

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra



**Diferentes técnicas para Cimentação adesiva:
comparação entre duas resinas compostas**

Fátima Isabel Azevedo de Sousa

Orientador: Professor Doutor Fernando Guerra

Co-orientador: Mestre Rui Isidro Falacho

Coimbra, 2017

Diferentes técnicas para Cimentação adesiva: comparação entre duas resinas compostas

Sousa F¹; Falacho RI²; Guerra F³;

- 1) Aluna de Mestrado Integrado em Medicina Dentária, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra
- 2) Assistente Convidado de Prostodontia Fixa do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra
- 3) Professor catedrático do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra

Departamento de Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade Coimbra

Av. Bissaya Barreto, Blocos de Celas

3000-075 Coimbra

Portugal

Email: fatimasousa445@gmail.com

Sumário

Resumo

Introdução

Materiais e Métodos

Resultados

Discussão

Conclusão

Bibliografia

Anexos

Agradecimentos

Índice

Resumo

Objetivo: Avaliar a espessura da interface restauração-agente cimentante-dente usando diferentes resinas compostas e diferentes técnicas na cimentação adesiva, nomeadamente com ou sem a aplicação de vibração ultrassónica e termo-modificação, evidenciando as diferenças e semelhanças no que diz respeito à espessura de película.

Materiais e Métodos: Setenta e dois (72) discos foram aleatoriamente distribuídos por seis grupos (n=36) e cimentados em pares utilizando: cimento resinoso Variolink Esthetic LC, resina composta termo-modificada IPS Empress Direct, resina composta termo-modificada IPS Empress Direct com vibração ultrassónica, resina composta termo-modificada Estelite Omega, resina composta termo-modificada Estelite Omega com vibração ultrassónica e resina composta Estelite Omega à temperatura ambiente com vibração ultrassónica. De seguida, a espessura de película da interface restauração-cimento-dente foi observada através de microscopia eletrónica de varrimento e medida através do programa de obtenção de imagem do microscópio.

Resultados: As amostras cimentadas com cimento resinoso e IPS Empress Direct termo-modificado aplicado com vibração ultrassónica apresentam valores de espessura de película significativamente menores que os restantes grupos. O menor valor de espessura de interface foi verificado nas amostras cimentadas com cimento resinoso. A maior espessura foi observada no IPS Empress Direct termo-modificado sem vibração ultrassónica. Nos grupos em que as amostras foram cimentadas com Estelite Omega não se verificam diferenças estatisticamente significativas entre eles, observando-se apenas diferenças estatisticamente significativas entre o grupo com Estelite Omega termo-modificado a 50°C e o grupo com cimento resinoso.

Conclusão: Tendo em atenção as limitações do presente estudo, cimento resinoso Variolink Esthetic LC e IPS Empress Direct termo-modificado com vibração ultrassónica parecem escolhas adequadas como agentes de cimentação em restaurações indiretas, não se verificando o mesmo com o IPS Empress Direct termo-modificado sem vibração ultrassónica e Estelite Omega independentemente da técnica.

Palavras-Chave: Cimentação adesiva; Espessura; Vibração ultrassónica; Termo-modificação; Resinas Compostas; Cimentos Resinosos

Abstract

Aim: Evaluate the film thickness of the restoration-luting agent-tooth interface using different composite resins and different techniques in adhesive cementation, with or without the application of ultrasonic vibration and thermo-modification of the composite resins, evidencing the differences and similarities between them concerning film thickness.

Materials and Methods: Seventy two (72) discs were randomly distributed in six groups (n = 30), where each was cemented to the other with: resin cement Variolink Esthetic LC, thermo-modified composite resin IPS Empress Direct, composite resin IPS Empress Direct at room temperature with ultrasonic vibration, thermo-modified composite resin Estelite Omega, thermo-modified composite resin Estelite Omega with Ultrasonic vibration and composite resin Estelite Omega at room temperature with ultrasonic vibration. Thereafter, the film thickness of the restoration-cement-tooth interface was observed by scanning electron microscopy and measured using the microscope software.

Results: The samples cemented with Variolink Esthetic LC and IPS Empress Direct applied with ultrasonic vibration presented values of film thickness significantly lower than the other groups. The lowest value of film thickness was verified in samples cemented with resin cement. The highest thickness was observed in the IPS Empress Direct thermo-modified without ultrasonic vibration. Among the groups where the samples were cemented with Estelite Omega, there were no statistically significant differences, with only statistically significant differences between the group with Estelite Omega thermo-modified at 50°C and the group with resin cement.

Conclusion: Taking into account the limitations of the present study, both resin cement Variolink Esthetic LC and composite resin IPS Empress Direct thermo-modified with ultrasonic vibration seem to be adequate choices as luting agents for indirect restorations, in contrast with IPS Empress Direct thermo-modified without ultrasonic vibration and Estelite Omega independently of the used technique.

Keywords: Adhesive Cementation; Film thickness; Ultrasonic vibration; Thermo-modification; Composite resins; Resin cements

Introdução

As restaurações dentárias podem ser classificadas em diretas quando a restauração da cavidade é realizada *in situ* ou indiretas quando a restauração é fabricada fora da cavidade oral e aderida ao dente preparado.¹

As restaurações indiretas (metálicas, metalo-cerâmicas, cerâmicas (vítreas ou óxidos de metal) ou em resina composta) têm como vantagens a maior rigidez do material, uma anatomia no ponto de contacto mais adaptada e a melhor adaptação marginal, com um controlo mais eficaz sobre a contração de polimerização.

Entre a restauração indireta e estrutura dentária pressupõe-se a existência de um agente cimentante cuja função principal é o selamento entre restauração e dente, permitindo a retenção desta e a dissipação das forças nela exercidas.^{1,2}

Dependendo da longevidade da restauração e das propriedades físicas dos agentes cimentantes, estes podem ser considerados definitivos ou provisórios.^{1,3} Os agentes cimentantes definitivos são o fosfato de zinco, policarboxilato, ionómero de vidro, ionómero de vidro modificado por resinas e resinas.³

De acordo com o material que compõe a restauração, esta pode ser cimentada definitivamente ao dente preparado seguindo o conceito de cimentação clássica ou aderida através de uma técnica de cimentação adesiva.¹

A cimentação clássica baseia-se numa retenção mecânica e micro-mecânica enquanto a cimentação adesiva envolve também uma retenção química, mostrando um aumento da resistência à fratura e longevidade da restauração.^{4,3} Esta realiza-se em cerâmicas vítreas que apresentam uma matriz capaz de ser condicionada e dissolvida por um agente ácido, criando micro-retenções para cimentação com recurso a uma resina composta ou cimento resinoso.

Quanto ao agente cimentante ideal, este deverá apresentar as seguintes propriedades: ligação estável entre a estrutura dentária e a restauração, resistência às forças da mastigação e parafuncionais, baixa solubilidade, biocompatibilidade, radiopacidade, estabilidade de cor, fácil manipulação e fluidez que permita escoamento compatível com uma espessura de película adequada.^{5,6}

Uma espessura de película ideal varia entre os 5 µm e os 25 µm de forma a permitir um assentamento perfeito da restauração⁵ e impedir a microinfiltração pela exposição à cavidade

oral.⁴ Dado que a viscosidade é um dos principais fatores que influencia esta grandeza⁵, equaciona-se que um material com uma menor carga e, conseqüentemente uma menor viscosidade, apresenta um maior escoamento e, portanto uma menor espessura.

Assim, de forma a obter materiais com boas propriedades e uma viscosidade diminuída, as resinas compostas termo-modificadas e os cimentos resinosos são sugeridos pela literatura, como materiais a ser utilizados no protocolo de cimentação adesiva. Contudo, verifica-se uma ausência de evidência científica que compare os diferentes materiais e técnicas.

Este estudo tem como objetivo avaliar a cimentação adesiva usando cimentos resinosos, resinas compostas termo-modificadas e as mesmas à temperatura ambiente, da forma convencional e associada a vibração ultrassônica. É objetivo primário evidenciar as diferenças e semelhanças no que respeita à espessura de película.

A hipótese nula é que todos os materiais e todas as técnicas de cimentação conferem espessuras de película semelhantes.

Materiais e Métodos

Pesquisa Bibliográfica:

A pesquisa bibliográfica foi realizada através da base de dados online *Pubmed*, usando as seguintes combinações de palavras-chave e conectores booleanos: (“heating composite” OR “heated composite”) AND “dentistry”. Os artigos selecionados seguiram os seguintes critérios de inclusão: publicados entre 2007-2017, em língua portuguesa e inglesa e relacionados com o tema resinas compostas termo-modificadas.

Realizou-se uma outra pesquisa bibliográfica na base de dados online *Pubmed*, com a seguinte combinação de palavras-chave “cement, resin [MeSH Terms]”, cujos critérios de inclusão consistiram na publicação entre 2007-2017, em língua portuguesa e inglesa, revisões e relacionados com o tema.

Após leitura do título e resumo da pesquisa inicial, foram selecionados os resultados de acordo com a sua relevância científica. Em seguimento à análise destes resultados foram obtidos os textos integrais dos mesmos.

Foram ainda adicionadas publicações suplementares consideradas relevantes, por referência cruzada.

Preparação dos discos de resina:

Setenta e dois (72) discos com 8 mm de diâmetro e 2 mm de espessura foram obtidos utilizando a resina composta IPS Empress® Direct (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Para tal, a resina foi colocada em formas circulares de borracha com as medidas anteriormente referidas, entre duas placas planas de vidro, e fotopolimerizada durante 20 segundos em cada uma das faces das placas de vidro, com o fotopolimerizador Bluephase® G2 (Ivoclar Vivadent) a 650 mw/cm².

Protocolo Experimental:

Os discos de resina foram aleatoriamente distribuídos por 6 grupos. Cada disco foi cimentado seguindo o protocolo correspondente a cada grupo:

Grupo 1 (n=6): Amostras cimentadas com cimento resinoso Variolink Esthetic LC, Ivoclar Vivadent à temperatura ambiente (22°C).

Grupo 2 (n=6): Amostras cimentadas com resina composta termo-modificada IPS Empress® Direct Ivoclar Vivadent a 50°C.

Grupo 3 (n=6): Amostras cimentadas com resina composta termo-modificada IPS Empress® Direct Ivoclar Vivadent a 50°C com aplicação de vibração ultrassônica.

Grupo 4 (n=6): Amostras cimentadas com resina composta termo-modificada Estelite Omega® Tokuyama a 50°C.

Grupo 5 (n=6): Amostras cimentadas com resina composta termo-modificada Estelite Omega® Tokuyama a 50°C aplicada com vibração ultrassônica.

Grupo 6 (n=6): Amostras cimentadas com resina composta Estelite Omega® Tokuyama à temperatura ambiente (22°C) com aplicação de vibração ultrassônica.

Tabela I: Características dos agentes cimentantes usados no protocolo de cimentação

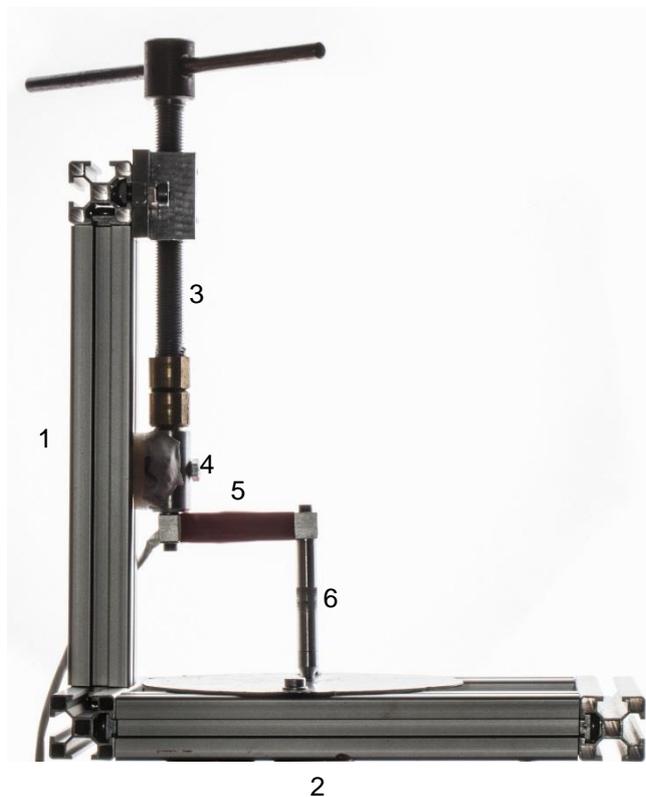
	Composição	Carga	Forma das partículas
Variolink Esthetic LC Ivoclar Vivadent	A matriz do monómero é composta por dimetacrilato de uretano e outros monómeros de metacrilato. As partículas inorgânicas são trifluoreto de itérbio e óxidos mistos esferoidais. Conteúdo adicional: iniciadores, estabilizadores, pigmentos. O tamanho das partículas é de 0,04-0,2 µm, com tamanho médio de 0,1 µm.	38% (volume)	Partículas apenas esféricas
IPS Empress Direct Ivoclar Vivadent	A matriz de monómero é composta por dimetacrilatos (20-21,5%). As partículas são constituídas por vidro de bário, trifluoreto de itérbio, óxidos mistos, dióxido de silício e copolímero (77,5-79%). Conteúdo adicional: aditivos, iniciadores, estabilizadores e pigmentos (<1,0%). O tamanho das partículas	75%-79% (peso) 52%-59% (volume)	Partículas com forma irregular e esférica

	inorgânicas está situado entre 40 nm e 3 μ m, com um tamanho médio de 550 nm.		
Estelite Omega® Tokuyama	A matriz de monómero é composta por Bis-GMA e TEGDMA. Tamanho das partículas inorgânicas está situada entre os 100 nm e os 300 nm, com um tamanho médio de 200 nm.	82% (peso) 71% (volume)	Partículas apenas esféricas

Protocolo de cimentação:

Depois de selecionados aleatoriamente os discos de resina, estes foram agrupados e numerados de forma a manter sempre o mesmo par ao longo do procedimento.

Tendo em vista uniformizar o protocolo experimental e dotá-lo de validade externa, foi desenvolvido um sistema mecânico pelo Exmo. Sr. Professor Luís Roseiro, professor adjunto do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, baseado na utilização de uma célula de carga à flexão, com carga nominal de 50 N. A célula de carga foi ancorada na extremidade de um parafuso sem fim, que garantia a afinação e aproximação à amostra, assim como a aplicação de carga de modo controlado. Na outra extremidade da célula de carga foi colocado um calcador para o contacto com a amostra.



- 1: Coluna de suporte mecânico em perfil do tipo MINITEC
- 2: Base do dispositivo
- 3: Parafuso sem fim
- 4: Apoio deslizante em teflon
- 5: Célula de carga
- 6: Calcador

Fig.1 Representação do dispositivo mecânico utilizado

A célula de carga foi ligada a uma placa de aquisição de dados da marca NATIONAL INSTRUMENTS®, referência NI 9219. Um programa de aquisição desenvolvido em linguagem de programação LABVIEW®, com calibração automática, garantiu a conexão da placa e a visualização e o registo dos dados provenientes da célula de carga.

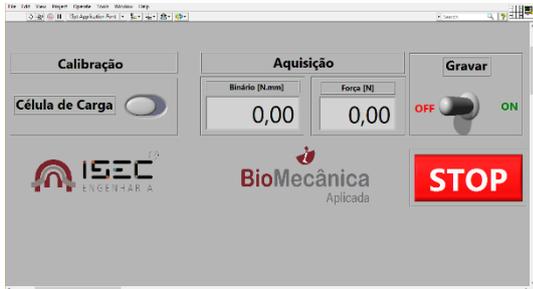


Fig.2 Visualização dos dados provenientes da célula de carga após calibração, 0 N.

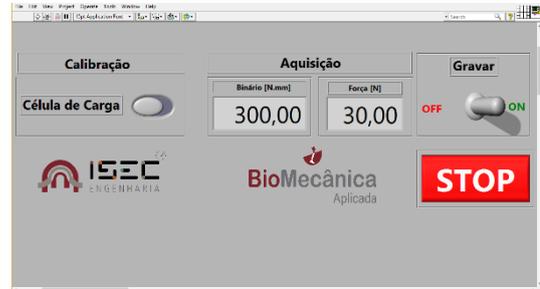


Fig.3 Visualização dos dados provenientes da célula de carga durante um teste, 30N. Força exercida sobre os discos.

Independentemente do grupo, todos os discos de resina foram sujeitos a uma carga de 30 N avaliada através do aparelho anteriormente descrito. A carga empregue (30N) resultou de medições prévias como o objetivo de calcular um valor máximo da força exercida na cimentação de restaurações posteriores por um operador real, utilizando na técnica de assentamento o instrumento OptraSculpt Pad® (Ivoclar Vivadent).

Grupo 1

Todos os discos foram abrasionados com uma lixa de granulometria 120, de forma a obter uma superfície com micro-rugosidade uniforme. De seguida, as superfícies foram limpas com ácido fosfórico a 37% e colocadas numa cuba de ultrassons, L&R Transistor/Ultrasonic T.14, com álcool a 90% durante 5 minutos.

Posteriormente, procedeu-se à coloração do adesivo Adhese® Universal (Ivoclar Vivadent) com rodamina (1 grão de rodamina para cada gota de adesivo). Aplicou-se o sistema adesivo sobre os discos de resina e utilizou-se um jato de ar por forma a evaporar solventes e a obter uma capa brilhante e imóvel, sem polimerizar. Colocou-se o cimento Variolink Esthetic LC (Ivoclar Vivadent) sobre um disco, posicionando o segundo disco sobre o primeiro. Foi exercida força controlada sobre ambos com o sistema mecânico descrito durante 30 segundos. Após remoção dos excessos com OptraSculpt (Ivoclar Vivadent), polimerizou-se quatro vezes durante 20 segundos. Por último, aplicou-se gel aquoso à base de glicerina sobre os limites das amostras e fotopolimerizou-se novamente duas vezes durante 20 segundos.

Grupo 2

Aplicou-se o protocolo de cimentação do grupo 1, mas utilizando como agente cimentante a

resina composta IPS Empress® Direct termo-modificada a 50°C no dispositivo de aquecimento EASE-IT (Ronvig®, comercializado pela Akura).

Grupo 3

Reproduziu-se o protocolo de cimentação do grupo descrito anteriormente, mas durante o período de assentamento aplicou-se vibração ultrassônica sobre as amostras com ponta ultrassônica Ultra Fusion® (CVDentus) e movimentos suaves, do centro para a periferia.

Grupo 4:

Bisou-se o protocolo de cimentação descrito no grupo 1, mas com utilização de resina composta Estelite Omega da Tokuyama termo-modificada a 50°C no dispositivo de aquecimento EASE-IT (Ronvig®, comercializado pela Akura).

Grupo 5:

Efetou-se o mesmo protocolo apresentado para o grupo 3, com substituição do agente cimentante utilizado por resina composta Estelite Omega da Tokuyama termo-modificada a 50°C.

Grupo 6:

Mimetizou-se o protocolo de cimentação do grupo 5, mas sem termo-modificação da resina composta, estando esta à temperatura ambiente.

Análise microscópica:

Após a cimentação, cada amostra sofreu cortes perpendiculares de 1 mm executados no equador do conjunto, na unidade de corte por ponto de contacto, do sistema EXAKT. Os cortes foram polidos com uma sequência de lixas de granulometria crescente (500, 1000, 1200, 2500). De seguida, as amostras foram desidratadas, através da imersão em soluções de concentração crescente de etanol (60%, 80%, 90%, 100%, 100%) durante 2 minutos cada. Para medição da espessura da interface resina-cimento-resina, cada amostra foi colocada num porta-amostras para microscopia electrónica, revestida a ouro num sistema EDWARDS EXC 120 acoplado a um gerador Huttinger PFG 1500 DC com uma potência de 0,11kW durante 30 segundos. Posteriormente, as amostras foram analisadas num microscópio electrónico de emissão por campo (FEG-SEM, do inglês Field Emission Gun – Scanning electron microscopy) da marca Zeiss e modelo Merlin. A partir de cada amostra, foram realizadas fotomicrografias numa ampliação de 500 vezes em todas as amostras e 2500

vezes nas amostras que justificavam esta ampliação por apresentarem espessuras muito reduzidas de agente cimentante.

Medição da espessura de película:

Os valores de espessura da interface resina-cimento-resina foram obtidos diretamente no software de imagem do microscópio electrónico de emissão por campo (FEG-SEM, do inglês Field Emission Gun – Scanning electron microscopy) da marca Zeiss e de modelo Merlin.

Análise Estatística:

Os valores obtidos foram sujeitos a uma análise estatística na plataforma estatística IBM SPSS, com avaliação da média, mediana, desvio padrão, o mínimo e máximo de valores encontrados para a espessura de película. Os dados foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis com comparações múltiplas ajustadas entre os pares de grupos para negar ou aceitar a hipótese nula, considerando um nível de significância de 0.05.

Resultados

Pesquisa Bibliográfica:

Da primeira fórmula enunciada obtiveram-se 63 artigos. Após a leitura do título e abstract foram rejeitados 36 artigos por não cumprirem os critérios de inclusão e selecionados 26 artigos. Por pesquisa cruzada foram adicionados mais 3 artigos.

Da segunda fórmula enunciada obtiveram-se 93 artigos. Após leitura do título e abstract foram rejeitados 84 artigos e selecionados 9 artigos por cumprirem os critérios de inclusão.

Análise microscópica:

Pode observar-se uma fotomicrografia representativa de cada grupo nas figuras 4, 6 e 8 a 11, com ampliação de 500 vezes e nas figuras 5 e 7 com ampliação de 2500 vezes dos grupos 1 e 3.

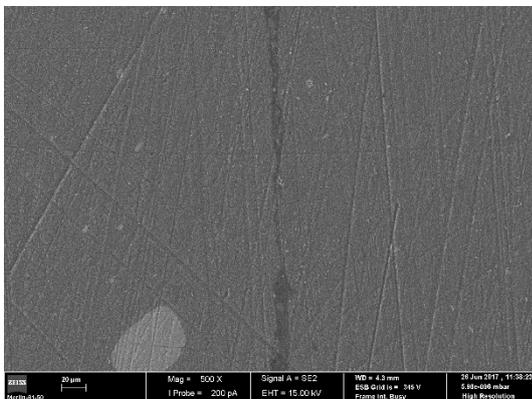


Fig.4 Fotomicrografia representativa do grupo 1, com ampliação de 500 vezes

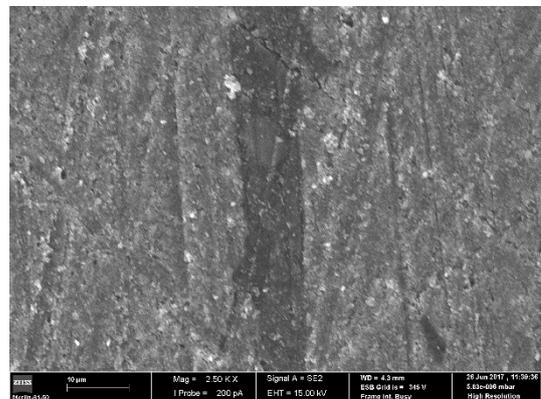


Fig.5 Fotomicrografia representativa do grupo 1, com ampliação de 2500 vezes

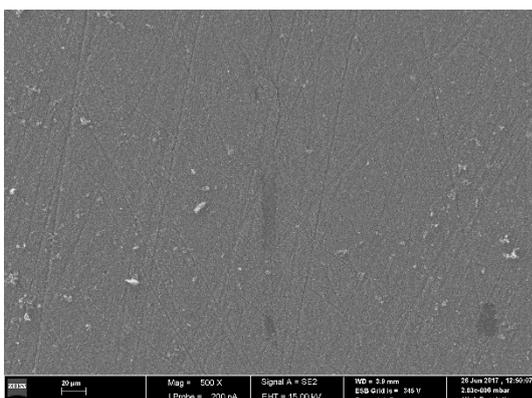


Fig.6 Fotomicrografia representativa do grupo 3, com ampliação de 500 vezes

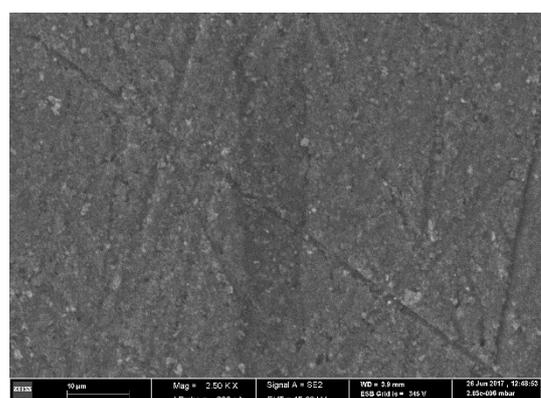


Fig.7 Fotomicrografia representativa do grupo 3, com ampliação de 2500 vezes ⁹

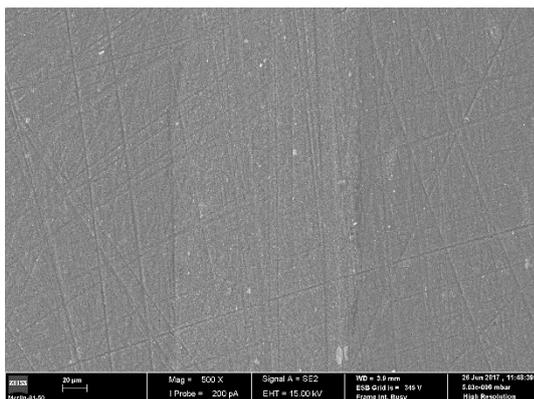


Fig.8 Fotomicrografia representativa do grupo 2, com ampliação de 500 vezes

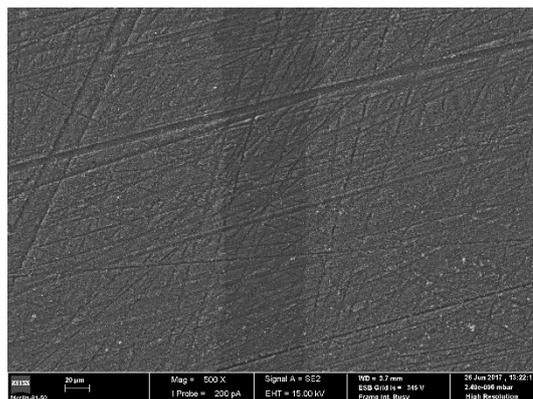


Fig.9 Fotomicrografia representativa do grupo 4, com ampliação de 500 vezes

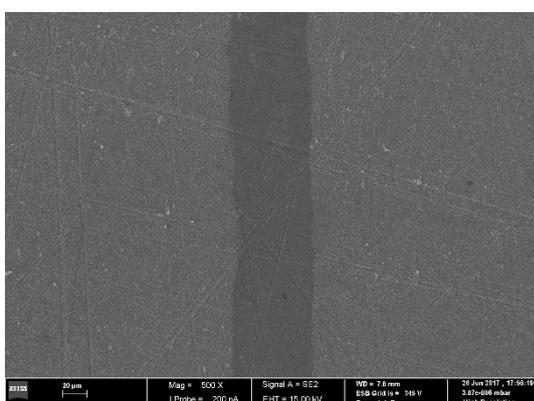


Fig.10 Fotomicrografia representativa do grupo 5, com ampliação de 500 vezes

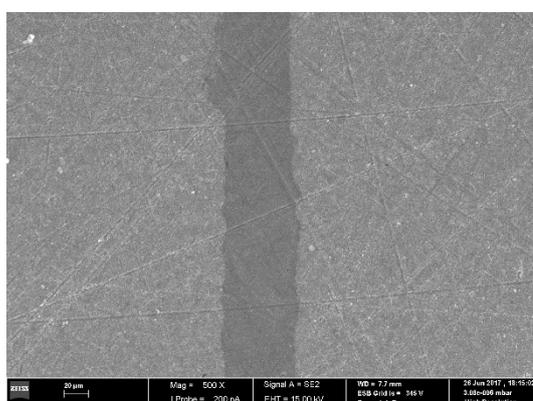


Fig.11 Fotomicrografia representativa do grupo 6, com ampliação de 500 vezes

Análise Estatística:

Tabela II – Estatística descritiva e comparação das medições entre os grupos

Grupo	n	Mínimo - Máximo	Média ±Desvio Padrão	Mediana [P25 – P75]
(1) Cimento Resinoso	6	6,58 - 10,46	8,55 ± 1,39	8,48 [7,76 - 9,53]
(2) RCTM (Direct Ivoclar)	6	133,70 - 153,70	147,60 ±7,12	150,20 [147,20 - 150,60]
(3) RCTM (Direct Ivoclar) - VU	6	10,96 - 35,93	19,10 ± 9,44	15,35 [12,99 - 24,04]
(4) RCTM (Estelite Omega)	6	53,98 - 77,59	64,10 ± 8,79	65,36 [54,82 - 67,47]
(5) RCTM (Estelite Omega) - VU	6	45,12 - 78,85	56,37 ± 12,62	51,45 [48,07 - 63,25]
(6) RC sem TM (Estelite Omega) - VU	6	35,42 - 59,04	52,29 ± 8,60	55,24 [51,87 - 56,93]

Tabela III: Valores de p comparando cada um dos grupos com um nível de significância de 0.05

Pares de grupos comparados	Valor-p*
(1-2)	.000
(3-2)	.001
(1-4)	.006
(1-6)	.109
(1-5)	.123
(3-4)	.182
(5-2)	.332
(6-2)	.370
(5-4)	1.000
(5-6)	1.000
(6-4)	1.000
(4-2)	1.000
(1-3)	1.000
(3-5)	1.000
(3-6)	1.000

* Teste de Kruskal-Wallis com comparações múltiplas ajustadas entre os pares de grupos

Observam-se diferenças estatisticamente significativas nas medições realizadas entre os grupos 1 e 2 ($p < 0.001$), grupos 1 e 4 ($p = 0.006$), e grupos 3 e 2 ($p = 0.001$), não existindo significância estatística nas demais comparações entre grupos. O cimento resinoso é o material que apresenta medições mais baixas, enquanto que o grupo com resina composta IPS Empress Direct, Ivoclar termo-modificada é o que apresenta valores mais elevados nas medições, conforme se observa no quadro anterior e na figura seguinte:

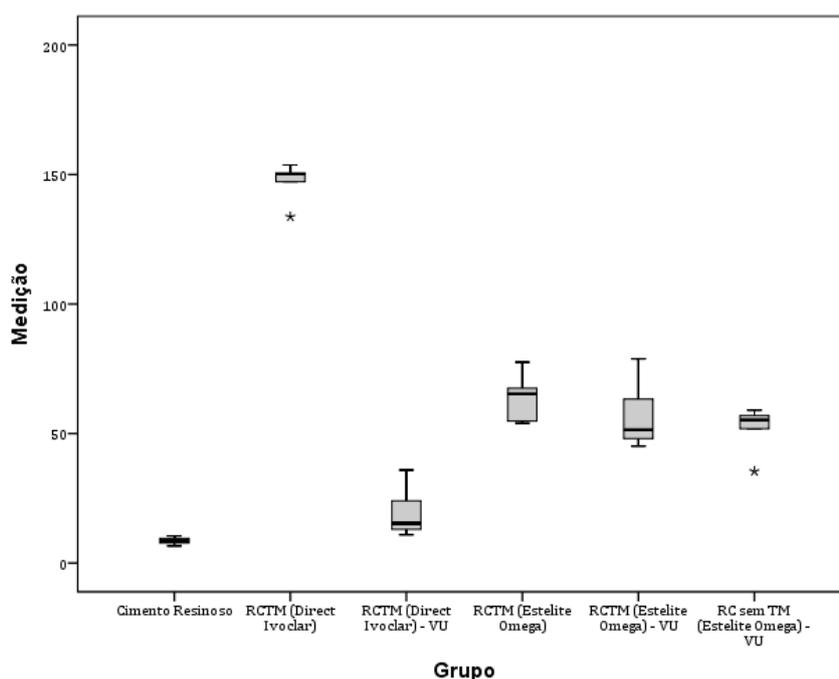


Fig.12 Diagrama de extremos e quartis com a distribuição dos valores de espessura nos grupos em estudo

Discussão

Viscosidade, Adaptação e Manuseamento

A viscosidade é influenciada pela composição da resina, forma e tamanho das partículas que a compõem, bem como pelo conteúdo de porção inorgânica quer por massa, quer por volume.^{7,8} Resinas com um maior conteúdo de carga (porção inorgânica) e resinas compostas híbridas são exemplos de materiais com uma grande viscosidade e por isso maior dificuldade de escoamento⁹ e adaptação à preparação, podendo levar a interfaces extensas e até fendas entre a restauração e o dente.¹⁰

A termo-modificação das resinas compostas conduz a uma vibração térmica forçando um afastamento entre os monómeros e oligómeros da resina, aumentando o deslizamento entre estes, o que permite uma maior fluidez^{11,12,13} e melhora a molhabilidade da resina, resultando numa melhor adaptação marginal.^{14,15}

Assim, segundo Da Costa, no que respeita à fluidez das resinas convencionais, a termo-modificação mostrou ser uma boa alternativa ao uso de resinas fluídas, caracterizadas pela libertação contínua de monómero não polimerizado e propriedades físicas menos favoráveis.¹⁶ As resinas fluídas apesar da baixa viscosidade, maior molhabilidade e maior elasticidade que as resinas convencionais, contêm um grande conteúdo em matriz resinosa, o que lhes confere uma grande contração de polimerização, uma grande expansão e contração com as mudanças de temperatura, tornando-as suscetíveis ao fracasso, pela microinfiltração.¹⁰ No entanto, é de referir que Blalock e col mostraram que a termo-modificação das resinas nunca atingirá valores tão baixos de fluidez como as resinas fluídas à temperatura ambiente.

Neste estudo, a resina composta IPS Empress Direct (Ivoclar Vivadent) utilizada à temperatura de 50°C apresenta a maior espessura de película encontrada, com um valor médio de 147,60 µm. A espessura avalia indiretamente a capacidade de fluidez do compósito e a maior viscosidade deste pode ser explicada pela forma irregular das partículas que o compõem, proporcionando maior atrito entre estas e assim maior viscosidade. Uma das formas de tentar aumentar a fluidez de uma resina composta trata-se da aplicação de vibração ultrassónica, aumentando assim o seu escoamento. Ao avaliar o valor de espessura de película obtido no grupo 3, observam-se diferenças estatisticamente significativas entre os grupos com e sem aplicação de vibração ultrassónica ($p(2/3)=0.001$), sendo que desta forma é possível estabelecer correlação direta entre estas variáveis e afirmar que a aplicação de

vibração ultrassônica aquando da cimentação com resina composta IPS Empress Direct (Ivoclar Vivadent) parece ser eficaz na diminuição da viscosidade e conseqüentemente na diminuição da espessura de película.

No que respeita à adaptação marginal da resina, Fróes-Salgado e col revelam que o aumento de temperatura de 25°C para 68°C tem um efeito significativamente positivo na adaptação marginal da resina composta testada (Filtek Z350), sem efeito sobre as outras propriedades mecânicas.¹⁷ Al-Boni, Krifka e col associam também uma melhor adaptação marginal às resinas constituídas por silorano (oxirano e siloxano) quando comparadas com resinas à base de metacrilato, dado que os valores de contração de polimerização encontrados nestas são inferiores a 1%.¹⁰ Contrariamente, Sabatini e col não verificam melhorias na adaptação marginal ou diminuição do *gap* formado na interface dentina-compósito, usando ou não resinas compostas termo-modificadas ou resinas fluidas.¹⁸

Os cimentos resinosos são constituídos pelos mesmos componentes básicos que as resinas compostas, mas o seu conteúdo de carga é menor (50% a 70% de vidro e sílica nas resinas compostas).⁵ Assim, detentores de uma menor carga inorgânica, apresentam também uma menor viscosidade e maior fluidez.⁸ O presente estudo utiliza o cimento resinoso Variolink Esthetic LC (Ivoclar Vivadent) com uma carga de 38%, exibindo assim uma maior fluidez que os restantes materiais utilizados, com cargas inorgânicas maiores, o que permite uma adequada adaptação às paredes da preparação.¹

A melhor adaptação à cavidade e suas margens reflete-se também numa maior facilidade de colocação e manipulação da resina composta, principalmente os mais viscosos.^{10,19}

Microinfiltração

Microinfiltração é um fenómeno caracterizado pela difusão de fluídos, microorganismos orais e substâncias químicas através da interface entre a estrutura dentária e a restauração, podendo resultar em sensibilidade pós-operatória, cáries recorrentes, inflamação pulpar, descoloração marginal e falha da restauração.^{9,20}

Como referido anteriormente, a termo-modificação das resinas compostas tem uma ação benéfica nas características de fluidez do material, conduzindo a uma melhor adaptação marginal^{21,22} e a uma menor espessura de película exposta à cavidade oral, promovendo ainda, segundo Blalock e col^{10,23}, um maior grau de conversão imediato e maior dureza da superfície, o que contribui para uma menor microinfiltração.^{9,24}

Um estudo de Arslan e col comparou valores de microinfiltração entre Filtek Silorane e Aelite LS Posterior a diferentes temperaturas (4°C, 25°C, 37°C, 60°C). O Filtek Silorane apresenta uma carga de 76% e valores de contração volumétrica menores que 1%, enquanto o Aelite LS Posterior é um compósito nanoparticulado à base de metacrilato com 74% de carga e valores de contração volumétrica de 1.4%. Filtek Silorane e Aelite LS Posterior mostraram valores de microinfiltração similares, no entanto a termo-modificação do Aelite LS Posterior diminui significativamente os valores de microinfiltração, mas sem ação nos valores de microinfiltração do Filtek Silorane.⁹

No que se refere aos cimentos resinosos, o clínico deve ter particular atenção na utilização de cimentos resinosos auto-ativados, dado que a incompleta polimerização do cimento resinoso pode conduzir a margens não seladas e suscetíveis à microinfiltração.² Os cimentos duplamente-ativados necessitam de fotoativação para atingirem valores elevados de resistência ao desgaste e melhor integridade marginal.²⁵

Cor

O grau de conversão das resinas influencia a estabilidade química do material, sendo que a conversão incompleta dos monómeros torna o material mais suscetível a reações de degradação, afetando a estabilidade de cor e opacidade ao longo do tempo.

A termo-modificação das resinas, ao permitir um maior grau de conversão, maior fluidez, melhor adaptação e menor infiltração, diminui a possibilidade de coloração extrínseca.¹¹ Mundin e col referem que apesar do aumento do grau de conversão com a termo-modificação das resinas, não se verificam diferenças significativas na estabilidade de cor e opacidade dos grupos testados a diferentes temperaturas (8°C, 25°C e 60°C).

Os cimentos resinosos fotoativados verificam uma maior estabilidade de cor ao longo do tempo quando comparados com os duplamente ativados e quimicamente-ativados cuja presença de aminas aromáticas terciárias na sua constituição pode despoletar reações de oxidação e conduzir a descoloração. Em suma, a escolha do método de ativação deve ser criteriosa, dando preferência à fotoativação sempre que possível, com a toma de outras decisões clínicas justificadas pelo aumento da espessura das restaurações e consequente dificuldade na fotoativação do agente cimentante.^{1,20,5}

Grau de conversão

O grau de conversão das resinas compostas é influenciado pela temperatura, composição, forma, tamanho e distribuição das partículas inorgânicas, translucidez, características do fotopolimerizador, tempo de fotopolimerização e distância da fonte emissora de luz à superfície da restauração.^{11,21}

No que concerne ao aumento de temperatura, Daronch e Pressanha e col¹¹ explicam um aumento do grau de conversão pelo aumento de colisões entre grupos não reativos e os radicais livres¹¹, ocorrendo uma reação de maior extensão com uma polimerização completa e mais ligações cruzadas estabelecidas²¹. Daronch e col verificam um aumento do grau de conversão de 31.6% para 67.3% quando o compósito é termo-modificado de 54°C para 60°C antes da fotopolimerização.²⁶ Mundim e col corroboram este efeito e mostram que o pré-armazenamento da resina composta a 8°C exibiu uma menor taxa de conversão em relação aos restantes grupos.¹¹ Por sua vez, Taubock e col verificam que, dependendo da resina composta, o aumento de temperatura mantém ou aumenta o grau de conversão.¹⁵ As resinas nanoparticuladas apresentam uma maior translucidez, o que diminui a dispersão da luz e, aumentando assim o grau de conversão.¹⁷

Diferentes estudos mostraram que nos cimentos resinosos duplamente ativados é essencial a fotoativação para atingir um maior grau de conversão de monómero e, assim uma maior força e rigidez do material.^{25,27,5}

Contração de polimerização

A termo-modificação das resinas compostas está associada a um aumento do grau de conversão das mesmas e, por sua vez a um aumento da contração de polimerização. No estudo de Jongsma e col, no Clearfil APX e Premise acima dos 30°C não se verifica uma diferença significativa na contração de polimerização.¹⁴ Contudo, Walter e col indicam que à temperatura de 54°C ou 68°C há um aumento da contração de polimerização.²⁸

Lohbauer e col assumem uma correlação linear entre a contração de polimerização e a temperatura da resina composta. Contrariamente, Taubock e col observam que a termo-modificação de resinas bulk-fill e resinas convencionais diminui as forças de contração induzidas pela polimerização comparativamente com resinas à temperatura ambiente, sem comprometer o grau de conversão.¹⁵ Walter e col assumem que um aumento ligeiro da

contração de polimerização pode ser clinicamente pouco significativo, dado que a termo-modificação melhora a fluidez e adaptação da resina.²⁸

Os cimentos resinosos, detentores de um menor conteúdo inorgânico que as resinas compostas, apresentam uma taxa de contração de polimerização superior. No entanto, no estudo de Sampaio e col verifica-se que uma maior contração de polimerização está associada às resinas compostas. Esta situação é justificada pelo menor escoamento da resina composta termo-modificada aquando o assentamento da restauração (dado que apresenta uma maior viscosidade), fator este que potencia uma maior contração devido à polimerização num único momento de um maior volume/ espessura de material. Assim, tendo em mente que a contração é uma grandeza percentual, a desadaptação volumétrica absoluta na cimentação com resinas compostas termo-modificadas ou resinas compostas sem termo-modificação é significativamente maior do que a dos cimentos resinosos e resinas fluídas.⁸

Stress de contração

O stress de contração resulta da contração de polimerização que ocorre num local confinado, estando associado às forças de adesão, à forma da preparação, ao comportamento visco-elástico e módulo de elasticidade do material restaurador, à capacidade de fluidez deste e aos estágios iniciais da reação de polimerização (taxa de polimerização). Este fator pode constituir uma ameaça à integridade da camada híbrida, podendo resultar em sensibilidade pós-operatória, deflexão cuspídea e fraturas de esmalte.^{15,29}

A elevação da temperatura do material restaurador ou cimentante conduz a uma maior mobilidade de monómeros e radicais, com conseqüente aumento do stress de contração.⁸ Segundo Ayub e col este efeito é clinicamente pouco significativo.³⁰ Lohbauer e col mostram valores significativos no stress de contração imediato, porém, após 24h, estes perdem a significância estatística.²⁴ Segundo Leontine e col, ocorre um maior stress de contração entre os 23 e os 30°C. Acima dos 30°C os valores não se alteram significativamente, exceto no clearfil APX, em que se verifica um aumento gradual do stress de contração com o aumento de temperatura. Este facto ocorre pela melhor capacidade de fluidez e maior relaxamento da cadeia polimérica, prevenindo o stress de contração.¹⁴ Por essa razão, outros autores defendem a diminuição do stress de contração com o aumento de temperatura.^{31,32}

Um maior stress de contração está também associado a uma rápida polimerização a altas temperaturas, dado existir um menor tempo de fluidez da resina composta que mais rapidamente atinge o ponto de gel.¹⁴

Propriedade Mecânicas e Físicas

As propriedades físicas das resinas compostas são influenciadas pelo conteúdo de carga, tamanho e a distribuição desta. O aumento de carga nas resinas permite fornecer melhores propriedades mecânicas e maior resistência ao desgaste, contudo ocorre um aumento da sua viscosidade.⁷

A termo-modificação das resinas além de diminuir a viscosidade, permite também aumentar o seu grau de conversão e, desta forma aumentar a dureza superficial e em profundidade³³, aumentar a resistência à flexão e tensão e aumentar a resistência ao desgaste.^{21,29,34}

Dionysopoulos e Lucey e col verificam que a microdureza aumenta significativamente com a termo-modificação das resinas compostas à temperatura de 55°C e 60°C, respectivamente.^{21,26} Por sua vez, Tantbirojn e col demonstram o mesmo à temperatura de 68°C.²⁹ Ayub e col observam que na resina Filtek Supreme Ultra que apresenta uma carga elevada, o efeito da termo-modificação conduz a valores de microdureza mais elevados.³⁰ No entanto, o estudo de Uctasli e Fróes-Salgado e col revelam que a termo-modificação das resinas compostas não afeta as propriedades mecânicas das mesmas.^{35,7,17}

A flexão dos materiais é influenciada pelo tipo de resina e ciclos de aquecimento a que é sujeita, sendo este fator importante para prevenir o fracasso da adesão. Daronch e col reportam que nem o aquecimento prolongado, nem repetido (10 ciclos) afetam o grau de conversão dos compósitos termo-modificados em relação aos compósitos à temperatura ambiente, nem promovem a polimerização prematura. D'Amario e col reafirmam que até 20 ciclos de aquecimento as propriedades das resinas compostas não se alteram, contudo o mesmo não se verifica quando ocorrem 40 ciclos de aquecimento, diminuindo drasticamente a resistência à flexão. Assim, o clínico deve sempre optar por aquecer as resinas em compules, de modo a garantir a manutenção das propriedades adequadas.¹⁹

Quanto aos cimentos resinosos, estes apresentam uma elevada resistência à tensão e à compressão, elevado módulo de flexão, baixa solubilidade e radiopacidade, fatores que podem causar diferenciação positiva relativamente às resinas.⁵

Força de adesão

O estudo de Davari e col mostra que a interação entre a composição da resina e a temperatura tem um efeito significativo na força de adesão, que pode ser explicado pela relação entre o conteúdo em carga inorgânica e a mobilidade provocada pelo aumento de temperatura. O

Filtek P60 quando termo-modificado a 37°C, mostrou valores de adesão significativamente maiores do que o Filtek Z250 nas mesmas condições. Este aumento da força de adesão no Filtek P60 é atribuído à sua maior carga inorgânica em relação ao Filtek Z250 (1% de diferença entre eles), que quando termo-modificado a 37°C provoca uma viscosidade e fluidez ótima, o que resulta numa melhor penetração nas áreas micro-retentivas e conseqüentemente numa melhor adesão.¹² Não se verificam diferenças às temperaturas de 4°C e 23°C, explicado pela semelhante mobilidade molecular e conseqüentemente semelhante força de adesão. O estudo de Demirbuga e col está de acordo com o autor anterior, mostrando que a termo-modificação a 68°C exhibe valores de adesão estatisticamente maiores do que os restantes grupos (temperatura ambiente e 4°C), verificando-se ainda mais falhas coesivas do que adesivas nos grupos com resina composta termo-modificada em relação aos restantes grupos.¹⁰

Os cimentos resinosos quanto ao esquema adesivo podem ser classificados em *total-etch*, *self-etch* ou *self-adhesive*. Alguns estudos mostram que os cimentos resinosos *self-adhesive* proporcionam valores de adesão menores do que os cimentos resinosos com um esquema *total* ou *self-etch*. Estudos enunciam que com a utilização de cimentos resinosos *self-adhesive* deve ser realizado um condicionamento ácido seletivo ao esmalte para promover uma força adicional.⁵

Influência Pulpar

Um aumento da temperatura intrapulpar superior a 5.5°C pode conduzir a dor e possível necrose pulpar.³⁶

Daronch e col verificam um aumento da temperatura intrapulpar inferior a 1°C quando a resina composta é termo-modificada a 60°C^{11,37} e Lohbauer e col verificam um aumento de apenas 1.2°C quando a resina é termo-modificada a 68°C¹⁴. No entanto, o processo de fotopolimerização mostrou conduzir a um aumento de temperatura intrapulpar adicional de cerca de 4.2°C-5°C.^{11,14,36} Assim, verifica-se que a luz de fotopolimerização pode ser mais significativa que o aquecimento do compósito, suportando a teoria de que o dente funciona como um dissipador de calor, descendo rapidamente a temperatura da resina.

Em vários estudos, observa-se o rápido decréscimo da temperatura da resina em virtude do seu manuseamento, sendo ainda evidente que a termo-modificação nunca atinge a temperatura estabelecida no aparelho, fazendo com que o compósito seja colocado na cavidade a cerca de 36°C.³⁶ Rueggeberg e col registaram uma temperatura final de 54.7°C

quando a unidade Calset™ foi predefinida a uma temperatura de 60°C.³⁷ Tal situação é explicada pela composição das resinas compostas que apresentam partículas inorgânicas e orgânicas, funcionando como isoladores térmicos.¹⁹ Quanto à diminuição rápida da temperatura durante o período que decorre desde a remoção do forno até à colocação na preparação, Walter e col verificam um decréscimo de cerca de 50% da temperatura nos primeiros 2 minutos e 90% em 5 minutos.^{28,29} Após 40 segundos a temperatura diminui 35%-40%¹⁷ e após 45 segundos decresce cerca de 5.2°C a 8.7°C.³⁰ O rápido arrefecimento das resinas compostas diminui os benefícios da sua termo-modificação, mas de acordo com Nie e col, mesmo arrefecendo até 40°C, os benefícios ainda podem ser alcançados em comparação com os compósitos à temperatura ambiente.

Rueggeberg e col demonstraram um aumento de temperatura de 6°C-8°C na parede pulpar num estudo *in vivo* com resinas compostas termo-modificadas em relação a resinas compostas à temperatura ambiente. Porém, é de salientar que os valores encontrados são menores do que os esperados, tendo em conta os fatores anteriormente descritos.³⁷

Tempo de fotopolimerização

Daronch e col indicam que a termo-modificação das resinas compostas permite atingir um elevado grau de conversão, com redução do tempo de fotopolimerização até 75%.³⁷ Munõz e col corroboram, mostrando que a termo-modificação a 60°C permite diminuir o tempo de fotopolimerização sem comprometer os valores de microdureza.³³

Dionysopoulos e col evidenciam que independentemente da temperatura, o aumento do tempo de fotopolimerização aumenta a microdureza, mostrando que um tempo de fotopolimerização de 10 segundos com uma resina aquecida a 55°C conduz a baixos valores de microdureza comparativamente com tempos de fotopolimerização de 20 e 40 segundos nas mesmas condições. Assim verifica-se que o tempo de fotopolimerização afeta a microdureza e o grau de conversão da resina composta e, tempos de fotopolimerização muito reduzidos, mesmo quando termo-modificada a resina, conduzem a valores significativamente baixos de microdureza.²¹ Este estudo está de acordo com Tantbiroj e col que atestam a significativa redução das propriedades mecânicas dos compósitos testados com a diminuição do tempo de fotopolimerização, pelo que os clínicos devem garantir a duração suficiente de fotopolimerização para obter ótimas propriedades.²⁹

Espessura

Uma grande espessura de película está associada a uma menor resistência da restauração à fratura e a efeitos negativos quer nas propriedades do agente cimentante, quer no suporte da restauração, provocados pela sorção de água aquando da exposição à cavidade oral. Uma grande espessura de película pode também afetar a força de adesão à cerâmica.⁴ O fenómeno de sorção de água diminui significativamente a força de flexão e o módulo de elasticidade das resinas, o que afeta principalmente as regiões mais espessas, podendo criar zonas sem suporte e conseqüente fratura da restauração durante a função. Este fenómeno pode ainda estar associado a uma expansão higroscópica do cimento.⁴ Por conseguinte, é aconselhável obter a menor espessura de película possível de forma a contrariar estes efeitos. Idealmente entre os 5 μm e 25 μm .⁵

De acordo com o referido em outros parâmetros de avaliação, a espessura de película é influenciada pela viscosidade/fluidez do material e, desta forma, condiciona a maior ou menor facilidade de escoamento do mesmo.¹⁶ Por sua vez, estes parâmetros estão subordinados à percentagem de conteúdo inorgânico e à composição da resina.⁸

Os cimentos resinosos que apresentam uma menor carga inorgânica em relação às resinas compostas exibem uma maior fluidez e conseqüentemente uma menor espessura de agente cimentante.⁸ Para solucionar esta divergência, a termo-modificação foi sugerida.³⁸ Daronch, Rueggerberg, Davari e col associam a diminuição da viscosidade e maior mobilidade molecular com o aumento de temperatura e, a sua correlação com a diminuição da espessura de película.^{37,12}

No entanto, Sampaio e col verificam que a espessura de película de resina composta quer seja termo-modificada ou não, é maior do que a espessura de cimento resinoso ou resina fluída.⁸ Os resultados destes autores estão de acordo com os obtidos no presente estudo que evidencia menor espessura de película no grupo das amostras cimentadas com cimento resinoso (valor médio de 8,55 μm), existindo diferenças estatisticamente significativas entre estas e as cimentadas com resina composta termo-modificada IPS Empress Direct (Ivoclar Vivadent) ou com a resina Estelite Omega (Tokuyama) também termo-modificada ($p(1/2)<0.001$ e $p(1/4)=0.006$). Não se verificam diferenças estatisticamente significativas entre a utilização de cimento resinoso quando comparada com resina composta termo-modificada IPS Empress Direct aplicada com vibração ultrassónica ($p(1/3)=1.000$), com Estelite Omega termo-modificada ou com Estelite Omega sem termo-modificação aplicada com vibração ultrassónica ($p(1/6)=0.109$ e $p(1/5)=0.123$).

Estas diferenças aquando da utilização de cimento resinoso estão de acordo com o preconizado e descrito acerca da fluidez deste método de cimentação que permite espessuras bastante finas. Contudo, os resultados obtidos, com valores mínimos de 6,58µm, devem-se ao escoamento ideal que ocorre *in vitro* na cimentação de duas superfícies planas, sendo de esperar que em situação clínica estes valores aumentem mas, de acordo com Simon e col, se mantenham dentro de intervalos ideais. Por outro lado, o grupo com IPS Empress Direct aquecido (grupo 2) apresenta mesmo em condições de escoamento ideais valores incompatíveis com uma adequada linha de cimentação. A diminuição abrupta na espessura de película aquando da vibração ultrassónica da resina IPS Empress Direct termo-modificada para valores médios de $19,10 \pm 9,44$ µm aponta para a possibilidade de utilização clínica desta técnica, apesar de mais estudos serem necessários para averiguar o que sucede quando é adicionada forma à preparação e, conseqüentemente, maior dificuldade no escoamento.

Nos grupos de amostras cimentadas com Estelite Omega (Tokuyama) termo-modificada sem e com aplicação de ultrassons (grupo 4 e grupo 5) e Estelite Omega à temperatura ambiente com aplicação de vibração ultrassónica (grupo 6) verificam-se valores médios de espessura de 64,10 µm, 56,37 µm e 52,29 µm, respetivamente, sem diferenças estatisticamente significativas entre si. Estes valores são superiores ao valor médio de espessura de película encontrada nas amostras cimentadas com resina composta IPS Empress Direct (Ivoclar Vivadent) termo-modificada a 50°C aplicada com vibração ultrassónica (grupo 3) (valor médio de 19,10 µm). Contudo, apesar de significativamente menores em média, não existem diferenças estatisticamente significativas entre estes quatro grupos.

É de notar que todos os grupos nos quais é utilizada a resina Estelite Omega da Tokuyama (grupo 4, grupo 5 e grupo 6), a técnica não parece ter influência significativa na espessura da película. Por outro lado, como descrito anteriormente, aquando do recurso a vibração ultrassónica na aplicação de IPS Empress Direct da Ivoclar Vivadent termo-modificada (grupo 3), a espessura de película desce significativamente quando comparada com uma técnica de aplicação sem vibração.

Mais estudos são necessários para melhor compreender o fenómeno em questão, porém podemos teorizar que ao apresentar partículas esféricas de distribuição e tamanho regulares entre os 100nm e 300nm, com um tamanho médio de 200nm, bem como ao exibir uma quantidade inorgânica 71% em volume, o Estelite Omega terá uma organização estrutural mais densa quando comparado com o IPS Empress Direct cujas partículas variam entre os 40 nm e 3 µm, com um tamanho médio de 550nm e morfologia irregular. Esta densidade aparente do Estelite Omega pode contribuir para uma menor suscetibilidade ao afastamento e deslizamento entre partículas provocado quer pelo aquecimento, quer pela vibração

ultrassónica. De forma lógica, ao apresentar partículas esféricas regulares em grande quantidade, envoltas por uma escassa quantidade de matriz, será de esperar que haja menos espaço livre inter-partículas, preenchido por matriz resinosa, para movimentação e desorganização das mesmas, exibindo assim menor viscosidade à temperatura ambiente quando comparado com resinas compostas de partículas mais irregulares, mas sem grande alteração do seu escoamento com tratamento térmico ou vibração.

A título explanatório metafórico, podemos comparar o Estelite Omega a um recipiente com 71% do seu volume ocupado por bolas de golfe envoltas em areia que preenche os restantes 29% do volume livre. Comparemos ainda, a título exemplificativo, o IPS Empress Direct ao mesmo recipiente mas desta vez preenchido em 52% do seu volume com bolas de basquete, bolas de rugby, bolas de futebol e algumas bolas de golfe envoltas em 48% (quase metade) de areia. Nesta transposição de conceitos é simples compreender que ao vibrar o recipiente só com bolas de golfe, a areia deslocar-se-á com uma dificuldade significativamente maior e, conseqüentemente o conteúdo do recipiente sofrerá menor movimentação que a mesma situação aplicada ao recipiente com os diferentes tamanhos de bolas e maior quantidade de areia a envolve-las. Neste exemplo é ainda perceptível que sem qualquer vibração, o conteúdo do recipiente com bolas de golfe seja mais fácil de deslocar que o outro, ou seja, aplicando ao estudo, entende-se que sem modificação o Estelite Omega apresente menores espessuras de película quando comparado com o IPS Empress Direct também sem modificação térmica ou vibração.

Limitação do estudo

O presente estudo permitiu avaliar a espessura da interface restauração-agente cimentante-dente usando diferentes resinas compostas e diferentes técnicas na cimentação adesiva. No entanto, apresenta algumas limitações como o número de amostras reduzido por grupo, ausência de morfologia e cimentação de superfícies planas que potenciam o escoamento. Neste âmbito, a transposição dos resultados encontrados para a realidade clínica requer mais estudos que mimetizem estas condições.

Conclusão

Considerando as limitações inerentes à metodologia *in vitro* deste estudo, a utilização de cimento resinoso e resina composta IPS Empress Direct termo-modificada a 50°C aplicada com vibração ultrassónica proporciona uma espessura da interface dente-cimento-restauração adequada para a cimentação, sendo que o primeiro apresenta o menor valor de espessura encontrado. Por outro lado, a utilização de IPS Empress Direct termo-modificado a 50°C e Estelite Ómega termo-modificado ou sem termo-modificação, aplicado com ou sem recurso a vibração ultrassónica, não é adequada dado que confere valores de espessura de película muito superiores aos considerados ideais. Não se verificam diferenças significativas entre os grupos cimentados com Estelite Ómega nas diferentes condições descritas.

Assim, tendo em conta os valores de p obtidos, rejeita-se a hipótese nula, ou seja, os diferentes materiais e técnicas na cimentação conferem espessuras de película semelhantes.

A inexistência de outros estudos que comparem diferentes cimentos resinosos e resinas compostas termo-modificadas, associada às limitações deste trabalho, tornam imprescindível a realização de mais investigação com qualidade e validade científica.

Bibliografia

1. Hill EE, Lott J. A clinically focused discussion of luting materials. *Aust Dent J*. 2011;56(SUPPL. 1):67–76.
2. Weiner R. Liners , Bases , and Cements Review, An In-depth Part 1. 2009;
3. Hill EE. Dental Cements for Definitive Luting: A Review and Practical Clinical Considerations. *Dent Clin North Am*. 2007;51(3):643–58.
4. Manso AP, Silva NRFA, Bonfante EA, Pegoraro TA, Dias RA, Carvalho RM. Cements and adhesives for all-ceramic restorations. *Dent Clin North Am*. 2011;55(2):311–32.
5. Simon JF, Darnell L a. Considerations for proper selection of dental cements. *Compend Contin Educ Dent Jamesbg NJ* 1995. 2012;33(1):28–30, 32, 34-5, 38.
6. Pegoraro TA, da Silva NRFA, Carvalho RM. Cements for Use in Esthetic Dentistry. *Dent Clin North Am*. 2007;51(2):453–71.
7. Uctasli MB, Arisu HD, Lasilla LV, Valittu PK. Effect of preheating on the mechanical properties of resin composites. *Eur J Dent*. 2008;2(4):263–8.
8. Sampaio CS, Barbosa JM, Cáceres E, Rigo LC, Coelho PG, Bonfante EA, et al. Volumetric shrinkage and film thickness of cementation materials for veneers: An in vitro 3D microcomputed tomography analysis. *J Prosthet Dent*. 2016;1–8.
9. Arslan S, Demirbuga S, Tuncay O, Ucar F, Zorba Y. The effect of pre-heating silorane and methacrylate-based composites on microleakage of Class V restorations. *Eur J Gen Dent*. 2012;1(3):178.
10. Demirbuga S, Ucar FI, Cayabatmaz M, Zorba YO, Cantekin K, Kilinc HI. Microshear bond strength of preheated silorane- and methacrylate-based composite resins to dentin. *Scanning*. 2015;38(1):1–7.
11. Mundim FM, Garcia LDFR, Cruvinel DR, Lima FA, Bachmann L, Pires-De-Souza FDCP. Color stability, opacity and degree of conversion of pre-heated composites. *J Dent*. 2011;39(SUPPL. 1):25–9.
12. Davari A, Daneshkazemi A, Behniafar B, Sheshmani M. Effect of Pre-heating on Microtensile Bond Strength of Composite Resin to Dentin. *J Dent (Tehran)*. 2014;11(5):569–75.
13. Deb S, Di Silvio L, Mackler HE, Millar BJ. Pre-warming of dental composites. *Dent*

- Mater. 2011;27(4):e51–9.
14. Jongsma LA, Kleverlaan CJ. Influence of temperature on volumetric shrinkage and contraction stress of dental composites. *Dent Mater.* 2015;31(6):721–5.
 15. Tauböck TT, Tarle Z, Marovic D, Attin T. Pre-heating of high-viscosity bulk-fill resin composites: Effects on shrinkage force and monomer conversion. *J Dent.* 2015;43(11):1358–64.
 16. Da Costa J, McPharlin R, Hilton T, Ferracane J. Effect of heat on the flow of commercial composites. *Am J Dent.* 2009;22(2):92–6.
 17. Fróes-Salgado NR, Silva LM, Kawano Y, Francci C, Reis A, Loguercio AD. Composite pre-heating: Effects on marginal adaptation, degree of conversion and mechanical properties. *Dent Mater.* 2010;26(9):908–14.
 18. Sabatini C, Blunck U, Denehy G, Munoz C. Effect of pre-heated composites and flowable liners on Class II gingival margin gap formation. *Oper Dent.* 2010;35(6):663–71.
 19. D’Amario M, Pacioni S, Capogreco M, Gatto R, Baldi M. Effect of Repeated Preheating Cycles on Flexural Strength of Resin Composites. *Oper Dent.* 2013;38(1):33–8.
 20. Weiner R. Liners , Bases , and Cements Review, An In-depth Part 3. 2009;
 21. Dionysopoulos D, Papadopoulos C, Koliniotou-Koumpia E. Effect of temperature, curing time, and filler composition on surface microhardness of composite resins. *J Conserv Dent.* 2015;18(2):114–8.
 22. dos Santos REA, Lima AF, Soares GP, Ambrosano GMB, Marchi GM, Lovadino JR, et al. Effect of preheating resin composite and light-curing units on the microleakage of Class II restorations submitted to thermocycling. *Oper Dent.* 2011;36(1):60–5.
 23. Wagner WC, Asku MN N AL. Effect of preheating resin composite on restoration microleakage. *Oper Dent.* 2008;72–8.
 24. Lohbauer U, Zinelis S, Rahiotis C, Petschelt A, Eliades G. The effect of resin composite pre-heating on monomer conversion and polymerization shrinkage. *Dent Mater.* 2009;25(4):514–9.
 25. Stamatacos C, Simon JF. Cementation of indirect restorations: an overview of resin

- cements. *Compend Contin Educ Dent*. 2013;34(1):42–6.
26. Lucey S, Lynch CD, Ray NJ, Burke FM, Hannigan A. Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness of a resin composite. *J Oral Rehabil*. 2010;37(4):278–82.
 27. Weiner R. *Liners , Bases , and Cements Review, An In-depth Part 4*. 2009;
 28. Walter R, Swift EJ, Sheikh H, Ferracane JL. Effects of temperature on composite resin shrinkage. *Quintessence Int*. 2009;40(10):843–7.
 29. Tantbirojn D, Augustson DG. Hardness and postgel shrinkage. 2011;42:51–60.
 30. Ayub K V., Santos GC, Rizkalla AS, Bohay R, Pegoraro LF, Rubo JH, et al. Effect of preheating on microhardness and viscosity of 4 resin composites. *J Can Dent Assoc (Tor)*. 2014;80.
 31. Calheiros FC, Daronch M, Rueggeberg FA, Braga RR. Effect of temperature on composite polymerization stress and degree of conversion. *Dent Mater*. 2014;30(6):613–8.
 32. Watts DC, Alnazzawi A. Temperature-dependent polymerization shrinkage stress kinetics of resin-composites. *Dent Mater*. 2014;30(6):654–60.
 33. Muñoz CA, Bond PR, Sy-Muñoz J, Tan D, Peterson J. Effect of pre-heating on depth of cure and surface hardness of light-polymerized resin composites. *Am J Dent*. 2008;21(4):215–22.
 34. Mohammadi N, Jafari-Navimipour E, Kimyai S, Ajami AA, Bahari M, Ansarin M, et al. Effect of pre-heating on the mechanical properties of silorane-based and methacrylate-based composites. *J Clin Exp Dent*. 2016;18(4):373–8.
 35. D’Amario M, De Angelis F, Vadini M, Marchili N, Mummolo S, D’Arcangelo C. Influence of a Repeated Preheating Procedure on Mechanical Properties of Three Resin Composites. *Oper Dent*. 2015;40(2):181–9.
 36. Daronch M, Rueggeberg FA, Hall G, De Goes MF. Effect of composite temperature on in vitro intrapulpal temperature rise. *Dent Mater*. 2007;23(10):1283–8.
 37. Rueggeberg FA, Daronch M, Browning WD, De Goes MF. In vivo temperature measurement: Tooth preparation and restoration with preheated resin composite. *J Esthet Restor Dent*. 2010;22(5):314–22.
 38. Choudhary N, Kamat S, Mangala T, Thomas M. Effect of pre-heating composite resin

on gap formation at three different temperatures. Vol. 14, Journal of conservative dentistry. 2011. p. 191–5.

Anexos

Listagem de figuras e tabelas:

Fig.1 Representação do dispositivo mecânico utilizado

Fig.2 Visualização dos dados provenientes da célula de carga após calibração, 0 N.

Fig.3 Visualização dos dados provenientes da célula de carga durante um teste, 30N. Força exercida sobre os discos.

Fig.4 Fotomicrografia representativa do grupo 1, com ampliação de 500 vezes

Fig.5 Fotomicrografia representativa do grupo 1, com ampliação de 2500 vezes

Fig.6 Fotomicrografia representativa do grupo 3, com ampliação de 500 vezes

Fig.7 Fotomicrografia representativa do grupo 3, com ampliação de 2500 vezes

Fig.8 Fotomicrografia representativa do grupo 2, com ampliação de 500 vezes

Fig.9 Fotomicrografia representativa do grupo 4, com ampliação de 500 vezes

Fig.10 Fotomicrografia representativa do grupo 5, com ampliação de 500 vezes

Fig.11 Fotomicrografia representativa do grupo 6, com ampliação de 500 vezes

Fig.12 Diagrama de extremos e quartis com a distribuição dos valores de espessura nos grupos em estudo

Tabela I: Características dos agentes cimentantes usados no protocolo de cimentação

Tabela II – Estatística descritiva e comparação das medições entre os grupos

Tabela III: Valores de p comparando cada um dos grupos com um nível de significância de 0.05

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Fernando Guerra, o orientador deste projeto, pela disponibilidade e ensinamentos que nos transmite, que vão muito além da medicina dentária.

Ao Mestre Rui Falacho, o co-orientador deste projeto. A forma como transmite o que sabe sem deixar nada por dizer e partilha todo o seu conhecimento de forma altruísta, é encorajadora. Devo-lhe um enorme obrigado por toda a paciência, disponibilidade, força, calma e incentivo que me tem dado nos últimos anos, mas principalmente durante este último ano. Este foi um ano intenso, em que tinha não só um curso para fazer, mas tinha também aos ombros o NEMD/AAC e, sem dúvida, foi precisa muita a paciência quando eu, por isto ou por aquilo, tinha de atrasar a entrega de algo (sem nunca me facilitar a vida, claro). Um obrigado gigante, por me ter moldado naquilo em que me tornei.

Ao Prof. Doutor Luís Roseiro, pelo conhecimento transmitido, disponibilidade absoluta e simpatia, que tornaram a prática laboratorial mais rica e rigorosa com o sistema mecânico propositadamente construído para este projeto.

Ao Prof. Doutor João Carlos Ramos, pela disponibilidade, conhecimento e espírito crítico que coloca sempre em tudo e, principalmente neste projeto.

À Professora Doutora Teresa Vieira e Dr. Carlos Patacas, que tornaram possível a ponte entre a Faculdade de Medicina e o Instituto Pedro Nunes, para a realização da microscopia, demonstrando uma disponibilidade incrível e sempre encorajadora.

Ao Prof. Doutor Francisco Caramelo e Prof. Doutora Bárbara Oliveiros, pela simpatia, disponibilidade a 100% e atenção na contribuição de uma das partes mais importantes deste projeto, a estatística e tratamentos dos resultados, e que sem eles não seria a mesma coisa.

À Cláudia Brites, que cede facilmente a qualquer pedido que lhe é endereçado, sempre com um sorriso no rosto independentemente da quantidade de trabalho que tenha em mãos. A sua simpatia, disponibilidade e carinho foram inigualáveis e essenciais para a execução da parte laboratorial do projeto.

Ao Bruno Gonçalves, que do dia para a noite, se prontificou a explicar-me bases da estatística e quando eu precisei, lá estava ele. Muito Obrigado.

A toda a minha família, porque lhe devo tudo o que sou hoje. Obrigado pelo apoio constante e incondicional. Podia perder imensos parágrafos a descrever cada um deles e o forte impacto que cada um tem na minha vida, mas gostava só de agradecer por todo o amor, carinho e proteção que me deram e continuam a dar. Se estou formada a eles se deve. Sempre tive tudo o que precisei na hora certa e a única coisa que pediram em troca era que eu fosse feliz, nunca baixasse os braços e os continuasse a encher de orgulho. Essa é uma promessa que tentarei manter sempre.

Aos amigos de sempre e para sempre, OBRIGADO...

Índice

Sumário	I
Resumo	II
Abstract.....	III
Introdução.....	1
Materiais e Métodos	3
Pesquisa Bibliográfica	3
Preparação dos discos de resina	3
Protocolo Experimental	3
Protocolo de cimentação	5
Análise microscópica.....	7
Medição da espessura de película	8
Análise Estatística	8
Resultados.....	9
Pesquisa Bibliográfica	9
Análise microscópica.....	9
Análise Estatística	10
Discussão	12
Viscosidade, Adaptação e Manuseamento	12
Microinfiltração	13
Cor.....	14
Grau de conversão	15
Contração de polimerização.....	15
Stress de contração.....	16
Propriedade Mecânicas e Físicas	17
Força de adesão.....	17
Influência Pulpar	18
Tempo de fotopolimerização	19
Espessura.....	20
Limitação do estudo	22
Conclusão.....	23
Bibliografia	24
Anexos.....	28
Listagem de figuras e tabelas	28
Agradecimentos.....	29
Índice	30