

Mestrado Integrado em Medicina Dentária
Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra



**Cimentação adesiva: Avaliação da espessura da película em
diferentes materiais e técnicas – Estudo Piloto**

Ana Sofia de Sousa Cardoso

Orientador: Prof. Doutor Fernando Guerra
Co-orientador: Mestre Dr. Rui Isidro Falacho

Coimbra, 2016

Cimentação adesiva: Avaliação da espessura da película em diferentes materiais e técnicas – Estudo Piloto

Cardoso A, Guerra F, Falacho RI

Departamento de Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Av. Bissaya Barreto, Blocos de Celas

3000-075 Coimbra

Portugal

E-mail: ana.sofia_luna@hotmail.com

Abstract

Aim: Evaluate adhesive luting using a resin cement and thermo-modified composite with or without the application of ultrasonic vibration, displaying the similarities or differences between these materials and techniques, regarding the film thickness of the luting agent in the restoration-cement-tooth interface.

Materials and Methods: Thirty resin discs were randomly divided into 3 groups (n = 15) and each was luted to another with: resin cement, thermo-modified composite with ultrasonic vibration and thermo-modified composite without ultrasonic vibration. Subsequently, the bonding interface was observed by scanning electron microscopy and measured using Adobe Photoshop CC software.

Results: The samples luted with resin cement and thermo-modified composite with ultrasonic vibration present a bonding interface thickness significantly lower than the samples luted with thermo-modified composite without the application of ultrasonic vibration. The thinnest interface was observed in the group where the samples were luted with resin cement. There is no statistical significant difference between the group where the samples were luted with resin cement the group where the samples were luted with thermo-modified composite with ultrasonic vibration.

Conclusion: Resin cement and thermo-modified composite with ultrasonic vibration are both good choices as luting agents for indirect restorations, contrary to thermo-modified composite used without ultrasonic vibration.

Keywords: luting, resin cement, composite, ultrasonic vibration.

Resumo

Objetivo: Avaliar a cimentação adesiva com recurso a cimento resinoso e a resina composta termo-modificada aplicada com ou sem vibração ultrassónica, evidenciando as semelhanças ou diferenças entre estes materiais e técnicas no que concerne à espessura do agente cimentante na interface restauração-cimento-dente.

Materiais e métodos: Trinta discos de resina foram aleatoriamente distribuídos em 3 grupos (n=15), onde cada um foi cimentado a outro com: cimento resinoso, compósito termo-modificado com vibração ultrassónica e compósito termo-modificado sem aplicação de vibração ultrassónica. Posteriormente, a espessura da interface adesiva foi observada através de microscópio eletrónico de varrimento e medida com recurso ao software Adobe Photoshop CC.

Resultados: As amostras cimentadas com cimento resinoso e compósito termo-modificado com vibração ultrassónica apresentam espessura de interface adesiva significativamente menor que as amostras cimentadas com compósito termo-modificado sem aplicação de vibração ultrassónica. A menor espessura de interface adesiva foi observada no grupo em que as amostras foram cimentadas com cimento resinoso, no entanto esta não apresenta diferença estatisticamente significativa com o grupo em que as amostras foram cimentadas com compósito termo-modificado com vibração ultrassónica.

Conclusão: Cimento resinoso e compósito termo-modificado com vibração ultrassónica são boas escolhas como agentes de cimentação de restaurações indiretas, contrariamente ao compósito termo-modificado aplicado sem vibração ultrassónica.

Palavras-chave: cimentação, cimento resinoso, compósito, vibração ultrassónica.

Introdução

As restaurações dentárias podem ser diretas, quando uma preparação é imediatamente obturada *in situ* após a sua execução; ou indiretas, quando uma restauração é processada de forma diferida ou em laboratório e posteriormente aderida/cimentada a uma preparação dentária previamente realizada.¹ Uma restauração indireta tem como vantagens principais o controlo sobre a contração de polimerização, uma maior rigidez do material e uma melhor anatomia no que diz respeito ao ponto de contacto, podendo ser executada em resina composta ou cerâmica. Comparativamente à resina, a cerâmica apresenta-se como um material nobre, conferindo melhores resultados estéticos a médio e longo prazo, mantendo características como cor, forma, textura e brilho inalterados ao longo do tempo; e uma maior dureza e resistência a fraturas.

Qualquer restauração indireta necessita de um agente de cimentação que a una ao dente preparado.² A cimentação trata-se de um passo essencial para garantir a retenção, selamento marginal e durabilidade das restaurações.³ Simon e Darnell⁴, enumeraram como características desejáveis de um cimento: ligação estável entre a estrutura dentária remanescente e a restauração, resistência de união às forças exercidas durante a mastigação e parafunções, baixa solubilidade em fluídos orais, baixa espessura de película, biocompatibilidade com os tecidos orais, radiopacidade, estabilidade de cor e fácil manuseio.

Vários cimentos foram utilizados, ao longo dos tempos, para cimentar restaurações indiretas a preparações dentárias. Dentro desses destacam-se: óxido de zinco eugenol, fosfato de zinco, poliacarboxilato, ionómero de vidro, ionómero de vidro modificado por resinas e resinas compostas.¹ Estas últimas podem utilizar-se quer como cimentos resinosos quer como resina composta termo-modificada.

Os cimentos resinosos podem ser classificados, de acordo com o mecanismo de ativação, como ativáveis quimicamente, fotoativáveis ou de dupla polimerização.^{3,5} Estes possuem alta elasticidade, resistência à tração e compressão e baixa solubilidade, apresentando, no entanto, elevada sensibilidade técnica e custo.³

O compósito termo-modificado, apesar de ainda pouco estudado, tem mostrado melhores propriedades físicas e mecânicas, como maior velocidade na reação de polimerização e melhor resistência de união à flexão e microcisalhamento, comparativamente a compósito à temperatura ambiente. No entanto, apresenta uma elevada sensibilidade técnica, devido ao rápido arrefecimento da resina a partir do momento em que é retirado do dispositivo de aquecimento até que é colocada em boca, e uma espessura de película considerável.⁶⁻⁷

A diferença na composição dos cimentos resinosos e compósitos termo-modificados (compósitos convencionais) encontra-se na carga, ou seja, na percentagem de partículas inorgânicas, que é menor nos primeiros.⁴ Para além de outras características, a carga tem grande influência no escoamento do material. Assim, quanto menor a carga, maior será o escoamento de um material, à temperatura ambiente. Quanto à noção de escoamento, este consiste no processo de movimentação das moléculas de um material umas em relação às outras e aos limites impostos, sob a ação de uma força tangencial. No que toca à cimentação, quanto maior for o escoamento do agente cimentante, menor será a espessura de película restauração-cimento-dente. Remetendo mais uma vez para as resinas utilizadas em cimentação, dado que a carga em resinas compostas convencionais é superior à dos cimentos resinosos e, desta forma, apresentam menor escoamento, é necessário encontrar estratégias para melhorar esta característica. Assim, torna-se útil termo-modificar compósito quando se pretende utilizá-lo como agente de cimentação, de forma a obter um maior escoamento com o aumento de temperatura e desorganização molecular espacial.

A bibliografia na área da adesão tem sofrido um crescimento avassalador, porém várias são as questões ainda por responder. Na revisão bibliográfica efetuada, tendo em conta os critérios de pesquisa utilizados, não foi encontrado qualquer estudo que compare as propriedades da cimentação de cimento resinoso com compósito termo-modificado. Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar a cimentação adesiva com recurso a cimento resinoso e a resina composta termo-modificada, quer da forma convencional, quer da mesma associada à aplicação de vibração ultrassónica, evidenciando as semelhanças ou diferenças entre estes materiais e técnicas no que concerne à espessura do agente cimentante na interface restauração-cimento-dente. A hipótese nula é todos os materiais, assim como todas as técnicas de cimentação conferirem películas de espessura semelhantes.

Materiais e Métodos

Pesquisa bibliográfica

Para a elaboração deste trabalho, recorreu-se à base de dados eletrónica PubMed/MEDLINE, com a utilização das palavras-chave "heating composite", "heated composite", "resin cements" e "dentistry" combinadas através dos conectores booleanos "AND" e "OR".

A pesquisa apenas englobou artigos publicados em língua inglesa, entre maio de 2006 e maio de 2016. Aquando da utilização das palavras-chaves "resin cements" somente foram incluídos artigos de revisão.

Após pesquisa inicial, procedeu-se à seleção dos resultados mediante título e resumo, em conformidade com a relevância do respetivo conteúdo científico. Posteriormente à análise e seleção primária dos resultados de interesse, foram obtidos os textos integrais dos mesmos. Seguidamente à sua leitura, foram adicionadas publicações suplementares consideradas da mesma forma relevantes, por referência cruzada.

Preparação dos discos de resina

Trinta 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 com o fotopolimerizador Bluephase® G2 (Ivoclar Vivadent) a 650 mw/cm².

Desenho experimental

Os discos de resina foram aleatoriamente distribuídos em 3 grupos, onde cada um foi cimentado a outro:

Grupo 1 (n=5): amostras cimentadas com cimento resinoso à temperatura ambiente (22°C).

Grupo 2 (n=5): amostras cimentadas com compósito termo-modificado a 50°C aplicado com vibração ultrassónica.

Grupo 3 (n=5): amostras cimentadas com compósito termo-modificado a 50°C aplicado sem vibração ultrassónica.

Protocolo de cimentação

Depois de selecionados aleatoriamente, os discos de resina foram agrupados dois a dois e numerados para que se mantivessem os mesmos pares ao longo do protocolo.

Independentemente do grupo em estudo, todos os discos de resina foram cimentados utilizando-se uma pressão constante de 30 N avaliada por medição contínua num protótipo para medição da força de prensão disponibilizado pelo Exmo. Sr. Professor Luís Roseiro, professor adjunto do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, num ambiente com temperatura controlada (22°C). A força empregue (30 N) resultou da calibração relativa no sensor utilizado, através de medições prévias que visaram calcular e estabelecer um valor médio de carga exercida por um operador real, calibrado na cimentação de restaurações posteriores com recurso à técnica de assentamento com utilização do instrumento OptraSculpt Pad (Ivoclar Vivadent). Este instrumento está indicado para o assentamento de restaurações indiretas dado que, por aumentar o braço de alavanca, permite potenciar a força digital exercida pelo operador, maximizando assim a carga exercida sobre a peça a cimentar.

Grupo 1

Todos os discos sofreram sandblasting com óxido de alumínio com 50 µm na respetiva superfície interna. Seguidamente, as superfícies foram abundantemente irrigadas com água e secas com jato de ar. Sucedeu-se a silanização dos discos e 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 jato de ar, sem polimerizar. De seguida, colocou-se o cimento Variolink Esthetic LC (Ivoclar Vivadent) sobre um disco, posicionando o segundo disco sobre o primeiro, exercendo-se força controlada sobre ambos com o instrumento OptraSculpt Pad durante 60 segundos. Após remoção dos excessos com OptraSculpt (Ivoclar Vivadent), polimerizou-se quatro vezes durante 20 segundos. Finalmente, aplicou-se gel aquoso à base de glicerina sobre os limites das amostras e fotopolimerizou-se novamente duas vezes durante 20 segundos.

Grupo 2

Repetiu-se o protocolo de cimentação do grupo 2, 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). Após o assentamento com força controlada durante 60 segundos, aplicou-se vibração ultrassónica sobre as amostras durante 20 segundos, com a ponta ultrassónica Ultra Fusion® (CVDentus) indicada para o efeito, exercendo movimentos suaves, do centro para a periferia, sem a aplicação de pressão.

Grupo 3

Bisou-se o protocolo de cimentação do grupo descrito anteriormente, sem aplicação de vibração ultrassónica.

Análise microscópica

Após cimentação, cada amostra de qualquer grupo sofreu cortes perpendiculares de 1mm executados no equador do conjunto de discos. Os cortes foram polidos e submetidos a um banho de ultrassons durante 5 minutos. De seguida, as amostras foram desidratadas, sendo imersas em soluções de concentrações crescentes de etanol (50%, 75%, 95% e 100%) durante 3 minutos cada. Para medição da espessura da interface resina-cimento-resina, cada espécimen foi incluído num suporte microscópico com cola de carbono, revestido com banho de ouro-paládio, durante 3 minutos e analisado em microscópio eletrónico de varrimento (MEV; Hitachi S-4100, Japão). A partir de cada amostra, foi tomada uma fotomicrografia numa ampliação de 500 e de 2500 vezes.

Medição da espessura de película do agente cimentante

Para medição da espessura da interface do agente cimentante utilizou-se o software Adobe Photoshop CC.

Depois de aberta cada imagem neste software, traçou-se uma linha vermelha sobre cada interface adesiva (previamente corada com rodamina). Em situações em que a interface não se encontrava definida, esta linha foi traçada pelos pontos médios da interface.

Após este procedimento, procedeu-se à calibragem das medidas com a ferramenta "Ruler", selecionando "Image" > "Analysis" > "Set Measurement Scale" > "Custom" e colocando a quantidade linear de pixéis na escala dada pelo microscópio no campo "Pixel Length" e o valor real dado pela escala do microscópio no campo "Logical Length".

Depois da calibração, obteve-se a medida real, efetuando-se uma medida linear a 90° entre as linhas inicialmente traçadas. Após esta medição, selecionou-se o parâmetro "Record Measurements" que permitiu gravar num ficheiro .txt a medida calibrada e a real em cada amostra.

Análise estatística

Para descrição da variável espessura optou-se por apresentar a sua média e mediana e também, o desvio padrão, o mínimo e o máximo. Para avaliar diferenças entre os grupos optou-se por usar o teste de Kruskal-Wallis, uma vez que o número de medidas efetuadas foi

pequeno (n=5). Realizaram-se testes post-hoc de Mann-Whitney com correção de comparações múltiplas de Dunn-Sidak.

A análise de resultados foi realizada na plataforma estatística IBM® SPSS® tendo-se assumido um nível de significância de 5% ($\alpha=0.05$).

Resultados

Pesquisa bibliográfica

Da pesquisa inicial foram identificados 157 artigos através da pesquisa na base de dados eletrônica PubMed/ MEDLINE. Seleccionaram-se 35 dos quais, após leitura integral, se incluíram 31. Por referência cruzada, foram ainda integrados 6 artigos sobre os quais incidiu o presente trabalho.

Análise microscópica

Pode observar-se uma fotomicrografia representativa de cada grupo nas fig. 1 a 3, com ampliação de 500 vezes e nas fig. 4 e 5 com ampliação de 2500 vezes dos grupos 1 e 2.

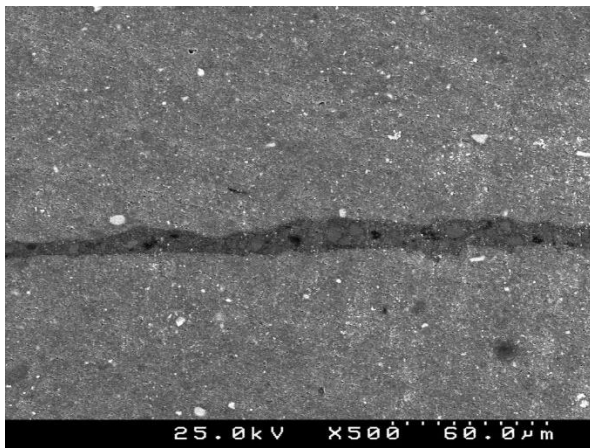


Fig. 1 Fotomicrografia representativa do grupo 1, ampliada 500 vezes.

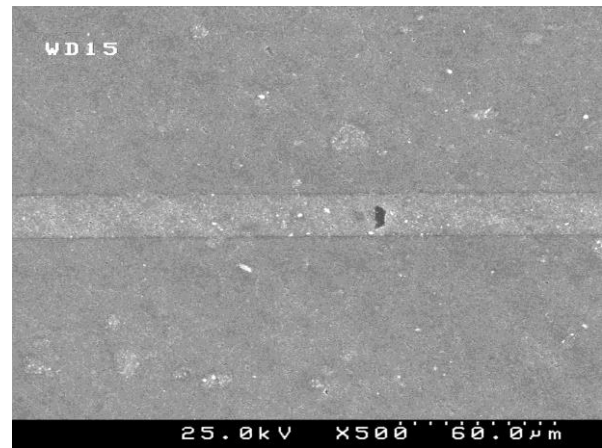


Fig. 2 Fotomicrografia representativa do grupo 2, ampliada 500 vezes.

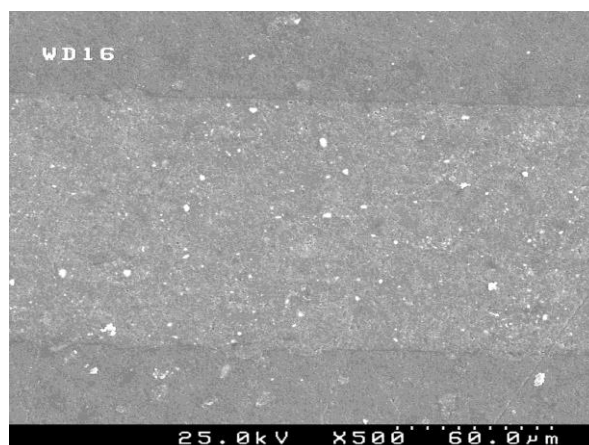


Fig. 3 Fotomicrografia representativa do grupo 3, ampliada 500 vezes.

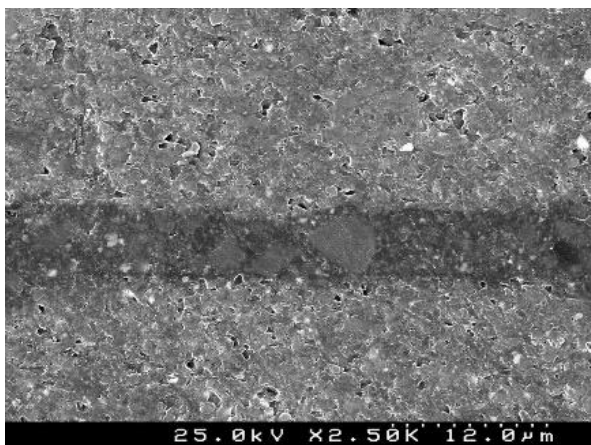


Fig. 4 Fotomicrografia representativa do grupo 1, ampliada 2500 vezes.

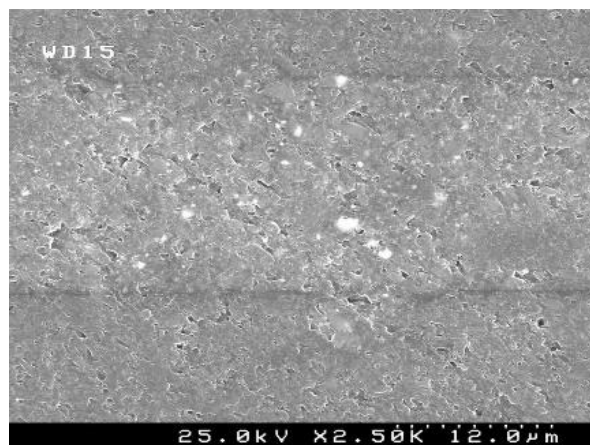


Fig. 5 Fotomicrografia representativa do grupo 2, ampliada 2500 vezes.

Análise estatística

A tabela I mostra algumas estatísticas relativas à espessura, para os diferentes grupos testados.

	média ± dp	mediana	min/max
Cimento resinoso (n=5)	14.25 ± 6.5	14.95	5.1/20.6
Resina Termo-modificada com vibração ultrassônica (n=5)	20.1 ± 4.1	20.3	15.0/24.5
Resina Termo-modificada (n=5)	105.0 ± 7.2	108.8	96.7/112.6

Tabela I: Estatísticas relativas à espessura, em micrómetros, para os grupos em estudo.

A distribuição de valores de espessura nos três grupos pode ser observada na figura 6.

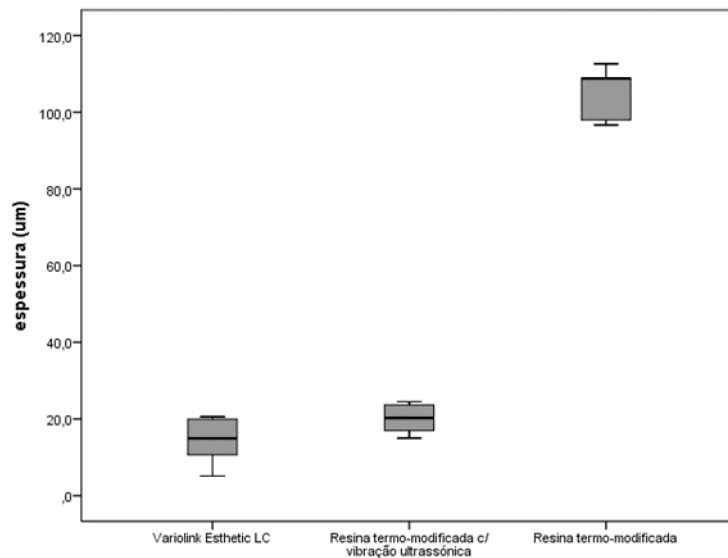


Fig. 6 Diagrama de extremos e quartis com a distribuição de valores de espessura nos grupos em estudo.

Observam-se diferenças estatisticamente significativas ($\chi^2 (2)=10.5;p=0.005$) entre os grupos considerados. Comparando os grupos entre si observa-se que existem diferenças entre o grupo 1 e 3 ($p=0.004$) não existindo significância estatística nas demais comparações entre grupos. No entanto, antes da aplicação do método de correção de comparações múltiplas (correção Dunn-Sidak) observa-se que existem também diferenças significativas entre os grupos 2 e 3, sendo que este caso representa um viés técnico associado à metodologia estatística e que deve ser negligenciado (o valor de p antes da correção é 0.034 e depois passa a 0.102).

Discussão

Espessura de película

O sucesso de uma restauração indireta encontra-se intimamente relacionado com uma cimentação adequada que depende, entre vários fatores, da espessura de película do agente de cimentação, que se traduz na medida da interface dente-cimento-restauração. Segundo Manso e col⁸, quanto menor esta interface, maior será a resistência de união e a resistência à fratura de uma restauração, devendo manter-se uma espessura máxima de 50µm de cimento. Já Simon e Darnell⁴ defendem que a espessura de cimento na interface dente-cimento-restauração ideal deve encontrar-se entre 5 e 25 µm. Desta forma e segundo os resultados do presente estudo, a utilização de cimento resinoso, com valores de espessura entre 5,11 µm e 20,6 µm, e compósito termo-modificado aplicado com vibração ultrassónica, com valores de espessura entre 15,0 µm e 24,5 µm, como agentes cimentantes é adequada. Pelo contrário, o grupo 3, com valores de espessura entre 96,7 µm e 112,6 µm, mostra que a utilização de compósito termo-modificado sem aplicação de vibração ultrassónica é desadequada para uma boa cimentação. A diferença de valores de espessura de película é facilmente constatada quando observamos as fotomicrografias de cada grupo (fig. 1 a 3). Assim, a hipótese nula do presente estudo é rejeitada, uma vez que os grupos 1 e 2 apresentam valores de espessura significativamente inferiores aos do grupo 3.

A partir da pesquisa bibliográfica realizada, não foi encontrado qualquer estudo que comparasse compósito termo-modificado e cimento resinoso. No que respeita ao compósito termo-modificado, apenas um estudo sobre espessura de película foi encontrado sendo este, no entanto, comparado a compósito à temperatura ambiente. Blalock e col⁶ compararam a espessura de película de 7 compósitos convencionais [Heliomolar RO (Ivoclar Vivadent), Esthet X (Dentsply Caulk, Milford, DE USA), Filtek Supreme (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), Filtek A110 (3M ESPE), SureFil (Dentsply Caulk), Point 4 (Kerr Corp., Orange, Califórnia, USA) e Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent)] e 5 resinas fluídas à temperatura ambiente e com termo-modificação a 54 e 60°C. Verificou-se uma diminuição significativa na espessura para todos os materiais, à exceção de SureFil e Filtek A110. No entanto, essa diferença não se mostrou significativa comparando a espessura com termo-modificação a 54 e a 60°C nem se verificou qualquer relação com a classificação e carga das resinas ou forma das partículas.

Uma das hipóteses deste estudo é se a vibração ultrassónica aplicada aquando da cimentação provoca a diminuição da espessura da película em resinas termo-modificadas, quando comparada com cimentação sem vibração ultrassónica, uma vez que desta termo-modificação resulta a melhoria da mobilidade molecular, aumentando a frequência da colisão

entre partículas reativas.⁹ Esta hipótese foi aceite, uma vez que foram encontrados resultados de espessura de película no grupo 2 significativamente menores aos registados no grupo 3. A espessura de película dos agentes cimentantes pode ser influenciada pela força exercida durante o assentamento dos materiais e caso este fosse feito sem a ajuda de instrumentos precisos de medição, esta não seria calibrada. Desta forma, a força exercida no assentamento dos materiais foi previamente calibrada com um protótipo para medições da força de prensão e cada amostra assente com o OpraSculp Pad, uma vez que é o único instrumento indicado para o efeito.

Viscosidade

Devido à sua menor composição em carga inorgânica, o cimento resinoso apresenta uma viscosidade consideravelmente menor comparativamente a um compósito convencional à temperatura ambiente, o que por sua vez lhe confere um maior escoamento e espessura de película mais apropriada à cimentação, chegando mesmo a observar-se uma espessura de película de 5,11 µm no grupo 1.

A literatura mostra que a viscosidade das resinas diminui com o aumento de temperatura.¹⁰⁻¹¹ No entanto, esta é apresentada como estatisticamente não significativa segundo Da Costa e col¹², que compararam a viscosidade de 18 marcas convencionais de compósito à temperatura ambiente e termo-modificadas a 54 e 68°C com a de 4 resinas fluídas. Neste estudo, Esthet-X foi a única resina que mostrou redução na espessura de película a 68°C.

No corrente estudo, os menores valores de espessura de película registados no grupo 2 comparativamente ao grupo 3, mostram, de forma indireta, que a aplicação de vibração ultrassónica origina menor viscosidade no compósito termo-modificado, de forma a adequar a utilização deste material à cimentação.

Propriedades óticas

O cimento resinoso utilizado no presente estudo trata-se de um cimento fotoativável. Este tipo de cimento comparativamente aos de ativação química ou dupla, apresenta-se vantajoso em termos de estabilidade de cor^{3,7} devido às aminas deste serem mais resistentes à oxidação que as de cimentos de outro tipo.¹³

Dos estudos obtidos a partir da pesquisa bibliográfica, apenas um¹³ avalia as propriedades óticas do compósito termo-modificado em comparação com as mesmas à temperatura ambiente. Nenhuma diferença significativa foi observada na estabilidade de cor nem na variação de opacidade.¹⁴

Desta forma, quer cimento resinoso fotoativável, quer compósito termo-modificado aplicado com recurso a ultrassons têm indicação para restaurações estéticas, isentas de metal e

suficientemente finas e translúcidas, que permitam a transmissão de luz através das mesmas para polimerizar o agente de cimentação.

Infiltração marginal

A infiltração marginal consiste na passagem de fluidos da cavidade oral para o interior da estrutura dentária. Estes fluidos serão acompanhados de microrganismos, toxinas e toda a contaminação a que a cavidade oral é exposta diariamente, podendo levar ao aparecimento de descoloração marginal, sensibilidade pós-operatória, cárie secundária ou mesmo danos pulpare, em caso de dentes vitais. Desta maneira, em qualquer restauração devem ser tomados todos os cuidados necessários para que a infiltração marginal não ocorra. Esta depende essencialmente da interface dente-cimento-restauração (pretendendo-se a menor possível) e das propriedades físico-químicas dos materiais utilizados, como solubilidade e resistência à abrasão, isto é, resistência à degradação marginal.

Em relação ao compósito termo-modificado, na literatura foram registados menores valores de infiltração, quando imediatamente polimerizado, comparativamente às preparações restauradas da forma tradicional, todavia obtiveram-se valores de infiltração maiores quando o compósito termo-modificado é polimerizado com um atraso de 15 segundos.¹⁵

Numa revisão de Santos e col⁵ ainda que seja supracitada a baixa solubilidade dos cimentos resinosos, são referidos estudos longitudinais que demonstram degradação marginal ao longo do tempo devido ao seu desgaste, mostrando-se os cimentos com maior quantidade de carga como aqueles com menor desgaste. Tal como referido anteriormente, o compósito convencional possui uma carga inorgânica muito superior à do cimento resinoso, pelo que se torna promissor neste aspeto. Contudo, caso apresente uma maior espessura de película, esta vantagem extingue-se.

Adaptação marginal

A adaptação marginal será tanto melhor quanto melhor for o ajuste entre a linha de acabamento de uma preparação e a linha de acabamento de uma restauração, sem que hajam sub ou sobrecontornos. A desadaptação marginal deve ser a menor possível para que consequências como infiltração marginal, anteriormente referida, não ocorram.¹⁵

Choudhary e col¹⁶ demonstraram uma melhor adaptação marginal e menor formação de lacunas utilizando compósito termo-modificado a 54°C do que a 37°C ou à temperatura ambiente. Também Fróes-Salgado e col¹⁷ mostram uma melhor adaptação marginal e menos falhas na interface dente-restauração com o pré-aquecimento de compósito. Já Sabatani e col¹⁸ não obtiveram qualquer diferença significativa na formação de fendas marginais

comparando a utilização de compósito termo-modificado e de uma resina fluida a 37, 54 e 68°C.

Uma vantagem dos cimentos resinosos fotoativáveis, como o Variolink Esthetic LC, segundo Stamatacos e Simon³, é a possibilidade do aumento do tempo de trabalho comparativamente com os cimentos com outro tipo de ativação, podendo remover-se os excessos previamente à polimerização do cimento. No presente estudo, os excessos foram removidos com OptraSculpt já que fornece uma diminuição da aderência da resina ao instrumento. Removendo-se os excessos de forma adequada, previamente à polimerização, diminui-se o tempo de acabamento, uma vez que a probabilidade da existência de sub ou sobrecontorno será menor, promovendo uma melhor adaptação marginal. Assim, é também diminuída a ocorrência de infiltração marginal, uma vez que a necessidade de instrumentos rotatórios será reduzida e, por sua vez, os túbulos dentários não serão expostos.

Resistência de união ao microcissalhamento e à flexão

As restaurações estão sujeitas a diversos tipos de forças durante o processo de mastigação e de parafunções, caso existam. É, portanto, importante que estas tenham o máximo de resistência de união ao microcissalhamento e à flexão. O microcissalhamento consiste na deformação exercida por duas forças que atuam na mesma direção, mas em sentidos opostos, já a flexão consiste na deformação que ocorre perpendicularmente à força atuante. Na literatura, os cimentos resinosos são descritos como possuidores de um elevado módulo de elasticidade e resistência à flexão e compressão, sendo os cimentos utilizados na atualidade, aqueles com maior resistência.^{3,19-20}

Zonas em que cimentos de resina têm maiores espessuras de películas são bastante críticas relativamente à redução da resistência à flexão e módulo de elasticidade.⁸ Isto deve-se à absorção de água, que pode criar zonas sem suporte sob as restaurações e aumentar a probabilidade de fratura das mesmas sob forças mastigatórias.⁸ Assim, deve manter-se a espessura de película tão fina quanto possível, bem como tomar-se medidas que permitam o máximo de polimerização do agente cimentante para minimizar estas consequências.⁸

Num estudo desenvolvido por Deminburga e col²¹, 60 terceiros molares humanos foram usados para se avaliar o efeito da termo-modificação de silorano e compósito com base de metacrilato na resistência de união ao microcissalhamento. As amostras foram divididas em três grupos, um grupo controlo em que as resinas foram mantidas à temperatura ambiente, outro em que foram termo-modificadas a 68°C e outro a 4°C. O grupo com termo-modificação a 68°C mostrou valores estatisticamente superiores de resistência de união ao microcissalhamento relativamente ao grupo controlo. Pelo contrário, Davari e col²² não

encontraram correlações significativas no módulo de resistência à flexão com a termo-modificação de compósito.

Grau de conversão do monómero/polimerização

Uma das maiores vantagens da utilização de compósito termo-modificado como agente de cimentação é o aumento da velocidade da reação de polimerização. A polimerização do cimento não termina após a sua fotopolimerização e esta reação prolonga-se durante horas, equiparando-se o grau de conversão a outros agentes cimentantes ao final destas. No entanto, será mais benéfico à restauração possuir um maior grau de polimerização quanto possível assim que deixa de se encontrar num ambiente isolado, passando a encontrar-se em contacto com qualquer fator de contaminação. Mundim e col¹⁴ analisaram 27 amostras nas quais utilizaram uma resina nanohíbrida [Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent)] a 8, 25 e 60°C, que mostraram um aumento do grau de conversão com a termo-modificação da resina. Resultados semelhantes foram obtidos por Fróes-Salgado e col¹⁷ e Trujillo e col²³.

Numa experiência levada a cabo por Tauböck e col²⁴, investigou-se a influência da termo-modificação de compósitos bulk-fill no grau de conversão do monómero e forças de contração. Segundo os fabricantes, compósitos bulk-fill podem ser fotopolimerizáveis em camadas até 4 ou 5mm, contrariamente aos compósitos tradicionais cujas camadas não devem exceder os 2mm. Analisaram-se quatro bulk-fill [Tetric EvoCeram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent); x-tra fil (VOCO); QuixFil (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha) e SonicFill (Kerr)] e uma resina composta convencional nanohíbrida [Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent) termo-modificadas a 68°C e à temperatura ambiente. A termo-modificação levou ao aumento significativo do grau de conversão de Tetric EvoCeram Bulk Fill, mas não exerceu qualquer efeito na conversão do monómero dos outros materiais. Os autores suspeitam que este aumento significativo pode ser devido à adição de um iniciador à base de germânio para além dos iniciadores convencionais neste compósito.

Para avaliar o stress e grau de conversão de resina composta com o aumento de temperatura e diminuição do tempo de fotopolimerização, Calheiros e col²⁵ estudaram amostras de compósito nanohíbrido (Esthet X, Dentsply Caulk) a 22, 40 e 60°C com exposições de fotopolimerização de 5 e 20 segundos. Concluiu-se que o grau de conversão e a tensão de polimerização aumentam significativamente com a termo-modificação de resina composta, havendo um certo relaxamento após atingir o pico máximo de tensão, quando se termo-modifica o compósito a 60°C. A diminuição do tempo de fotopolimerização de 20 para 5 segundos resultou numa redução de cerca de 50% na tensão final, exibindo igual ou menor conversão que o grupo controlo. Daronch e col²⁶ constataram uma maior conversão de resina composta (Esthet-X) quando termo-modificada comparativamente à do compósito à

temperatura ambiente. Uma exposição de 5 segundos com compósito termo-modificado a 54 ou 60°C apresentou maior conversão que uma exposição de 40 segundos com compósito à temperatura ambiente. Também uma exposição de 10 segundos com compósito pré-aquecido a 40°C mostrou maior conversão que uma exposição de 20 segundos com compósito a 22°C. Rueggeberg e col²⁷ não recomendam a diminuição da duração da exposição de luz recomendada pelos fabricantes quando se trabalha com compósitos termo-modificados. Isto porque podem não produzir um polímero com características semelhantes com aquele observado usando um tempo de exposição total à temperatura ambiente. Da mesma forma, uma revisão⁸ sobre cimentação cita que a evidência científica demonstra que a redução do tempo de exposição à polimerização em 75% do recomendado pelos fabricantes em cimentos fotoativáveis pode facilitar a absorção de fluidos e a dissolução da resina.

Contração de polimerização

Durante o processo de polimerização, ocorre uma aproximação das moléculas de forma a criar cadeias poliméricas, o que leva à ocorrência daquilo que é designado por contração de polimerização. Esta contração pode comprometer a longevidade de uma restauração, uma vez que poderá ter como consequência a desadaptação marginal, infiltração marginal e cárie secundária. Como a reação de polimerização de resina composta termo-modificada se dá a uma velocidade superior à de resinas à temperatura ambiente, as primeiras são propícias a uma contração de polimerização superior às segundas, pois acumulam a mesma tensão num período de tempo mais curto.

Num trabalho produzido por Jongsma e col²⁸ foi perquirida a influência da temperatura (a 23, 37 e 55°C) na contração volumétrica e na tensão de contração das seguintes resinas compostas: Clearfil AP-X (Kuraray Medical Inc., Okoyama, Japão), Premise (Kerr Hawe SA, Boggio, Suíça), Venus Diamond (Heraeus Kulzer, Hanau, Alemanha) e Filtek Z250. Verificou-se que a contração volumétrica aumenta com a temperatura e a tensão de contração aumenta entre 23 e 30°C, estabilizando a partir dessa temperatura, com exceção do Clearfil AP-X, que mostrou um aumento mais gradual na tensão de contração, com o aumento da temperatura. Também Lohbauer e col²⁹ observaram uma correlação linear entre a contração de polimerização e a temperatura de termo-modificação, verificando-se comportamento dimensional homogêneo após armazenamento de 24 horas a 27°C.

Numa experiência de Watts e col³⁰, investigou-se o stress de contração de seis resinas compostas [Grandio (VOCO), GC Kalore (GC Europe), Venus Damond (Heraeus Kulzer), Filtek Supreme XTE (EM ESPE), Gradia Direct Anterior (GC Europe) e Gradia Posterior (GC Europe) a 23 e 37°C, 2 e 60 minutos após polimerização das mesmas. As resinas em investigação atingiram uma acumulação de tensões mais rapidamente a uma temperatura

elevada que à temperatura ambiente, à exceção de GC Kalore e Venus Diamond que diminuíram a magnitudes das tensões a altas temperaturas.

Elhejazi³¹ verificou uma menor contração de polimerização com temperaturas mais baixas e com intensidade de luz menor, pelo que termo-modificação será benéfica entre 37 e 45°C. Nesta experiência foram analisadas resinas a 23, 37, 45 e 60°C. Resultados semelhantes foram obtidos por Walter e col³², que verificaram uma diferença de contração não significativa a 20 e 37°C e um aumento significativo com termo-modificação a 54 e 68°C numa resina composta microparticulada.

Contrariamente a todos estes estudos, um de Tauböck e col²⁴, anteriormente referido, constatou que a termo-modificação de diversos compósitos bulk fill levou à diminuição das forças de contração relativamente ao uso dos mesmos à temperatura ambiente.

Microdureza

A medição da dureza superficial de resinas pode ser utilizada como método de avaliação indireta do grau de polimerização das mesmas.³³ Ayub e col¹⁰ assim como Lucey e col¹¹ verificaram o aumento da dureza em resinas compostas com termo-modificação.

Dionysopoulos e col³³ avaliaram a microdureza de dois compósitos (um microhíbrido e um nanohíbrido) a três diferentes temperaturas, 23, 37 e 55°C, assim como a três diferentes tempos de fotopolimerização, 10, 20 e 40 segundos. Verificou-se o aumento da microdureza na superfície dos compósitos com o aumento da temperatura, no entanto, entre as temperaturas de 37 e 55°C, esse aumento não foi significativo. Também foi constatado o aumento da microdureza com o aumento do tempo de fotopolimerização, sem que as diferenças fossem significativas com tempos de polimerização de 20 e de 40 segundos, à exceção das amostras à temperatura ambiente. Muñoz e col³⁴ executaram um estudo semelhante acrescentando como variável a irradiação com diferentes luzes (de halogéneo e LED). Concluíram que uma resina termo-modificada com tempo de polimerização mais curto pode produzir valores de dureza semelhantes aos obtidos por uma resina à temperatura ambiente com tempo de polimerização mais longo.

Método de aplicação

A termo-modificação de compósito pode ser feita através da colocação de compules ou seringas nos dispositivos de pré-aquecimento comercialmente disponíveis que atuam numa escala de temperaturas de 39°C a 68°C.³⁵

D'Amario e col³⁵ testaram a resistência à flexão de duas resinas microhíbridas e uma nanoparticulada quando sujeitas à temperatura ambiente e a 20 e 40 ciclos de termo-modificação num dispositivo para o efeito, a 45°C. Ao comparar com o grupo controlo, a

resistência à flexão não foi afetada depois de 20 ciclos de termo-modificação, no entanto, depois de 40 ciclos, a resistência à flexão apresentou uma diminuição significativa. Tendo em conta que na prática clínica, uma seringa de compósito padrão será utilizada mais que 20 vezes, de acordo com os achados deste estudo, a utilização de compules será preferível, para que não ocorra diminuição das propriedades mecânicas do compósito. Anteriormente, Daronch e col⁷, concluíram que a utilização de seringas seria mais eficiente que a de compules uma vez que a sua aplicação é mais rápida desde o momento em que é retirado do dispositivo de aquecimento até que é aplicado em boca, obtendo-se temperaturas mais elevadas com este método de entrega. Concluiu-se também que nem o aquecimento repetido nem prolongado afeta o grau de conversão de compósitos termo-modificados em comparação com compósitos mantidos à temperatura ambiente. No entanto, as amostras apenas foram sujeitas a 10 ciclos de aquecimento e arrefecimento, não contrariando a investigação de D'Amario e col³⁵.

Os cimentos resinosos estão disponíveis no mercado sob a forma de sistemas pó/líquido, pasta/pasta, cápsulas ou seringas de auto mistura.^{19,24} Estas seringas de auto mistura são rápidas e fáceis de usar, reduzindo a quantidade de ar na mistura final em comparação com a mistura manual, tornando-se mais eficientes, no entanto são mais dispendiosas.¹³

Sensibilidade técnica

A sensibilidade técnica, devido ao rápido arrefecimento da resina a partir do momento em que é retirada do dispositivo de aquecimento até que é colocada em boca é uma das principais desvantagens da utilização de compósito termo-modificado na cimentação de restaurações indiretas. Um estudo²⁴ mostra que durante o intervalo de tempo entre a remoção de compósito do dispositivo de termo-modificação e início da fotoativação, a temperatura do compósito a 68°C é reduzida a uma temperatura entre 34.9°C e 36.4°C. Daronch e col⁷ verificaram uma queda de 50 e 90% da temperatura após 2 e 5 minutos da remoção do compósito do dispositivo de aquecimento, respetivamente. Num estudo de Ayub e col¹⁰, a temperatura da resina diminuiu entre 5,2 e 8,7°C, 45 segundos após esta ser removida do dispositivo de aquecimento. É de referir que apesar de se ter pré-aquecido a resina a 68°C durante 40 minutos, a temperatura desta aquando da remoção do dispositivo variava entre 54,4 e 55,6°C. Quer cimentação com cimento resinoso, quer com compósito termo-modificado exige uma elevada sensibilidade técnica, nunca esquecendo um adequado isolamento absoluto do campo operatório e o cumprimento de todas as etapas deste processo na ordem correta e com o tempo recomendado para cada passo.³

Temperatura intra-pulpar

Uma das preocupações inerentes à utilização de compósito termo-modificado na cimentação de restaurações indiretas são os danos causados na polpa pela elevada temperatura do material aquando da utilização desta técnica. No entanto, os resultados dos estudos descritos à frente mostram que a elevação da temperatura intra-pulpar é superior aquando da fotopolimerização do que com a aplicação de compósito termo-modificado. Lohbauer e col²⁹ registaram um aumento máximo de temperatura de 1.3°C imediatamente após termo-modificação de compósito a 68°C, aproximando-se todas as amostras de um equilíbrio a 37°C na parte inferior da cavidade no início do período de fotopolimerização. No entanto, com a fotopolimerização houve um aumento de 5.0 e de 6.8°C, encontrando-se a resina a 10 e 68°C, respetivamente. Resultados semelhantes foram obtidos, anteriormente, por Daronch e col³⁶. Trujillo e col²³ constataram um aumento de temperatura da polpa de 2.4±0.3°C com aplicação de compósito termo-modificado a 54.5°C que demonstra, tal como outros estudos referidos, que o compósito termo-modificado pode ser utilizado com segurança. Rebelo e col³⁷ obtiveram valores semelhantes de variação de temperatura intrapulpar induzida por diferentes aparelhos fotopolimerizadores de LEDs em diferentes modos de fotopolimerização aos dos estudos acabados de referir aquando da fotopolimerização. Desta forma, ainda que o cimento resinoso não seja termo-modificado, provocará um aumento de temperatura intra-pulpar semelhante à do compósito termo-modificado durante a fotopolimerização.

Considerações finais e limitações do estudo

Este trabalho trata-se de um estudo piloto com o objetivo de avaliar a cimentação adesiva com recurso a cimento resinoso e a resina composta termo-modificada, quer da forma convencional, quer da mesma associada à aplicação de vibração ultrassónica, pretendendo evidenciar as semelhanças ou diferenças entre estes materiais e técnicas no que diz respeito à espessura de película do agente cimentante na interface restauração-cimento-dente. No entanto, apresenta como limitação a utilização de apenas um exemplar de cimento resinoso e outro de compósito convencional na cimentação das amostras. Além disso, a espessura de película do agente cimentante está intimamente relacionada com o escoamento. Como foi referido anteriormente, o escoamento consiste no processo de movimentação das moléculas de um material umas em relação às outras e aos limites impostos, sob a ação de uma força tangencial. No presente estudo, a cimentação foi simplesmente feita sobre superfícies planas de discos de resina e não sobre uma preparação com forma como acontece em situação clínica real, pelo que os limites impostos serão diferentes da realidade clínica, influenciando assim os valores de espessura de película. Para além destas limitações, como estudo piloto,

apresenta um reduzido número de amostras. Por estas razões, estudos futuros são necessários.

Conclusão

De acordo com o presente estudo piloto, a utilização de cimento resinoso e compósito termo-modificado aplicado com vibração ultrassônica confere uma espessura de película dente-cimento-restauração adequada para cimentação, conferindo ao primeiro a menor espessura de cimento, mas sem que haja diferença estatisticamente significativa entre os dois. Pelo contrário, a utilização de compósito termo-modificado sem aplicação de vibração ultrassônica não é adequada, uma vez que origina valores de espessura de película muito superiores aos considerados ideais para cimentação.

A inexistência de outros estudos que comparem cimentação utilizando cimento resinoso e compósito termo-modificado associada às limitações deste trabalho, exigem que mais estudos sejam realizados no futuro, não só no que concerne à espessura de película do agente de cimentação, mas também a outras características.

Agradecimentos

Ao Prof. Doutor Fernando Guerra por todo o apoio, incentivo, partilha de conhecimento, e a oportunidade única de crescimento tanto a nível profissional como pessoal na elaboração deste trabalho.

Ao Mestre Rui Isidro Falacho por todo o apoio, amizade, paciência, incentivo, partilha de conhecimento, constante disponibilidade, contributo na preparação para a etapa que se segue e a oportunidade única de crescimento tanto a nível profissional como pessoal na elaboração deste trabalho.

Ao Professor Doutor João Carlos Ramos um agradecimento muito especial por todos os conselhos, disponibilidade, amabilidade e preciosa ajuda neste trabalho.

À técnica de laboratório Cláudia Brites por toda a amabilidade, disponibilidade e preciosa ajuda na preparação das amostras para análise em microscopia eletrónica de varrimento.

Ao Professor Doutor Francisco Caramelo pela disponibilidade constante, amabilidade e ajuda na elaboração da análise estatística dos resultados deste estudo.

Ao Dr. Rogério Marcondes pela amabilidade, disponibilidade e partilha de conhecimentos.

À Prof. Doutora Alexandra Vinagre por todo o carinho, disponibilidade constante e partilha de conhecimentos, não só durante a elaboração deste trabalho mas durante todo o meu percurso académico.

À Ivoclar Vivadent por toda a disponibilidade e cedência do material utilizado na investigação.

Aos meus amigos, em especial à Sofia, ao Diogo e à Bárbara, por toda a motivação, paciência e presença constante.

À minha família, em especial aos meus pais, por toda a paciência, motivação e confiança depositada em mim na realização deste trabalho.

Referências

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: material selection and clinical applications. *Dent Today.* 2005;24(6):64, 6-72; quiz 3.
3. Stamatacos C, Simon JF. Cementation of indirect restorations: an overview of resin cements. *Compend Contin Educ Dent.* 2013;34(1):42-4, 6.
4. Simon JF, Darnell LA. Considerations for proper selection of dental cements. *Compend Contin Educ Dent.* 2012;33(1):28-30, 2, 4-5; quiz 6, 8.
5. Santos GC, Jr., Santos MJ, Rizkalla AS. Adhesive cementation of etchable ceramic esthetic restorations. *J Can Dent Assoc.* 2009;75(5):379-84.
6. Blalock JS, Holmes RG, Rueggeberg FA. Effect of temperature on unpolymerized composite resin film thickness. *J Prosthet Dent.* 2006;96(6):424-32.
7. Daronch M, Rueggeberg FA, Moss L, de Goes MF. Clinically relevant issues related to preheating composites. *J Esthet Restor Dent.* 2006;18(6):340-50; discussion 51.
8. Manso AP, Silva NR, Bonfante EA, Pegoraro TA, Dias RA, Carvalho RM. Cements and adhesives for all-ceramic restorations. *Dent Clin North Am.* 2011;55(2):311-32, ix.
9. Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF, Giudici R. Polymerization kinetics of pre-heated composite. *J Dent Res.* 2006;85(1):38-43.
10. Ayub KV, Santos GC, Jr., 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.* 2014;80:e12.
11. 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.
12. 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.
13. Weiner R. Liners, bases, and cements: an in-depth review, part 4. *Dent Today.* 2009;28(3):61-2, 4-5; quiz 6.
14. Mundim FM, Garcia Lda F, Cruvinel DR, Lima FA, Bachmann L, Pires-de-Souza Fde C. Color stability, opacity and degree of conversion of pre-heated composites. *J Dent.* 2011;39 Suppl 1:e25-9.
15. Wagner WC, Aksu MN, Neme AM, Linger JB, Pink FE, Walker S. Effect of pre-heating resin composite on restoration microleakage. *Oper Dent.* 2008;33(1):72-8.
16. Choudhary N, Kamat S, Mangala T, Thomas M. Effect of pre-heating composite resin on gap formation at three different temperatures. *J Conserv Dent.* 2011;14(2):191-5.

17. Froes-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. Hill EE. Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. *Dent Clin North Am.* 2007;51(3):643-58, vi.
20. Taubock 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.
21. Demirbuga S, Ucar FI, Cayabatmaz M, Zorba YO, Cantekin K, Topcuoglu HS, et al. Microshear bond strength of preheated silorane- and methacrylate-based composite resins to dentin. *Scanning.* 2016;38(1):63-9.
22. 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.
23. Trujillo M, Newman SM, Stansbury JW. Use of near-IR to monitor the influence of external heating on dental composite photopolymerization. *Dent Mater.* 2004 Oct;20(8):766-77.
24. Weiner R. Liners, bases, and cements: an in-depth review, Part 3. *Dent Today.* 2008;27(11):65-6, 8, 70; quiz 1, 64.
25. 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.
26. Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF. Monomer conversion of pre-heated composite. *J Dent Res.* 2005;84(7):663-7.
27. Rueggeberg FA, Daronch M, Browning WD, MF DEG. In vivo temperature measurement: tooth preparation and restoration with preheated resin composite. *J Esthet Restor Dent.* 2010;22(5):314-22.
28. Jongsma LA, Kleverlaan CJ. Influence of temperature on volumetric shrinkage and contraction stress of dental composites. *Dent Mater.* 2015;31(6):721-5.
29. 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.
30. Watts DC, Alnazzawi A. Temperature-dependent polymerization shrinkage stress kinetics of resin-composites. *Dent Mater.* 2014;30(6):654-60.
31. Elhejazi AA. The effects of temperature and light intensity on the polymerization shrinkage of light-cured composite filling materials. *J Contemp Dent Pract.* 2006;7(3):12-21.

32. Walter R, Swift EJ, Jr., Sheikh H, Ferracane JL. Effects of temperature on composite resin shrinkage. *Quintessence Int.* 2009;40(10):843-7.
33. 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.
34. Munoz CA, Bond PR, Sy-Munoz 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.
35. 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.
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. Rebelo CR, J.C.; Vinagre, A.; Messias, A.; Alberto, N.; Nogueira, R. Avaliação do aumento da temperatura pulpar induzida por LEDs com recurso a redes de Bragg. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial* 2014. 55: e14 – e14.