Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial

www.elsevier.pt/spemd

Investigação original

Inibição da polimerização de resinas compostas por materiais usados como matrizes oclusais☆

*Inês Pampulha, João Pitta-Lopes, Filipa Chasqueira, Jaime Portugal e Sofia Arantes-Oliveira**

Unidade de Investigação em Ciências Orais e Biomédicas, Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:
Recebido a 9 de agosto de 2014
Aceite a 12 de dezembro de 2014
On-line a 4 de março de 2015

Palavras-chave:
Matriz oclusal
Resina composta
Camada inibida pelo oxigénio
Fotopolimerização
Microdureza Knoop

R E S U M O

Objetivo: Estudar o efeito do método de fotopolimerização, da presença do oxigénio e da remoção da camada inibida na microdureza de compósito fotopolimerizado através de matrizes oclusais.

Métodos: Discos de compósito (GrandioSO, VOCO) foram fotopolimerizados com LED através de matrizes oclusais (2 polivinilsiloxano: Memosil 2 [Heraeus Kulzer] e Registrado Clear [Voco] e um polietileno: Bite-perf [Biteperf Dental Products]) (n = 10). Foram criados grupos controlo, sem matriz e com matriz de acetato. O estudo foi constituído por 3 etapas. Na primeira foi avaliado o método de fotopolimerização (40 segundos através da matriz; 20 segundo através da matriz + 20 segundos sem matriz). Na segunda etapa os espécimes foram fabricados em diferentes atmosferas (oxigénio; azoto). Na terceira os espécimes fabricados com os polivinilsiloxanos foram polidos com acetona ou borracha. A microdureza Knoop foi testada 24 horas após a polimerização. Os resultados foram analisados com Kruskal-Wallis e Mann-Whitney com correção de Bonferroni (alfa = 0,05).

Resultados: Apenas nos grupos Bite-perf foi obtida microdureza semelhante ($p > 0,05$) à obtida com matriz de acetato. Nos espécimes fabricados com Memosil, Registrado e sem matriz a atmosfera de azoto permitiu obter microdureza mais elevada que com o oxigénio ($p < 0,05$). O polimento conduziu a microdureza inferior à obtida com matriz de acetato ($p < 0,05$).

Conclusões: Após 40 segundos de fotopolimerização através de Bite-perf a microdureza do compósito foi semelhante à obtida após 20 segundos de polimerização através da matriz de acetato. A polimerização do compósito através dos polivinilsiloxanos levou à criação de uma camada superficial inibida pelo oxigénio que não foi eficazmente removida com os métodos empregues neste estudo laboratorial.

© 2014 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

☆ Vencedor do Prémio de Investigação SPEMD 2014.

* Autor para correspondência.
Correio eletrónico: sofiaaol@fmd.ulisboa.pt (S. Arantes-Oliveira).

http://dx.doi.org/10.1016/j.rpemd.2014.12.001

1646-2890/© 2014 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Resin composites curing inhibition by oclusal matrix materials

Keywords:
Oclusal matrix
Composite resin
Oxygen inhibited layer
Light-curing
Knoop microhardness tests

A B S T R A C T

Objective: To study the effect of the curing method, of the presence of oxygen and of the removal of the oxygen inhibited layer on the microhardness of the resin composite cured through oclusal matrix.

Methods: Composite disks (GrandioSO, VOCO) were cured with a LED through oclusal [two polyvinylsyloxanes: Memosil 2 (Heraeus Kulzer) e Registrado Clear, (Voco) and one polyethylene: Bite-perf (Biteperf Dental Products)] (n = 10). Control groups without matrix and with a mylar strip matrix were also created. The study had three steps. On the first step, the curing method was evaluated (40 seconds through the matrix; 20 seconds through the matrix + 20 seconds without matrix). On the second step, specimens were prepared in different atmospheres (oxygen; nitrogen). On the third step, specimens prepared with polyvinylsyloxanes were polished with acetone or rubber cup. Knoop microhardness was tested 24 h after curing. Data were treated with Kruskal-Wallis e Mann-Whitney ($p = 0.05$).

Results: Only with the Bite-perf microhardness was similar ($p > 0.05$) to the mylar matrix group. In nitrogen, specimens from the groups with Memosil, Registrado and without matrix yielded significantly higher microhardness than the same groups in oxygen atmosphere ($p < 0.05$). After treatment of the superficial layer, microhardness was still lower than in the mylar matrix group ($p < 0.05$).

Conclusions: Curing through the Bite-perf for 40 seconds the composite microhardness was similar to the one obtain after 20 seconds curing through the mylar matrix. Composite curing through the polyvinilsiloxanes lead to an inhibited oxygen layer that was not totally removed by the methods applied in this laboratory study.

© 2014 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Introdução

A restauração de dentes posteriores com resina composta é uma técnica complexa, pelo estabelecimento da técnica adesiva, pela dificuldade na execução de pontos de contato e escultura da anatomia oclusal[1–4]. A necessidade de acabamento e polimento após o procedimento leva a um aumento do tempo clínico bem como a um maior risco de lesão da estrutura dentária[1,5]. Com o objetivo de facilitar este processo, têm surgido técnicas que, quando a morfologia da superfície oclusal se encontra íntegra, permitem a sua duplicação com resina composta[5]. Para tal, é preconizado o recurso a uma matriz oclusal de materiais de impressão transparentes que é aplicada sobre o último incremento de compósito antes da sua polimerização[1,5,6]. A fotopolimerização do material de restauração é realizada através da matriz[2,5].

As vantagens normalmente associadas a esta técnica são a redução do tempo de acabamento e polimento e a ausência de camada superficial no compósito com a polimerização inibida devido ao contacto com oxigénio (O_2)[2,3,5]. A necessidade de tempo de fotopolimerização adicional tem sido referida como a principal desvantagem associada à utilização de matrizes oclusais[2,7]. No entanto, num estudo recente em que é sugerida a atenuação da intensidade da luz de polimerização através de matrizes de polietileno (Bite-Perf), com consequente diminuição do grau de conversão da resina composta, é também sugerida a inibição da polimerização da camada superficial de resina composta, apesar de polimerizada através de matrizes de polivinilsiloxano (PVS), o que em teoria deveria ter impedido o contacto com o O_2[8].

Se por um lado a obtenção de uma adequada polimerização do bloco de resina é essencial para a otimização das propriedades químicas, físicas e mecânicas deste tipo de materiais de restauração[9,10], por outro a presença de uma camada de resina superficial com polimerização inibida resulta em restaurações com menor estabilidade de cor e resistência à abrasão[11–14].

Em situações clínicas ideais, em que depois do compósito ser colocado na cavidade a restaurar é recoberto por uma matriz de acetato, é prevenido o contacto da resina com o oxigénio prevenindo a inibição da camada mais superficial do material de restauração[2,4–6,15]. No entanto, também existem algumas situações em que o contacto com o O_2 não pode ser evitado. Nestes casos, os procedimentos para remoção da camada superficial de compósito com polimerização inibida assumem elevada importância[16–18], mas apesar de serem apontadas diversas soluções alternativas, como polimento com borracha e aplicação de soluções de acetona[11,19,20] ou etanol[12,21], não existe consenso quanto à técnica ideal[22–26].

A eficácia da polimerização poderá ser avaliada recorrendo a métodos diretos, como a espectroscopia de Raman e FTIR, que determinam o grau de conversão, ou a métodos indiretos, como os testes de microdureza[9,27,28]. No caso das resinas compostas, os testes de microdureza Knoop parecem ser mais adequados, uma vez que diminuem o possível efeito de recuperação elástica destes materiais[27].

Este estudo teve como objetivo avaliar a capacidade de polimerização de restaurações em compósito quando

Tabela 1 – Materiais utilizados

Nome comercial	Registrado Clear	Memosil 2	Bite-Perf	GrandioSO (A3)
Fabricante	VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha	Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Alemanha	BITEPERF Dental Products, Málaga, Espanha	VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha
Composição	Polivinilsiloxano (polidimetilsiloxanoe catalisador de platina)	Polivinilsiloxano	Polietileno	Resina composta nano-híbrida (matriz de metacrilato Bis-GMA e TEGDMA; partículas de carga [89%)])
Lote	1328450	385030	n.d.	1336505
Validade	07-2015	08-2014	n.d.	03-2016

n.d.: não disponível.

fotopolimerizadas através de 3 materiais de matriz oclusais, de acordo com as seguintes hipóteses nulas: 1) não há diminuição da microdureza do compósito quando os espécimes são fotopolimerizados com diferentes métodos através de matrizes oclusais, relativamente ao grupo controlo; 2) a alteração da atmosfera de O_2 para azoto (N) não influencia a microdureza da resina composta; e 3) não existem diferenças entre a microdureza após o polimento da superfície da resina composta recém fotopolimerizada e a microdureza dos espécimes do grupo controlo.

Materiais e métodos

Este estudo é constituído por 3 partes, utilizando 3 materiais de matriz oclusal com 2 mm de espessura: 2 PVS (Memosil 2 [MM], Heraeus Kulzer, Hanau, Alemanha; Registrado Clear [RC], VOCO, Cuxhaven, Alemanha) e um polietileno (Bite-perf [BP], BITEPERF Dental Products, Málaga, Espanha) (tabela 1).

No total, foram preparados 200 espécimes de resina composta (GrandioSO, VOCO) (tabela 1) em forma de disco com dimensão padronizada (2 mm de espessura e 3 mm de diâmetro), divididos pelos diversos grupos experimentais das 3 etapas do estudo (tabelas 2-4). O tamanho da amostra (n = 10) foi estimado com uma análise de poder estatístico, de forma a fornecer significância estatística para alfa = 0,05 e um poder de 80%.

Os espécimes foram fabricados utilizando uma matriz de silicone *putty* (Hydrorise, Zhermack, Badia Polesine, Itália) como molde e a face vestibular de um incisivo central como fundo refletor. Na base do molde foi colocada uma tira de acetato e no topo foi colocada, ou não, a matriz oclusal, de acordo com o grupo de estudo (tabela 2).

Na primeira parte do estudo foi avaliado o efeito do método de polimerização e do material utilizado para a confeção da matriz oclusal na microdureza da resina composta. Para tal, os espécimes foram fotopolimerizados através de cada uma das matrizes oclusais fabricadas em MM, RC ou BP, de acordo com 2 métodos alternativos: (40) fotopolimerização durante 40 segundos através da matriz oclusal; ou (20 + 20) fotopolimerização através da matriz durante 20 segundos, seguido de um período de 20 segundos em que a fonte de luz foi aplicada diretamente sobre o compósito. Foram assim constituídos 6 grupos experimentais. Adicionalmente, foram constituídos 2 grupos de controlo, em que a fonte de luz foi mantida a uma distância de 2 mm da superfície do espécime, mas não foi interposta nenhuma das matrizes oclusais em estudo. Num dos grupos, os espécimes foram

Tabela 2 – Distribuição dos grupos de estudo na primeira etapa (n = 10)

Grupo experimental	Matriz oclusal	Tempo de exposição
BP/40	Bite-Perf	40 segundos
BP/20 + 20		20 + 20 segundos
MM/40	Memosil	40 segundos
MM/20 + 20		20 + 20 segundos
RC/40	Registrado	40 segundos
RC/20 + 20		20 + 20 segundos
SA	Sem material interposto	40 segundos
MA	Matriz de acetato	20 segundos

Tabela 3 – Distribuição dos grupos de estudo na segunda etapa (n = 10)

Grupo experimental	Matriz oclusal	Condição atmosférica
BP/O2	Bite-Perf	Oxigénio
BP/N		Azoto
MM/O2	Memosil	Oxigénio
MM/N		Azoto
RC/O2	Registrado	Oxigénio
RC/N		Azoto
SA/O2	Sem material interposto	Oxigénio
SA/N		Azoto

Tabela 4 – Distribuição dos grupos de estudo na terceira etapa (n = 10)

Grupo experimental	Matriz oclusal	Tipo de polimento
MM/acet	Memosil	Algodão com acetona
MM/bor		Ponta de borracha
RC/acet	Registrado	Algodão com acetona
RC/bor		Ponta de borracha
MA	Matriz de acetato	-

fotopolimerizados através de uma matriz de acetato durante 20 segundos (MA/20). No outro, os espécimes foram fotopolimerizados durante 40 segundos sem qualquer material interposto entre a fonte de luz e a superfície do compósito (SM/40) (tabela 2).

O papel do O_2 na inibição da fotopolimerização da resina composta foi determinado na segunda parte deste trabalho. Para tal, os espécimes foram fotopolimerizados diretamente sobre o compósito ou através de cada uma das matrizes oclusais, durante 20 segundos. As diferentes combinações possíveis entre o tipo de matriz utilizada e as atmosferas em que os espécimes foram fabricados determinaram a divisão dos espécimes em 8 grupos experimentais (n = 10). Metade dos espécimes foram produzidos em ambiente natural, isto é, na presença de O_2. A outra metade foi fabricada no interior de uma caixa de luvas (Iteco Engineering, Castelbolognese, Itália), com uma atmosfera de N (Sociedade Portuguesa do Ar Líquido, Algés, Portugal). Para garantir que não existia O_2 no interior da caixa, foi feita a extração do O_2 e introdução de N durante 10 minutos.

Na terceira parte do estudo foi avaliada a capacidade de 3 procedimentos clínicos na remoção da camada superficial de compósito inibida pelo O_2. Os espécimes foram fotopolimerizados através da matriz oclusal durante 20 segundos. O tipo de material utilizado para a confeção da matriz oclusal (MM ou RC) e o tipo de polimento definiram a criação de 4 grupos experimentais (n = 10). Os polimentos avaliados foram: (acet) esfregar bola de algodão embebida em acetona (Lacrilar, Ramalhal, Portugal) ou (bor) aplicar ponta de borracha (Sistema Enhance, Dentsply, York, EUA) montada em contra-ângulo. O polimento foi realizado apenas na superfície de compósito mais próxima da fonte luminosa, durante 5 segundos. Como controlo, foi utilizado o grupo de espécimes fabricado na primeira etapa deste estudo, em que o compósito foi fotopolimerizador durante 20 segundos através de uma matriz de acetato, que preveniu o contacto com o O_2[2,4–6,28], e com a fonte de luz a 2 mm de distância.

Assim, todos os espécimes fabricados nas 3 etapas deste estudo foram fotopolimerizados com a ponta condutora de luz do fotopolimerizador LED (Ortholux™LED Curing Light, 3 M Unitek, Seefeld, Alemanha) a 2 mm de distância do topo do disco. A intensidade de luz (880 mW/cm^2) foi confirmada a cada 10 espécimes, com um radiómetro (Bluephase meter, Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein).

Após a fotopolimerização, os espécimes foram colocados numa câmara escura a 37 °C, em ambiente húmido, durante 24 horas. A microdureza da resina composta foi avaliada com um microdurómetro (Duramin 5, Struers AVS, Ballerup, Dinamarca), com uma força de 245,3 mN, durante 10 segundos. Foram efetuadas 3 indentações na superfície de topo de cada espécime. O valor médio das 3 indentações foi utilizado como valor representativo de cada espécime. A análise estatística, foi realizada com software SPSS (Versão 21.0, SPSS Inc., Chicago, EUA) para um nível de significância estabelecido em 5%. Por não se ter verificado a normalidade da distribuição da amostra (Kolmogorov-Smirnov – p < 0,001), os dados obtidos foram analisados com testes não paramétricos segundo os métodos de Kruskal-Wallis e de Mann-Whitney com correção de Bonferroni.

Tabela 5 – Valores médio de microdureza Knoop e desvio padrão obtidos nos diversos grupos experimentais das 3 etapas do estudo

Etapa do estudo	Grupo experimental	Microdureza Knoop (média [desvio padrão])
1	BP/40	74,9 (6,54)
	BP/20 + 20	82,0 (1,23)
	MM/40	27,6 (1,42)
	MM/20 + 20	25,2 (1,63)
	RC/40	26,1 (1,54)
	RC/20 + 20	27,3 (1,26)
	SA	20,9 (3,52)
	MA*	81,3 (1,23)
2	BP/O2	55,4 (13,57)
	BP/N	53,8 (7,48)
	MM/O2	30,1 (2,79)
	MM/N	63,5 (5,49)
	RC/O2	23,1 (3,18)
	RC/N	57,8 (4,29)
	SA/O2	22,3 (2,66)
	SA/N	66,9 (6,39)
3	MM/acet	54,6 (8,90)
	MM/bor	56,9 (4,61)
	RC/acet	49,6 (3,23)
	RC/bor	44,9 (2,64)

* grupo também utilizado na terceira etapa do estudo.

Resultados

Os valores médios de microdureza variam entre 20,9 KH, obtido no grupo experimental em que os espécimes foram fotopolimerizados aplicando a fonte de luz durante 40 segundos diretamente sobre o compósito, e 81,3 KH, observado nos espécimes fotopolimerizados durante 20 segundos através de matriz de acetato (tabela 5).

A fotopolimerização dos espécimes através do BP, independentemente do método utilizado, permitiu obter valores de microdureza estatisticamente semelhantes (p > 0,05) aos obtidos no grupo controlo com a matriz de acetado (fig. 1). Tanto a fotopolimerização dos espécimes durante 40 segundos através do MM e do RC, como o método de fotopolimerização em que a luz foi aplicada durante 20 segundos através destes materiais seguido de um período adicional de aplicação da luz diretamente sobre a superfície de compósito, resultaram em valores de microdureza estatisticamente mais baixos que os obtidos com a matriz de acetado (p < 0,05).

A polimerização em atmosfera de N dos espécimes fabricados sem matriz interposta e dos produzidos com matriz oclusal de MM ou RC permitiu obter valores de microdureza estatisticamente mais elevados (p < 0,05) que os obtidos na presença de O_2. Nos espécimes fotopolimerizados através do BP a microdureza não foi influenciada (p = 0,646) pelo tipo de atmosfera (fig. 2).

O procedimento de limpeza com acetona e o polimento com ponta de borracha conduziram a valores de microdureza estatisticamente (p < 0,05) mais baixos que os obtidos no grupo controlo com matriz de acetato (fig. 3).

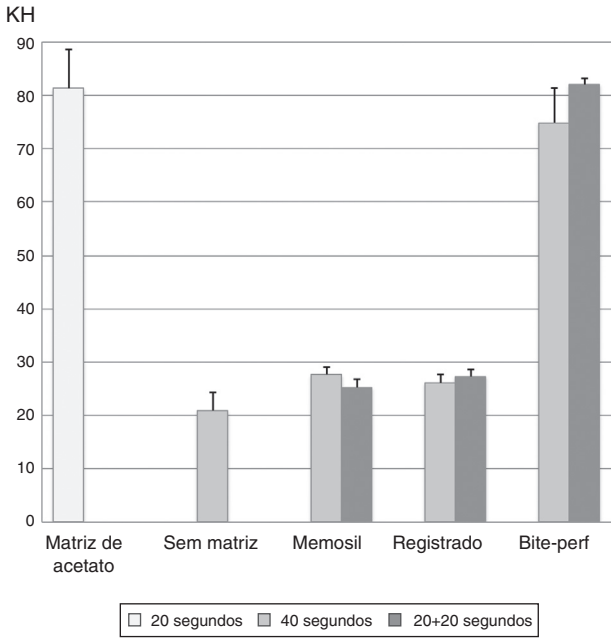

Figura 1 – Valores médios (desvio padrão) de microdureza Knoop (KH) dos espécimes fotopolimerizados através das diferentes matrizes oclusais e diferentes tempos de exposição à luz.

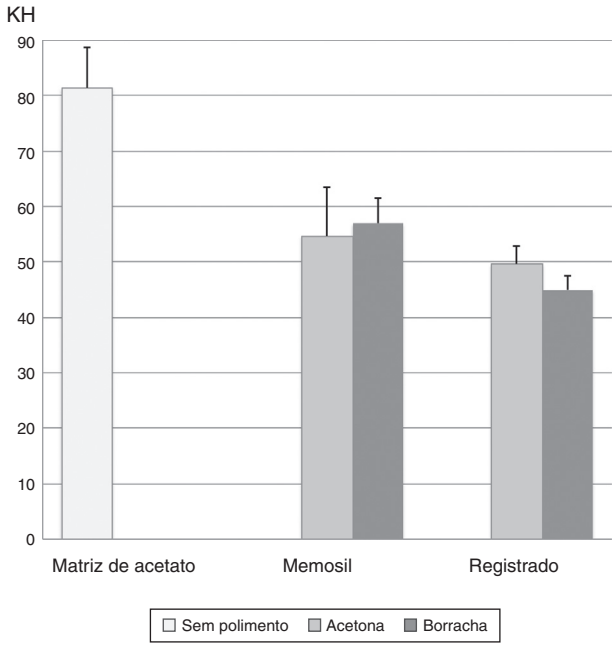

Figura 3 – Valores médios (desvio padrão) de microdureza Knoop (KH) de acordo com o material de matriz oclusal e a técnica de remoção da camada inibida pelo oxigénio.

Discussão

Com o objetivo de avaliar a capacidade de fotopolimerização de um compósito aplicando a radiação luminosa através de 3 materiais usados na confeção de matrizes oclusais foram utilizados testes de microdureza Knoop, uma vez que estes testes permitem determinar e comparar de uma forma indireta o grau de conversão obtido em diversas situações experimentais com a mesma resina composta[28,29]. No presente estudo, apenas foi tida em consideração a microdureza do topo dos espécimes, uma vez que o principal aspeto crítico da utilização das matrizes oclusais é a capacidade de polimerização da superfície do compósito que está em contacto com o material que constitui a matriz[8]. A variação de resultados em alguns grupos poderá ser devido à dificuldade sentida no fabrico dos espécimes em algumas situações experimentais, nomeadamente dentro da câmara de luvas e quando a camada superficial se encontrava mais inibida.

Uma vez que a intensidade da radiação luminosa poderá diminuir à medida que atravessa o material que constitui a matriz oclusal, é frequentemente referida a necessidade de, na clínica, após um primeiro período de fotopolimerização do compósito através da matriz oclusal, se proceder a um período adicional em que a luz deverá ser aplicada diretamente sobre a superfície do material de restauração[1,2,5]. No entanto, a validade da utilização deste método não foi observada no presente estudo, pois não permitiu obter valores de microdureza nos espécimes fabricados com MM e RC, comparáveis com os obtidos no grupo controlo com matriz de acetato. Desta forma, a primeira hipótese nula em estudo foi rejeitada.

Assim, os elevados valores de microdureza obtidos com o BP parecem sustentar a hipótese deste material promover um eficaz isolamento do O_2 e não interferir quimicamente com a reação de polimerização do compósito[30,31]. Em sentido oposto, os valores de microdureza mais baixos obtidos com as matrizes de PVS poderão ser indicativos de inibição da polimerização do compósito por interação química com os componentes dos PVS utilizados[8]. Por outro lado, apesar de uma das vantagens apontadas à utilização de matrizes

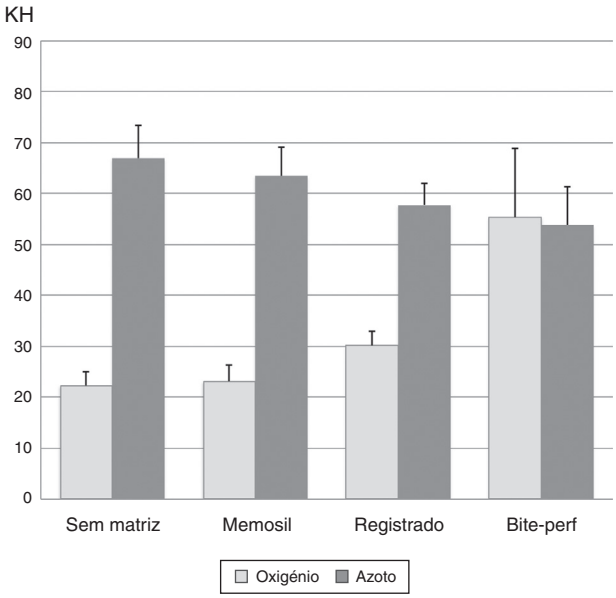

Figura 2 – Valores médios (desvio padrão) de microdureza Knoop (KH) dos espécimes fotopolimerizados através de diferentes materiais e na presença das 2 atmosferas estudadas.

oclusais ser a ausência de contacto do compósito com o O_2, durante a fotoiniciação da reação de polimerização[2,4,5], as matrizes de PVS poderão não ser eficazes na promoção deste isolamento, permitindo o contacto e consequente inibição da polimerização da superfície do compósito[8].

Com o objetivo de compreender a causa da inibição de polimerização do compósito quando em contacto com MM e RC, foi delineada a segunda etapa do estudo, em que foram preparados espécimes numa atmosfera de N, em alternativa ao O_2[11,12]. Foi verificada uma alteração da capacidade de polimerização das superfícies do compósito com a alteração do ambiente em que os espécimes foram fotopolimerizados, o que levou à rejeição da segunda hipótese nula em estudo. Nos espécimes produzidos com MM e RC foi observado um importante aumento dos valores de microdureza com a passagem da atmosfera de O_2 para a atmosfera de N. Tal facto parece indicar que as matrizes de PVS não promovem um eficaz isolamento do O_2, ao contrário do que sucede com o BP, muito provavelmente pela natureza permeável dos siloxanos ao O_2[32–34]. O O_2 reage com os radicais livres formando peróxidos, compostos estáveis com baixa reatividade, que favorecem a terminação ou atraso da reação[12,19,35]. Após o desencadeamento desta inibição pelo O_2, o aumento do tempo de polimerização não parece conseguir a sua reversão[11,36–38], tal como observado na primeira etapa deste estudo.

Por fim, na terceira etapa do estudo foi avaliada a capacidade de remoção da camada inibida, com acetona e polimento com borracha, nos espécimes em que a matriz oclusal em PVS não conseguiu impedir o contacto com o O_2. O facto de um dos procedimentos ter sido efetuado com acetona poderia levar a uma alteração da superfície da resina, devido à eluição de monómero[39], que impediria uma correta avaliação da microdureza. No entanto, nenhum dos procedimentos permitiu atingir valores de microdureza semelhantes aos observados nos espécimes polimerizados através de matriz de acetado, o que poderá indicar uma remoção eficaz da camada inibida com estes procedimentos, resultados que estão de acordo com a literatura[13]. Assim foi rejeitada a terceira hipótese nula em estudo.

Apesar de este estudo permitir esclarecer o mecanismo de inibição de polimerização das resinas compostas polimerizadas através de diferentes materiais de matriz oclusal, em nenhuma fase do presente trabalho foi possível conseguir espécimes de resina composta, polimerizados sob matrizes de PVS, com dureza semelhante ao grupo controlo (matriz de acetato). Desta forma propõe-se no futuro desenvolver estudos que permitam resolver este problema, nomeadamente com utilização de produtos como a glicerina, que possam impedir a inibição da polimerização quando se utilizam estes materiais[13,38].

Conclusões

A fotopolimerização da resina composta durante 40 segundos originou valores de microdureza semelhantes aos do grupo controlo (matriz de acetato fotopolimerizado durante 20 segundos), apenas com o material Bite-perf.

As matrizes de PVS levaram à formação de uma camada superficial de resina inibida, pelo contacto da superfície da resina composta com o O_2, que não foi possível remover com as técnicas utilizadas neste estudo (acetona ou polimento com borracha durante 5 segundos).

Responsabilidades éticas

Proteção de pessoas e animais. Os autores declaram que para esta investigação não se realizaram experiências em seres humanos e/ou animais.

Confidencialidade dos dados. Os autores declaram que não aparecem dados de pacientes neste artigo.

Direito à privacidade e consentimento escrito. Os autores declaram que não aparecem dados de pacientes neste artigo.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Agradecimentos

Os autores agradecem à VOCO a cedência dos materiais para este estudo.

BIBLIOGRAFIA

1. Castro JJ, Keogh TP, Llamas Cadaval R, Jimenez Planas A. A new system for the transferral of the occlusal morphology in posterior direct composite resin restorations. J Esthet Dent. 1997;9:311–6.
2. Hamilton JC, Krestik KE, Dennison JB. Evaluation of custom occlusal matrix technique for posterior light-cured composites. Oper Dent. 1998;23:303–7.
3. Ramirez C, Carvalho R, Paula A, Carrilho E. Restaurações seriadas em dentes posteriores com recurso às matrizes oclusais. Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac. 2007;48:155–60.
4. Margraf M. Technique of occlusal matrix for restoration with composite resin in posterior teeth: Clinical case. Rev ABO Nac. 2008;16:57–60.
5. Liebenberg WH. Occlusal index-assisted restitution of esthetic and functional anatomy in direct tooth-colored restorations. Quintessence Int. 1996;27:81–8.
6. Geddes A, Craig J, Chadwick RG. Preoperative occlusal matrix aids the development of occlusal contour of posterior occlusal resin composite restorations-clinical rationale and technique. Br Dent J. 2009;206:315–7.
7. Baratieri LN, Monteiro Junior S, Correa M, Ritter AV. Posterior resin composite restorations: A new technique. Quintessence Int. 1996;27:733–8.
8. Pitta Lopes J, Catalão F, Barragán G, Portugal J, Arantes-Oliveira S. Influência de diferentes matrizes oclusais na fotopolimerização de uma resina composta: análise de microdureza Knoop. Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac. 2013;54:203–9.
9. De Jong LC, Opdam NJ, Bronkhorst EM, Roeters JJ, Wolke JG, Geitenbeek B. The effectiveness of different polymerization protocols for class II composite resin restorations. J Dent. 2007;35:513–20.

10. Ferracane JL. Resin-based composite performance: Are there some things we can't predict? Dent mater. 2013;29:51–8.
11. Suh BI. Oxygen-inhibited layer in adhesion dentistry. J Esthet Restor Dent. 2004;16:316–23.
12. Shawkat ES, Shortall AC, Addison O, Palin WM. Oxygen inhibition and incremental layer bond strengths of resin composites. Dent Mater. 2009;25:1338–46.
13. Park HH, Lee IB. Effect of glycerin on the surface hardness of composites after curing. J Korean Acad Conserv Dent. 2011;36:483–9.
14. Ozcan S, Yikilgan I, Uctasli MB, Bala O, Kurklu ZG. Comparison of time-dependent changes in the surface hardness of different composite resins. Eur J Dent. 2013;7: S20–5.
15. Mackenzie L, Burke FJ, Shortall AC. Posterior composites: A practical guide revisited. Dent Update. 2012;39: 211–6.
16. Venturini D, Cenci MS, Demarco FF, Camacho GB, Powers JM. Effect of polishing techniques and time on surface roughness, hardness and microleakage of resin composite restorations. Oper Dent. 2006;31:11–7.
17. Celik C, Ozgunaltay G. Effect of finishing and polishing procedures on surface roughness of tooth-colored materials. Quintessence Int. 2009;40:783–9.
18. Scheibe KG, Almeida KG, Medeiros IS, Costa JF, Alves CM. Effect of different polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. J Appl Oral Sci. 2009;17: 21–6.
19. Eliades GC, Caputo AA. The strength of layering technique in visible light-cured composites. J Prosthet Dent. 1989;61:31–8.
20. Bergmann P, Noack MJ, Roulet JF. Marginal adaptation with glass-ceramic inlays adhesively luted with glycerine gel. Quintessence Int. 1991;22:739–44.
21. Oyama K, Tsujimoto A, Otsuka E, Shimizu Y, Shiratsuchi K, Tsubota K, et al. Influence of oxygen inhibition on the surface free energy and enamel bond strength of self-etch adhesives. Dent Mater. 2012;31:26–31.
22. In: Kenneth JA, editor. Phillips' Science of Dental Materials., 11th ed Missouri, USA: Elsevier Saunders; 2003.
23. Barbosa SH, Zanata RL, Navarro MF, Nunes OB. Effect of different finishing and polishing techniques on the surface roughness of microfilled, hybrid and packable composite resins. Braz Dent J. 2005;16:39–44.
24. Attar N. The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. J Contemp Dent Pract. 2007;8:27–35.
25. Jefferies SR. Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: A state-of-the-art review. Dent Clin North Am. 2007;51:379–97, ix.
26. Schmitt VL, Puppin-Rontani RM, Naufel FS, Ludwig D, Ueda JK, Sobrinho LC. Effect of finishing and polishing techniques on the surface roughness of a nanoparticle composite resin. Braz J Oral Sci. 2011;10:105–8.
27. Poskus LT, Placido E, Cardoso PE. Influence of placement techniques on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations. Dent Mater. 2004;20:726–32.
28. Mobarak E, Elsayad I, Ibrahim M, El-Badrawy W. Effect of LED light-curing on the relative hardness of tooth-colored restorative materials. Oper Dent. 2009;34:65–71.
29. Esmaeili B, Safarcherati H, Vaezi A. Hardness evaluation of composite resins cured with QTH and LED. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. 2014;8:40–4.
30. Ferracane JL. Correlation between hardness and degree of conversion during the setting reaction of unfilled dental restorative resins. Dent Mater. 1985;1:11–4.
31. Kramer N, Lohbauer U, Garcia-Godoy F, Frankenberger R. Light curing of resin-based composites in the LED era. Am J Dent. 2008;21:135–42.
32. Porto IC, Soares LE, Martin AA, Cavalli V, Liporoni PC. Influence of the photoinitiator system and light photoactivation units on the degree of conversion of dental composites. Braz Oral Res. 2010;24:475–81.
33. Shin-Etsu. Characteristic properties of silicone rubber compounds. Shin Etsu Chemical Co, Ltd.; 2005.
34. In: Boileau S, Ganachaud F, Boury B, editors. Silicon based polymers- Advances in synthesis and supramolecular organization Springer ebook; 2008.
35. Chakraborty R. Development of novel cycloaliphatic siloxanes for thermal and uv-curable applications (PhD teses). Ohio (EUA): University of Akron; 2008.
36. Gauthier MA, Stangel I, Ellis TH, Zhu XX. Oxygen inhibition in dental resins. J Dent Res. 2005;84:725–9.
37. Rueggeberg FA, Margeson DH. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. J Dent Res. 1990;69:1652–8.
38. Magne P, Nielsen B. Interactions between impression materials and immediate dentin sealing. J Prosthet Dent. 2009;102:298–305.
39. Polydorou O, Huberty C, Wolkewitz M, Bolek R, Hellwig E, Kümmerer K. The effect of storage medium on the elution of monomers from composite materials. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 2012;100:68–74.