

AVALIAÇÃO DO DESGASTE DE SUPERFÍCIE DAS RESINAS COMPOSTAS COM DIFERENTES TÉCNICAS DE POLIMERIZAÇÃO

SUPERFICIAL WEAR EVALUATION OF COMPOSITES, WITH DIFFERENT POLYMERIZATION TECHNIQUES

Renato Gomes Antoniazzi

Halim Nagen Filho

Departamento de Odontologia da Universidade de Taubaté

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar a resistência ao desgaste de três resinas compostas, polimerizadas de duas maneiras diferentes, quando usado um simulador de escovação. Foram utilizadas as resinas Definite, Suprafill e Surefil, sendo confeccionados 16 corpos de prova (cp) de cada material, divididos em 2 grupos, e polimerizados de duas maneiras: integral com 40s à distância de 0mm da fonte de luz/material; e gradual, 10s a 0mm, seguida de 30s a 2mm de distância. Os cp foram pesados e os valores registrados como iniciais. Foi utilizada uma máquina de escovação de três corpos, usando escovas dentais e dentifrício, os cp foram submetidos a 100.000 ciclos de escovação e, em seguida, foram novamente pesados, sendo os valores registrados como finais. A porcentagem de desgaste do cp foi a diferença entre os valores iniciais e finais. Os resultados evidenciaram diferenças estatisticamente significantes no desgaste dos materiais, quando comparada a resina Definite com a resina Surefil e a Suprafill com polimerização gradual ou integral; porém as resinas Surefil e Suprafill não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si, apesar de ter havido desgaste em ambas. Em contrapartida, em relação aos dois tipos de polimerização, não houve diferença estatisticamente significativa no desgaste dos materiais. Assim, foi possível concluir que o desgaste das resinas compostas está relacionado com a composição do material restaurador e que ambos os tipos de polimerização foram adequados para a completa polimerização destes materiais.

PALAVRAS-CHAVE: desgaste; resina composta; tempo de polimerização

INTRODUÇÃO

Desde a criação da resina composta por Bowen, em 1957, as indústrias odontológicas têm por meta produzir uma resina com baixa contração e alta resistência ao desgaste e à deformação. Estas características possuem módulo de elasticidade conflitante, visto que, para a primeira propriedade os valores devem ser baixos, enquanto que para a segunda, os valores devem ser altos. O módulo de elasticidade para uma resina, usada em uma superfície de incidência de esforços mastigatórios, é uma propriedade muito importante e deve ser levado em consideração. Uma deformação ou perda de substância por desgaste poderá ter efeitos danosos na restauração, aumentando no futuro, o risco de microinfiltração ou o perigo de fratura de cúspides.

As primeiras resinas compostas de macropartículas não apresentavam bom desempenho clínico, com níveis de desgaste elevados (100 a 150mm/ano), podendo levar à extrusão do antagonista com conseqüente perda de dimensão vertical (MONDELLI et al., 1980). As resinas compostas atuais vêm passando por várias transformações em sua composição, conferindo a elas uma considerável melhoria quanto ao seu desempenho clínico.

Com o advento das resinas compostas híbridas, os níveis de desgaste foram reduzidos para 10 a 20mm/ano (BUSATO et al., 1996; CARDOSO, 1994), podendo chegar até a valores menores de 8mm/ano (LEINFELDER, 1993). Segundo a American Dental Association (ADA), as resinas compostas não poderiam ter desgastes superiores a 125mm/ano após dois anos e 174mm/ano após quatro anos (NAGEM FILHO, 1999).

Recentemente, surgiram as resinas compostas denominadas condensáveis (HAMMESFAHR, 1998; MANHART et al., 2000a, 2000b), contendo elevada porcentagem de partículas inorgânicas, mais de 80% por peso, e alto módulo de elasticidade. Um produto com esta especificação quando polimerizado pelo método convencional, isto é, com elevada energia, apresenta alta rigidez, porém é factível a um estresse de grande contração. Para eliminar ou

diminuir o estresse nestas resinas compostas foi idealizado uma polimerização gradual, de baixa energia de luz com tempo de exposição curto, de modo a promover um escoamento da massa ainda na fase pré-gel.

Um tipo de desgaste, é o que ocorre quando as escovas com as pastas de dentes são esfregadas sobre a superfície da restauração.

Na máquina de escovação utilizada, com desgaste de três corpos, como o próprio nome revela, há a necessidade de três elementos para a realização do mecanismo. São duas superfícies, dente e escova, intermediadas por uma pasta. Esse desgaste abrasivo percorre um caminho em direção à menor resistência, conseqüentemente seu alvo é somente a matriz do material.

Embora o módulo de elasticidade e o índice de conversão do complexo resinoso determinem o grau de rigidez da matriz, resultando em maior durabilidade de resistência da resina, a contração de polimerização está relacionada com essas propriedades, pois quanto maior o módulo de elasticidade e o grau de conversão da resina, maior será sua resistência, sua contração, e como inferência maior infiltração (NAGEM FILHO; ARAGÃO, 2000).

Estas propriedades podem ser melhoradas com a técnica de polimerização *soft-start* (MEHL; HICKEL; KUNZELMANN, 1997). A redução da energia empregada na fotopolimerização é destinada a diminuir a velocidade de reação, com o propósito de aumentar o escoamento da resina.

A energia empregada na polimerização das resinas compostas é obtida pela intensidade de luz aplicada por determinado tempo. Desta forma, para um aparelho com liberação de luz com intensidade fixa, deve-se diminuir o tempo de aplicação para se obter baixa energia. Em seguida, alta energia é sobreposta para completar o tempo de exposição à luz determinada pelo fabricante da resina, ou, por um tempo mínimo de quarenta segundos, recomendado por LEUNG et al. (1983), para completar uma polimerização adequada.

A polimerização da resina, por esta técnica gradual, deve ser equivalente quando fotopolimerizada pela técnica convencional, isto é, aplicação de alta energia em um só incremento.

Neste trabalho, o objetivo foi verificar a resistência ao desgaste de três tipos de resinas compostas, usando um simulador de escovação de três corpos, sendo estes materiais polimerizados pela técnica integral e pela gradual.

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizadas neste trabalho, para avaliação do desgaste dos corpos-de-prova, três diferentes tipos de resinas compostas: Definite, Suprfill e Surefil. Foram confeccionados 48 cp, sendo 16 de cada material, divididos em dois grupos de oito, para receber a polimerização.

Os cp foram confeccionados em matrizes de alumínio com formato cilíndrico, contendo quatro perfurações com 7mm de diâmetro x 3mm de espessura (PILO, 1994). As matrizes foram apoiadas em placa de vidro, isoladas com uma camada fina de Cel-lac (SSWhite), com pincel, para haver o desprendimento dos cp da matriz, após polimerização da resina composta.

As resinas Suprfill e Surefil foram inseridas em camadas com espátula de inserção nº 1 e compactadas nos orifícios da matriz por meio de condensador manual. Somente a resina Definite foi aplicada em um único incremento, com uma seringa do tipo Centrix, fornecida pelo fabricante e, em seguida, condensada manualmente. Sobre a parte superior da resina, uma lamínula de vidro usada em procedimentos histológicos foi aplicada com moderada pressão digital, para delimitar a espessura do espécime e, em seguida, feita a polimerização.

A intensidade de luz do aparelho fotopolimerizador (450mW/cm²) foi verificada por meio de radiômetro (Curing Radiometer - Demetron), antes da polimerização de cada grupo de cp (DUNNE; DAVIES; MILLAR, 1996).

A fotopolimerização foi realizada com o aparelho Ultralux Eletronic (Dabi Atlante), de duas maneiras: o grupo I recebeu uma polimerização integral de quarenta segundos com distância de 0mm entre a fonte de luz e o material; e o grupo II uma polimerização gradual, sendo dez segundos a 0mm, seguida de trinta segundos à 2mm de distância. Para manter esta distância foi usado um suporte plástico que se encaixava na ponta do aparelho fotopolimerizador, e com um paquímetro de aço inox foi posicionado o suporte em 2mm.

Os cp foram retirados da matriz com pressão digital, a seguir foram retiradas as aparas com lixa d'água nº 500 e mantidos em soro fisiológico em estufa à temperatura de 36° ± 2 por seis dias, para a completa hidratação e expansão linear (OLIVA; LOWE, 1986).

Após a hidratação, os cp foram pesados em balança digital (Quimis – SA 210) com precisão de 0,001g e os valores expressos em gramas. Os valores foram registrados em uma tabela contendo as três pesagens e suas médias aritméticas, que determinaram a massa inicial (Mi) dos três materiais examinados.

Para a realização do teste de desgaste de três corpos, foi utilizado um aparelho especialmente construído para esta finalidade, denominado “máquina de escovação”, constituído de uma base com 25mm de diâmetro por 15mm de altura sobre a qual eram afixados dois recipientes metálicos circulares, onde se encaixavam duas matrizes de alumínio contendo quatro perfurações, uma para cada lado, nas quais foram confeccionados os cp em resina composta.

Sobre a base havia um motor de ¼ de HP com uma chave elétrica tipo liga/desliga. Esta chave era ligada à rede comercial de energia com tensão de 110 volts que, por um sistema de correias e polias, colocava em movimento um virabrequim fixado sobre a base por mancais de rolamento. Em cada lado do virabrequim existia um braço de suporte fixado a um sistema deslizante, dotado de movimento em uma única direção e dois sentidos. A extremidade deste braço era dotada de um sistema para fixação da parte ativa da escova de dente, por meio de parafusos.

O movimento circular do virabrequim acionava os braços, direito e esquerdo, com a parte ativa da escova em uma única direção e em dois sentidos, de ida e volta. A matriz onde se encontravam os cp era dotada de movimento circular, cuja rotação era ¼ da rotação do virabrequim. Com a composição dos dois movimentos, o retilíneo do braço e o circular da matriz, foi simulada uma escovação circular.

Para registro do número de movimentos existia um conta-giros fixado sobre a base da máquina, que era ativado por uma haste ligada ao suporte da escova.

A velocidade da escovação foi de 374 ciclos por minuto. Entende-se por um ciclo o movimento de vai e vem da escova dental. As amostras foram submetidas a cem mil ciclos de escovação, totalizando um tempo aproximado de quatro horas e 45 minutos de atividade mecânica.

A escova utilizada foi a Colgate Plus Twister com cabo anatômico, cabeça compacta e consistência macia/suave, substituída em toda troca de cp, sobre a qual era acoplada um cilindro de ferro sobre as escovas, que pesava 200g (VIEIRA, 1968). O creme dental utilizado foi o Colgate - Máxima Proteção Anticáries, que foi pesado e diluído em água destilada na proporção de 1:2, sendo 5ml dessa mistura colocada dentro do recipiente metálico onde se encontravam os quatro cp.

A cada vinte mil ciclos, ou a cada uma hora, a solução aquosa de creme dental era adicionada ao recipiente que continha a matriz com os cp (DOMENE, 1993 e 1998).

Após o término do processo de escovação, os cp foram removidos do interior da matriz metálica com auxílio de uma pinça clínica e imediatamente lavados em água corrente, para a total remoção do creme dental.

Após a escovação e limpeza dos cp, estes foram armazenados novamente em soro fisiológico por seis dias em estufa à temperatura de $36^{\circ} \pm 2$, para a completa hidratação, pesados na mesma balança citada anteriormente, com três pesagens e a média aritmética dos valores em gramas registrados como massa final (Mf), em tabelas.

RESULTADOS

Os resultados alcançados nesta investigação assomam uma síntese dos fatores passíveis de serem analisados com o intuito de prover elementos para identificar eventuais diversidades nas propriedades das resinas estudadas.

Nos testes efetuados de desgaste, os valores individuais obtidos com as pesagens iniciais (Mi) dos cp foram registrados em tabela apropriada e correspondem à média aritmética de três pesagens consecutivas das resinas compostas polimerizadas pelos métodos de aplicação da intensidade de luz em tempo único (integral) e vários tempos (gradual).

A porcentagem do desgaste dos cps estão listados nas Tabela 1.

Tabela 1 - Registro da porcentagem de desgaste dos cps confeccionados com a resina composta Definite – Degussa Hüls (D), Suprafill – SSWhite (SP) e Surefil – Dentisply (SU), com polimerização integral (I) e gradual (II).

Corpos-de-prova D	% de desgaste	Corpos-de-prova SP	% de desgaste	Corpos de prova SU	% de desgaste
D I – 1	2.0907	SP I – 1	1.9517	SU I – 1	0.7638
D I – 2	2.8283	SP I – 2	0.9882	SU I – 2	1.6416
D I – 3	2.1739	SP I – 3	0.9651	SU I – 3	0.8273
D I – 4	2.5413	SP I – 4	0.9712	SU I – 4	1.0763
D I – 5	1.5463	SP I – 5	1.2781	SU I – 5	0.7910
D I – 6	1.6051	SP I – 6	1.4399	SU I – 6	2.0070
D I – 7	1.6477	SP I – 7	1.5591	SU I – 7	0.9317
D I – 8	1.7140	SP I – 8	0.9811	SU I – 8	0.5992
MÉDIAS	2.0184		1.2668		1.0797
D II – 1	1.3126	SP II – 1	1.0360	SU II – 1	0.6295
D II – 2	2.4529	SP II – 2	1.2542	SU II – 2	0.6340
D II – 3	1.3399	SP II – 3	1.3795	SU II – 3	0.7130
D II – 4	0.1534	SP II – 4	1.7241	SU II – 4	0.7352
D II – 5	2.1382	SP II – 5	0.8673	SU II – 5	0.7030
D II – 6	1.2279	SP II – 6	0.9855	SU II – 6	0.6610
D II – 7	1.3931	SP II – 7	0.9611	SU II – 7	0.6410
D II – 8	2.8615	SP II – 8	1.0475	SU II – 8	0.7409
MÉDIAS	1.7349		1.1569		0.6822

Como se pode verificar na Tabela 2, os desvios-padrão apresentados após as médias das resinas compostas mostram valores baixos; revelando que o método da diferença de pesagens antes e depois da escovação é um processo sensível, adequado e a sua representatividade é confiável. Os dados disponíveis nesta tabela são claros ao informar que as médias representam uma verdade diante de uma amplitude pequena entre os valores individuais.

Tabela 2 - Valores das médias e desvio-padrão do desgaste da superfície das resinas compostas com polimerização gradual e integral. Foi utilizado teste estatístico de Tukey com nível de significância de 5%

Resina	POLIMERIZAÇÃO	
	Gradual	Integral
Definite	A 1,735 ± 0,6533 b	A 2,018 ± 0,4754 b
Suprafill	A 1,156 ± 0,2825 ab	A 1,266 ± 0,3629 a
Surefil	A 0,682 ± 0,0461 a	A 1,079 ± 0,4892 a

As letras maiúsculas apresentadas na frente de cada valor representam a variação da polimerização, e quando acompanhadas de uma mesma letra não apresentam diferenças estatísticas entre os materiais, para o tipo de polimerização empregado em relação ao desgaste das resinas compostas. As letras minúsculas após os valores, quando iguais, representam que não houve desgaste estatisticamente significativo em relação ao material utilizado.

Com a finalidade de avaliar se as possíveis diferenças desses níveis eram estatisticamente significantes, os resultados obtidos, foram submetidos à análise de variância a um critério modelo fixo, com nível de significância de $p < 0,05$.

Para possibilitar a verificação dos responsáveis pela significância entre os diferentes grupos, foi realizada a comparação múltipla das médias por meio do teste estatístico de Tukey com nível de significância de 5%. Comparando-se os dados obtidos, e relacionando os tipos de resinas composta utilizada, ficou evidente que houve diferença

estatisticamente significativa no desgaste dos materiais, ou seja, na comparação da resina composta Definite, com a resina composta Surefil e Suprafill com polimerização integral. Porém com a polimerização gradual, a resina composta Definite comparada com a Suprafill não apresentou diferença estatisticamente significativa, mas com a Surefill foi constatada diferença estatisticamente significativa.

Para as resinas compostas Suprafill e Surefil gradual ou integral, não foi constatada diferença estatisticamente significativa no desgaste entre os materiais.

Em relação aos dois tipos de polimerização, não houve diferença estatisticamente significativa no desgaste da resinas compostas nos cp analisados.

DISCUSSÃO

As resinas compostas atuais são materiais complexos e fatores como baixa resistência à abrasão, coeficiente de expansão térmica e contração de polimerização ainda limitam a indicação desses materiais para dentes posteriores.

As resinas compostas, por serem materiais estéticos, são cada dia mais usadas pelos profissionais nas restaurações dos dentes, pela própria exigência dos pacientes que assim o querem, gerando a necessidade de pesquisas para melhorar as propriedades clínicas desses materiais restauradores. Também as indústrias odontológicas sempre tiveram como meta fabricar materiais com baixa contração e alta resistência aos desgastes, sendo esses, pontos desfavoráveis para a ampla indicação desses materiais.

Teoricamente todas as resinas compostas sofrem desgastes quando submetidas à pressão do processo de escovação. No entanto, vários fatores extrínsecos ou intrínsecos podem afetar a quantidade desse desgaste. Como regra geral, quanto maior for a carga depositada sobre a escova para exercer a pressão sobre a superfície do cp e maior for o número de ciclos de escovação totalizando o tempo de trabalho, maior será o volume de matéria removida da massa total do cp. No entanto, essa abrasão por atrito depende intrinsecamente da composição das resinas compostas, isto é, da relação matriz e volume de carga.

A polimerização da resina composta é um ponto importante a se levar em consideração, pois se sabe que o grau de conversão dos polímeros de uma resina composta está ligado à quantidade de polimerização desse material e isso corresponde ao tipo de polimerização utilizado. Controvérsias existem sobre o tipo de polimerização das resinas compostas, quer seja gradual, quer seja integral no que se refere à conversão de polimerização para que essas resinas compostas tenham melhor dureza e menor desgaste, pois autores como Mehl, Hickel e Kunzelmann (1997), e Kanca III e Suh (1999), preconizam a técnica de polimerização *soft-start*, com o propósito de aumentar o escoamento da resina.

Sobre a técnica gradual com diferentes distâncias da fonte de luz, autores como Pires et al. (1993), Rueggeberg e Jordan (1993), Nomoto, Uchida e Hirasawa (1994), Hansem e Asmussen (1997), Mehl, Hickel e Kunzelmann (1997), afirmaram que, em aparelho fotopolimerizador com intensidade de luz fixa, uma forma de controlar a intensidade de polimerização é modificar a distância da fonte de luz, pois quanto menor a distância da fonte, maior é a intensidade desta luz, proporcionando assim maior dureza da resina composta.

A energia absorvida pela resina composta é obtida pela intensidade de luz em relação ao tempo de exposição, que é expressa em Joule (J), unidade utilizada para medir a energia aplicada na material. Neste trabalho, a energia final empregada foi igual a 16.000J.

Nesse estudo foi adotada a técnica gradual, sendo a primeira polimerização com tempo de exposição curto, para proporcionar escoamento da fase pré-gel da resina composta, pois foi aplicada baixa energia. Em seguida, era realizada outra polimerização, para complementar o primeiro segmento, com tempo de exposição maior, ou seja, uma energia maior, porém com uma distância de 2mm da fonte até os cp. Esta distância diminui a dureza do material, pois diminui a penetração da energia no material e também diminui a ativação das moléculas de canforaquinona, das camadas abaixo da superfície, presentes na composição das resinas compostas. Esta canforaquinona é responsável pela conversão de monômeros em polímeros das resinas compostas (RUEGGERBERG, 1999).

Em contrapartida, na polimerização integral, a penetração da luz diminuiu com a profundidade da resina composta nos cp, sendo a dureza comprometida nas camadas mais profundas desse material (MANDARINO; PORTO, 1989).

Com a intenção de diminuir a resistência mecânica dos materiais e aumentar o desgaste dos cp, foi aumentada a distância da fonte de luz em relação a superfície das resinas compostas, quando aplicada a luz fotopolimerizadora com alta energia, na técnica gradual.

Quando comparados os resultados do teste de escovação, tanto na técnica de polimerização integral como na gradual, observa-se que não houve diferença estatisticamente significativa nos três tipos de resinas compostas.

Foi adotado para este trabalho o tempo final de fotopolimerização de quarenta segundos, já que os fabricantes o recomendam, com uma intensidade de luz de 400mW/cm², e estando de acordo com os trabalhos de Leung et al. (1983) e Nagen Filho (1999).

No teste de desgaste foi usada uma máquina que simulava o movimento de escovação, concordando com a metodologia utilizada por Domene (1993), Condon e Ferracane (1996), Domene (1998), Tanoue, Matsumura e Atsuta (2000a e 2000b), Manhart et al., (2000a e 2000b), em que foi usado um desgaste de três corpos (cp, escova dental e dentifrício). Esse desgaste erosivo percorreu um caminho em direção de menor resistência, e o alvo foi a matriz orgânica da resina composta. É importante ressaltar que para aumentar a resistência ao desgaste por erosão, deve-se aumentar a dureza do material estudado.

Os resultados mostraram que a resina composta Definite apresentou o maior desgaste quando comparado com o das outras duas resinas compostas utilizadas (Suprafill e Surefil). Nas resinas compostas Suprafill e Surefil, os resultados obtidos entre elas não foram estatisticamente significantes, mesmo havendo desgaste dos cp estudados, quando submetidos à pressão do processo de escovação. Por serem materiais com diferentes tipos de polímeros, mas características mudam em relação à energia absorvida pela polimerização, determinando as diferenças de desgaste. Estão de acordo com estes resultados, Condon e Ferracane (1997) e Leinfelder e Suzuki (1999), que também encontraram desgastes entre os materiais com características diferentes.

Nossos resultados concordaram com os de Condon e Ferracane (1997), Leinfelder e Suzuki (1999), Tanoue, Matsumura e Atsuta (2000a e 2000b), Manhart et al. (2000a e 2000b) no que diz respeito ao desgaste superficial do material restaurador, que apresentou diferentes valores em materiais com composições variadas, sob ação de abrasão, realizada durante o teste de escovação dental.

Esse estudo poderá vir a colaborar com a inúmeros trabalhos com metodologia semelhantes na busca constante de materiais estéticos, com características mecânicas mais favoráveis, para a manutenção da fisiologia do órgão dental restaurado, no que diz respeito ao desgaste do material.

Novos estudos devem ser realizados sobre o assunto, para que as falhas nas propriedades dos materiais estudados ocorram cada vez menos, e que esses materiais se aproximem o máximo possível das características das estruturas dentárias.

CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho nos permitem concluir que:

- houve desgaste nos três materiais estudados com o teste de escovação;
- a resina composta Definite apresentou maior desgaste comparada com as outras duas resinas. As resinas compostas Suprafill e Surefil também apresentaram desgaste, porém quando comparadas entre si, não houve diferenças estatisticamente significantes;
- os desgastes dos materiais foram relacionados aos diferentes tipos de composições, pois cada material possui um monômero diferente; os dois tipos de polimerização estudados, tanto a polimerização integral quanto a gradual foram adequados para os três tipos de resinas compostas, não havendo diferenças estatisticamente significantes entre eles em relação ao desgaste pela escovação;

ABSTRACT

The aim of this study was to verify the wear resistance of three composites, with two ways of polymerization, when a brush simulator was used. Definite, Suprafill and Surefill composites were used, 16 specimens were made of each material, divided into two groups, and polymerized of two ways: full intensive with 40s and 0mm of light source/material distance; and soft-start, with 10s and 0mm, followed by 30s and 2mm of distance. The specimens were weighed and the values were registered as initial. It was used a brushing machine of three-bodied, using toothbrush and dentifrice, the specimens were submitted to a new weighing, then the values were registered as final. The specimens wear rate was the difference between the initial and final values. The results showed statistically significant differences on materials wear, when compared Definite, with Surefill and Suprafill soft-start and full intensive polymerization, but the composites Surefil and Suprafill showed no statistically significant difference between each other, although both showed wear. On the other hand, related to the polymerization types, there was no statistically significant difference on

the materials wear. Thus, we concluded that the composite wear was related to the material composition and that both polymerization types were proper to the complete polymerization of these materials.

Key-words: wear; composite resins; time cured

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUSATO, A. L. S. et al. *Dentística Restauradora em Dentes Posteriores*. São Paulo: Artes Médicas, 1996.

CARDOSO, P. E. C. *Avaliação do desgaste, rugosidade e microestrutura de resina compostas em função de ciclagem mecânica e fonte fotoativa*. 1994. Tese (Doutorado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

CONDON, J. R.; FERRACANE, J. L. Evaluation of composite wear with a new multi-mode oral wear simulator. *Dent. Mater.*, v. 12, p. 218-226, July 1996.

CONDON, J. R.; FERRACANE, J. L. In vitro wear of composite with varied cure, filler level, and filler treatment. *J. Dent. Res.*, v. 76, n. 7, p. 1405-1411, July 1997.

DOMENE, S. *Avaliação da abrasão e textura superficial de resinas compostas*. 1993. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru.

DOMENE, S. *Determinação da perda de massa pelo método de escovação, nos cimentos de ionômeros de vidro*. 1998. Tese (Doutorado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 1998.

DUNNE, S. M.; DAVIES, B. R.; MILLAR, B. J. A survey of the effectiveness of dental light-curing units and a comparison of light testing devices. *Br. Dent.*, v. 180, n. 11, p. 411-416, June 1996.

HAMMESFAHR, P. D. Introduction of a new high-density posterior restorative material. In: - *J. Dent. Symposia.*, v. 5, n. 1, p. 3, 1998.

HANSEN, E. K.; ASMUSSEN, E. Visible-light curing units: correlation between depth of cure and distance between exit window and resin surface. *Acta. Odontol. Scand.*, v. 55, n. 3, p. 162-166, June 1997 .

KANCA III, J.; SUH, B. I. Pulse activation: Reducing resin-based composite contraction stresses at the enamel cavosurface margins. *Am. J. Dent.*, v. 12, n. 3, p. 107-112, June 1999.

LEINFELDER, K. F. Posterior composite: state-of-the-art clinical application. *Dent. Clin. N. Amer.*, v. 37, n. 3, p. 411-418, July 1993.

LEINFELDER, K. F.; SUZUKI, S. In vitro wear device for determining posterior composite wear. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 130, n. 9, p. 1347-1353, Sept. 1999.

LEUNG, R. et al. Post irradiation polymerization of visible light activated composite resin. *J. Dent. Res.*, n. 62, p. 363-365, Mar.1983.

MANHART, J. et al. Mechanical properties of new composite restorative material. *J. Biomed. Mater. Res.*, v. 53, n. 4, p. 353-361, 2000.

MANHART, J. et al. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dent Mater.* v. 16, p.33-40, 2000.

MANDARINO, F.; PORTO, C. L. Microdureza das resinas compostas fotoativadas em diferentes profundidades de polimerização. Efeito de fontes de luz e materiais. *RGO*, v. 37, n. 4, p. 314-318, jul./ago. 1989.

- MEHL, A.; HICKEL, R.; KUNZELMANN, K. H. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without 'soft start-polymerization'. *J. Dent.*, v. 25, n. 3-4, p. 321-330, May-July 1997.
- MONDELLI, J. et al. Fracture strength of human teeth with cavity preparations. *J. Prosth. Dent.*, v. 43, n. 4, p. 419-422, Apr 1980.
- NAGEM FILHO, H. *Materiais Dentários Resinas Compostas*. Bauru: Produções Artes Gráficas Ltda, 1999. 84 p.
- NAGEM FILHO, H.; ARAGÃO, H. D. N. *Materiais Dentários Resinas Compostas contração volumétrica de polimerização*. Bauru: Produções Artes Gráficas Ltda, 2000. 58 p.
- NOMOTO, R.; UCHIDA, K.; HIRASAWA, T. Effect of light intensity on polymerization of light-cured composites resins. *Dent. Mater. J.*, v. 13, n. 2, p. 198-205, Oct. 1994.
- OLIVA, R. A.; LOWE, J. A. Dimensional stability of composite used as a core material. *J. Prosthetic. Dent.*, v. 56, n. 5, p. 554-561, Nov. 1986.
- PILO, R. et al. The effect of irradiation time on the shear strength of composite. *Dent. Mater.*, v. 10, p. 338-342, Nov. 1994.
- PIRES, J. A. F. et al. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. *Quintessence Int.*, v. 24, n. 7, p. 517-521, 1993.
- RUEGGERBERG, F. Contemporary Issues in Photocuring. *Compendium*, Supplement n. 25, v. 20, 1999.
- RUEGGERBERG, F. A.; JORDAN, D. M. Effect of light-tip distance on polymerization of resin composite. *Int. J. Prosthodont.*, v. 6, n. 4, p. 364-370, Jul/Aug. 1993.
- TANOUE, N.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Wear and surface roughness of current prosthetic composites after toothbrush/dentifrice abrasion. *J. Prosthetic. Dent.*, v. 84, n. 1, p. 93-97, 2000.
- TANOUE, N.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Analysis of composite type and different sources of polymerization light on in vitro toothbrush/dentifrice abrasion resistance. *J. Dent.*, v. 28, p. 355-359, 2000.
- VIEIRA, D. F. *Contribuição ao estudo da dureza e resistência à abrasão, de resinas acrílicas ativadas termicamente, contendo ou não agente de ligação cruzada*. 1968. Tese (Concurso para provimento efetivo da 5ª cadeira – materiais odontológicos) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1968.