

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

JANAYNA GRANDO MACHADO

**INFLUÊNCIA DA LUZ FOTOPOLIMERIZADORA NA
PROFUNDIDADE DE POLIMERIZAÇÃO DE UMA
RESINA COMPOSTA**

**BAURU
2010**

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

JANAYNA GRANDO MACHADO

**INFLUÊNCIA DA LUZ FOTOPOLIMERIZADORA NA
PROFUNDIDADE DE POLIMERIZAÇÃO DE UMA
RESINA COMPOSTA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Universidade do Sagrado Coração, para obtenção do título de Cirurgião Dentista, sob orientação da Profa. Dra. Maria Cecília Veronezi e co-orientadores Profa. Dra. Débora Barrozo Legramandi e Prof. Dr. Marco Húngaro Duarte.

**BAURU
2010**

JANAYNA GRANDO MACHADO

**INFLUÊNCIA DA LUZ FOTOPOLIMERIZADORA NA
PROFUNDIDADE DE POLIMERIZAÇÃO DE UMA
RESINA COMPOSTA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Biológicas e Profissões da Saúde como parte dos requisitos para obtenção do título de Cirurgião-Dentista sob a orientação da Prof. Dra. Maria Cecília Veronezi Daher.

Banca Examinadora:

Prof. Dra. Maria Cecília Veronezi Daher
Universidade Sagrado Coração

Prof. Dra. Débora Barrozo Legramandi
Universidade Sagrado Coração

Prof. Dra. Maria Tereza Atta
Faculdade de Odontologia de Bauru - FOB
Universidade de São Paulo- USP

Bauru, 01 de Dezembro de 2010.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e protetoras, **Assis Machado** e **Leida Machado**, que me ensinaram como crescer nessa vida, aproveitando todas as oportunidades. A todo o amor e confiança que dedicam por mim.

Em especial a minha orientadora Profa. **Dra. Maria Cecília Veronezi** pela confiança e incentivo em todos os momentos. Um exemplo de pessoa pela sua competência, dedicação e paciência, incentivando sempre, me proporcionou contato com pessoas e instituições que me ajudaram a crescer. Todo o meu respeito, reconhecimento e gratidão, pelas oportunidades de crescimento pessoal e profissional.

Ao Prof. Dr. **Marco Húngaro Duarte**, pelos seus ensinamentos. Por estar sempre disposto a ajudar e melhorar o que fosse preciso.

A Profa. Dra. **Débora Barrozo Legramandi** pela sua dedicação, principalmente para a finalização do trabalho.

Ao meu grande amigo **Leonardo Marques**, que esteve ao meu lado em todos os momentos, fosse para o trabalho ou para descontrair, por todos esses anos de estudos, o meu maior parceiro.

A todos os membros do laboratório de Bioquímica da USP- Bauru pelo apoio e disponibilidade de materiais, quando necessário.

Aos meus colegas, professores e funcionários da Universidade do Sagrado Coração, com os quais passei esses quatro anos da minha vida, um muito obrigada pela ajuda, sempre que necessária, que de forma direta ou indireta, contribuíram com o meu trabalho.

RESUMO

A incompleta polimerização das resinas compostas influencia diretamente em suas propriedades físicas e na longevidade das restaurações. Um dos fatores que podem afetar o grau de polimerização deste material é o tipo de unidade fotopolimerizadora. Este estudo teve o objetivo de avaliar a influencia da luz polimerizadora na profundidade de polimerização de uma resina composta por meio do teste de micro dureza. Para isto foram confeccionados 80 corpos de prova com 5mm de diâmetro e duas espessuras de 2mm e 4mm, divididos em 8 grupos. Foram utilizados 4 unidades fotopolimerizadoras, sendo uma de luz halógena (Optilux - Demetron) e três de luz emitida por diodo (Smart Lite 150 – Dentsply, DX Turbo Led 600 e Rádii-cal- SDI.). Após a confecção dos corpos de prova, os mesmos foram submetidos ao teste de micro dureza no aparelho Shimadzu HVM-2. Os dados obtidos foram avaliados pelos testes estatísticos de Análise de Variância a dois critérios (ANOVA) e de Tukey. A análise estatística mostrou diferenças estatísticas ($P < 0,05$) na microdureza entre as fontes de luz Optilux e Rádii Cal, e entre o Rádii Cal e Smart Lite. Quando comparadas as diferentes espessuras dos corpos de prova (2 e 4mm) ocorreram diferenças estatísticas ($P < 0,05$) entre todas as fontes de luz. Com base na análise estatística foi possível concluir que as unidades fotoativadoras do tipo LED apresentaram melhor desempenho em relação à fonte de luz halógena, com exceção do LED Rádii-Cal – SDI, que apresentou comportamento inferior a luz halógena. Já o LED Smart Lite 150 - Dentsply apresentou o melhor valor de micro dureza e, quando comparadas as diferentes espessuras de resina composta (2 e 4mm) os melhores valores foram obtidos para os incrementos de 2mm.

Palavras- chave: Microdureza. Polimerização. Resina Composta.

ABSTRACT

The incomplete polymerization of composite resins influences directly on their physical properties and duration of the restorative material. One of the factors that may affect the degree of polymerization in this type of material is the type of curing unit. This study aimed to evaluate the influence of light curing in the depth of cure of a composite resin by means of the micro hardness. For this were made 80 specimens with 5 mm in diameter and two kinds of thicknesses, 2mm and 4mm, divided into 8 groups. Were used 4 Light curing units, being one of them a halogen light (Optilux - Demetron) and the other three were light-emitting diodes (Smart Lite PS - Dentsply, Led DX Turbo 600 and Radium-cal-SDI). After the preparation of the specimens, they were tested for the micro hardness in the apparatus, Shimadzu HMV-2. The data obtained were confirmed by using the statistical tests of Analysis of Variance with two types of criteria (ANOVA) and Tukey. Statistical analysis showed some difference ($P < 0.05$) in the micro hardness between the light sources Optilux and Radium Call, and between the Radium Call and Smart Lite. When comparing the specimens with different thickness (2 and 4mm), it showed some statistic difference ($P < 0.05$) between all light sources. Based on the statistical analysis it was concluded that the units with the LED light showed a better performance compared to halogen light, except for LED Radium-Call - SDI, which showed a less performance than halogen light. Already the LED Smart Lite PS - Dentsply had the best value of micro hardness when compared with the different thicknesses of composite resin (2 and 4mm), which the best values were obtained in the increments of 2mm.

Words key: Micro hardness, Polymerization, Composed resin

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Distribuição dos espécimes por grupo.....	20
Tabela 2- Valores médios e desvios-padrão da dureza Knoop (KHN) das diferentes fontes de luz nas duas espessuras dos corpos de prova.....	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Optilux 150- Demetron.....	18
Figura 2: Smartlite- Dentsply (Dentsply Coulk/ Milford, DE- USA)	18
Figura 3: Dx Turbo Led 600 (Dx Indústria, Comércio e Exportação LTDA. Ribeirão Preto, São Paulo- BR).....	19
Figura 4: Radii-Cal SDI.....	19
Figura 5: Corpos de prova com 4 mm e 2 mm.....	19
Figura 6- Conjunto: tiras de poliéster/resina composta/placa de vidro.....	21
Figura 7- Fopolimerização da resina composta.....	21
Figura 8- Corpo-de-prova.....	21
Figura 9- Microdurômetro Shimadzu HMV-2.....	22
Figura 10- Imagem da indentação obtida do microdurômetro.....	22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
3 OBJETIVO.....	15
3.1 Geral	
3.2 Específicos	
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
4.1 Confecção dos Corpos-de-Prova	
4.2 Processo de Fotopolimerização	
4.3 Teste de Microdureza	
5 RESULTADOS.....	24
6 DISCUSSÃO.....	26
7 CONCLUSÃO.....	29
REREFÊNCIAS.....	31

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A completa polimerização das resinas compostas é considerada um fator primordial para o sucesso das restaurações realizadas com este material por afetar diretamente suas propriedades físicas e a longevidade das restaurações (BRISO et al, 2006).

Alguns fatores podem afetar o grau de polimerização dos materiais resinosos, a cor da resina composta, a quantidade e o fotoiniciador, a matriz orgânica e o tipo e quantidade de partículas inorgânicas que estão diretamente ligados ao material (FEILZER et al, 1995; MANDARINO et al, 1992; RISSI e CABRAL, 2002; TAIRA et al, 1988; BRISO et al, 2006; SOLATO et al, 2006). Da mesma forma, unidades fotopolimerizadoras têm um papel fundamental no desempenho destes materiais, especialmente no que concerne ao tempo de exposição à luz, densidade de potência do aparelho, espectro de luz emitida por ele e tipo de unidade fotopolimerizadora (TURBINO,1992; RUEGGERBERG; JORDAN, 1993; CAUGHMAN; RUEGGERBERG; CURTIR JUNIOR, 1995; DUNNE; MILLAR, 1996; HARRINGTON; WILSON; SHORTALL, 1996; NOMOTO, 1997; MARTIN, 1998; SANTOS, 2000; CARVALHO JR.; FREITAS; FREITAS, 2002; MARTINS et al., 2002; SOLATO et al, 2006).

Quando a polimerização da resina composta não é conseguida de uma forma satisfatória suas propriedades de dureza e resistência são diretamente afetadas, trazendo como conseqüências clínicas a sensibilidade pós-operatória, infiltração marginal e conseqüentemente o fracasso da restauração (DAVIDSON KABAN,1997; MEHL, 1997; BRISO et al, 2006; SOLATO et al, 2006; ALTO et al, 2006). Para as resinas atuais, o processo de polimerização se inicia com a absorção de luz visível pela molécula fotoiniciadora que, na maioria delas, é a canforoquinona. Esta molécula necessita de um comprimento de onda de 468nm para ser excitada (MEDEIROS, 2001; BURGESS, 2002), frente a qual se inicia um processo de geração de radicais-livres que desenvolvem as cadeias poliméricas.

Para que se obtenha o grau de polimerização ideal varias técnicas foram desenvolvidas utilizando aparelhos de luz halógena incluindo a “soft start”, cuja intensidade de luz é aumentada gradualmente de acordo com o tempo de polimerização, e a que emite uma alta e constante intensidade de luz durante todo o tempo de polimerização. Estes aparelhos irradiam uma luz azul com comprimento de onda entre 400 e 500 nm e intensidade de luz que pode chegar a 100 m W/cm^2 (KORAN e KURSCHNER, 1998; BRISO et al, 2006; ALTO et al, 2006). Algumas desvantagens citadas na literatura (MARTIN, 1998; ALTO et al, 2006) destas unidades fotopolimerizadoras relatam que este tipo de luz pode gerar altas temperaturas durante a polimerização podendo causar danos pulpares, além de uma perda de eficiência devido a utilização de bulbos, resultando em uma redução do grau de conversão dos monômeros e das propriedades dos compósitos.

Recentemente, unidades de luz emitidas por diodo (LED) foram desenvolvidas utilizando uma intensidade de luz menor que a da luz halógena ou convencional, capaz de polimerizar os materiais resinosos por possuírem um comprimento de onda específico para ativar a canforoquinona (450 a 480 nm), um fotoiniciador presente na maioria dos compósitos (KAWAGUCHI, FUKUSHIMA, MIYAZAKI, 1994; JANDT et al, 2000; UHL, SIGUSCH, JANDT, 2004; ALTO et al, 2006; BRISO et al, 2006). As vantagens destas unidades de luz estão relacionadas a ausência de geração de calor durante a polimerização e conseqüentemente aumento do tempo de vida da mesma.

Utilizando diferentes unidades de luz halógenas e LEDs, alguns estudos (PIRES et al, 1993; CEFALY et al, 2005; BRISO et al, 2006; ALTO et al, 2006) observaram uma forte correlação entre a intensidade de luz e micro dureza revelando uma pequena profundidade de polimerização ou redução na micro dureza quando a intensidade de luz aplicada ao compósito foi reduzida. Entretanto, outros estudos (PRICE et al, 2004; HUBBEZOÄYLU et al, 2007) relataram que quando a densidade de energia (J/cm^2) é mantida, o aumento na intensidade não influencia a profundidade de polimerização, não encontrando diferenças na micro dureza entre os compósitos fotopolimerizados com luz halógena e LED.

Dentro deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do tipo de luz polimerizadora halógena (pela técnica convencional) e LED na profundidade de polimerização de uma resina composta.

OBJETIVO

3 OBJETIVO

3.1 Geral

Verificar a profundidade de polimerização de uma resina composta com diferentes unidades fotopolimerizadoras.

3.2 Especifico

Por meio do teste de micro dureza avaliar a profundidade de polimerização da resina com a utilização de aparelhos fotopolimerizadores de luz halógena e LEDs.

MATERIAL E MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

Quatro unidades foto ativadoras foram utilizadas para este trabalho. O aparelho de luz halógena OPTILUX – Demetron e o seguintes aparelhos de diodo Smart Lite 150 – Dentsply, DX Turbo Led 600 e Ralii-cal- SDI. (Fig. 1,2,3,e 4)



Figura 1- Optilux 150- Demetron (Demetron Research Corp. Danbury, Connecticut, EUA)



Figura 2- Smartlite- Dentsply (Dentsply Caulk/ Milford, DE- USA)

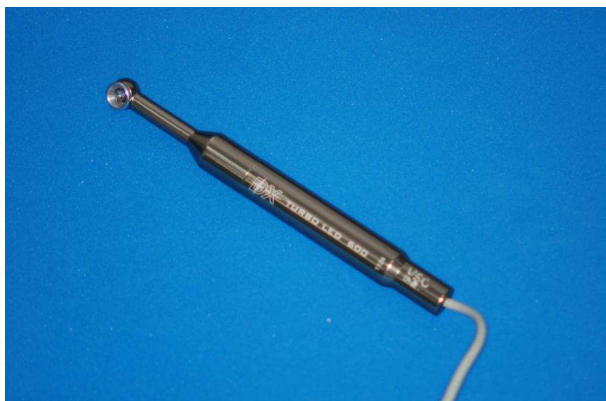


Figura 3- Dx Turbo Led 600 (Dx Indústria, Comércio e Exportação LTDA. Ribeirão Preto, São Paulo- BR)



Figura 4- Radii-Cal (SDI, Austrália)

Para a confecção dos corpos de prova foram adquiridas placas de acrílico, com 2 e 4 mm de espessura.(Fig. 5)

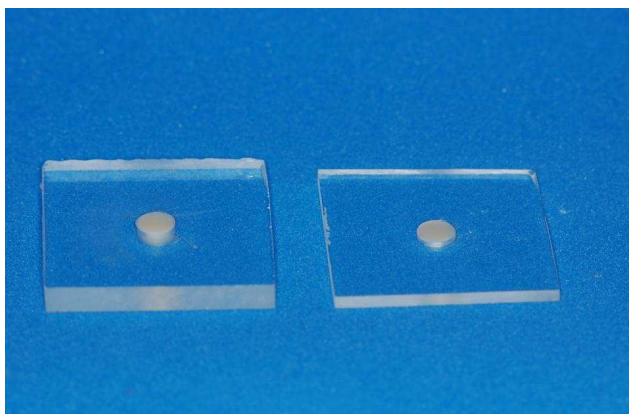


Figura 5- Corpos de prova com 4 mm e 2 mm.

4.1 Confeção dos Corpos-de-Prova

Os corpos de prova foram confeccionados utilizando-se a resina composta Esthet X (Dentsply) na cor A2. Foram confeccionados 80 corpos de prova, distribuídos em oito grupos, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição dos espécimes por grupo.

GRUPOS	UNIDADES FOTOPOLIMERIZADORAS	TÉCNICA UTILIZADA	INTENSIDADE DE LUZ	ESPESSURA DO CORPO DE PROVA
G1	Smart Lite Dentsply	convencional	730mW/cm ²	2mm
G2	Smart Lite Dentsply	convencional	730mW/cm ²	4mm
G3	DX Turbo Led 600	convencional	500mW/cm ²	2mm
G4	DX Turbo Led 600	convencional	500mW/cm ²	4mm
G5	RADII Cal SDI	convencional	1000mW/cm ²	2mm
G6	RADII Cal SDI	convencional	1000mW/cm ²	4mm
G7	OPTILUX Demetron	convencional	1000mW/cm ²	2 mm
G8	OPTILUX Demetron	convencional	1000mW/cm ²	4 mm

Os corpos de prova foram confeccionados em uma matriz acrílica com um orifício central de 5mm de diâmetro e 2mm de profundidade para os grupos G1, G3, G5 e G7 e outra com um orifício de 5mm de diâmetro e 4mm de profundidade para os grupos G2, G4, G6 e G8. A resina composta foi inserida no orifício da matriz em uma única porção utilizando-se uma espátula antiaderente n.º 1 (Duflex). Para obter uma superfície lisa do material, a matriz foi posicionada sobre uma tira de poliéster em uma placa de vidro. Após a inserção da resina

composta, outra tira de poliéster e outra placa de vidro, com uma carga de 2kg, foram posicionadas e permaneceram durante 60 segundos, permitindo o extravasamento do excesso da resina e obtenção de uma superfície lisa e regular. (Fig. 6)



Figura 6- Conjunto: tiras de poliéster/resina composta/placa de vidro.

4.2 Processo de Fotopolimerização

O tempo de exposição dos corpos de prova à luz foi fixo em 40 segundos para todos os aparelhos fotopolimerizadores. A ponta ativa dos aparelhos permaneceu em contato direto com a matriz de poliéster posicionada sobre a resina composta. Durante o experimento, um radiômetro portátil, da marca Gnatus, foi utilizado para averiguação da intensidade de luz dos aparelhos. (Fig. 7 e 8)



Figura 7- Fotopolimerização da resina composta.

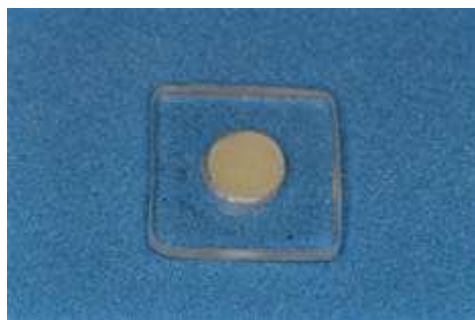


Figura 8- Corpo-de-prova.

4.3 Teste de Microdureza

Terminada a confecção, os corpos de prova foram armazenados em recipiente à prova de luz, à temperatura de 37°C, durante 24 horas, separados de acordo com os grupos. Em seguida foram submetidos ao teste de micro dureza Knoop no aparelho microdurômetro

Shimadzu HMV-2 (344-04152-02; n.º 163034100673 – Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan), acoplado a um *software* para análise das imagens, Cans – Win (New Age Industrie, USA) .



Figura 9- Microdurômetro Shimadzu HMV-2.

Os corpos-de-prova foram analisados apenas na superfície de base (oposta à fonte de luz), uma vez que este trabalho teve como objetivo avaliar a profundidade de polimerização através da verificação da microdureza de resina composta.

Foram realizadas cinco impressões em cada espécime, na região inferior do corpo-de-prova (base): uma na região central e as outras nos quatro pólos dos espécimes (norte, sul, leste e oeste), com uma distância aproximada de 100 micrometros entre eles. (Fig. 10)

O penetrador tipo Knoop foi selecionado por ser o mais indicado para materiais odontológicos com características plásticas, como a resina composta, sendo a carga estática determinada em 50g por 30 segundos.

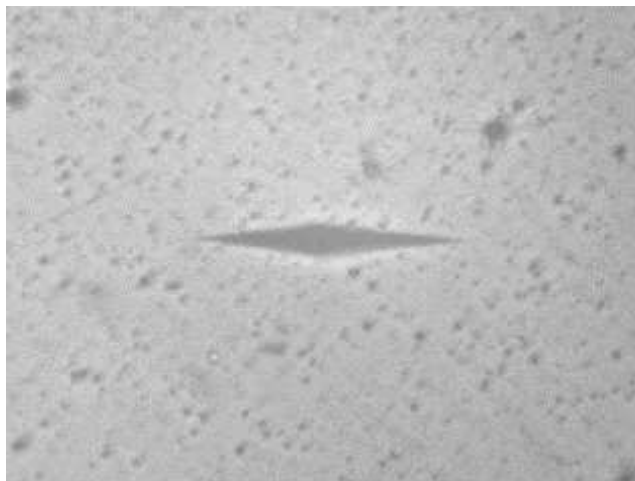


Figura 10- Imagem da indentação obtida do microdurômetro.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de Variância a dois critérios de classificação (luz e espessura do corpo de prova) para determinação de possível significância estatística numérica. Para as comparações individuais, foi utilizado o teste de Tukey. Em ambos os testes, foi estabelecido o nível de significância de 5% ($p=5$).

RESULTADOS

5 RESULTADOS

Os valores médios e os desvios-padrão de microdureza Knoop (KHN) para cada grupo testado com as diferentes fontes de luz e espessuras dos corpos de prova se encontram na Tabela 2.

TABELA 2- Valores médios e desvios-padrão da dureza Knoop (KHN) das diferentes fontes de luz nas duas espessuras dos corpos de prova.

FONTES DE LUZ	ESPESSURAS DOS CORPOS DE PROVA		
	2mm	4mm	MÉDIA
Smart Lite	44.21 (4.52) ^c	17.48 (2.69)	30.84 (3.76) ^b
DX Turbo Led 600	39.66 (3.57) ^d	19.31 (1.10)	29.48 (3.27) ^b
Radii Cal	39.43 (3.31) ^d	14.92 (2)	27.17 (3.58) ^{a,b}
Optilux	42.24 (2.70) ^c	19.98 (0.74)	31.11 (3.4) ^a
MÉDIA	41.38 (1.99)*	17.92 (1.62)*	

P<0,05

*diferenças estatísticas

*letras minúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de Variância a dois critérios de classificação (luz e espessura do corpo de prova) para determinação de possível significância estatística numérica. Para as comparações individuais, foi utilizado o teste de Tukey. Em ambos os testes, foi estabelecido o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

A análise estatística mostrou diferenças estatísticas na microdureza entre as fontes de luz Optilux e Radii Cal, e entre o Radii Cal e Smart Lite.

Quando comparadas as diferentes espessuras dos corpos de prova (2 e 4mm) ocorreram diferenças estatísticas ($P < 0,05$) entre todas as fontes de luz.

DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

Existem inúmeros fatores responsáveis pelo sucesso das restaurações estéticas realizadas com resinas compostas fotopolimerizáveis, dentre eles a emissão suficiente de intensidade de luz, correto comprimento de onda e tempo de exposição adequado (CAUGHMAN, PEREIRA). Contudo, a intensidade luminosa é o elemento principal para o grau de conversão do compósito fotoativado, interferindo de forma direta nas suas propriedades físicas (RUEGGEBERG *et al.*, 1994). A formação de macromoléculas de polímeros está associada à contração de polimerização do compósito (FRIEDL *et al.*, 2000; FEILZER *et al.*, 1990). Quanto maior a intensidade da energia luminosa (quantum) usada no processo de fotoativação, mais fótons irão reagir com as moléculas de canforoquinona dentro da matriz resinosa do compósito, aumentando assim o grau de conversão, isto é, a quantidade de monômeros convertidos em polímeros.

Atualmente, muito tem sido discutido sobre a influência exercida pelos aparelhos fotopolimerizadores na profundidade de polimerização das resinas compostas, bem como, suas consequências clínicas, já que, vários fatores podem interferir na intensidade de luz que atinge a superfície do compósito, durante a confecção de uma restauração direta (PRICE *et al.* 2002). Entre estes, a distância entre a ponta do aparelho de fotoativação e a superfície do compósito que deve ser analisada cuidadosamente, pois esta afeta adversamente a quantidade de energia recebida pela superfície de topo do compósito (PRICE *et al.*, 2000). Pires *et al.* (1993) relataram que para 2mm de distância, a intensidade luminosa ficará reduzida em 22%, enquanto que para 6mm, a redução será da ordem de 53 %. Já para Prati *et al.* (1999) a distância de 6mm pode diminuir a intensidade em 77% da intensidade original, assim, nota-se a evidente relação entre a intensidade de luz emitida, profundidade de polimerização e consequentemente dureza. Para evitar este tipo de influência, neste estudo a ponta dos aparelhos fotopolimerizadores foram posicionados em contato íntimo da tira de poliéster sobre os corpos de prova. Estudos prévios têm relatado que uma espessura de 2mm do compósito permite adequada reação de polimerização (YAP, 2000; PRATI *et al.*, 1999; EMANI & SÖDERHOLM, 2003). Entretanto, nestes estudos, a ponta do aparelho de fotoativação estava situada a uma distância inferior a 0,5mm da superfície do compósito. Estes resultados justificam os valores encontrados neste trabalho, quando comparadas as diferentes espessuras dos incrementos (2 e 4mm), onde ocorreram diferenças estatísticas significantes para todas as unidades fotoativadoras.

Alguns autores observaram uma correlação entre a diminuição da microdureza e intensidade de luz,(ALTO, BRISO, CEFALY, PEREIRA), porém, a diferença estatística observada entre os grupos G 1 (Smart Lite 730mW/cm², 2mm) e G5 (Radii Cal 1000mW/ cm² 2mm), está de acordo com os relatos encontrados na literatura, que diz não haver influência do aumento da intensidade de luz quando a densidade de energia é mantida (HUBBZOÄYLU, RUEGGERBERG).

Já os valores obtidos nos grupos G5 (Radii Cal 1000 mw/cm²) e G7 (Optilux, 1000mW/ cm²), ambos com os mesmos valores de intensidade de luz , necessitam de novos estudos, visto que, devido a tecnologia dos LEDS, esperava se um desempenho superior do mesmo. Entretanto, num estudo sobre profundidade de polimerização das resinas testada em função da microdureza, os valores obtidos também foram significativamente inferior quando polimerizadas com LEDs comerciais, comparativamente a aparelhos de luz halógena (SANTANA, DP et al 2010). No mesmo estudo foi avaliada também a resistência à compressão, onde obtiveram resultados discordantes. Em um dos trabalhos obtiveram-se valores comparativos, ao passo que no outro, o Led comercial demonstrou ser significativamente inferior (MILLS).

CONCLUSÃO

7 CONCLUSÃO

Baseado nas condições experimentais deste estudo e nos resultados obtidos, analisados e discutidos, conclui se que:

- 1) O aparelho Led Raddi Call apresentou desempenho estatisticamente inferior ao Led Smart Lite e ao aparelho de luz Halógena Optilux.
- 2) Quando comparadas as diferentes espessuras de resina composta (2 e 4mm) os melhores valores foram obtidos para os incrementos de 2mm..

REFERÊNCIAS

REREFÊNCIAS

- ALTO, R. V. M. et al. Depth of cure of dental composites submitted to different light-curing modes. **J. Appl. Oral. Sci.**, v. 14, n. 2, abr. 2006.
- BRISO, A.L.F. et al. Influence of light curing source on microhardness of composite resins of different shades. **J. Appl. Oral. Sci.**, v.14, n.1, jan./fev. 2006.
- CABRAL, A.; RISSI, R. C. Fotopolimerização: Principais variáveis clínicas que podem interferir no processo. **Revista da APCD**, v. 56, n. 2, p. 123-127, mar./abr. 2002.
- CARVALHO, J. R.; FREITAS, C. A.; FREITAS, F. F. A. Avaliação da dureza *rockwell* (30T) de 29 resinas compostas. **Rev. Fac. Odontol. Bauru**, v. 10, n. 4, p. 215-223, 2002.
- CAUGHMAN, W. F.; RUEGGERBERG, F. A.; CURTIR JUNIOR, J. W. Clinical guidelines for photocuring restorative resins. **J. Am. Dent. Assoc.**, v. 126, n. 9, p. 1280-1286, Sept.1995.
- CEFALY, D. F. ET AL. Microhardness of resin-based materials polymerized with LED and Halogen curing units. **Braz. Dent. J.**, v. 16, n. 2, p. 98-102. 2005.
- CONSANI, S.; PEREIRA, S. B.; SINHORETI, M. A. C. et al. Efeito dos métodos de fotoativação e de inserção sobre a dureza de resinas compostas. **Pesq. Odontol. Bras.**, v. 16, n. 17, p. 355-360, dez. 2002.
- CORRER, A.B. et al. Effect of the increase of energy density on knoop hardness of dental composites light-cured by conventional QTH, LED and xenon plasma arc, Ribeirão Preto, set./dez. 2005. Scielo. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-64402005000300009&lng=pt&nrm=iso Acesso em: 20 nov. 2008
- DAVIDSON-KABAN, S. S. et. al. The effect of curing light variation on bulk curing and waal-to-wall quality of two types and various shades of resin composites. **Dent. Mater**, v. 13, p. 344-52, 1997.
- FEILZER, A. J. et al. Influence of light intensity on polymerization shrinkage and integrity of restoration-cavity interface. **Eur. J. Oral. Sci.** v. 103, p.322-6, 1995.
- HARRINGTON, E.; WILSON, H. J.; SHORTALL, A.C. Light-actived restorative materials: a method of determining effective radiation times. **J. Oral Rehabil.**, v. 22, p. 377-385, 1995.
- HUBBZOÄYLU, I. ET AL. Microhardness evaluation of resin composites polymerized by three different light sources. **Dent. Mat. J.**, v. 26, n. 6, p. 845-853, Nov. 2007.
- JANDT, K. D. et al. Depth of cure and compressive strenght of dental composite cured with blue light emitting diodes (LEDs). **Dent. Mat.**, v. 16, p. 41-47. 2000.
- KAWAGUGHI, M. et al. The relationship between cure depth and transmission coefficient of visible-light-activated resin composites. **J. Dent. Res.**, v. 73, n. 2, p. 516-521, Feb. 1994.

- KORAN, P.; KURSCHNER R. Effect of sequential versus continuous irradiation of a dental composite polymerized with experimental LED – based devices. **Dent. Mater.**, v.17, p. 309-315. 2001.
- MANDARINO, F. et al. Efeito da tonalidade de cor sobre a profundidade de polimerização das resinas compostas fotopolimerizáveis. **Rev. Bras. Odontol.**, v. 45, n. 5, p. 38-41, 1992.
- MARTIN F. E. A survey of the efficiency of visible light curing units. **J. Dent.**, v. 26, n. 3, p. 239-243, Mar. 1998.
- MARTINS, F. et al. Microdureza de resinas em função da cor e luz halógena, São Paulo, jul./set 2002. Scielo. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-74912002000300011&lng=pt&nrm=iso Acesso em: 22 nov. 2008
- MARTINS, R.; DELBEM, L.R.A; SOARES. H. L. O. et al. Microdureza de resinas em função da cor e luz halógena. **Pesq. Odont. Bras.**, v. 16, n. 3, p. 246-250, 2002.
- MEDEIROS, I. S. Dispositivos LED para polimerização de resinas compostas dentais em comparação com outras fontes de luz. São Carlos, 2001, 113p. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade de São Paulo/ São Carlos.
- MICALI, B.; BASTING, R.T. Effectiveness of composite resin polymerization using light-emitting diodes (LEDs) or halogen-based light-curing units, São Paulo, jul./set. 2004. Scielo. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-83242004000300016&lng=pt&nrm=iso Acesso em: 25 nov. 2008
- MILLS, R.W; VOWLES,R.W; JANDT, K.D. Knoop hardness depth profiles and compressive strength of selected dental composites polymerized with halogen and LED light curing technologies. **Biomaterials**, 2002, 23(14) 2955-63.
- MONTENEGRO, G.; PINTO, T.; GUIMARÃES, C., et al. Descobrimos o seu fotopolimerizador. **Revista da APCD**, v. 57, n. 1, p. 66-70, jan./fev. 2003.
- NOMOTO, R. Effect of light wavelength on polymerization of light-cured resins. **Dent. Mater J.**, v. 16, n. 1, p. 60-73, June 1997.
- 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.
- PRICE, R. B. ; COREY, A. F.; PANTELLIS, A. Effects of resin composite composition and irradiation distance on the performance of curing lights. **Biomaterials**. V. 25, p. 4465-4477. 2004.
- RODRIGUES, R.A; et al. Análise da microdureza Knoop de quatro tipos de resina composta através do microdurômetro HVS-1000. Recife, jan./ mar 2010. **Odontol. Clin- Cient.** Disponível em www.cro-pe.org.br/revista/v9n1/9.pdf Acesso em: 10 out. 2010
- 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, July/Aug. 1993.

SANTANA, D.P; et al. Avaliação da microdureza em resinas compostas fotopolimerizadas com sistemas de luz halógena e diodo emissor de luz. Recife, jul./ set 2010. Odontol. Clin-Cient. Disponível em www.cro-pe.org.br/revista/v9n3/9.pdf Acesso em: 14 out. 2010

SANTOS, L.A.; TURBINO, M. L.; YOUSSEF, M.N. et al. Microdureza de resina composta: efeito de aparelhos e tempos de polimerização em diferentes profundidades. **Pesq. Odont. Bras.**, v. 14, n. 65, p. 65-70, jan./mar. 2000.

SILVA, E. V.; ARAÚJO, P. A.; FRANCISCONI, P. A. S. Adaptação marginal e dureza de resinas compostas. Influência de métodos de fotoativação, avaliação da adaptação com moldes de elastômeros. **Rev. FOB**, v. 10, n. 1, p. 7-16, jan./mar. 2002.

SOUSA, J. R.; ARAÚJO, J. L. N.; SILVA, C. M. Aparelhos fotopolimerizadores que empregam LEDs (*light-emitting diodes*) e lâmpadas halógenas de quartzo tungstênio. **Rev. Ibero-ame. Odontol. Estet. Dent.**, v. 4, n. 14, p. 189-194, 2005.

STAHL, F. et al. Light-emitting diode (LED) polymerization of dental composites: flexural properties and polymerization potential. **Biomateriais**, v. 21, n. 13, p. 1379-1385, July, 2000.

TAIRA, M. et al. Analysis of photo-initiators in visible-light-cured dental composite resins. **J. Dent. Res.**, v. 67; p. 24-28. 1988.

TURBINO, M. L. et al. Photopolymerized resins: surface hardness variation in relation to time of polymerization and setting. **Braz. Dent. J.**, v. 3, n. 2, p. 87-94, 1992.

TURBINO, M.L.; SANTOS, L.; MATSON, E. Microdureza de resina composta fotopolimerizável: a cor da matriz experimental pode alterar os resultados dos testes?, São Paulo, setembro 2000. Scielo. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-74912000000300008&lng=pt&nrm=iso Acesso em: 24 nov. 2008

UHL, A.; SIGUSCH, B. W.; JANDT, K.D. Second generation LEDs for the polymerization of oral biomaterials. **Dent. Mater.**, v. 20, p. 80-87. 2004.