

MARÇAL SEITARO MATUMOTO

Influência de três modos de fotoativação sobre a sorção e solubilidade de
diferentes resinas compostas

CASCAVEL-PR

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ODONTOLOGIA
NÍVEL MESTRADO

MARÇAL SEITARO MATUMOTO

Influência de três modos de fotoativação sobre a sorção e solubilidade de diferentes resinas compostas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Odontologia, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Orientadora: Profa. Dra. Veridiana Camilotti

Co-Orientador: Prof. Dr. Marcio José Mendonça

Assinatura do Orientador

CASCADEL-PR

2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

M397i

Matumoto, Marçal Seitaro

Influência de três modos de fotoativação sobre a sorção e solubilidade de diferentes resinas compostas. /Marçal Seitaro Matumoto. Cascavel, PR: UNIOESTE, 2015.

23 p.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Veridiana Camilotti

Coorientador: Marcio José Mendonça

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Odontologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.

1. Resina composta. 2. Fotopolimerização. 3. Sorção de água. 4. Solubilidade. I.Camilotti, Veridiana. II. Mendonça, Marcio José. III. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. IV. Título.

CDD 21.ed. 617.695

CIP 12899

Ficha catalográfica elaborada por Helena Soterio Bejo CRB-9^ª/965



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Odontologia



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa da Dissertação de Mestrado, em sessão pública, realizada em 24 de fevereiro de 2015, considerou o candidato Marçal Seitaro Matumoto aprovado.

Prof.ª Dr.ª Veridiana Camilotti

Dr.ª Priscilla do Monte Ribeiro Busato

Prof. Dr. Elyseu Sicoli

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho às pessoas que nos bons e difíceis momentos estão sempre
ao meu lado:

VERA LUCIA, minha esposa, companheira,
carinhosa, compreensiva.

Meus filhos, BRUNO e MARIANA,
o estímulo e o motivo para que
eu continue evoluindo como profissional e pai.

COM MUITO AMOR!

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

A DEUS, o criador do Universo. Obrigado Senhor!

Aos meus pais, Seico Matumoto (*in memorian*), mesmo não estando mais presente fisicamente, estará sempre em nossos corações e Yoshikatu Matumoto, que me ensinaram os valores da vida e me orientaram para eu iniciar a minha carreira.

A Professora Doutora Veridiana Camilotti, com seu conhecimento, competência e paciência, me orientou para que conseguíssemos realizar este trabalho.

Ao Professor Doutor Marcio José Mendonça, coordenador do Programa de Mestrado em Odontologia, e co-orientador deste trabalho.

Aos professores da Unioeste e FOP-Unicamp, que não mediram esforços para nos transmitir conhecimentos durante as aulas e nas orientações dos nossos trabalhos.

Aos funcionários da Unioeste, em especial, a Zeli e Elton, sempre a disposição para nos auxiliar.

Aos amigos da turma de pós graduação, pelo companheirismo e colaboração.

A UNIOESTE e a UNICAMP, que através da parceria, possibilitou a realização deste curso.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do curso e deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS:.....	7
TÍTULO:.....	8
RESUMO:	8
PALAVRAS-CHAVE:	8
TITLE	9
ABSTRACT.....	9
KEY-WORDS.....	9
INTRODUÇÃO.....	10
METODOLOGIA	11
RESULTADOS:	15
DISCUSSÃO.....	16
CONCLUSÕES:.....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	19
ANEXOS	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Resinas compostas utilizadas no estudo

Figura 2 – Organograma da distribuição dos grupos

Figura 3 – Aparelho Fotopolimerizador Bluephase (Ivoclar Vivadent)

Figura 4 – Radiômetro RD-7 Ecel

Figura 5 – Confeção dos corpos-de-prova

Figura 6 – Recipiente com sílica gel e os corpos-de-prova

Figura 7 – Paquímetro digital 727 (Starret)

Figura 8 – Imersão dos corpos-de-prova em água deionizada

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Descrição das resinas compostas utilizadas.

Tabela 2: Médias e Desvio Padrão da Sorção

Tabela 3: Médias e Desvio Padrão da Solubilidade

TÍTULO

Influência de três modos de fotoativação sobre a sorção e solubilidade de diferentes resinas compostas

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de três técnicas de fotoativação, na sorção (SO) e solubilidade (SL) de três resinas compostas – Filtek Z350 XT, Tetric N-Ceram e IPS Empress Direct. Foram confeccionados 90 corpos-de-prova (CP) de 8 mm de diâmetro e 1 mm de espessura e divididos em 9 grupos (n=10). Os CP foram fotoativados com o aparelho de luz LED Bluephase seguindo as seguintes técnicas: Convencional (CONV); *Soft-Start* (SS) e Pulso Atrasado (PA). Em seguida, foram colocados em um dessecador com sílica gel a 37°C e pesados diariamente até obtenção de uma massa constante m_1 . Em seguida, foram imersos em água deionizada por sete dias e pesados novamente (m_2). O condicionamento dos CP foi realizado seguindo o procedimento da m_1 , até obtenção de uma massa constante (m_3). Os valores de SO e SL foram calculados de acordo com a ISO 4049 e submetidos ao teste de ANOVA (two-way), seguido do *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$. Não houve diferenças estatisticamente significantes para SO e SL quando as técnicas de fotoativação foram comparadas, para todas as resinas estudadas. Na análise da SL não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os materiais e técnicas de fotoativação. Já para SO, a resina composta Filtek Z350 XT apresentou resultados estatisticamente mais elevados às demais resinas compostas avaliadas. Foi possível concluir que as diferentes formas de fotoativação não influenciaram na SO e SL das resinas compostas testadas.

PALAVRAS-CHAVES

Resina Composta; Fotopolimerização; Sorção de água; Solubilidade.

TITLE

Influence of three photoactivation techniques over the sorption and solubility of different composite resins

ABSTRACT

The aim of this study was evaluate the influence of three techniques of photoactivation, in the sorption (SO) and solubility (SL) of three composite resins – Filtek Z350 XT, Tetric N-Ceram and IPS Empress Direct. It was prepared 90 specimen (CP) of 8mm of diameter and 1mm of thickness and divided in 9 groups (n=10). The CP were photoactivated by a LED Bluephase device following these techniques: Convencional (CONV); Soft-Start (SS) and Pulse Delay (PA). They were then placed in a desiccator containing silica gel at 37°C and weighed daily until obtainment of a constant mass m_1 . Then, they were immerse in deionized water for seven days and weighed (m_2). The reconditioning of the CP were accomplished following the procedure of m_1 until the obtainment of a constant mass (m_3). The values of SO and SL was calculated according to ISO 4049 and submitted to the ANOVA test (two-way) followed by the *pos hoc* of Turkey, $p < 0.05$. There were no significant statistical differences in SO and SL when compared to the photoactivation techniques for all tested resins. In the analysis of SL, no significant statistical differences between the materials and the photoactivation techniques were observed. As for the composite resin Filtek Z350 XT, statistically higher results to other resins was evaluated. It was concluded that the different forms of photoactivation did not influence in the SO and SL of the tested composite resins.

KEYWORDS

Composite Resin; Photopolymerization; Water sorption; Solubility

INTRODUÇÃO:

Atualmente, existe grande procura por restaurações estéticas, e a resina composta fotopolimerizável é o material mais utilizado nestes procedimentos [1],[2],[3]. Introduzidas por BOWEN em 1962, são constituídas basicamente por uma matriz orgânica (BIS-GMA- bisfenol glicidil metacrilato) e partículas inorgânicas (quartzo, sílica coloidal, vidro) envolvidas por um agente de união (vinil silano) [4],[5]. . Dentre os monômeros, o TEGDMA é o monômero mais solúvel das resinas compostas, já o Bis-GMA e o UDMA podem ser liberados caso o grau de conversão do material resinoso esteja comprometido [6].

Quando ocorre a solubilização dos monômeros, os fenômenos de sorção e de solubilidade podem servir como precursores para uma variedade de processos químicos e físicos que criam problemas biológicos, bem como a produção de efeitos deletérios sobre a estrutura e função do material polimérico [7].

Para tornar o polímero mais resistente à solubilização é necessária adequada polimerização. A polimerização é o processo de conversão de monômeros em polímeros causando a mudança do estado viscoso para o sólido. Nas resinas compostas fotoativadas, esse processo tem início, quando ocorre a sensibilização, pela luz, de uma molécula fotoativadora presente na massa resinosa. Essa molécula, na grande maioria das vezes, uma alfa-diquetona (canforoquinona), quando exposta à luz em um comprimento de onda entre 450 e 500 nm (luz azul), absorve esses fótons, entrando num estado de excitação conhecido como estado tripleto. Tal condição, por sua vez, resulta em uma reação da canforoquinona com as moléculas de amina terciária (co-iniciador-DMAEMA), produzindo radicais livres. Através desses radicais, ocorre a quebra das duplas ligações de carbono dos monômeros, iniciando uma reação de polimerização em cadeia. Este processo gera contração volumétrica da resina composta, e será tão maior quanto for a conversão dos monômeros e, portanto, a formação dessas ligações covalentes [8].

A fim de diminuir as tensões geradas durante a contração de polimerização das resinas compostas, alguns autores indicam algumas técnicas de fotoativação,

como a *soft-start* [9], [10] e a de pulso atrasado [10]. A primeira compreende em uma fotoativação inicial com baixa intensidade de luz por um período de tempo curto, seguido pela fotoativação final com alta intensidade. Já, a técnica de pulso atrasado, consiste na fotoativação inicial com baixa intensidade, também por um período de tempo curto, seguido por um período de espera, e finalização da fotoativação com alta intensidade de luz [10], [11].

Desse modo, este estudo teve como objetivo avaliar a influência de três modos de fotoativação (Convencional (CONV), *Soft-Start* (SS) e Pulso atrasado (PA) na sorção e solubilidade de três diferentes resinas compostas.

METODOLOGIA

Para a presente pesquisa foram selecionadas três resinas compostas fotopolimerizáveis: (1) Filtek Z350 XT (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA), (2) Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e (3) IPS Empress Direct (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), todas na cor A1 para esmalte (tabela 1). As quais cada resina composta foi fotoativada com as três técnicas: Convencional - CONV (1200 mW/cm² por 40 segundos) *Soft-Start* - SS (até 650 mW/cm² por 5 segundos + 35 segundos 1200 mW/cm²) e Pulso atrasado - PA (650 mW/cm² por 5 segundos + 5 minutos de espera + 1200 mW/cm² por 30 segundos) com o aparelho Bluephase (Ivoclar Vivadent AG – Schaan, Liechtenstein). Foram confeccionados 90 corpos-de-prova, com o auxílio de uma matriz metálica com 1 mm de espessura e 8 mm de diâmetro. As resinas compostas foram inseridas e acomodadas na matriz por um único incremento com auxílio de uma espátula Thompson nº 2. Sobre a resina composta foi colocada uma tira de poliéster e uma placa de vidro, exercendo-se leve pressão digital por 10 segundos e remoção da placa de vidro. A fotoativação foi realizada de acordo com cada técnica utilizada. O aparelho de luz utilizado foi o Bluephase (Ivoclar Vivadent AG. Schaan, Liechtenstein), a densidade de potência foi verificada no início da fotoativação com o auxílio de um radiômetro (Ecel RD-7, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

Finalizada a fotoativação, a tira de poliéster foi removida e feita uma marcação na base do corpo-de-prova com lâmina de bisturi nº 15 para direcionar na medida do diâmetro deste espécime, e armazenados individualmente e separados em nove grupos de dez amostras, de acordo com a técnica de fotoativação e resina composta.

Tabela 1 - Descrição dos materiais

Material	Fabricante	Lote	Matriz Orgânica	Partículas de carga	Carga/volume
Filtek Z350 XT*	3M ESPE, St Paul, MN, USA	11295	BisGMA, UDMA, TEGDMA, BisEMA	Zircônia/sílica com cargas de tamanho entre 5-20 nm. Partícula aglomerada varia entre 0,6 e 1,4 µm	55,5%
Tetric N-Ceram **	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	S12951	BisGMA, BisEMA, TEGDMA	Vidro de Bário, Trifluoreto de Itérbio, óxidos mistos e copolímeros. Com cargas de tamanho entre 0,04 a 3 µm	56%
IPS Empress Direct *	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	S17100	Dimetacrilato Cicloalifático, Bisfenol-A dimetacrilato proxilado	Vidro de Bário, trifluoreto de itérbio, óxidos mistos, dióxido de silício e copolímeros. Com cargas de tamanho entre 40nm e 3000nm (3µm) (média 550nm)	52-59%

- Abreviações: BisGMA: Bisfenol A glicidimetacrilato; BisEMA: Bisfenol-A polietilenoglicol diéter dimetacrilato; UDMA: Uretano dimetacrilato; TEGDMA: Trietilenoglicol dimetacrilato

* Segundo perfil técnico do fabricante; **GIANNINI, *et al.*, 2014

Sorção e Solubilidade

Os corpos-de-prova foram acondicionados em um dessecador contendo sílica gel azul desidratada (Quimidrol Comércio e Indústria Importação Ltda, Joinville, SC, Brasil) e armazenados em estufa a 37°C por 24h. Em seguida, foram removidos e pesados numa balança analítica com precisão de $\pm 0,0001g$ (Marte – AW-220 – Santa Rita do Sapucaí, Minas Gerais, Brasil). Esse ciclo foi repetido diariamente até que a perda de massa do disco não fosse maior que 0,0001g em

um período de 24hs, obtendo-se assim, a massa constante m_1 . Antes da imersão nas soluções de armazenamento, foi calculado o volume (V) para cada corpo-de-prova, medindo-se o diâmetro em dois pontos equidistantes e a altura em um ponto central e em quatro pontos equidistantes do corpo-de-prova com um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm (Starret, mod. 727 – Itu, São Paulo, Brasil). O volume foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$V = (\pi \times r^2) \times t$$

Onde:

V é o volume do corpo-de-prova (mm^3)

$$\pi = 3,1416$$

R é o raio de cada corpo-de-prova (mm)

t é a espessura de cada corpo-de-prova (mm)

Os corpos-de-prova foram imersos em 5 mL de água deionizada e colocados em estufa a 37°C por 07 dias. Após este período de armazenamento, os mesmos foram retirados, secos com papel absorvente e seguidos de jatos de ar por 15 segundos. Uma nova pesagem foi realizada para obtenção de m_2 .

Os corpos-de-prova foram levados novamente ao dessecador na presença de sílica gel, a 37°C em estufa por 24 horas para o acondicionamento das amostras, até a obtenção de uma massa constante denominada m_3 , realizando o mesmo processo da obtenção da m_1 .

As propriedades de sorção e solubilidade em água foram calculadas de acordo com a fórmula proposta pela ISO 4049 -2009^[12].

Para o teste de sorção foram calculados os valores de W_{sp} , em microgramas por milímetro cúbico, usando a seguinte equação:

$$W_{sp} = \frac{m_2 - m_3}{V}$$

Onde:

m_2 é a massa do corpo-de-prova, em microgramas, após a imersão em água por sete dias.

m_3 é a massa recondicionada do corpo-de-prova em microgramas, após imersão e dessecação.

V é o volume do corpo-de-prova (mm^3)

Para o teste de solubilidade, foram calculados os valores de W_{sl} , em microgramas por milímetro cúbico, usando a seguinte equação:

$$W_{sl} = \frac{m_1 - m_3}{V}$$

V

Onde:

m_1 é a massa do corpo-de-prova, em microgramas, antes da imersão por sete dias

m_3 é a massa recondicionada do corpo-de-prova em microgramas, após imersão e dessecação.

V é o volume do corpo-de-prova (mm^3)

Análise estatística

Os valores médios obtidos para cada corpo-de-prova dos grupos experimentais foram submetidos inicialmente ao teste de aderência a curva de normalidade Shapiro-Wilk, com resultado positivo. Assim, os valores obtidos foram submetidos ao teste de ANOVA (two-way), seguido do *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$.

RESULTADOS

A tabela 2 apresenta a análise estatística da sorção. Foi possível observar que não houve diferenças estatisticamente significantes entre as técnicas de fotoativação. Já para a análise entre os materiais, a resina composta Filtek Z350 XT apresentou resultados estatisticamente mais elevados de sorção em comparação com as demais resinas compostas avaliadas, para as três formas de polimerização. As resinas compostas Tetric N-Ceram e a IPS Empress Direct apresentaram comportamento estatisticamente semelhantes.

Tabela 2 – Médias e Desvio Padrão de Sorção

Resina/Polimerização	CONV	SS	PA
Filtek Z350 XT	21,56 (\pm 2,18)Aa	19,90 (\pm 1,57)Aa	18,77 (\pm 1,68)Aa
Tetric N-Ceram	15,68 (\pm 2,77)Ba	15,22 (\pm 1,85)Ba	12,20 (\pm 2,56)Ba
IPS Empress Direct	13,11 (\pm 1,98)Ba	12,51 (\pm 2,46)Ba	11,74 (\pm 2,18)Ba

Letras minúsculas diferentes na mesma linha significam diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$)
 Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna significam diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$)

A tabela 3 apresenta a análise estatística da solubilidade, e é possível observar que não houve diferenças estatísticas significantes entre os grupos, quando comparados as técnicas de fotoativação e entre as três resinas compostas.

Tabela 3 – Médias e Desvio Padrão para Solubilidade

Resina/ Polimerização	CONV	SS	PA
Filtek Z350 XT	-3,59 (\pm 1,63)Aa	-0,84 (\pm 2,81)Aa	-5,94 (\pm 1,32)Aa
Tetric N-Ceram	-2,96 (\pm 1,54)Aa	-0,02 (\pm 1,55)Aa	-3,01 (\pm 1,50)Aa
IPS Empress Direct	-1,56 (\pm 1,74)Aa	1,18 (\pm 1,77)Aa	-3,46 (\pm 2,43)Aa

Letras minúsculas diferentes na mesma linha significam diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$)
 Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna significam diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$)

DISCUSSÃO

A adequada polimerização é muito importante na longevidade das restaurações de resina composta, uma vez que requer intensidade de luz e comprimento de onda suficientes para ativar o fotoiniciador destes materiais que irá reagir com um agente redutor para formação de radicais livres e iniciar o processo de polimerização^[1]. O aumento da densidade de potência eleva o grau de fotoativação e as propriedades mecânicas de uma resina composta. E dentro de uma mesma energia, o aumento da densidade de potência faz com que o grau de fotoativação diminua linearmente ocasionando aumento da resistência e módulo de flexão^[13]. O aparelho fotoativador Bluephase utilizado neste estudo possui, segundo o fabricante, uma densidade de potência máxima de 1200mW/cm² e um comprimento de onda entre 385nm e 515nm, que fica dentro do espectro de absorção da canforoquinona, fotoiniciador presente nas resinas compostas utilizadas.

A alta densidade de potência inicial aumenta o estresse de contração de polimerização das resinas compostas. Para evitar que isso ocorra, duas técnicas tem sido indicadas: a técnica de fotoativação *soft-start*, e a técnica de pulso atrasado^{[9], [10]}. O intervalo entre os dois pulsos, aumenta a fase pré-gel da resina composta e melhora a sua fluidez, aliviando o stress gerado pela contração do compósito^[1].

No presente estudo, não foram encontradas diferenças significativas para as técnicas de fotoativação utilizadas. Talvez a espessura de 1mm não seja susceptível às técnicas de fotoativação para aparelhos com densidade de potência acima de 800mW/cm² ^[14]. Piccioni *et al.*(2014)^[15], também não encontraram diferenças significativas quando avaliaram diferentes propriedades mecânicas das resinas compostas comparando a técnica SS com a de PA.

Lopes et al. (2009) ^[2], relataram em estudo que a técnica de fotoativação pulso atrasado fornece polímeros com uma estrutura linear e grau de reticulação mais baixa proporcionando aumento de volume, e portanto, um efeito de sorção

maior, além de redução significativa nas propriedades mecânicas destes compósitos submetidos à ação de solventes. Entretanto, estes autores utilizaram resinas sem cargas para o teste e uma densidade de energia menor que $24\text{J}/\text{cm}^2$. No presente estudo, os valores da densidade de energia ficaram acima de valores utilizados em outros trabalhos^{[1], [2], [16]} e isso pode também ter contribuído para ausência de diferenças estatisticamente significantes entre os modos de polimerização, para sorção e solubilidade.

As especificações nº 4049:2009 da ISO^[12], coloca que em um total de cinco corpos de prova, para o teste de sorção se quatro ou cinco dos valores obtidos forem menores ou iguais a $40\ \mu\text{g}/\text{mm}^3$ o material está dentro da especificação, se dois ou menos dos valores obtidos forem menores ou iguais a $40\ \mu\text{g}/\text{mm}^3$, o material é passível de ter falhas e se três dos valores obtidos forem menores ou iguais a $40\ \mu\text{g}/\text{mm}^3$ o teste deve ser repetido. Neste estudo os valores encontrados para a variável sorção foram bem menores, demonstrando que os materiais em questão estão dentro das normas. Já para a análise da solubilidade, se quatro ou cinco dos valores obtidos forem menores ou iguais a $7,5\ \mu\text{g}/\text{mm}^3$ o material está dentro da norma, se 2 ou menos dos valores obtidos forem menores ou iguais a $7,5\ \mu\text{g}/\text{mm}^3$, o material é passível de ter falhas e se três dos valores obtidos forem menores ou iguais a $7,5\ \mu\text{g}/\text{mm}^3$ repete-se os testes. Mais uma vez as resinas compostas estudadas apresentaram concordância com as normas.

A propriedade de sorção e solubilidade está relacionada com a entrada de solvente na matriz orgânica das resinas compostas. Este processo causa inchaço e plastificação do polímero, causando a liberação de monômeros residuais que não reagiram ao processo de fotoativação^[7]. No presente estudo, a resina composta Z350 foi a mais sensível ao processo de sorção, isso pode ter ocorrido pela presença de TEGDMA na composição deste material, uma vez que, esta molécula é hidrofílica e pode implicar na alta sorção. Resultados semelhantes foram encontrados por MÜNCHOW *et al.* 2014^[17], quando armazenaram a resina composta Z250 que possui a mesma matriz orgânica da Z350, em água por sete dias.

Não houve diferenças estatisticamente significantes para a solubilidade, e obteve-se, na maioria dos grupos, valores negativos. Alguns estudos também têm

encontrado valores negativos^{[2], [18]}. Estes são obtidos porque as m^3 (após armazenamento em massa) são maiores que as m^1 (massa após a preparação de amostras). Uma possível explicação é que a água absorvida durante o armazenamento ficou presa e incluída como parte da estrutura polimérica do compósito^[18] O que pode indicar que o compósito foi mais susceptível à absorção de água, levando ao ganho de massa, o que poderia mascarar a solubilidade real. Isso não significa que não houve a solubilidade, mas sim que a sorção de água foi maior do que solubilidade. De qualquer maneira, as técnicas de fotoativação não influenciaram na sorção e solubilidade das resinas compostas avaliadas. No entanto, mais pesquisas são necessárias para avaliar o efeito destas técnicas sobre outras propriedades das resinas compostas.

CONCLUSÕES

Considerando a metodologia adotada para este estudo, foi possível observar que:

- As técnicas de fotoativação utilizadas neste estudo não influenciaram estatisticamente na sorção e solubilidade das resinas compostas avaliadas;
- Não houve diferenças estatisticamente significantes entre as três resinas compostas para a solubilidade, já para sorção, a resina Filtek Z350 XT apresentou valores maiores em comparação às resinas Tetric N-Ceram e IPS Empress Direct, independentemente das técnicas de polimerização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Carvalho AA, Moreira FCL, Fonseca RB, Soares CJ, Franco ED, Souza JB, Lopes LG. Effect of light sources and curing mode techniques on sorption, solubility and biaxial flexural strength of a composite resin. *J Appl Oral Sci* 2012;20:240-52.
2. Lopes LG, Jardim Filho AV, Souza JB, Rabelo D, Franco EB, Freitas GC. Influence of pulse-delay curing on sorption and solubility of a composite resin. *J Appl Oral Sci*. 2009;17:27-31.
3. Albuquerque PPAC, Moreira ADL, Moraes RR, Cavalcante LM, Schneider LFJ. Color stability, conversion, water sorption and solubility of dental composites formulated with different photoinitiator Systems. *journal of dentistry* 2013; 41:67-72.
4. Moszner N, Klapdohr S. Nanotechnology for dental composites. *Int J Nanotechnol* 2004;1:130-56.
5. Sinval A, Rodrigues J, Scherrer SS, Ferracane JL, Della Bona A. Microstructural characterization and fracture behavior of a microhybrid and a nanofill composite. *Dent materials* 2008; 24:1281-8.
6. Busato PMR, Oliveira ECS, Busato MC, Mendonça MJ, Rodrigues NA, Vendrame TK, Camilotti V. Comparação das Propriedades de Sorção e Solubilidade de Cimentos Submetidos a Diferentes Soluções e Tempos de Armazenagem. *Polímeros* 2012; 22:69-72.
7. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in Dental polymer networks. *Dent Mater* 2006;22:211–222.
8. Burgess JO, Walker RS, Porche CJ, Rappold AJ. Light curing-an update. *Compendium Continuing Education Dent* 2002;23:889-906.
9. Yap AUJ, Ng SC, Siow KS. Soft-start polymerization: influence on effectiveness of cure and post-gel shrinkage. *Oper Dent* 2001;26:260-266.
10. Yap AUJ, Soh MS, Siow KS. Post-gel shrinkage with pulse activation and soft-start polymerization. *Oper Dent* 2002;27:81-87.
11. Yap AUJ, Soh MS, Siow KS. Effectiveness of composite cure with pulse activation and soft-start polymerization. *Oper Dent* 2002;27:44-49.

12. International Organization for Standardization. ISO 4049: dentistry – resin-based restorative materials. Geneva: The Organization; 2009.
13. Peutzfeldt A, Asmussen E. Resin composite properties and energy density of light cure. *J Dent Res* 2005; 84:659-62.
14. Bayindir YZ, Yildiz M, Bayindir F. The effect of "soft-start polymerization" on surface hardness of two packable composites. *Dent Mater J*. 2003;22:610-6.
15. Piccioni MA, Baratto-Filho F, Kuga MC, Morais EC, Campos EA. Cuspal movement related to different polymerization protocols. *J Contemp Dent Pract*. 2014;15:26-8.
16. Brandt WC, Silva-Concilio LR, Neves ACC, Souza-Junior EJC, Sinhorette MAC. Influence of photoactivation method and mold for restoration on the Knoop hardness of resin composite restorations. *Lasers Med Sci* 2013; 28:1227-31.
17. Munchow EA, Ferreira ACA, Machado RMM, Ramos TS, Rodrigues-Junior SA, Zanchi CH. Effect of acidic solutions on the surface degradation of a micro-hybrid composite resin. *Braz Dent J* 2014; 25: 321-26.
18. Giannini M, Di Francescantonio M, Pacheco RR, Cidreira Boaro LC, Braga RR. Characterization of water sorption, solubility, and roughness of Silorane and Methacrylate-based composite resins. *Operative Dentistry* 2014; 39:264-72.

ANEXOS

Figura 1 – Resinas compostas utilizadas no estudo

- 1- Filtek Z350 XT (3M ESPE)
- 2- Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent)
- 3- IPS Empress Direct (Ivoclar Vivadent)



Figura 2. Distribuição dos grupos no estudo (n=10)

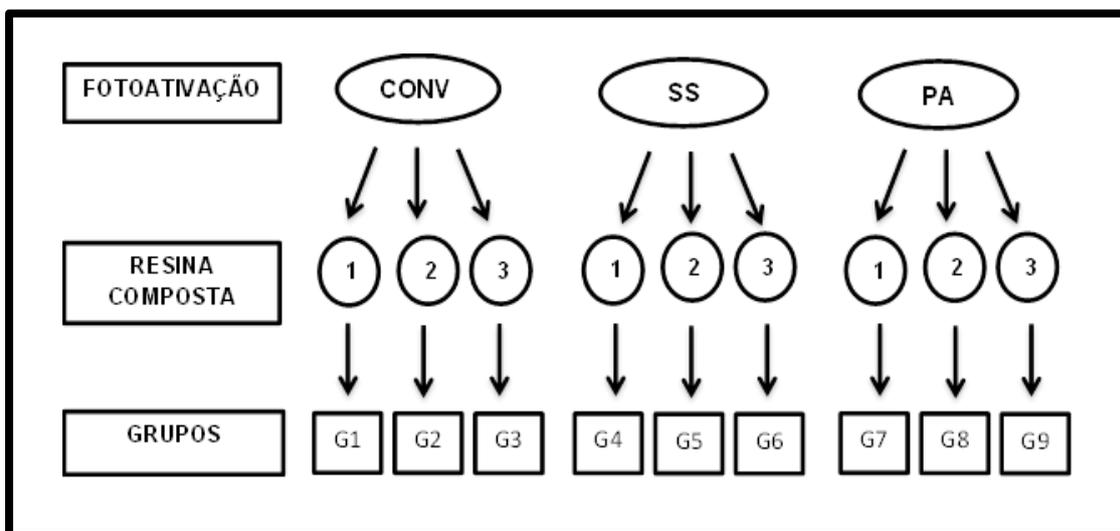


Figura 3 – Aparelho fotopolimerizador Bluephase (Ivoclar Vivadent)



Figura 4 – Radiômetro RD-7 Ecel



Figura 5 – Confeção dos Corpos-de-prova.

- a- Matriz metálica sobre tira de poliéster e placa de vidro
- b- Incremento de resina inserido na matriz
- c- Tira de poliéster e placa de vidro sobre a resina e comprimido
- d- Fotoativação
- e- Corpo-de-prova
- f- Marcação para determinar o diâmetro

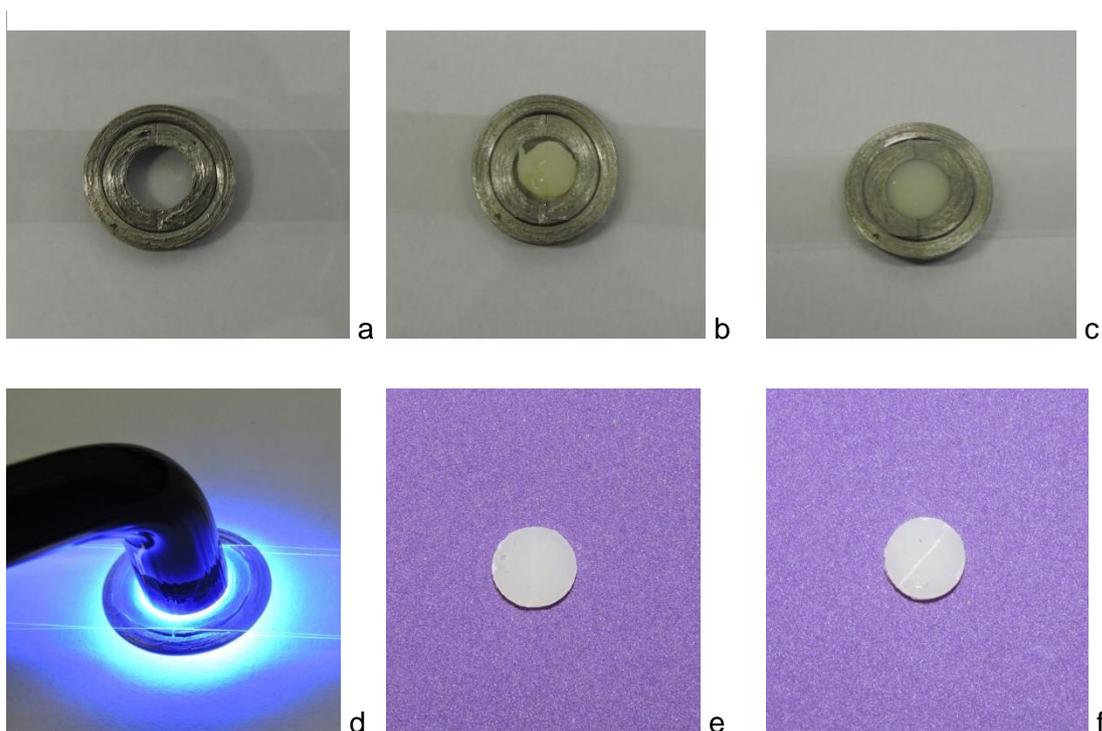


Figura 6 – Recipiente dessecador com sílica gel e os corpos-de-prova.

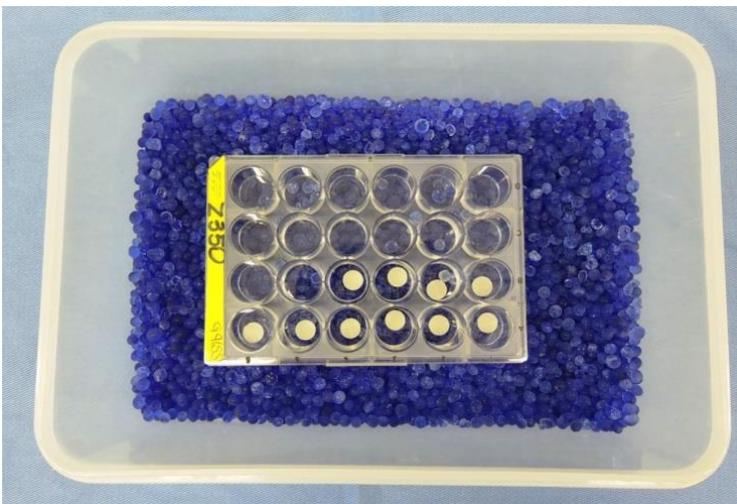


Figura 7 – Paquímetro digital 727 (Starret)



Figura 8 – Imersão dos corpos-de-prova em água deionizada.

