início da minha jornada acadêmica, me encorajaram a viver essa fase intensamente e mesmo de longe demonstraram interesse por cada nova etapa.

Ao meu companheiro e confidente, Bruno, por se dedicar tanto a dividir comigo todos os momentos bons e ruins dos últimos anos e pela compreensão singular, especialmente nas últimas semanas. Seu apoio e parceria foram fundamentais na minha trajetória.

Ao meu amado Bento, que me fez companhia em todas as aulas online, tardes de estudo e reuniões. Sua presença ao meu lado tornou tudo mais leve.

Aos meus queridos amigos de turma: Camila, Hizi, Janaína, Jéssica Luiza, Jéssica Vasques, Larissa, Mariana e Pedro. Foi um enorme privilégio viver a graduação ao lado de pessoas que admiro tanto. Agradeço pelas incontáveis risadas e pelo aconchego de compartilhar a rotina com vocês. Não tenho dúvidas de que os levarei no meu coração para todas as novas etapas da nossa jornada.

À minha dupla, Janaína, e à nossa sintonia que me incentivou desde o primeiro semestre. Agradeço a companhia e conforto ao atravessar tantos desafios. Seu apoio e amizade se tornaram essenciais no meu dia a dia.

Às minhas parceiras de pesquisa, Mariana e Hizi, pela união e colaboração frente às dificuldades de desenvolver trabalhos científicos.

Aos meus amigos do Colégio JK e Colégio Militar de Brasília, por se fazerem presentes em tantos momentos, me alegrando e incentivando, ainda que nossos caminhos não se cruzem tantas vezes quanto antes.

Ao Prof. Rodrigo Medeiros pela prontidão em ajudar com a análise estatística do trabalho, respondendo a todas as minhas dúvidas sempre com muita simpatia.

Aos mestrandos e colegas de pesquisa, Laura e Ítalo, que me auxiliaram na realização desse trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Tabata, por me conduzir atenciosamente e oferecer todo o suporte necessário para que este trabalho fosse concluído da melhor forma possível.

À Wannia Freitas, representante da MixPac, que contribuiu com a produção de conhecimento científico, fornecendo as pontas automisturadoras.

À Renata Cunha, representante da SDI, cuja contribuição com os cimentos resinosos SetPP foi indispensável para a realização da pesquisa.

“Na loucura do tanto, na insensatez do sempre e do nunca. Tudo é intenso, tudo é muito. E a vida, como metáfora de um rio, tudo traz, tudo leva, tudo lava. Menos o amor. O amor é uma verdade à prova do tempo.”

Cris Pàz

RESUMO

Introdução: Durante a cimentação de pinos de fibra de vidro, a adequada manipulação do cimento resinoso antes da inserção no conduto radicular é um aspecto crítico para o sucesso do tratamento. Este procedimento deve garantir a homogeneidade do agente cimentante com a incorporação mínima de bolhas no interior, o que influenciará diretamente na longevidade do tratamento; **Objetivo:** Avaliar a influência do método de manipulação do cimento resinoso na incorporação de bolhas no seu interior, comparando 4 diferentes técnicas; **Método:** Foram fabricados quarenta (40) corpos de prova divididos em quatro diferentes grupos (n=10) de acordo com o método empregado para a manipulação de um cimento resinoso dual autoadesivo, sendo eles: Manipulação com esculpador Hollembach – MH; Manipulação com espátula 24 – ME; Manipulação com espátula e aplicação com seringa Centrix – MEC; e manipulação com uso de ponta automisturadora – MAM. Após a manipulação, o cimento foi prensado entre duas placas de vidro revestidas por folhas de polipropileno com auxílio de espaçador de 0,20mm, sob pressão constante de 2 quilos e fotopolimerizado por 40 segundos. Posteriormente, os corpos de prova foram submetidos à análise por microscopia digital para quantificação e mensuração de bolhas utilizando o software ImageJ. A análise estatística foi conduzida com o software Jamovi 2.3.19, utilizando o teste Kruskal-Wallis para verificar diferenças entre os grupos e o teste Dwass-Critchlow-Fligner para comparações múltiplas ($p < 0,05$); **Resultado:** Foram identificadas diferenças estatisticamente significantes na quantidade de bolhas observadas entre os grupos MH, ME e MAM. O grupo que utilizou a ponta automisturadora apresentou a menor quantidade de bolhas incorporadas. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na contagem de bolhas entre os grupos MEC e MH. No que diz respeito à área ocupada pelas bolhas, o grupo MAM demonstrou valores significativamente inferiores aos demais, que não demonstraram diferenças entre si; **Conclusão:** Este estudo evidenciou a eficácia do uso de pontas automisturadoras, que além de simplificarem o procedimento de manipulação do cimento resinoso, implicaram em uma menor incorporação de bolhas ao material cimentante.

Palavras-chave: Cimentos dentários; Cimentação; Porosidade; Técnica para Retentor Intrarradicular; Prótese Parcial Fixa; Microscopia.

ABSTRACT

Introduction: During the cementation of fiberglass posts, ensuring proper manipulation of resin cement before its insertion into the root canal is critical for treatment success. This process requires achieving appropriate homogeneity of the cementing agent with minimal incorporation of internal bubbles, directly influencing treatment durability. Dual-cured self-adhesive resin cement is recommended for this purpose, necessitating careful and effective mixing of its components to ensure maximal retention and reduce the risk of microleakage; **Objective:** To assess the influence of resin cement manipulation methods on internal bubble incorporation, comparing four different techniques; **Method:** Forty specimens were divided into four groups (n=10) based on the method used to manipulate a dual-cured self-adhesive cement: Holleback carver manipulation (MH), 24 spatula manipulation (ME), spatula manipulation with Centrix syringe application (MEC), and automix mixing tip manipulation (MAM). After manipulation, the cement was compressed between two glass plates covered with polypropylene sheets using a 0,20 mm spacer, applying a constant pressure of 2 kg, and then photopolymerized for 40 seconds. Subsequently, specimens underwent digital microscopy analyses for bubble quantification and measurement using ImageJ. Statistical analysis was conducted using Jamovi 2.3.19, employing Kruskal-Wallis test to assess differences between groups and Dwass-Critchlow-Fligner for multiple comparisons ($p > 0,005$); **Results:** Statistically significant differences in bubble quantity were identified among the MH, ME and MAM groups. The automix mixing tip exhibited the lowest bubbles incorporation. No statistically significant differences in bubble count were found between MEC and MH groups. Regarding the area the area occupied by bubbles, the MAM group showed significantly lower values compared to others, which did not differ significantly among themselves; **Conclusion:** This study highlighted the effectiveness of automix mixing tips, which not only simplify fiberglass post cementation procedures but also result in reduced bubble incorporation into the cementing material.

Key words: Dental cements; Cementation; Porosity; Post and Core Technique; Fixed Partial Dentures; Microscopy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. MATERIAIS E MÉTODOS	11
3. RESULTADOS	16
4. DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS	25

1. INTRODUÇÃO

A cimentação de retentores intrarradiculares é uma etapa crítica na reconstrução de dentes com destruição coronária extensa, muito utilizada para reestabelecer a forma e a função do dente, proporcionando retenção para restauração coronária [1–6]. Nessa perspectiva, os pinos de fibra de vidro têm sido amplamente utilizados pelos cirurgiões dentistas para a reabilitação de dentes com tratamento endodôntico associado à grande perda de tecido coronário e apresentando excelente resultado estético e funcional. Tais resultados são alcançados quando associados à cimentos resinosos, cuja propriedade adesiva é indispensável à característica de retenção passiva desse tipo de retentor [7–11].

O cimento desempenha um papel fundamental na fixação dos retentores intrarradiculares, proporcionando retenção mecânica através do preenchimento de espaços vazios e/ou estabelecendo ligações químicas capazes de aderir um material ao tecido [12–15]. Nesse sentido, a escolha adequada de um cimento resinoso, da técnica de manipulação e inserção corretas do agente cimentante são fatores determinantes para o êxito do procedimento de cimentação. Por isso, é imprescindível a compreensão da composição do material, mecanismos de adesão envolvidos e das possíveis interações com diferentes materiais, a fim de orientar uma conduta clínica compatível com as características individuais de cada caso clínico [15–19].

A manipulação inadequada do cimento pode comprometer a adesão e conseqüentemente, a integridade do tratamento [20–25]. Fatores como a contração de polimerização e incorporação de bolhas são responsáveis por descontinuidades do material cimentado entre o pino de fibra de vidro e a dentina radicular [25–27]. Esses defeitos têm o potencial de reduzir a eficácia da cimentação, comprometer a retenção do pino intrarradicular e o sucesso da reconstrução coronária. Dessa forma, é desejável que a manipulação e aplicação do cimento resinoso produzam uma interface homogênea entre o retentor e superfície dentinária, visando garantir a estabilidade e durabilidade do tratamento restaurador [6,22,25,28,29].

Diferentes métodos ainda são utilizados em consultórios odontológicos podendo ou não interferir no resultado/integridade do tratamento reabilitados. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de 4 diferentes técnicas de

manipulação do cimento resinoso na incorporação de bolhas no seu interior, e possíveis implicações clínicas, de maneira a auxiliar os profissionais da odontologia na realização do procedimento de cimentação de pinos de fibra. A hipótese nula do estudo é a de que não existem diferenças significativas na incorporação de bolhas para cada método avaliado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram fabricados quarenta (40) corpos de prova divididos em quatro diferentes grupos (n=10) de acordo com a técnica de manipulação do cimento resinoso dual autoadesivo (SeT PP, SDI, Austrália), realizada por um operador calibrado.

Foi utilizado 0,13 gramas (+ou- 0,05) de cimento resinoso, conferidos a partir de uma balança de precisão (BEL LW3031H, Bel Engineering, Itália), o qual foi dispensado sobre uma placa de vidro (15mm x 14cm x 8cm, Golgran, Brasil), e manipulada seguindo uma das 4 técnicas: Manipulação com esculpidor Hollembach – MH; Manipulação com espátula 24 – ME; Manipulação com espátula e aplicação com seringa Centrix – MEC; e manipulação com uso de ponta automisturadora – MAM.

Após a manipulação dos grupos MH e ME, o material manipulado utilizando o hollembach (Golgran, Brasil), e a espátula 24 (Golgran, Brasil) respectivamente (Fig. 1 e 2), foi levado com o próprio instrumental sobre uma folha de polipropileno (30 micras, Plascony, Brasil), recortada nas dimensões da placa de vidro e posicionada sobre a mesma. Após ser levada sobre a superfície da folha de polipropileno, o cimento foi prensado sob outro conjunto de folha de polipropileno e placa de vidro (Fig. 3 e 4), com pressão constante e uniforme de 2 quilos por 20 segundos, tendo um espaçador de 0,20mm (calibre de folga, Vonder, Brasil) entre as folhas de polipropileno. Em seguida foi realizada a fotopolimerização do cimento resinoso com fotopolimerizador multiwave (GrandValo, Ultradent Products INC, Estados Unidos) por 40 segundos, de acordo com a recomendação do fabricante.



Figura 1: Manipulação com espátula hollembach

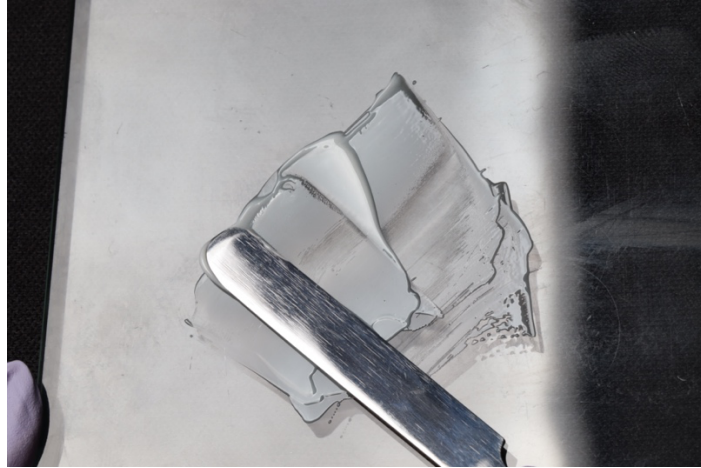


Figura 2: Manipulação com espátula 24



Figura 3: Placa, folha de polipropileno e espaçador

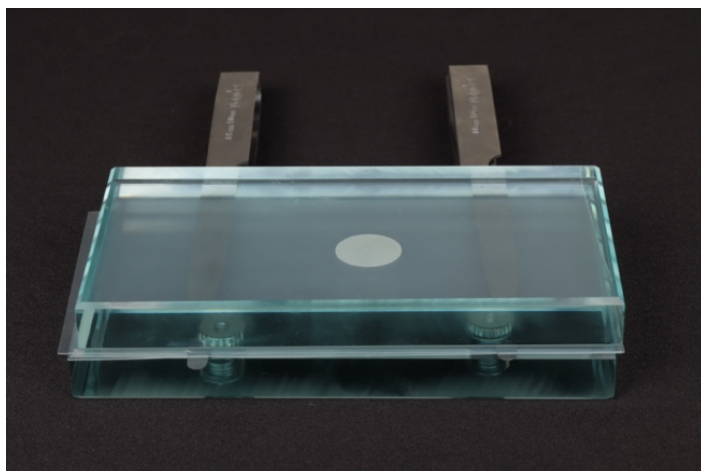


Figura 4: Conjunto para fabricação dos corpos de prova

No grupo MEC, o cimento resinoso foi manipulado com uma espátula 24 sobre a placa de vidro e inserido dentro de uma ponteira para fluidez alta (ponteira nº 2, Maquira, Brasil), própria para a utilização com a seringa do tipo Centrix (Precision Applicator, Maquira, Brasil) (Fig. 5 e 6). No grupo MAM, o cimento resinoso foi manipulado com auxílio de uma ponta auto misturadora (T-mixer colibri, MIXPAC, Suíça) (Fig. 7), descartando-se os 5mm iniciais de material. Após a manipulação dos materiais, os mesmos foram dispensados sobre a folha de polipropileno, e prensados entre o conjunto de folhas de polipropileno e placas de vidro com espaçador sob pressão constante e uniforme, conforme descrito anteriormente, e fotopolimerizados por 40 segundos.

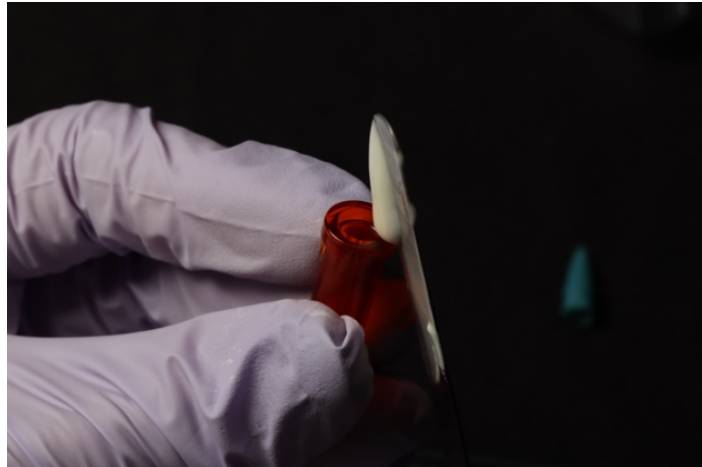


Figura 4: Inserção do cimento na ponteira.



Figura 5: Aplicação com seringa do tipo Centrix

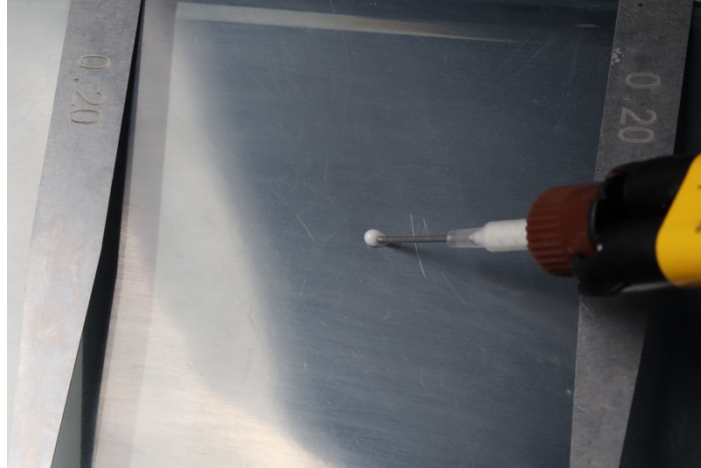


Figura 6: Aplicação do cimento com ponta automisturadora

Após a fotopolimerização, os corpos de prova foram submetidos à análise com microscópio digital (USB2-MICRO-250X, Plugable Technologies, Estados Unidos) sendo geradas as imagens de cada corpo de prova (Fig. 8). Para o registro das imagens, foi utilizado um dispositivo de LED (RGB 120, ULANZI, China). As bolhas presentes nas imagens foram quantificadas e suas áreas foram medidas utilizando o software ImageJ (National Institutes of Health, Estados Unidos) (Fig. 9 e 10). As bolhas foram classificadas de acordo com seus diâmetros, sendo categorizadas em menor que 0,05mm, entre 0,051mm e 0,1mm, entre 0,11mm e 0,15mm, entre 0,151mm e 0,2mm e maiores que 0,2mm.

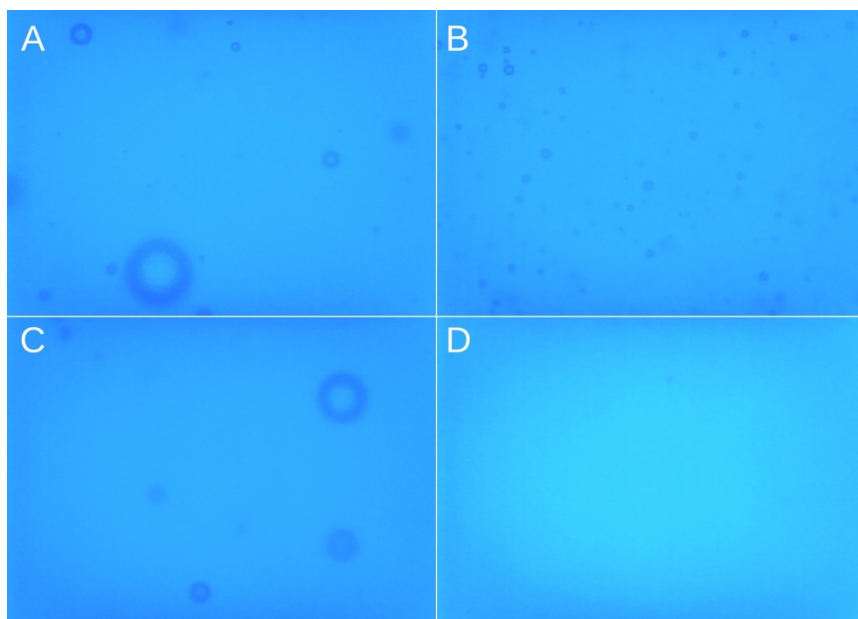


Figura 8: Imagens microscópicas dos corpos de prova

A – Grupo MH; B – Grupo ME; C – Grupo MEC; D – Grupo MAM

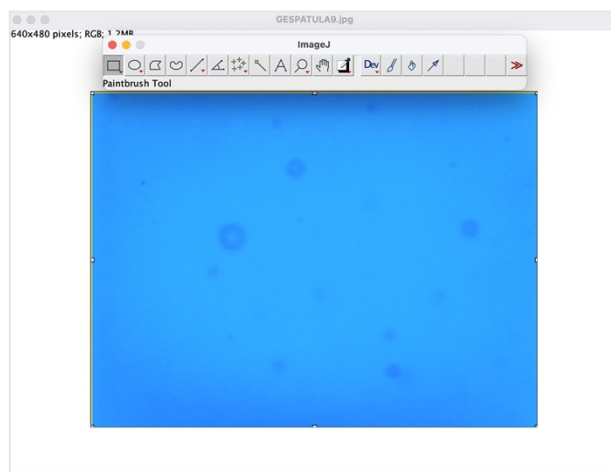


Figura 9: Software ImageJ

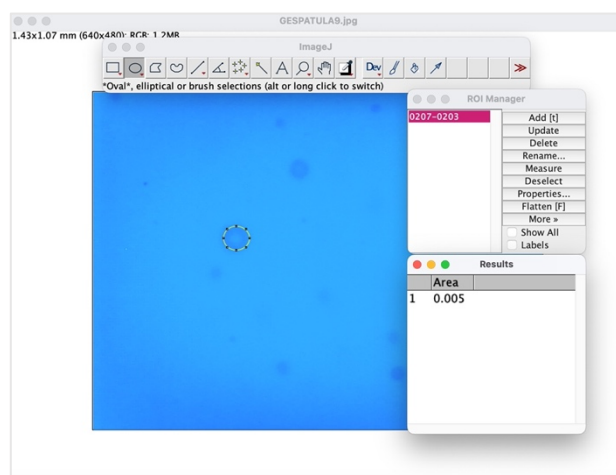


Figura 10: Mensuração da área de uma bolha

A análise estatística foi realizada com a utilização do software Jamovi versão 2.3.19 (The jamovi project, Australia). Os dados dos parâmetros de número total de bolhas e área de bolhas das imagens microscópicas avaliadas não apresentaram distribuição normal segundo o teste de Shapiro-Wilk. Logo, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis para determinar a existência de diferença estatística entre os grupos e o teste de comparações múltiplas Dwass-Steel-Critchlow-Fligner para apontar as diferenças entre os grupos. Todos os testes foram realizados ao nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS

Após a delimitação e mensuração das áreas ocupadas pelas bolhas nas imagens microscópicas de cada corpo de prova, foi possível observar diferenças expressivas tanto na quantidade de bolhas quanto na área total ocupada por elas nos diferentes métodos de manipulação empregados. A Tabela 1 ilustra dados descritivos acerca da avaliação das características avaliadas. Nota-se que o número máximo e o mínimo de bolhas pertenceram ao grupo ME e ao grupo MAM, respectivamente.

Tabela 1 - Média, mínimo, máximo e percentis da quantidade de bolhas e da porcentagem de área ocupada pelas bolhas em cada corpo de prova

	Grupo	Média	Mínimo	Máximo	Percentis		
					25	50	75
Quantidade de bolhas	<i>MH</i>	13	8	21	9,25	11,5	17,0
	<i>ME</i>	47	7	138	19,8	36,5	53,5
	<i>MEC</i>	12	6	34	7,25	10,0	11
	<i>MAM</i>	3	0	10	1,25	2,0	2,75
% da área ocupada pelas bolhas	<i>MH</i>	1,27	0,67	4,02	0,887	1,21	1,67
	<i>ME</i>	1,82	0,96	3,02	1,35	1,67	2,26
	<i>MEC</i>	3,23	3,23	10,09	1,30	2,26	3,67
	<i>MAM</i>	0,17	0,00	0,52	0,0525	0,08	0,302

No grupo MH, cujo cimento foi manipulado a partir de um esculpidor holleback, foi registrada a presença de 133 bolhas na sua totalidade, com sua distribuição apresentada na Tabela 2. Nota-se que 76,69% das bolhas encontradas possuíam um diâmetro inferior a 0,05mm. Além disso, após o cálculo da soma das áreas das bolhas, verificou-se que estas representaram aproximadamente 1,57% da área total dos corpos de prova desse grupo (vide Tabela 3).

Tabela 2 - Quantidade e porcentagem de bolhas do grupo manipulado de acordo com o diâmetro das bolhas de cada grupo.

Diâmetro	MH		ME		MEC		MAM	
	Total de bolhas n	%	Total de bolhas n	%	Total de bolhas n	%	Total de bolhas n	%
Menor que 0,05mm	102	76,69%	446	95,71%	95	77,24%	24	88,89%
0,051mm a 0,1mm	27	20,30%	15	3,22%	16	13,01%	3	11,11%
0,11mm a 0,15mm	2	1,50%	4	0,86%	6	4,88%	0	0,00%
0,15 mm a 0,2mm	0	0,00%	1	0,21%	3	2,44%	0	0,00%
Maior que 0,2mm	2	1,50%	0	0,00%	3	2,44%	0	0,00%
Total geral	133	100,00%	466	100,00%	123	100,00%	27	100,00%

Tabela 3 - Número, área total e porcentagem da área total ocupada de acordo com o grupo.

Grupo	Número de bolhas	Área total ocupada por bolhas (mm ²)	% da área total ocupada pelas bolhas
<i>MH</i>	133	0,24072449	1,57%
<i>ME</i>	466	0,27842645	1,82%
<i>MEC</i>	123	0,49355980	3,23%
<i>MAM</i>	27	0,02649290	0,17%

O grupo ME, submetido à manipulação utilizando uma espátula 24, conforme as instruções do produto, apresentou uma incorporação de bolhas cerca de 3,5 vezes superior ao primeiro grupo. Ao analisar os dez corpos de prova deste grupo, foram identificadas 466 bolhas na sua totalidade, cuja distribuição está detalhada na Tabela 2. Além da quantidade maior de bolhas, a proporção da área total ocupada por elas foi de 1,82%, como evidenciado na Tabela 3.

Na análise do grupo MEC, no qual a manipulação do material foi conduzida utilizando uma espátula 24 e a aplicação auxiliada por uma seringa do tipo Centrix, foram encontradas 123 bolhas. No entanto, foi observado um padrão distinto na distribuição das bolhas conforme o diâmetro (Tabela 2). É notável que, apesar do menor número absoluto de bolhas em comparação com os grupos anteriores, este grupo apresentou a maior proporção de bolhas com diâmetro superior a 0,2mm. Não obstante, a porcentagem da área ocupada por bolhas foi de 3,23%.

O grupo MAM, que teve o cimento depositado utilizando ponteiros de auto mistura (T-Mixer Colibri, Mixpac, Brasil), apresentou nos 10 corpos de prova analisados, apenas 27 bolhas na sua totalidade (Tabela 2). Dessas bolhas, 88,89%

apresentaram um diâmetro inferior a 0,05mm. Portanto, a proporção da área total ocupada pelas bolhas neste grupo foi calculada em 0,17%, conforme demonstrado na tabela 3.

Os dados avaliados não apresentaram distribuição normal segundo o teste de Shapiro-Wilk. Logo, para a avaliação de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, foi realizado o teste Kruskal-Wallis, no qual foi comprovada a diferença estatística tanto na comparação da quantidade de bolhas quanto na área ocupada por elas. Esses dados podem ser verificados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultado do teste Kruskal-Wallis para os parâmetros avaliados

Parâmetros	χ^2	gl	P
Total de bolhas	25,8	3	<.001*
Área de bolhas (% do total)	24,1	3	<.001*

*p<0,05 denota diferença estatística

Após o teste Dwass-Steel-Critchlow-Fligner, ilustrado na tabela 5, observou-se que o grupo que apresentou menor número de bolhas e menor área de bolhas nas imagens microscópicas dos corpos de prova foi aquele que utilizou a ponta automisturadora como instrumento (MAM). Além disso, notam-se diferenças estatisticamente significantes entre os grupos.

Tabela 5 - Valores de mediana (primeiro quartil-terceiro quartil) do número total de bolhas e área de bolhas das amostras, de acordo com o grupo

Grupo	Total de Bolhas	Área de Bolhas (% do total)
MH	11,5 (9,25-17) B	1,21 (0,88-1,67) A
ME	36,5 (19,8-53,5) A	1,67 (1,35-2,26) A
MEC	10 (7,25-11) B	2,26 (1,30-3,67) A
MAM	2 (1,25-2,75) C	0,08 (0,05-0,30) B

Medianas seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem ao nível de 5% de significância ($P < 0.05$) pelo teste de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner

Os grupos MH e MEC, apresentaram um número de bolhas significativamente menor ao ME. Em contrapartida, os três grupos não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si no que diz respeito à porcentagem da área

ocupada pelas bolhas. As diferenças também foram ilustradas através dos gráficos nas figuras 11 e 12.

Figura 11: Gráfico box-plot do número total de bolhas, de acordo com o instrumental utilizado. Letras diferentes demonstram diferença estatisticamente significante ao nível de 5%

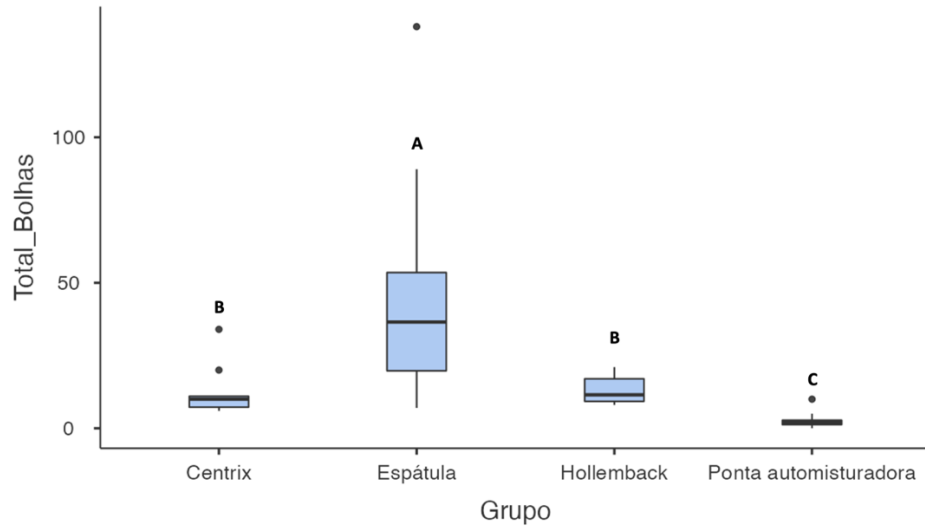
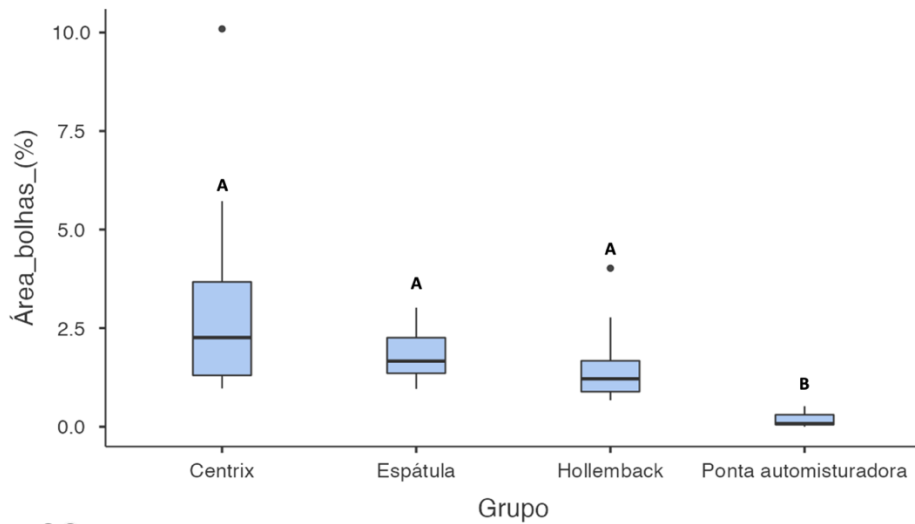


Figura 12: Gráfico box-plot da área total de bolhas, de acordo com o instrumental utilizado. Letras diferentes demonstram diferença estatisticamente significante ao nível de 5%



4. DISCUSSÃO

O procedimento de cimentação desempenha um papel crucial na garantia da durabilidade das próteses fixas, uma vez que a perda de retenção é um dos principais determinantes do insucesso clínico [22,30–35]. No caso dos pinos de fibra de vidro, diversos estudos apontam a soltura como o principal motivo de falha do tratamento restaurador [9,35–40]. Nesse cenário, é evidente a relevância do emprego correto dos cimentos na interface entre as restaurações e os tecidos dentários, favorecendo a sua permanência adequada na cavidade oral e mitigando o risco de micro infiltrações [17,31,41].

Na atualidade, os cirurgiões-dentistas têm à sua disposição uma ampla variedade de materiais cimentantes. Estes materiais apresentam distintos mecanismos de interação com a estrutura dentária, sendo classificados como não adesivos, como o fosfato de zinco, adesivos por meio de ligação química, exemplificados pelo ionômero de vidro e o policarboxilato, ou adesivos através de ligação micromecânica como os cimentos resinosos e os resinosos autoadesivos [17,31,42]. Os cimentos resinosos são frequentemente empregados na cimentação de pinos de fibra de vidro no remanescente dentário em razão da melhor distribuição de estresse para a estrutura dentária remanescente e capacidade de adesão à dentina radicular [6,8,9,11,34,43–45].

Uma inovação relevante foi a opção de polimerização dual desses materiais, permitindo a ativação fotopolimerizável através da canforoquinona ou polimerização química, otimizando assim a eficácia da cimentação [15–17,46]. Dentre os agentes cimentantes resinosos duais, destacam-se os cimentos resinosos autoadesivos, os quais permitem a adesão sem a necessidade de condicionamento da superfície dentária, aplicação de primer e adesivo, simplificando o processo de cimentação e demonstrando eficácia comparável ou superior a outros tipos de cimentos resinosos e estratégias de adesão [12,15,16,47–49].

Entretanto, apesar dos avanços tecnológicos e dos componentes desenvolvidos, os cimentos resinosos duais autoadesivos ainda exigem uma manipulação precisa entre suas pastas base e catalisadora para garantir condições ideais de polimerização. A presença de bolhas ou sujidades, bem como a proporção

inadequada entre a pasta base (contendo a resina fotoativada e a amina terciária) e a pasta catalisadora (contendo iniciadores químicos) pode resultar na polimerização incompleta do material [17,35,50]. A falha na reação pode afetar a absorção e a solubilidade do cimento, acelerando a degradação na interface entre cimento e dentina, o que, por sua vez, influencia nas propriedades mecânicas e reduz a retenção dos pinos de fibra de vidro, podendo levar à perda de retenção e até mesmo cáries secundárias [17,29,51,52].

A incorporação de bolhas no material é desfavorável devido à inibição do processo de polimerização induzido pela presença do oxigênio [53], que ocorre devido à oxidação dos radicais livres e subsequente formação de peróxidos [54–56]. Nesse viés, a obtenção de uma mistura adequada com o mínimo de bolhas é o desejável para garantir a longevidade ao tratamento restaurador proposto [57–60]

As pontas automisturadoras foram introduzidas no mercado como um dispositivo auxiliar a alguns cimentos resinosos, conferindo ao cirurgião dentista uma maior segurança no processo de cimentação do retentor intrarradicular, reduzindo a sensibilidade à técnica de aplicação do material no conduto [29,60]. No presente estudo, investigou-se a influência da manipulação do cimento resinoso na incorporação de bolhas e na área ocupada por elas nos corpos de prova fabricados, comparando 3 técnicas manuais com o uso das pontas automisturadoras.

A partir da análise estatística constatou-se a rejeição da hipótese nula, tendo em vista diferenças estatísticas significantes entre os grupos avaliados. O grupo MH, no qual foi utilizado o esculpidor hollemback para manipular as duas pastas do agente cimentante, apresentou diferença significativa do grupo ME, sendo a quantidade de bolhas do primeiro, inferior à do segundo. Esse resultado é interessante uma vez que a espátula 24 é frequentemente indicada para manipulação manual. Não foram encontrados na literatura outros estudos avaliando o esculpidor hollemback com a finalidade de misturar materiais para comparação de resultados. Entretanto, é possível levantar a hipótese de que a maior área de manipulação oferecida pela espátula 24 possa resultar em uma maior incorporação de ar no material durante a manipulação.

Os corpos de prova do grupo ME, manipulados com a espátula 24, apresentaram o maior número de bolhas e um aspecto não homogêneo na análise das imagens microscópica. Estudos prévios já apontaram que a mistura manual dos cimentos está associada a uma maior formação de diversas bolhas pequenas durante a manipulação [22,61–64]. Além disso, a mistura manual também apresentou

resultados inferiores de retenção em pesquisas envolvendo testes de “push-out” [25,29,64].

Observou-se no grupo MEC, no qual a manipulação com espátula 24 foi complementada pela dispersão através da seringa do tipo Centrix, que a quantidade de bolhas foi estatisticamente menor em comparação com o grupo ME e não apresentou diferença estatística do grupo MH. Esse achado corrobora com estudos que avaliam a associação entre o dispositivo e uma maior homogeneidade do material cimentante inserido e na melhora da retenção do retentor intrarradicular [22,29,35,58,60,61]. Entretanto, também é possível traçar um paralelo com estudos que não encontraram diferenças significantes entre variados métodos de manipulação, uma vez que o grupo manipulado pelo esculpidor holleback não se diferenciou daquele manipulado pela espátula 24 e aplicado pela seringa do tipo Centrix na avaliação da quantidade de bolhas presentes [20,25].

Os resultados deste estudo revelam que a ponta automisturadora (T-mixer Colibri, MixPac) obteve os melhores resultados em termos de redução da presença de bolhas. Além disso, no que diz respeito à porcentagem da área total dos corpos de prova ocupada por bolhas, o grupo MAM apresentou valores significativamente inferiores aos dos outros grupos. Esta observação está alinhada com achados prévios de diversos estudos que enfatizam os benefícios do uso de dispositivos capazes de misturar e inserir o cimento de maneira precisa, resultando em um material mais homogêneo e com menor formação de bolhas [25,29,60,61].

Os achados desse estudo estão em acordo com grande parte dos estudos avaliando a influência do método de manipulação, demonstrando a eficácia de dispositivos automisturadores de inserção. Faz-se interessante incluir que, para fabricação de cada corpo de prova desse grupo, foram desprezados os 5mm iniciais do material, de forma a evitar erros na proporção das pastas misturadas. O trabalho realizado destacou o resultado positivo da utilização de pontas automisturadoras durante o procedimento de cimentação de pinos de fibra de vidro. Tais dispositivos, além de conferirem praticidade ao profissional, reduzindo o número de passos clínicos, também produzem efeitos superiores na homogeneidade do cimento resinoso, possibilitando melhores resultados na instalação de retentores intrarradiculares.

Por outro lado, no que diz respeito à área ocupada pelas bolhas, os três primeiros grupos não demonstram diferenças estatísticas entre si. Nessa perspectiva,

alguns artigos que não avaliaram pontas automisturadoras disponíveis na literatura apontaram que não existia influência do método de manipulação na retenção de retentores intrarradiculares [20,29].

Um achado interessante deste estudo foi a diferença estatisticamente significativa entre a quantidade de bolhas encontradas no grupo manipulado pelo esculpido holleback e pela espátula 24, o primeiro apresentando melhores resultados. Não foram encontrados na literatura outros trabalhos incluindo esse instrumental para a manipulação de materiais de alta fluidez. Por isso, cabem maiores investigações acerca de diferentes estratégias de mistura para materiais como o cimento resinoso.

Com a finalidade de avaliar somente a influência dos materiais utilizados na manipulação do material cimentante, não foi simulado o processo de cimentação com pino de fibra de vidro, tampouco comparados diferentes marcas de cimento resinoso. Entretanto, esse passo parece também influenciar a presença e distribuição das bolhas, retenção no conduto e longevidade da restauração. Por isso, faz-se necessário salientar a importância da realização de mais estudos avaliando a influência isolada de cada passo do procedimento de cimentação, possibilitando aos cirurgiões-dentistas a escolha da conduta mais adequada e que confira sucesso ao tratamento restaurador com próteses fixas.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados do presente estudo, que avaliou a incorporação de bolhas em um agente cimentante resinoso, comparando 4 diferentes técnicas de manipulação, bem como a área ocupada pelas bolhas, foi possível concluir que:

- Não houve diferença estatística entre os grupos MH e MEC, no que diz respeito à quantidade de bolhas. Entretanto, o grupo MEC apresentou bolhas de maior diâmetro em relação aos demais grupos;

- O grupo ME apresentou uma quantidade significativamente superior de bolhas em comparação com os outros grupos;

- Os grupos MH, ME e MEC demonstraram resultados semelhantes para a porcentagem da área ocupada por bolhas;

- A ponta automisturadora apresentou o melhor resultado, reduzindo significativamente a quantidade de bolhas, bem como a porcentagem da área ocupada por elas.

REFERÊNCIAS

1. Robbins JW. Guidelines for the Restoration of Endodontically Treated Teeth. *The Journal of the American Dental Association*. 1990;120:558–66.
2. Abou-Rass M. Post and core restoration of endodontically treated teeth. *Curr Opin Dent*. 1992;2:99–107.
3. Ferrari M, Cagidiaco MC, Goracci C, Vichi A, Mason PN, Radovic I, et al. Long-term retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent*. 2007;20:287–91.
4. Goodacre CJ, Spolnik KJ. The Prosthodontic Management of Endodontically Treated Teeth: A Literature Review. Part I. Success and Failure Data, Treatment Concepts. *Journal of Prosthodontics*. 1994;3:243–50.
5. Schwartz RS, Robbins JW. Post Placement and Restoration of Endodontically Treated Teeth: A Literature Review. 2004.
6. Naumann M, Koelpin M, Beuer F, Meyer-Lueckel H. 10-year Survival Evaluation for Glass-fiber–supported Postendodontic Restoration: A Prospective Observational Clinical Study. *J Endod*. 2012;38:432–5.
7. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *J Prosthet Dent*. 2000;83:412–7.
8. Ferrari M, Carvalho CA, Goracci C, Antonioli F, Mazzoni A, Mazzotti G, et al. Influence of Luting Material Filler Content on Post Cementation. *J Dent Res*. 2009;88:951–6.
9. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: A literature review. *Aust Dent J*. 2011;56:77–83.
10. Ahmed SN, Donovan TE, Ghuman T. Survey of dentists to determine contemporary use of endodontic posts. *J Prosthet Dent*. 2017;117:642–5.
11. Caceres EA, Sampaio CS, Atria PJ, Moura H, Giannini M, Coelho PG, et al. Void and gap evaluation using microcomputed tomography of different fiber post cementation techniques. *J Prosthet Dent*. 2018;119:103–7.
12. Hill E, Lott J. A clinically focused discussion of luting materials. *Aust Dent J*. 2011;56:67–76.

13. The Glossary of Prosthodontic Terms. *J Prosthet Dent.* 2017;117:C1-e105.
14. Wingo K. A Review of Dental Cements. *J Vet Dent.* 2018;35:18–27.
15. Leung GKH, Wong AWY, Chu CH, Yu OY. Update on Dental Luting Materials. *Dent J (Basel).* MDPI; 2022.
16. Heboyan A, Vardanyan A, Karobari MI, Marya A, Avagyan T, Tebyaniyan H, et al. Dental Luting Cements: An Updated Comprehensive Review. *Molecules.* MDPI; 2023.
17. Alshabib A, AlDosary K, Algamaiah H. A comprehensive review of resin luting agents: Bonding mechanisms and polymerisation reactions. *Saudi Dental Journal.* Elsevier B.V.; 2023.
18. Ghodsi S, Arzani S, Shekarian M, Aghamohseni M. Cement selection criteria for full coverage restorations: A comprehensive review of literature. *J Clin Exp Dent.* 2021;e1154–61.
19. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent.* 2008;10:251–8.
20. D’Arcangelo C, D’Amario M, De Angelis F, Zazzeroni S, Vadini M, Caputi S. Effect of Application Technique of Luting Agent on the Retention of Three Types of Fiber-reinforced Post Systems. *J Endod.* 2007;33:1378–82.
21. Pegoraro TA, da Silva NRFA, Carvalho RM. Cements for Use in Esthetic Dentistry. *Dent Clin North Am.* 2007. p. 453–71.
22. D’Arcangelo C, D’Amario M, Vadini M, Zazzeroni S, De Angelis F, Caputi S. An evaluation of luting agent application technique effect on fibre post retention. *J Dent.* 2008;36:235–40.
23. Nakamura T, Wakabayashi K, Kinuta S, Nishida H, Miyamae M, Yatani H. Mechanical properties of new self-adhesive resin-based cement. *J Prosthodont Res.* 2010;54:59–64.
24. Onay EO, Korkmaz Y, Kiremitci A. Effect of adhesive system type and root region on the push-out bond strength of glass–fibre posts to radicular dentine. *Int Endod J.* 2010;43:259–68.

25. Shiratori FK, Valle AL Do, Pegoraro TA, Carvalho RM, Pereira JR. Influence of technique and manipulation on self-adhesive resin cements used to cement intraradicular posts. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2013;110:56–60.
26. Watzke R, Blunck U, Frankenberger R, Naumann M. Interface homogeneity of adhesively luted glass fiber posts. *Dental Materials*. 2008;24:1512–7.
27. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer J-M, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dental Materials*. 2003;19:199–205.
28. Pereira JR, Lins Do Valle A, Ghizoni JS, Lorenzoni FC, Barbosa MR, Dos Reis Só MV. Push-out bond strengths of different dental cements used to cement glass fiber posts. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2013;110:134–40.
29. Pedreira APRDV, D'Alpino PHP, Pereira PNR, Chaves SB, Wang L, Hilgert L, et al. Effects of the application techniques of self-adhesive resin cements on the interfacial integrity and bond strength of fiber posts to dentin. *Journal of Applied Oral Science*. 2016;24:437–46.
30. Schwartz NL, Whitsett LD, Berry TG, Stewart JL. Unserviceable Crowns and Fixed Partial Dentures: Life-Span and Causes for Loss of Serviceability. *The Journal of the American Dental Association*. 1970;81:1395–401.
31. Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Haselton DR. Current status of luting agents for fixed prosthodontics CLINICAL IMPLICATIONS. *J Prosthet Dent*. 1999.
32. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjör IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent*. 2000;13:255–60.
33. Rasimick BJ, Wan J, Musikant BL, Deutsch AS. A Review of Failure Modes in Teeth Restored with Adhesively Luted Endodontic Dowels. *Journal of Prosthodontics*. 2010;19:639–46.
34. Sarkis-Onofre R, Skupien JA, Cenci MS, Moraes RR, Pereira-Cenci T. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: A systematic review and metaanalysis of in vitro studies. *Oper Dent*. Indiana University School of Dentistry; 2014.
35. Carolina A, Souza O, De Cássia F, Gonçalves P, Lilian /, Anami C, et al. Influence of Insertion Techniques for Resin Cement and Mechanical Cycling on the

Bond Strength Between Fiber Posts and Root Dentin. *J Adhes Dent.* 2015;17:175–80.

36. Qualtrough AJE, Mannocci F. Tooth-colored post systems: a review. *Oper Dent.* 2003;28:86–91.

37. Fokkinga WA, Kreulen CM, Vallittu PK, Creugers NHJ. A structured analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and-core systems. *Int J Prosthodont.* 2004;17:476–82.

38. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature--Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int.* 2007;38:733–43.

39. Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont.* 2008;21:328–36.

40. Bru E, Forner L, Llena C, Almenar A. Fibre post behaviour prediction factors. A review of the literature. *J Clin Exp Dent.* 2013;5.

41. Pameijer CH, Nilner K. Long term clinical evaluation of three luting materials. *Swed Dent J.* 1994;18:59–67.

42. Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent.* 1998;80:280–301.

43. Júnior PMC, Sousa Z da S, Fernandes ACA, De Araújo CS, Rodrigues GR da RL, Das Neves MG, et al. Cimentos convencionais versus resinosos na cimentação de pinos em fibra de vidro: qual a melhor conduta a se seguir na endodontia moderna? uma revisão de literatura / Conventional versus resinous cements in fiberglass pin cementation: what is the best approach to follow in modern endodontics? a literature review. *Brazilian Journal of Development.* 2021;7:59652–68.

44. Ubaldini ALM, Benetti AR, Sato F, Pascotto RC, Medina Neto A, Baesso ML, et al. Challenges in luting fibre posts: Adhesion to the post and to the dentine. *Dental Materials.* 2018;34:1054–62.

45. Pereira JR, Abreu da Rosa R, Lins do Valle A, Ghizoni JS, Reis Só MV, Shiratori FK. The influence of different cements on the pull-out bond strength of fiber posts. *J Prosthet Dent.* 2014;112:59–63.

46. Jivraj SA, Kim TH, Donovan TE. Selection of Luting Agents, Part 1. J Calif Dent Assoc. 2006;34:149–60.
47. Tay FR, Suh BI, Pashley DH, Prati C, Chuang S-F, Li F. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and self-cured or dual-cured composites. Part II. Single-bottle, total-etch adhesive. J Adhes Dent. 2003;5:91–105.
48. Carrilho MRO, Carvalho RM, Tay FR, Pashley DH. Effects of storage media on mechanical properties of adhesive systems. Am J Dent. 2004;17:104–8.
49. DEMUNCK J. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. Dental Materials. 2004;20:963–71.
50. Aldhafyan M, Silikas N, Watts DC. Influence of curing modes on monomer elution, sorption and solubility of dual-cure resin-cements. Dental Materials. 2022;38:978–88.
51. Aldhafyan M, Silikas N, Watts DC. Influence of curing modes on thermal stability, hardness development and network integrity of dual-cure resin cements. Dental Materials. 2021;37:1854–64.
52. Souza TJS de, Freitas A da S, Ferreira DMTP, Maia LC, Rabello TB. Does the use of preheated restorative resin composite as a luting agent influence the adaptation of fixed dental prostheses? A systematic review. J Prosthet Dent. 2024;131:384–91.
53. Gauthier MA, Stangel I, Ellis TH, Zhu XX. Oxygen Inhibition in Dental Resins. J Dent Res [Internet]. 2005;84:725–9. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/154405910508400808>
54. Mogilevich • M, Sukhov VD, Korolev G V, Kuzovleva RG, Korshunov MA. THE, OXIDATIVE POLYMERIZATION OF METHACRYLATES*. 1973;
55. Schulze S, Vogel H. Aspects of the Safe Storage of Acrylic Monomers: Kinetics of the Oxygen Consumption. 1998.
56. Andrzejewska E, Lindkn' L-A, Rabek2 JI? The role of oxygen in camphorquinone-initiated photopol y merization". Macromol. Chem. Phys. 1998.

57. M Ferrari AVSGCG. Efficacy of a self-curing adhesive-resin cement system on luting glass-fiber posts into root canals: an SEM investigation. *Int J Prosthodont.* 2001;14.
58. Fakiha Z, Al-Aujan A, Al-Shamrani S. Retention of cast posts cemented with zinc phosphate cement using different cementing techniques. *Journal of Prosthodontics.* 2001;10:37–41.
59. Watzke R, Frankenberger R, Naumann M. Probability of interface imperfections within SEM cross-sections of adhesively luted GFP. *Dental Materials.* 2009;25:1256–63.
60. Da Silva NR, De M, Rodrigues P, Bicalho AA, Soares PBF, Price RB, et al. Effect of Resin Cement Mixing and Insertion Method into the Root Canal on Cement Porosity and Fiberglass Post Bond Strength. *J Adhes Dent.* 2019;21:37–46.
61. Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dental Materials.* 2002;18:596–602.
62. Watzke R, Blunck U, Frankenberger R, Naumann M. Interface homogeneity of adhesively luted glass fiber posts. *Dental Materials.* 2008;24:1512–7.
63. Uzun IH, Malkoç MA, Keleş A, Öğreten AT. 3D micro-CT analysis of void formations and push-out bonding strength of resin cements used for fiber post cementation. *Journal of Advanced Prosthodontics.* 2016;8:101–9.
64. Durski MT, Metz MJ, Thompson JY, Mascarenhas AK, Crim GA, Vieira S, et al. Push-out bond strength evaluation of glass fiber posts with different resin cements and application techniques. *Oper Dent.* 2016;41:103–10.