

Emmanuel Arraes de Alencar Junior

Influência da distância de uma fonte de luz halogena na microdureza superficial da resina composta

**Dissertação apresentada à Faculdade
de Odontologia de Araraquara, da
Universidade Estadual Paulista “Julio
de Mesquita Filho” - UNESP, para
obtenção de Título de Mestre em
Odontologia - Área de Dentística.**

Orientador: **Marcelo Ferrarezi de Andrade**

**Araraquara - SP
2002**

Alencar Júnior, Emmanuel Arraes de
Influência da distância da fonte de luz halógena na
Microdureza superficial da resina composta / Emmanuel
Arraes de Alencar Júnior.—Araraquara : [s.n.], 2002.
134 f. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

1. Resinas compostas 2. Aparelhos fotopolimerizadores
3. Dureza I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marley Cridtina Chiusoli Montagnoli CRB 8/5646
Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Araraquara /

Sumário

INTRODUÇÃO.....	13
REVISÃO DE LITERATURA.....	21
PROPOSIÇÃO.....	74
MATERIAL E MÉTODO.....	75
RESULTADO.....	92
DISCUSSÃO.....	97
CONCLUSÃO.....	108
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
ANEXOS.....	125
RESUMO.....	129
ABSTRACT.....	132

Introdução

Desde sua apresentação por Bowen, há aproximadamente 40 anos, pesquisas exaustivas tem sido realizadas visando o desenvolvimento e a melhoria das resinas compostas.¹⁰ Significativos avanços tem sido alcançados e sua aceitação como material restaurador é desde há muito um marco na odontologia pois haveria a necessidade de uma alternativa aos materiais restauradores metálicos que poderiam representar risco à saúde devido à sua toxicidade.^{11,61}

No desenvolvimento das resinas, os compósitos fotopolimerizáveis alcançaram lugar de destaque quanto às suas aplicações clínicas e hoje fazem parte de uma gama de procedimentos clínicos do cirurgião-dentista. Desde sua introdução na década de 80, sofreram várias modificações e superaram os demais sistemas de ativação consolidando com o reconhecimento sua excelência pelo mercado específico. Não restam dúvidas a respeito de que as resinas compostas fotopolimerizáveis vieram a trazer uma série de vantagens em relação às quimicamente ativadas.^{11,13,27,38,50,59} As resinas compostas fotopolimerizáveis

oferecem uma série de vantagens tais como controle do tempo de trabalho, fácil manipulação, melhor inserção dentro da cavidade, maior grau de polimerização, melhor estética e dureza superficial adequada aos esforços mastigatórios.¹³

Nos primeiros compósitos, apresentados sob forma de duas pastas, a respectiva mistura destes continha os componentes necessários para polimerização. Existe um ativador e uma amina terciária em uma das pastas e, na outra, um iniciador, no caso o peróxido de Benzoíla. Os compósitos ativados por luz ultravioleta tornaram-se então disponíveis, com a vantagem prática de se apresentarem com uma única pasta, circunstância que levou a que fossem imediatamente aceitos criando-se uma enorme demanda desse material.^{26,58,68.} Além do mais, o referido levou a que se abrisse caminho para a introdução das resinas compostas ativadas por luz visível com a particularidade de não possuírem a série de desvantagens que as resinas ativadas por luz ultravioleta apresentavam.⁴²

O conceito de ativação por luz visível já inspira uma questão de segurança já que estamos expostos a ela o tempo todo, embora sua exposição na retina possa causar severos danos.^{13,21.}

Preocupa, por outro lado, a profundidade de polimerização para qualquer sistema de fotoativação, uma vez que existe sempre o perigo de não ficarem completamente polimerizadas as partes mais profundas das restaurações.^{15,18,26,28,31,37,42} Tal problema atinge, especialmente, as porções mais profundas das caixas proximais de uma restauração de resina composta posterior. Todas as restaurações podem, aparentemente, estar perfeitas nas porções superiores, porém a porção da base das resinas nas caixas proximais corre o risco de não estar completamente polimerizada, particularmente quando matrizes metálicas houverem sido usadas. Uma falha na polimerização pode provocar também uma falha na fundação da resina, ensejadora no futuro de uma fratura da restauração. Isto acontece devido à falta de suporte e favoreceria ao aparecimento de cáries secundárias.³

As resinas compostas fotoativadas necessitam, entretanto, de uma intensidade de fonte de luz suficiente para reagir com o agente redutor. O resultado dessa combinação é a formação de radicais livres, necessários para iniciar e promover a polimerização adequada da resina composta.^{1,18,20,21,22,26,29}

O processo de polimerização dos materiais a que se vem aludindo somente ocorre em locais onde há incidência de luz em um comprimento de onda entre 450nm e 500nm, ideal para promover a reação de fotoativação dos componentes fotossensíveis presentes nas resinas compostas.^{23,28,36}

Torna-se a seletividade da faixa de luz importante para determinar ideais grau e profundidade de polimerização. Como já mencionado, a luz atinge o fotoiniciador presente nas resinas compostas tornando-as compostos sólidos. A capacidade na qual a luz tem habilidade de penetrar no corpo da resina composta é limitada, portanto as camadas mais profundas do material são influenciadas por este fato.^{13,15,20,22.}

Uma série de fatores pode afetar a profundidade de polimerização. Existe uma limitação da polimerização provocada pela reflexão, dispersão e absorção da luz quando esta penetra na resina composta. Sendo assim, as superfícies mais próximas à fonte de luz são melhor polimerizadas do que as mais profundas.^{26,29,34,36,45,49,51,53} Esta preocupação deve ser levada em conta quando cores mais escuras estiverem sendo utilizadas, técnica incremental e maior tempo de exposição à luz devem ser utilizados.^{7,23,26,27,37,38}

A fonte deve emitir uma intensidade de luz em torno de 480nm. Não convém, no entanto, apenas apresentar uma grande intensidade de luz, mas também, um comprimento de onda adequado. Por essa razão, as pontas e a intensidade de saída de luz exigem checagem permanentes, inclusive a verificação de sua integridade.^{8,36}

Impõe que a ponta do aparelho fotopolimerizador deve ser sempre colocada o mais próximo possível da superfície da restauração já que a qualidade e efetividade de polimerização caem quando a luz se distancia da restauração. Teoricamente, a intensidade da luz vai diminuindo na forma do quadrado inverso da distância entre a fonte luminosa e a resina.⁵⁶

Existe uma tendência, por parte de alguns fabricantes, para recomendar tempos de polimerização em torno de 20 segundos. Tal procedimento só se justifica quando apenas uma pequena camada de material existe para ser exposta à luz. Porém considera-se um tempo insuficiente para restaurações mais extensas. Tempo de fotoativação deve permanecer entre 40 a 60 segundos.^{21,33,48,58,}

Nas situações em que o acesso à luz apresenta problemas, como nas caixas proximais de cavidades MOD indicadas para resinas compostas, sugerem alguns autores

utilização de cunhas refletivas e matrizes transparentes. Ativação por longo tempo não significa, por sua vez, aumento na profundidade de polimerização da resina composta.^{34,35}

A profundidade de polimerização para uma resina composta, em particular, usada em conjunto com uma fonte luminosa alcança sempre um limite que não pode ser excedido. Tempo de fotoativação maior que 60 segundos poderia mostrar-se ineficaz.⁴⁸

Alguns autores afirmam que dados presentes na literatura encontram-se interpretados com dificuldade, já que não há nenhuma recomendação definida de profundidade de polimerização. Se existe, sempre, correlação com a técnica utilizada e a comparação de dados, com diferentes fontes de técnicas, mostra-se virtualmente impossível definir um padrão. A regra geral adotada consiste em incrementos de resina composta maiores que 2 mm devem ser evitados e em que o tempo mínimo de polimerização deve ser de 40 segundos.⁴³

Assim, como afirmou Mandarino,³⁷ em 1987, a dureza final do material estará relacionada com o tipo de resina composta utilizada na restauração de uma cavidade, a qualidade da fonte de luz e também com o grau de polimerização dos compósitos. Polimerização incompleta pode ser resultado de uma baixa intensidade de luz utilizada ou por

um tempo diminuído de exposição da resina composta.
5,7,9,12,24,33,50,64

Alterações na qualidade final da luz emitida podem ser conseqüências de uma má conservação dos aparelhos fotoativadores, suscetíveis de levar a uma diminuição da qualidade final das resinas compostas em relação a suas propriedades mecânicas.^{22,48,60}

A resistência mecânica das resinas depende da quantidade de carga utilizada e do grau de conversão do material durante a fotoativação. Normalmente, os monômeros presentes na composição das resinas compostas restauradoras apresentam um grau de conversão final entre 55 e 75%. Uma quantidade de monômero residual presente na resina composta após sua conversão tendo esta o sistema Bis-GMA/TEGDMA como base, deve se situar na faixa abaixo de 6% para não interferir nas propriedades mecânicas da resina.^{14,34,50,51,64,71}

Segundo Lutz et al.,³⁵ um tempo adequado de polimerização e camadas não muito espessas de resinas compostas garantem a completa polimerização da resina composta e diminuem a contração de polimerização, assegurando que elas suportem um maior estresse no ato mastigatório.

Consideramos por isso, o grau de conversão das resinas compostas como fator determinante para seu adequado desempenho clínico. A intensidade de luz irradiada sobre o incremento de material restaurador exhibe, de acordo com Sakaguchi & Berge,⁵⁵ em 1997, influência na conversão do monômero em polímero. Entendemos, outrossim, que há certas situações clínicas em que não conseguimos acesso adequado da fonte de luz à superfície do material restaurador, imprimindo-se uma distância indesejada a estes, o que acontece em alguns tipos de preparos cavitários. O presente trabalho visa avaliar a influência da determinada situação na dureza final das resinas compostas restauradoras, utilizadas tanto em dentes anteriores como aquelas recomendadas para dentes posteriores, e se este resultado poderia comprometer a qualidade das restaurações.

Revisão da literatura

Kilian,²⁹ em 1979, determinou que a profundidade de polimerização das resinas ativadas por luz visível depende da intensidade e comprimento de luz emitidos sobre estas. O estudo correlaciona a intensidade da luz emitida e o grau de polimerização da resina composta. Para determinar-se o grau de polimerização utilizou-se do teste de dureza de Rockwell, realizado tanto na superfície como na base das amostras de resina composta. Estas tinham 3 mm de espessura e foram polimerizadas por 60 segundos. Foram mantidas por 1 e 24 horas a temperatura de 37⁰ C. os valores de intensidade de luz e comprimento de onda foram medidos por uma técnica padrão. Como resultado notou-se uma dureza maior com o aumento de intensidade da luz e verificou-se que a superfície exposta à luz possuía dureza maior que a base das amostras. Percebeu-se também um aumento da dureza nas amostras que ficaram armazenadas indicando que os materiais continuavam sua polimerização mesmo após a retirada da fonte de luz.

Leung et al.,³² em 1983, realizaram um estudo no qual avaliaram o grau de polimerização após uma exposição adicional de luz visível sobre as resinas compostas. Também investigaram os efeitos da polimerização inicial sobre a polimerização final nestas. Utilizando-se da resina Prisma-fil, corpos de prova foram confeccionados em matrizes de cobre-zinco com 5mm de diâmetro e 2,5mm de espessura. Foram preenchidos com a resina composta e fotopolimerizados com o aparelho Prisma-Lite por tempos de 10, 15, 20, 40 e 60 segundos. Realizou-se um teste de dureza de Barcol no topo e na base dos corpos-de-prova após a exposição nos tempos seguintes de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos, tanto no primeiro como no sétimo dia. Os corpos-de-prova foram armazenados a $37^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{ C}$ e 100% de umidade em um recipiente a prova de luz. Os resultados obtidos dos valores de dureza indicaram que a profundidade de polimerização foi influenciada pelo tempo de exposição. Também foi observado que a reação de polimerização alcançou um ponto de estabilização após 24 horas de armazenamento.

Swartz et al.,⁵⁹ em 1983, avaliando o efeito das variáveis seletivas na profundidade de polimerização de dois sistemas de resina fotopolimerizáveis, utilizaram com método

o uso da resina Prisma-Fil, como resina de partícula pequena e Visio- Dispers, como as resinas de micropartículas. Os moldes possuíam alturas de 1, 2 e 3mm. Edentações foram realizadas tanto no topo como na base das amostras após a polimerização. De acordo com os dados obtidos a superfície do topo das amostras exibiu maiores valores de dureza enquanto que as cores mais escura obtiveram maiores valores de dureza. As resinas de menor partícula obtiveram os menores resultados de dureza, tanto no topo como na base dos corpos-de-prova.

Li et al.,³³ em 1985, estudaram o efeito do conteúdo e tamanho das partículas nas propriedades dos compósitos. Duas séries de resinas compostas , foram examinadas para determinar o efeito do tamanho e a quantidade de carga influenciando nas suas propriedades. Ambas foram preparadas incorporando-se uma carga de borosilicato de bário silananizado dentro de uma matriz resinosa fotoativada. Um tipo de resina possuía carga de de tamanho de 2 μm , com níveis de carga de 20, 40, 45,50 e 53% em volume. A outra resina possuía tamanho de carga de 15 μm e quantidade de carga de 20, 40, 50, 60 e 65% em volume. Os testes conduzidos incluíram profundidade de

polimerização, avaliada pela dureza, sorção de água, resistência compressiva, comportamento de liberação de estresse sobre baixa compressão, abrasão à escovação e o desgaste pela hidroxiapatita. Resultados indicaram que um aumento na quantidade de carga produzia maior dureza força compressiva, rigidez e diminuía a sorção de água. Também foi indicado melhor grau de polimerização da resina. Todas as resinas com cargas mostraram maior resistência ao desgaste quando comparadas com as resinas sem cargas. As resinas com 2 μm apresentaram piores propriedades quando comparadas às resinas com 15 μm de carga.

De Backer & Dermout,²¹ em 1986, avaliaram a profundidade de polimerização usando teste de dureza Knoop. Foram avaliadas seis marcas comerciais de resinas composta (P30, Occlusin, Herculite, Estilux Posterior, Heliomolar e Amalux) e oito aparelhos de luz visível (Visilux, Luxor, Command II, Translux, Pr Lux 200, Heliomat, Elipar e Dentron). Foram confeccionados corpos-de-prova em matrizes metálicas bipartidas com espessura variando entre 1, 2, 3 e 4 mm. As resinas eram então inseridas neste sítio e polimerizadas por um tempo de 60 segundos. Os corpos-de-prova, então, eram submetidos ao teste de dureza Knoop na

superfície e na base do corpo-de-prova. Como resultado os autores encontraram que as resinas P30 e Occlusin tiveram a melhor profundidade de polimerização. Concluiu-se que a composição e as propriedades físicas das resinas compostas são os fatores mais importantes que afetam na profundidade da polimerização.

Mosley et al.,⁴² em 1986, realizou estudo na distribuição espectral da luz emitida de cinco unidades de aparelhos de luz visível fotopolimerizadoras (Elipar, Heliomat, Prisma Lite, Translux e Ultra Novar). Todas as emissões possuíam pico de comprimento de onda entre 400 e 500nm mas a irradiância funcional variava por um fator de 20 nas fontes investigadas. Checando-se o timer dos aparelhos verificou-se que havia erros de acima de 20%. A saída de luz foi marcada em função do tempo e após 60 segundos variava entre -15% a + 38% dos níveis iniciais. A diminuição da irradiação até o fim da guia de luz foi tal que a irradiação a 20mm era de 20% a 40% daquela encontrada a 2mm. A distribuição de luz através da guia foi também investigada e não foi encontrada nenhuma homogeneidade na sua distribuição. Foram também avaliadas quanto à possibilidade

de emissão de luz ultravioleta e nenhum risco foi demonstrado para todas as unidades nem para o operador em uso normal.

Relacionado a cor e à profundidade de polimerização das resinas compostas, Ferracane et al.,²³ em 1986, avaliou a profundidade de polimerização de três resinas compostas ativadas por luz visível quanto a sua dureza e análise por infravermelho às suas características de cor e translucidez. Quatro cores de três resinas diferentes foram estudadas. As resinas foram dispensadas diretamente em um molde de alumínio de 4mm de diâmetro por 5mm de altura os quais foram levemente cobertos com manteiga de cacau para facilitar a remoção dos espécimes. Os compósitos foram iluminados por sobre um tira de matriz de poliéster por 40 segundos a uma distância de 2mm usando uma unidade de polimerização por luz visível Prisma-Lite. Os espécimes foram mantidos à seco em temperatura de 37° C por 24 horas em um recipiente a prova de luz para inibir-se polimerização posterior por penetração de luz. Foi realizado um teste de dureza na medida Knoop após 24 horas depois da ativação. As marcas foram feitas a 1, 2, 3 e 4mm da região da superfície iluminada. Como resultado, concluiu-se que a profundidade de polimerização determinada pela dureza e grau de conversão

era maior para resinas mais claras do que para as mais escuras. Foi sugerido também que a profundidade de polimerização das resinas ativadas por luz pode ser menos dependente da cor do que de outros fatores como a translucidez.

Mandarino,³⁷ em 1987, estudando a microdureza de três resinas compostas fotopolimerizáveis de cor clara, sendo estas a Durafil e Heliosit de micropartícula e Herculite com características híbridas, e também analisando aparelhos de luz visível, no caso o Translux , Heliomat e Primelite, com tempo de exposição de 40 segundos, em corpos de prova confeccionados em matriz cilíndricas de 5mm de diâmetro e 10mm de espessura, realizou teste de dureza Vickers em cada milímetro de profundidade e verificou que as resinas estudadas apresentaram, em média, níveis de dureza diferentes entre si. O grau de dureza começou a diminuir a partir do terceiro milímetro da profundidade e todos os aparelhos apresentaram níveis de polimerização satisfatórios.

Takamizu et al.,⁶⁰ em 1988, avaliaram a influência que a intensidade da luz e a diferença nos níveis de voltagem em oito aparelhos fotopolimerizadores (Prismetics

Lite, VCL300, visilux, Visilux2, Elipar2, Focus actvator, Coe Lite e Heliomat) poderiam causar na profundidade de polimerização das resinas compostas. A intensidade de luz nos aparelhos fotopolimerizadores foi determinada através de um radiômetro em três voltagens diferentes (108, 120, e 132 Volts). Corpos-de-prova com 2mm, 3mm e 4mm de espessura foram confeccionados com resina composta Prisma Fil na cor L e fotopolimerizados com aparelhos VCL300 e Heliomat com tempo de exposição de de 20 a 40 segundos. Testes de dureza Knoop foram realizados na superfície e na base dos corpos-de-prova com objetivo de verificar a profundidade de polimerização. Os autores concluíram que a profundidade de polimerização era dependente da intensidade da luz e do tempo de exposição, havendo uma considerável variação na intensidade dos aparelhos estudados. O melhor resultado foi obtido pelas unidades que apresentavam uma maior intensidade de voltagem regulada.

Mandarino & Porto,³⁸ em 1989, realizando estudo com o objetivo de avaliar a dureza através da polimerização da resina composta, utilizando três marcas comerciais de cor clara (Durafil, Heliosit e Herculite) ativadas por três aparelhos de fotopolimerização por luz visível (Translux,

Heliomat e Primelite). As amostras foram confeccionadas em uma matriz de aço de 10mm de comprimento e 5mm de diâmetro e polimerizadas por um tempo de 40 segundos. Foram inclusos em gesso e após 20 minutos e removidos. Realizou-se um teste de dureza Vickers. Realizou-se três edentações a cada milímetro de profundidade do topo para a base da amostra. Como resultado, concluiu-se que as três resinas apresentaram diferenças entre si, sendo a Herculite de maior dureza seguida da Durafil e Heliosit. Na profundidade de três milímetros não houve diferença nos valores obtidos de dureza, porém este diminuía com o aumento da profundidade. Todos os aparelhos fotopolimerizadores apresentaram o mesmo nível de polimerização.

Atmadja & Bryant,⁷ em 1990, estudaram alguns fatores que influenciavam a polimerização de algumas resinas compostas. Quatro tipos de resinas compostas comercialmente disponíveis foram avaliados (Durafil, recomendada para área de baixo estresse, P30 e heliomolar radiopaque, indicadas para dentes posteriores e em áreas de estresse e Prisma-Fil). As amostras de resina composta foram obtidas através do uso de um molde cilíndrico branco, de 4mm de diâmetro e 1, 2, 3, 4 e 6 mm de altura. Os moldes foram

colocados sobre uma placa de vidro e preenchidos com resina composta. Outra placa de vidro foi colocada sobre os moldes. Direcionou-se a ponta do aparelho fotopolimerizador de luz visível sobre as resinas, encostando-se à tira matriz de poliéster que as protegia e foram ativadas pela luz nos tempos de 20, 40 e 60 segundos. A matriz foi removida depois de 5 segundos da ativação inicial após o que a luz entrou em contato direto com a resina composta. Teste de dureza Knoop foi realizado tanto na superfície como na base das amostras. Os espécimes foram armazenados em água destilada, em um recipiente a prova de luz e a temperatura ambiente para testes posteriores entre 24 horas a uma semana após os testes iniciais. Concluíram que a dureza dos compósitos diminuía com o aumento da profundidade e diminuição do tempo de exposição. Os compósitos também possuíam grandes diferenças de dureza de acordo com a sua composição de cargas. Compostos de micropartículas foram mais afetados com o decréscimo da dureza à medida que se aumentava a profundidade do incremento. As resinas híbridas mostraram um declínio mais gradual. O tempo de exposição sugerido preferivelmente é de 40 segundos. As resinas compostas continuam a polimerizar mesmo após a remoção da fonte de

luz e estas apresentam diferentes durezas de superfícies dependendo de sua composição.

Samuel et al.,⁵⁶ em 1992, teve como objetivo avaliar a dureza de dois compósitos fotoativados. Os corpos-de-prova foram obtidos a partir de uma matriz metálica com 6mm de diâmetro e 2,5mm de espessura. Os Materiais utilizados foram a Silux Plus e a P50, ambas da 3M. 5 corpos-de-prova foram confeccionados e polimerizados por 60 s através de um aparelho Star Light, nas distâncias de 0mm, 5mm, 10mm e 15mm, num total de 20 corpos de prova para cada material. Os resultados mostraram que a dureza dos materiais variou com o tipo do material, a distância da fonte da luz, a polimerização adicional de 60 s e o acabamento superficial.

Pires et al.,⁴⁹ em 1993, estudou o efeito da distância da ponta do aparelho fotoativador em relação a intensidade de luz e a microdureza das resinas compostas. Através de três radiômetros estudou-se a relação entre a intensidade de luz e a polimerização da resina composta. Preparos circulares de 6mm de diâmetro e 2mm de altura foram feitos em uma espécie de matriz chamada de Plexiglass.

Utilizou-se uma unidade fotopolimerizadora Optilux 4019 (Demetron) para ativar as amostras nos moldes. Uma cor universal da resina Silux-Plus foi utilizada no preenchimento das cavidades, então cobertas com uma tira matriz e polimerizada por 40 segundos. A ponta transmissora de luz foi segura a distâncias que variavam de 0mm, 2mm, 6mm e 12mm da superfície da resina composta. Esta distância foi padronizada por espaçadores. Tirou-se medidas também, através de radiômetros, da intensidade da saída de luz colocando-os à mesma distância das aplicações das pontas do aparelho fotoativador. As amostras foram armazenadas por 24 horas permitindo-se que um total endurecimento da resina pudesse ocorrer. A dureza da superfície da resina composta não era afetada pelo distanciamento da fonte de luz ou intensidade de luz. A superfície da base das amostras apresentou dureza inferior para qualquer distância da fonte de luz. Sugeriram, os autores que para assegurar uma adequada profundidade de polimerização tempo de exposição a luz deveria ser estendido sempre que a intensidade de luz for diminuída pela distância ou qualquer outro fator.

Rueggeberg & Jordan,⁵² em 1993, estudaram o efeito da distância da fonte de luz do aparelho

fotopolimerizador na polimerização da resina composta. Verificaram que a inabilidade de posicionar a fonte de luz o mais próximo possível da resina composta na restauração poderia afetar a polimerização resultante e na sua durabilidade. A unidade de polimerização da resina composta utilizada neste estudo foi a Demtron VLC 300 equipada com uma ponta curvada de 9mm de diâmetro. A unidade foi fixada em um posicionador de microscópio. A fonte de luz e um micrômetro foram fixados em um suporte vertical para garantir um paralelismo entre a ponta de luz e a superfície da mesa. O micrômetro possuía uma resolução de 0,1 mm. Um radiômetro foi posicionado no centro da fonte de luz para prover os valores de intensidade de luz. A medida da intensidade da luz foi feita 19 segundos após o término de 20 segundos de exposição para permitir o resfriamento da lâmpada. A distância para os corpos-de-prova utilizada foi de 0, 2, 4, 6, 8, e 10mm. Corpos-de-prova de resina composta de 2mm de espessura foram confeccionados com resina P-50, de cor universal, e posicionadas para polimerização. A leitura da intensidade da luz nas distâncias previamente mencionadas e a distância entre a fonte de luz e a superfície da resina também foi utilizada. Como conclusão, foi verificado que a extensão de polimerização de uma resina composta avaliada a

partir de uma fonte de luz ativadora e variando-se a distância entre a fonte de luz e a superfície da resina composta em períodos diferentes de 10 a 60 segundos. A polimerização foi mais dependente da duração do tempo de exposição do que da intensidade da exposição. A polimerização da base da resina foi considerada menor quando comparada com a superfície para tempos similares e dependeu tanto da duração da exposição quanto da intensidade. Para a duração de exposição realizada, 10, 20, 40 ou 60 segundos, a polimerização da superfície foi similar para todas as distâncias, de 0 a 10 mm, enquanto que a polimerização na base da resina não variava até que se alcançasse 6mm de distância. A similaridade foi também encontrada para distâncias menores que do que 8 mm usando 60 segundos de exposição.

Unterbink & Muessner,⁶³ em 1993, tiveram por objetivo estudar o fato de que altas intensidades de polimerização por luz visível são recomendadas quase que universalmente na base de uma imediata medida de profundidade de polimerização. Porém a intensidade de luz e sua influência merecem ser objetivo de estudo. Dois sistemas restauradores foram examinados utilizando –se uma resina

composta híbrida (Tetric Ceram) e uma de partículas pequenas (Z100) com duas intensidades de luz diferentes (Visilux2, 450 mW cm^{-2} e Vivalux, 250 mW cm^{-2}). Para preenchimento com a resina cavidades foram preparadas em dentes incisivos bovinos e tinham um diâmetro de 3,2 mm e profundidade de 2,5 mm no mínimo, preparadas com instrumentos rotatórios. Após a confecção dos corpos-de-prova. Foram observadas quatro propriedades das resinas; contração de polimerização, módulo flexural e de resistência, dureza Vickers após a polimerização e adaptação marginal nas paredes cavitárias. Como resultado obteve-se que a variação da intensidade da luz não afetou significativamente a contração de polimerização ou características de dureza após a polimerização a uma profundidade de 4,5 mm para ambas as resinas compostas. Diferenças significantes foram encontradas no módulo flexural de ambas as resinas. Somente um material mostrou uma influência relacionada com a intensidade da luz sobre a resistência à flexão. Com o aumento da intensidade da luz houve melhora nas características de adaptação marginal em ambas as resinas. Concluiu-se que clinicamente, levando-se em conta a intensidade de luz e a espessura das camadas de resina

composta, a utilização de altas intensidades de luz provoca um aumento do estresse de contração de polimerização.

Nomoto et al.,⁴⁴ em 1994, realizaram estudo sobre o efeito da intensidade de luz sobre a polimerização de resinas compostas fotoativadas. Três marcas comerciais de resina foram utilizadas no estudo (Z100, Silux Plus e Clear Fil Photo posterior). A unidade fotopolimerizadora utilizada foi a New Light VL II e ponta de saída de luz possuía 12mm de diâmetro. Esta unidade foi escolhida por causa da pouca redução de intensidade com o tempo. Os corpos-de-prova foram obtidos utilizando-se um cilindro metálico com 4mm de diâmetro e 8mm em profundidade. A distância da ponta emissora de luz foi preestabelecida para as várias intensidades de luz. O material foi exposto a várias intensidades de luz por 10, 20, 40, e 80 segundos. As amostras foram estocadas em ambiente escuro a 23° C. após 180 segundos da exposição completa, as partes não polimerizadas da resina foram removidas. Utilizou-se um espectro de luz infravermelha para avaliar o efeito sobre a superfície exposta a luz para verificar o grau de conversão da resina composta. Dos resultados concluiu-se que quando o total de exposição, representado pelo produto da intensidade

da luz e o tempo de irradiação foi mantido constante, as profundidades de polimerização e as distribuições dos graus de conversão, conversão de polimerização e porcentagens pendentes de duplas ligações foram as mesmas. A profundidade de polimerização pode ser expressada como uma função logarítmica da quantidade total da exposição do material à luz e o coeficiente de atenuação com a quantidade total crítica de exposição o que poderia dar um valor do início da polimerização de cada resina composta, numa análise de regressão.

Pereira,⁴⁵ em 1995, estudou a capacidade de polimerização através de análise por dureza Vickers de uma marca comercial de resina composta (Herculite XR, na cor L) em função de diferentes intensidade de luz e profundidades de polimerização. Foram avaliados 120 aparelhos fotopolimerizáveis de marcas comerciais e tempo de vida útil diferentes. Foi utilizado um radiômetro para verificar a intensidade de luz emitida por cada aparelho. Os aparelhos foram distribuídos em 12 grupos com diferentes intensidades (30, 90, 100, 180, 200, 260, 360, 460, 540, 600 e 800mw/cm²). 5 corpos-de-prova foram confeccionados para cada intervalo de intensidade de luz. Matrizes de Teflon medindo 7mm de

comprimento, 4mm de diâmetro e 3mm de profundidade foram preenchidas com a resina selecionada e polimerizadas por 40 segundos. As amostras foram cobertas com papel alumínio a fim de evitar a exposição à luz e armazenadas por 24 horas em um recipiente a prova de luz. Foram submetidos então a teste de dureza Vickers. Três impressões foram realizadas a cada milímetro. Concluiu-se que os aparelhos que emitem uma maior intensidade de luz proporcionam uma maior quantidade de polimerização e por consequência, maior dureza dos materiais.

Arikawa et al.,⁴ em 1995 estudando a deterioração das propriedades mecânicas das resinas compostas utilizou 16 resinas compostas experimentais polimerizadas por luz visível preparando-as com diferentes tipos de forma de carga, tamanho de partícula e conteúdo de carga. As amostras foram então preparadas com a inserção da resina composta em um molde de teflon com 3mm de largura, 2mm de profundidade e 35mm de comprimento. Depois dos moldes terem sido preenchidos com as resinas compostas, a superfície foi coberta com uma placa de vidro fina e polimerizada por 120 segundos com luz visível (Triad). Após completado o processo de polimerização as amostras foram

cortadas em tamanhos de 3mm de espessura, 1,2mm de profundidade e 26mm em comprimento e então estocados em uma estufa por 30 dias a temperatura de 23° C para a completa polimerização da resina composta. A resistência de todas as resinas compostas diminuiu com o aumento do tempo em estocagem em água. Os compósitos com grande conteúdo em carga (65% em volume) exibiram uma taxa maior de diminuição da resistência do que aqueles com menor conteúdo de carga . o relaxamento do estresse também aumentou com o aumento do tempo de imersão em água. Este fenômeno pode ser causado pela degradação hidrolítica do agente de cobertura silano.

Dannheimer et al.,²⁰ em 1996, tiveram como propósito de estudo comparar a dureza Vickers de duas resinas compostas que foram polimerizadas por três diferentes ponteiros de luz através da utilização de uma matriz transparente. Três ponteiros guias de luz da Demetron foram utilizadas neste estudo. Como resultado observou-se que as resinas compostas tiveram sua superfície significativamente dura na primeira hora após a polimerização. Uma intensidade de 350-80 mW/cm² deu significativamente menor dureza quando comparou-se com àquelas obtidas com 600 mW/cm²,

mas a de 800 mW/cm² não foi maior do que esta. Polimerizando-se através de uma matriz de poliéster obteve-se uma maior dureza do que polimerizando a resina composta diretamente. O tipo de ponteira de luz alterou, como fator significativo, a dureza da resina composta.

Venhoeven et al.,⁶⁶ em 1996, verificaram que estudos demonstravam o fato de retardamento da taxa de polimerização das resinas compostas ativas por luz visível através da diminuição da intensidade da luz emitida melhoraria a integridade da interface adesiva dos compósitos e paredes cavitárias como um resultado de um mais gradual desenvolvimento do estresse de contração de polimerização. Este estudo investigou como a taxa de polimerização poderia ser controlada pela variação da concentração do agente fotoiniciador presentes no BisGMA- TEGDMA da resina composta. Taxas de conversão e polimerização foram avaliadas por experimentos de contração linear espectroscopia de transformação infravermelho de Fourier. Taxas de polimerização podem ser moderadas significativamente pela redução de ambos agentes de redução e fotoiniciação sem afetar a conversão, provida pela

exposição a luz proveniente de uma unidade de fotopolimerização por 60 segundos.

Araújo et al.,³ em 1996, analisaram através de teste de infiltração marginal, se diferentes intensidades de luz emitidas por aparelhos fotopolimerizadores interferem no selamento marginal das restaurações de resina composta. Foi utilizada uma resina composta Z100 e um adesivo dentinário, Scotchbond Multi-Uso para realizar as restaurações. 60 restaurações foram realizadas na forma de possuírem 3mm de diâmetro com 3mm de profundidade. Foram utilizados 6 diferentes aparelhos fotoativadores. Os autores concluíram que a intensidade de luz teve influência na infiltração marginal da parede cervical, sendo que os maiores níveis ocorreram com a intensidade de luz mais intensa. Os aparelhos com intensidade de luz de 800 mW/cm² promoveram uma completa polimerização, com conseqüente infiltração marginal. Fotopolimerizadores com intensidade de luz entre 180 mW/cm² a 600 mW/cm² são considerados mais adequados no selamento de resinas compostas.

Nomoto, em 1997,⁴³ estudou o efeito do comprimento de onda da luz nas resinas fotopolimerizadas por

luz visível. As resinas utilizadas para as medidas de conversão foram obtidas de 60mol% de BisGMA e 40%mol de TEGDMA. Para a polimerização da resina acontecer 1mol% de canforoquinona e 1mol% 2-Etilmetacrilato dimetilamina foram dissolvidos na mistura do monômero, 50% em peso de carga em partículas de quartzo foram tratadas com agente de cobertura silano e introduzidas no monômero. Uma unidade comercial de aparelho de fotopolimerização (New GC Light VLII) foi utilizada para a ativação da resina composta. Filtros de banda curta foram utilizados para seleção do comprimento de onda. O espectro infravermelho das amostras de resinas compostas antes e depois da extração do monômero residual. o grau de conversão e a conversão de polimerização foram calculados a partir destes dados. A polimerização pode se dar em um comprimento de onda entre 410-550nm. Com uma curta exposição de 5 segundos , o grau de conversão e a conversão de polimerização puderam ser afetados pelo comprimento de onda. O efeito do comprimento de onda entre 410-490nm diminuiu com o aumento da duração do tempo de exposição. O mais eficiente comprimento de onda foi de 470nm e o mais adequado ficou entre a faixa de 450-490nm. A absorção da canforoquinona fortemente afetou a polimerização, especialmente nos estágios iniciais. Porém, a relação entre

grau de conversão e conversão de polimerização verificou-se que esta polimerização não dependia apenas do comprimento de luz, mas também da exposição à energia.

Ferracane et al.,²⁴ em 1997, estudaram o efeito dos vários graus de polimerização das resinas compostas em relação ao desgaste e a fratura marginal. Foi utilizado um compósito experimental apresentando 50% em peso de Bis GMA e 50% de TEGDMA. 62% em volume de carga de estrôncio de vidro foram acrescentados à mistura, com tamanho variando entre 1-3 μ m, e 5% de sílica pirogênica com 0,04 μ m. o tempo de polimerização por luz visível foi entre 9 e 40 segundos para alterar o grau de conversão das ligações duplas de carbono na matriz da resina. Um dos compósitos sofreu um tratamento adicional de polimerização a calor por 10 minutos a 120 ° C para uma melhora na reação de conversão. Os resultados foram comparados com aqueles obtidos de resinas comercialmente disponíveis de micropartículas(Heliomolar) que foi polimerizada por luz visível por 40 segundos. Os corpos-de-prova foram preparados em um cilindro metálico de 2,5mm de diâmetro e 2,2mm de profundidade. A resina foi aplicada em 2 incrementos horizontais e ativados por uma unidade fotopolimerizadora

(Triad II), pela iluminação de cada incremento em sua superfície. Cada espécime foi armazenado e estocado em água a temperatura de 37° C até o seu posicionamento em um modelo articulado. Foram utilizados pacientes neste estudo pois as reínas eram colocadas em dentaduras e dadas aos pacientes para a utilizarem. Os pacientes eram chamados a cada 6 meses, 1 ano e 2 anos. A análise do desgaste era feita por réplicas epóxicas em um perfilômetro. O desgaste das reínas composta híbridas era de 144 micrometros em 2 anos quando ativadas por luz visível por 9 segundos a menos de 36 micrometros quando ativada por 40 segundos e tratada posteriormente com calor. Heliomolar exibiu um desgaste de 11 a 16 micrometros em dois anos. Houve uma forte correlação negativa entre o grau de polimerização e o desgaste abrasivo sofrido pelas resinas compostas híbridas. Falhas marginais não foram detectadas nas resinas compostas híbridas e nas de micropartícula ficou reduzida em 15 a 40% quando tratadas posteriormente com calor. Este estudo mostrou que a resistência ao desgaste abrasivo das resinas compostas poderia ser melhorado por um melhor grau de conversão do monômero.

Adabo et al.,¹ em 1997, realizaram um estudo para verificar a dureza das resinas compostas testando diferentes métodos de polimerização complementar. Foram utilizadas duas resinas compostas (Z100 e Charisma). As amostras foram confeccionadas em uma matriz de aço com 5mm de diâmetro e 2mm de profundidade. Foram submetidos a três técnicas de polimerização. As amostras foram distribuídas em três grupos (T1, T2 e T3). No grupo T1 a polimerização foi realizada com luz visível utilizando-se uma unidade de aparelho fotopolimerizador por luz visível por 60 segundos. Em T2 foi aplicada a mesma seqüência de T1 mais a complementação com aparelho Light Box por 7 minutos. Em T3 a complementação foi feita em estufa para esterilização a 120 ° C por 7 minutos. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37 ° C por 24 horas. Realizou-se então teste de dureza Vickers. Dos resultados obteve-se a conclusão que a resina Z100 apresentou maior dureza superficial do que a resina Charisma. Também a polimerização complementar por calor aumentou a dureza das resinas estudadas. Não houve diferença entre a utilização da estufa e o Light Box e, com essa complementação, a dureza mostrou-se mais efetiva na resina Charisma do que na Z100.

Estudando a resistência à flexão das resinas compostas armazenadas em longo prazo, Burtschep et al,¹⁴ 1997, consideraram que muito pouco é conhecido a respeito das propriedades físicas dos compósitos ativados por diferentes intensidades de luz sob esta influência. De acordo com a ISO 4049, resistência à flexão (RF) é medida depois de 24 horas e a intensidade de luz não é especificada. O propósito do estudo foi a investigação da influência da intensidade de luz na resistência à flexão em longo prazo dos materiais fotoativados. Os seguintes materiais foram investigados: Tetric (T), Tetric Ceram (TC), Heliomolar (H), todos da Vivadent, Petrac (P) da ESPE, e Z100 (Z), da 3M. Barras retangulares (2x 2x 25mm) foram produzidas por uma ativação uniforme de ambos os lados por 60 segundos a 100, 300 e 500 mW/cm² e armazenados em água a 37° C por 1dia, 7, 30, 90 e 180 dias. RF (valores em MPa) foi medida com uma máquina de teste universal modelo Zwick. Os dados foram analisados por testes ANOVA e teste de múltiplas faixas de Duncan. A um nível de significância de 5%. A 100 mW/cm² , mostraram uma significativa redução da resistência flexural dentro de 30 dias. A 300 mW/cm² , a diminuição foi significativa somente nos primeiros 7 dias . a 500 mW/cm² a diminuição da resistência flexural não foi significativa. A todas

as intensidades, não houve diminuição significativa da resistência à flexão depois da estocagem em água entre 90 e 180 dias. Os dados mostraram especificamente que, a baixas intensidades, a RF diminuiu significativamente durante a estocagem em água, principalmente dentro da primeira semana. Os valores, os quais foram obtidos de acordo com a ISO 4049, depois de 1 semana, são muito maiores do que àqueles quando armazenados em água em tempo prolongado de armazenagem e não simulariam as condições clínicas.

Turbino,⁶² em 1997, realizou um trabalho com o objetivo de avaliar o grau de polimerização de duas resinas compostas, utilizando o teste de dureza Knoop, na união dentina /resina. Foram utilizadas duas resinas compostas (Z100 e Silux Plus), duas técnicas de inserção (incremental e único incremento), dois sistemas adesivos (Scotchbond Multi Purpose Plus, condicionamento total e Prime&Bond 2.1). através dos resultados obtidos, concluiu-se que a dureza obtida pela resina Z100 foi maior do que a da Silux Plus, e que a dureza encontrada nas duas resinas foi maior quando se usou a técnica incremental e o sistema adesivo Scotchbond Multi Purpose Plus.

Brosh et al.,¹² em 1997, avaliando a influência de diferentes cargas superficiais durante a polimerização com vários tempos de irradiação na resistência à tração diametral das resinas compostas obtiveram como material e método um molde fabricado para permitir a inserção da resina e realização de uma carga. 4 cargas de superfície de 0; 0,35; 0,87 e 1,73 MPa e quatro tempos de irradiação de 20, 40, 60 e 180 segundos foram usados. Cada espécime foi submetido à testes de tração diametral e de microdureza. Como resultados obtiveram que a carga durante a polimerização afetou tanto a dureza como a resistência à tração diametral. Concluíram que carga durante a ativação da resina melhorou as propriedades mecânicas, provavelmente devido à diminuição dos espaços de ar do material.

Freiberg & Ferracane, em 1998, tiveram como propósito avaliar o grau de conversão e as propriedades físicas de um novo composto dental Artglass (Kulzer) e uma resina composta Charisma. Também compararam a eficácia de duas fontes de ativação da resina composta. 10 corpos-de-prova foram preparados por exposição de luz contínua como por uma unidade estroboscópica, ambas com 180 s de exposição. Os espécimes foram mantidos por 24 horas em

água a 37⁰ C e testados quanto à resistência à fratura, módulo flexural, resistência flexural, microdureza e simulação de resistência ao desgaste in vitro. Todos os resultados obtidos com ambas as unidades de ativação favoreceram a um aumento na resistência da resina Artglass. Quando utilizou-se a unidade estroboscópica a resina Charisma obteve todos os valores melhorados devido talvez a um aumento na intensidade da luz. A resina Artglass exibiu valores de conversão de monômero melhores que a Charisma. Porém os valores de resistência ao desgaste foram similares para ambas.

Sakaguchi & Berge,⁵⁵ em 1998, estudaram a redução da densidade de energia de luz diminuindo a contração pós-gel mantendo-se o grau de conversão das resinas compostas. Uma unidade fotoativadora por luz visível (Demetron) com um guia de luz de 8mm de diâmetro e um tempo de ativação de 40 segundos foram utilizados. Utilizou-se para medir a intensidade da luz um radiômetro com intervalos de 100mW/cm². A Calibração da voltagem da intensidade da luz foi feita reportando-se à voltagem associada com os valores do painel do radiômetro o mais próximo de 25mW/cm² nas cinco intensidades. Pequenas

porções de resina composta foram feitas em modelos de latão com 5,4mm de diâmetro e espessura de 1,7mm. As amostras foram ativadas por luz visível com o guia de luz posicionado a 7 mm da superfície da resina composta. Isto simulou a distância entre a ponta das cúspides e o soalho das cavidades classe II, na parede gengival, preparadas. Um grupo controle foi irradiado por 40 segundos de atenuação (337mW/cm^2). Três intensidades modificadas foram utilizadas com grupo experimental, 71% do grupo controle, grupo C, (241mW/cm^2); 49%, grupo B, (164mW/cm^2); e 34%, grupo A, (116mW/cm^2); onde a intensidade da luz foi modificada pela anteposição de filtros na saída da luz. Um quinto grupo, grupo D, foi irradiado por 20 segundos a 71% da intensidade (241mW/cm^2), seguido por 20 segundos a uma intensidade total (337mW/cm^2). Seis amostras foram utilizadas para cada um dos cinco grupos. A consistência da intensidade de luz foi checada no início e no fim do experimento através da utilização do radiômetro. Dos resultados obtidos conclui-se que o grau de conversão na superfície da resina, no topo do incremento, não era sensível às mudanças na variação da intensidade da luz como também na parte da base da amostra. A aplicação da luz em duas intensidades resultou em um valor de grau de conversão que não foi significativamente diferente daqueles que sofreram

polimerização com baixas intensidades só por 40 segundos. As amostras polimerizadas por duas intensidades mostraram uma redução de 21,8% da contração já predita por cálculo para as quantidades de energia nomeais utilizadas.

Sobre o efeito da polimerização na dureza das resinas compostas, Menezes & Muench,⁴¹ em 1998, realizaram uma pesquisa com a finalidade de determinar o número de radicais livres e a dureza Knoop de três resinas compostas (Z100, Silux Plus e Heliomolar RO). Para o ensaio de dos radicais livres, as irradiações foram: 110, 180, 300, 500 mW/cm^2 , pelos tempos de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80 e 90 segundos. As durezas foram determinadas com as cores claras com irradiação de 110 e 300 mW/cm^2 , por 20, 40, 60 e 80 segundos, na superfície e na base, nos tempos de 5 minutos, 1 hora, 1 dia, 1 semana e 1 mês. A partir dos dados obtidos, concluíram que a resina Z100 apresentou cerca de três vezes mais radicais livres do que as outras, o número relativo de radicais aumenta com a intensidade e tempo de exposição, maior intensidade de luz aumentou a dureza, maior tempo de exposição aumentou as durezas das resinas Silux Plus e Heliomolar, mas não da Z100, a dureza aumentou com a idade até um mês, o lado da irradiação apresentou maior

dureza do que a do fundo e a resina Z100 foi bem mais dura e sofre menos com a influência da irradiação.

Vargas & Schmit,⁶⁵ em 1998, estudaram a profundidade de polimerização usando uma resina de micropartícula (Silux Plus) e uma resina composta híbrida (TPH), comparando a microdureza na profundidades de 0 a 4mm. Neste estudo, foi utilizado o laser de argônio com tempo de exposição de 10, 20 e 30 segundos comparando a uma fonte de luz visível convencional com um tempo de fotoativação de 40 segundos. Utilizou-se uma matriz de teflon com 3mm de comprimento e 3mm de profundidade e utilizou-se o teste de dureza Knoop. Os resultados indicaram que não houve diferença na dureza superficial para ambas as resinas compostas utilizadas, fontes de luz testadas e tempo de exposição à luz. Concluiu-se que as resinas de micropartículas numa profundidade de 1, 2, 3 e 4 mm tanto para o laser de Argônio com 30 segundos, como para a luz visível com 40 segundos foram encontrados valores comparáveis, porém estes foram maiores do aqueles quando se usou o argônio a 10 e 20 segundos. Para resina híbrida com 3mm de profundidade os mesmos valores de dureza foram encontrados tanto para a luz visível com um tempo de

exposição a 40 segundos com o laser com o tempo de 20 e 30 segundos. Com um tempo de exposição a luz de 10 segundos utilizando-se o laser de argônio a resina ficou muito macia não dando possibilidade para determinação de dureza.

Yassumoto, em 1999,⁷⁰ avaliou a microdureza Vickers de três materiais restauradores in vitro, sendo dois diretos (Z100 e Solitaire) e um indireto (Solidex). As amostras foram obtidas a partir de matrizes plásticas cilíndricas com 4,5mm de diâmetro e 7mm de comprimento que foram preenchidas com as resinas diretas selecionadas. Utilizou-se uma unidade de aparelho de fotopolimerização Curing Light XL 1500 por um tempo de 40 segundos. Os corpos de prova foram armazenados em água destilada por 24 horas na temperatura ambiente. Para a resina indireta foi utilizada uma matriz plástica com 7mm de comprimento. Cada 1mm foi polimerizado durante 60 segundos pela unidade fotopolimerizadora Solidilite e então removidos da matriz e polimerizados por mais três minutos. Estas foram armazenadas da mesma forma utilizada para as resinas compostas diretas. Concluiu-se que a resina Z100 apresentou uma microdureza maior que as das resinas Solitaire e Solidex, e estas não apresentaram diferenças na microdureza entre si.

Wilder et al.,⁶⁸ em 1999, compararam a performance clínica de quatro resinas composta comercialmente disponíveis, ativadas por luz ultravioleta, e avaliaram o efeito do sistema de polimerização na resistência ao desgaste a longo prazo de restaurações de classe I e classe II. Aproximadamente 32 amostras de cada quatro resinas compostas ativadas por luz ultravioleta (n= 130) foram aplicadas em cavidades preparadas de classe I e classe II, preparadas por dois clínicos. Margens do ângulo cavosuperficial do preparo não foram biseladas. As paredes de esmalte do preparo foram condicionadas por ácido e o respectivo agente de união foi utilizado. Cada restauração foi avaliada pelos clínicos a cada 5, 10 e 17 anos. Avaliações diretas foram realizadas usando o critério do serviço de saúde pública dos Estados Unidos (USPHS). Avaliações indiretas foram realizadas utilizando-se o método de avaliação por cópia de Leinfelder. Como resultado, após 17 anos, 65% das restaurações reavaliadas para estabilidade de cor, descoloração marginal, integridade marginal, cárie secundária, textura superficial e forma anatômica. A média de desgaste oclusal das avaliações indiretas a 5, 10 e 17 anos foi de 197 microns, 235 microns e 264 microns, respectivamente. Pelas avaliações direta e indireta existiu uma diferença significativa

entre o estudo baseline e as avaliações de retorno de 5 anos. Como significância clínica, o estudo demonstrou que média do desgaste oclusal das quatro resinas ativadas por luz ultravioleta a 17 anos foi de 264 microns, o maior desgaste acontecendo nos cinco primeiros anos (75%). De todas as restaurações reavaliadas a 17 anos, 76% foram julgadas clinicamente aceitáveis e 22% não exibiram desgaste detectável clinicamente.

Pereira,⁴⁶ em 1999, analisou a relação da dureza superficial da resina composta em relação à intensidade de luz, cor, tempo de exposição a luz e profundidade da cavidade. 144 corpos-de-prova, utilizando-se uma resina composta (Charisma) nas cores A1 e C4, foram confeccionados, para tal, utilizou-se matrizes de teflon contendo uma cavidade com 7mm de comprimento, 4mm de largura e 3mm de profundidade que foram preenchidas com a resina composta. Uma unidade de aparelho fotopolimerizador (CU 100 R) foi conectado a um transformador de voltagem variável para produzir alterações na emissão de intensidade de luz. Valores de intensidade de luz de 300, 350, 400, 425, 475, 500, 525, 600, 650 e 700 mW/cm² foram determinados e monitorados por um radiômetro. Os tempos de exposição à luz

de 40 e 60 segundos foram utilizados para efetuar a polimerização através da luz visível para cada uma das cores das resinas compostas e com as determinadas intensidades de luz. Três repetições foram realizadas para cada condição experimental. Depois de obtidas as amostras, estas foram cobertas com papel alumínio e armazenadas à temperatura de 37° C em recipiente a prova de luz durante 24 horas até que fosse realizado o teste de dureza Vickers em uma profundidade padronizada de 4mm. As médias de cada milímetro do material foram calculadas. A partir dos dados obtidos pode-se concluir que a dureza superficial da resina composta altera-se quando submetida à polimerização com diferentes intensidade de luz, tempos de exposição à luz, cores e profundidades. Com relação à intensidade de luz, a dureza foi alterada pela sua variação entre 300 mW/cm² e 700 mW/cm² e as intensidades de 475, 500, e 550 mW/cm² promoveram valores de dureza Vickers estatisticamente iguais, bem como as intensidades de 600 e 650 mW/cm². Com relação ao tempo de exposição de 60 segundos, este promoveu maior dureza que o tempo de 40 segundos. A cor C4 proporcionou resultados superiores àqueles encontrados para cor A1. Os valores de dureza Vickers apresentaram-se reduzidos com o aumento da profundidade do material de 1

para 4mm. Porém, não foi possível determinar quando a dureza estabilizava-se entre os pontos de intensidade de luz de 300 até 700 mW/cm².

Para um estudo da intensidade de saída de luz e o potencial de profundidade de cura entre as unidades fotoativadoras de uso clínico, Pilo et al.,⁴⁸ em 1999, investigaram a intensidade de luz de 130 aparelhos de fotoativação por luz visível de 107 consultórios odontológicos medindo-se esta intensidade através de radiômetros de cura e calor. Uma lista de 150 consultórios foi escolhida ao acaso para a seleção dos 130 aparelhos. Cada aparelho foi identificado quanto ao seu número de fabricação e o nome do fabricante. A intensidade de luz foi medida através de radiômetros (Demetron Research Corporation) para calor e cura, de acordo com as recomendações do fabricante. A saída de luz da unidade fotopolimerizadora foi medida três vezes para cada radiômetro e a média dos valores anotados. Devido a leituras análogas os valores foram interpolados de acordo com as medidas de intervalo de 25mW/cm² . De 130 fontes de luz, 50 foram selecionadas ao acaso para polimerizar cilindros de resina padronizados (Brilliant Esthetic Line, Enamel A2, Coltène). Depois de posicionados na matriz, as resinas foram

ativadas por luz de acordo com as recomendações do fabricante. Depois os corpos-de-prova foram estocados a temperatura de 37° C por 72 horas depois do endurecimento da resina. Medidas de dureza Knoop foram feitas no topo e na base dos corpos-de-prova para avaliar seu grau de polimerização. De acordo com os resultados obtidos concluíram os autores que de acordo com os fabricantes, uma fonte de luz é considerada inadequada para trabalho quando sua leitura do radiômetro registra valores abaixo de 200 mW/cm² e o radiômetro de calor, abaixo de 50 mW/cm². aplicando este critério ao presente estudo, 46% das fontes de luz requerem reparo ou troca. Grande correlação encontrada entre a dureza e a intensidade de luz verificou a utilidade do uso de radiômetro na predição da habilidade de polimerização das unidades de luz fotopolimerizadoras

Marais et al.,³⁹ em 1999, estudaram o efeito da pós- polimerização sobre a dureza Vickers de quatro resinas compostas fotopolimerizáveis. Os autores afirmaram que o uso de fornos para pós- polimerizações para resinas compostas fotopolimerizáveis levava a uma diminuição dos efeitos negativos da contração de polimerização e aumentava a dureza e a resistência ao desgaste do material. Comparou-se

então a dureza Vickers de quatro resinas compostas fotoativadas por luz visível. Em um grupo, amostras dos quatro materiais (Z100, Tetric Ceram, F2000 e Heliomolar) foram apenas fotopolimerizadas. Em outro grupo as amostras foram fotopolimerizadas e levadas a um forno de polimerização DI 500. Testes de dureza Vickers foram realizados nas amostras. Todas as amostras do grupo que sofreu pós-polimerização em forno tiveram altos valores de dureza Vickers em relação ao outro grupo. Em ambos os grupos Z100 e F2000 tiveram valores de dureza Vickers maiores do que a resina Tetric Ceram e Heliomolar.

Machado,³⁸ em 2000, estudou a microdureza das resinas compostas submetidas a exposição de luz de três aparelhos fotoativadores, capazes de emitir intensidades de luz de 700 a 800 mW/cm² (Curing Light 2500), entre 800 a 1000 mW/cm² (Kreativ Kuring Light) e com mais de 1000 mW/cm² (Apollo 95 E). foi utilizada uma resina de uma única cor (Charisma, cor A30) e as amostras foram preparadas em uma matriz de 2mm de profundidade, 4mm de diâmetro e 5mm de altura. Tempos de 40, 10 e 1,2 e 3 segundos foram utilizados para os aparelhos acima citados, respectivamente. Concluiu-se que todos os aparelhos testados apresentaram

diferenças na dureza Vickers , independente da profundidade da resina composta e quanto maior a profundidade da camada de resina menores são os valores de dureza Vickers. O aparelho que utilizou tempo de 40 segundo apresentou os melhores resultados em relação à dureza da resina.

Peutzfeld & Asmussen,⁴⁶ em 2000, estudaram o efeito de pós-polimerização sobre as resina quanto à quantidade de duplas ligações restantes, propriedades mecânicas e desgaste in vitro de duas resinas compostas fotopolimerizáveis. Na determinação do efeito de pós-polimerização nas características citadas foram utilizadas duas resinas compostas (Z100 e Charisma). O método de pós-polimerização envolveu medidas de polimerização recomendadas para confecção de inlays bem como outras medidas recomendadas pelos laboratórios dentais. Amostras de resinas compostas foram inicialmente preparadas e polimerizadas e pós-polimerizadas por luz visível de acordo com os seguintes métodos e aparelhos de fotopolimerização: Translux EC(10 minutos), Translux EC Light box(10minutos), Triad II(10 minutos), 40°C (10 minutos), 70 ou 100°C por 10 minutos, 1 hora, 6 horas ou 24 horas. As propriedades foram determinadas depois da estocagem das amostras por 1

semana em água a 37 °C. o grau de conversão foi determinado usando um transmissor infravermelho. As propriedades mecânicas testadas foram tração diametral, resistência flexural e módulo de flexão. Desgaste in vitro foi induzido por um simulador mecânico. Como resultados encontrados verificou-se que a maioria dos métodos de pós-polimerização aumentou o grau de conversão de ambos os materiais. A pós-polimerização aumentou as propriedades mecânicas e a resistência ao desgaste da resina Charisma em testes in vitro enquanto que nenhum efeito dessa propriedade foi achado com a pós-polimerização da resina Z100. Como conclusão, pode-se dizer que a pós-polimerização com os recursos disponíveis em laboratório e em consultório aumentaram o grau de conversão da resina Z100 e Charisma bem como as propriedades mecânicas de ambas. Porém a Charisma teve sua resistência ao desgaste aumentada in vitro. Um tratamento de calor a 100^o C por 10-60 minutos foi descrito como o mais promissor método de pós polimerização.

Correr Sobrinho et al.,¹⁸ em 2000, teve como propósito estudar os valores de dureza Knoop com relação à distância da ponteira guia de luz, em diferentes profundidades, de duas resinas compostas disponíveis no

mercado (Z100 e Silux Plus). Amostras com 5mm de diâmetro e 2,5mm em altura foram preparadas em um molde cilíndrico de cobre, então cobertos com uma matriz transparente e polimerizadas por 40 segundos a três distâncias diferentes (0mm, em contato com a superfície da resina, 6 e 12mm). Utilizou-se uma unidade de fotopolimerização de luz visível (XL 300, com intensidade de luz de 750mW/cm^2). Os corpos-de-prova foram armazenados a 37°C por 24 horas. Valores de dureza Knoop foram então tomados, usando uma carga de 50 gramas por 30 segundos para cada edentação. Quatro amostras foram feitas para cada distância e resina composta, sendo 18 edentações feitas para cada amostra. Os resultados indicaram que quanto maior a distância da ponteira de luz menor a dureza encontrada na resina composta Z100. A resina composta Silux Plus não apresentou diferença significativa nos valores de dureza quando era afastada a ponteira de luz. Porém, a 6 e 12mm, a camada debaixo da resina apresentou valores de dureza menores que da superfície. A resina Z100 mostrou-se superior em relação à Silux Plus nas três distâncias da ponteira de luz como também em todas as profundidades.

Catirse et al.,¹⁷ em 2000, realizou um estudo in vitro da resistência à compressão em função do tempo de polimerização e material. Foram selecionados dois tipos de resina composta diferentes, ambas de partículas híbridas (Z100 e Tetric)e a liga metálica para amálgama de partículas convencionais (Velvalloy). Os tempos de polimerização da resina composta foram de T1-30 segundos, T2-40 segundos, T3-90 segundos e T4-120 segundos. Foram confeccionados 10 corpos-de-prova para cada condição experimental. Para obtenção dos corpos-de-prova foi utilizada uma matriz de nylon de 9mm de altura e 3mm de diâmetro. Para o amálgama foi utilizado um manipulador mecânico (Dosimix) para obtenção do material. Sua condensação foi feita com um condensador de 3mm de diâmetro colocado na base de um dinamômetro para manter a pressão de condensação uniforme. Para as resinas foi utilizado uma unidade de fotopolimrização onde as resinas, após inseridas, foram polimerizadas por 90 e 120segundos, em três camadas sendo cada uma polimerizada por 30 e 40 segundos respectivamente. Posteriormente os corpos-de-prova foram retirados da matriz e mantidos em umidade relativa de 100%. Em seguida foram levados à estufa à temperatura de 37° C, até o momento da realização do teste. Foi feito um teste de resistência à compressão em uma

máquina de ensaio universal. A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que, de acordo com a metodologia utilizada, o nível de resistência à compressão das resinas compostas foi crescente em função do tempo de polimerização e foi maior para T4-40 segundos e menor para T1-30 segundos. Os valores de resistência à compressão em função das resinas compostas estudadas não foram significantes. A maior média de resistência à compressão foi determinada pela resina Z100 no tempo T4-120 segundos e a menor pela resina Tetric no tempo T1. O material amálgama determinou melhores níveis de resistência à compressão quando comparado às resinas compostas.

Carrero,¹⁶ em 2000, avaliou o efeito da água sobre as propriedades mecânicas de dureza e de resistência à compressão dos compósitos indiretos Artglass (Heraeus/Kulzer), Solidex (Shofu), e Targis (Ivoclar), comparando-os à resina composta Z100 (3M) e a uma cerâmica feldspática (Noritake). Os ensaios de dureza foram realizados em um aparelho WOLPERT, com diamante Vickers, e cargas de 50 e 200 gramas respectivamente para os compósitos e a cerâmica, aplicada por 30 segundos antes e após 30, 60, 90, 180 dias de imersão. Os ensaios de resistência à compressão foram realizados em máquina de ensaios mecânicos "Material Test

System-MTS 810” equipada com célula de carga de 100kN e velocidade de 0,5mm/min, antes e após 180 dias de imersão. Os resultados mostraram que: 1- o material cerâmico Noritake (553,6 VHN) apresentou o maior valor de dureza seguido dos compósitos na seguinte ordem decrescente: Z100(87,2VHN), Artglass (37,6 VHN), Solidex (31,3 VHN) e Targis (26,5 VHN). O material cerâmico não apresentou redução de dureza até o período de 180 dias de imersão. Para todos os compósitos houve redução de dureza, com estabilização após 30 dias para os materiais Artglass e Solidex, após 60 dias para Z 100 e após 90 dias para o Targis.

Ribera et al.,⁵⁰ em 2000, realizou um estudo experimental para comparar as propriedades físicas e mecânicas das resinas compostas Z100 com suas sucessoras, P60 e FiltekZ250. 30 espécimes foram realizados e submetidos a testes de tração diametral, resistência à tração, translucidez, profundidade de polimerização e tempo de trabalho. Os teste concluíram que o material P60 registrou as maiores profundidades de polimerização enquanto que a resina FiltekZ250 exibiu as maiores resistências às trações diametrais bem como uma melhor translucidez. Em média, as novas resinas exibiram números maiores do que a Z100 sendo ou não estatisticamente significante.

Yap,⁶⁹ em 2000, estudaram a efetividade da polimerização em resinas compostas na chamada inserção em um único incremento e sua relação com o impacto da profundidade da cavidade e o tempo de exposição à fonte de luz polimerizadora. Duas resinas compostas de aplicação em um único incremento foram escolhidas (Ariston e Surefil) na cor A2. O conteúdo de carga das resinas compostas era de 79% para a resina Ariston e 82% para a Surefil. As amostras foram obtidas a partir de um molde translúcido plástico cilíndrico de 2 a 4mm de profundidade e 5mm de diâmetro. Uma base preta era usada em baixo dos moldes. Um vidro de 1mm de espessura foi colocado sobre os moldes e o excesso de material que extravasou foi removido. O material então foi irradiado na sua porção superior por 40 segundos como recomendado pelo fabricante. A intensidade da luz polimerizadora foi checada previamente através de um radiômetro. A saída de luz medida foi de 421mW/cm^2 e a iluminação não foi afetada pela placa de vidro. Foi utilizada a medida Knoop para verificação da dureza das amostras e esta foi medida após 40 segundos de irradiação por luz visível. Incrementos também foram irradiados 20 segundos cada até completarem-se 120 segundos. A dureza da superfície foi tomada a cada incremento. O autor concluiu a partir dos

resultados que os incrementos das resinas compostas estudadas não deveriam exceder os 2mm de espessura para se obter uma máxima polimerização da resina composta. O aumento da profundidade da cavidade resultou em um significativo decréscimo da efetividade da polimerização para todos os tempos de exposição. Por fim, o aumento do tempo de exposição resultou em um aumento na taxa da dureza e, indiretamente, efetividade na polimerização em cavidades de 3 e 4mm.

Cruz,¹⁹ em 2001, realizou estudo da dureza e da resistência à compressão de resinas compostas para dentes posteriores, após a imersão em água destilada. Utilizou resinas compostas, as quais permaneceram por 90 dias em imersão em água destilada e depois submetidas a ciclagem mecânica. Os ensaios de dureza foram realizados em aparelho Wolpert, com diamante Vickers e peso de 50gf aplicados por 30 segundos, antes e após os períodos de imersão em água. Os ensaios de compressão foram realizados apenas 90 dias depois, em corpo-de-prova cilíndricos medindo 8mm de altura por 4mm de diâmetro. As espécimes foram cicladas mecanicamente. Os resultados mostraram que os maiores valores de dureza foram obtidos pelas resinas Z100 e Ariston.

Após 60 dias de imersão, houve redução significativa nos valores de dureza, a exceção da resina P60. A aplicação do selante superficial, com ou sem aplicação do silano, não alterou a dureza dos materiais. Sem ciclagem mecânica, os maiores valores, em ordem decrescente, de resistência à compressão foram apresentados pelas resinas Z100, Alert, P60, Surefil e Solitaire. Com ciclagem mecânica houve redução nos valores de resistência à compressão apenas das resinas Z100 e Definite. A aplicação do selante de superfície foi capaz de minimizar o efeito sobre a resistência à compressão do material Z100. O autor conclui que a imersão em água pode reduzir a dureza das resinas compostas e que a ciclagem térmica pode ter efeito negativo sobre a resistência à compressão destes materiais, comprometendo por degradação e fadiga a longevidade das restaurações. Evidenciou também comportamentos diferentes para os materiais estudados quanto à aplicação do selante superficial.

Sharkey et al.,⁵⁸ em 2001, teve como objetivo realizar testes para determinar valores de microdureza das superfícies superior e inferior de corpos-de-prova, em forma de disco, de três resinas compostas comercialmente disponíveis e comparam a polimerização realizada com uma

unidade de aparelho de luz visível e uma lâmpada de arco de plasma. 20 corpos-de-prova de cada resina foram preparados em um recipiente de nylon. Dez amostras de cada resina foram polimerizadas utilizando-se luz halógena convencional e as outras dez amostras foram polimerizadas com o arco de plasma, seguindo os determinados protocolos de cada aparelho. Medidas de dureza de superfície foram tomadas utilizando-se de um medidor de dureza Vickers calibrado na parte superior e inferior das amostras após 7 dias de armazenamento em ar a 20° C. as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se um pacote estatístico comercialmente disponível. Lâmpadas, resinas compostas e a interação entre lâmpadas e resinas compostas foram significantes para a determinação dos resultados das superfícies superior e inferior das amostras. A lâmpada de arco de plasma alcançou valores menores para ambas as superfícies quando comparada com a fonte de luz halógena, porém o tamanho da diferença dependeu do tipo de resina. Conclui-se que cuidados devem ser tomados na ativação das resinas compostas quando utiliza-se arco de plasma devido à possibilidade de se reduzir a micrdureza das superfícies que pode também significar uma conversão menor do monômero em polímero.

Kurachi et al.,³⁰ em 2001, estudaram e avaliaram a dureza da resina composta polimerizada por cinco LEDs (Light Emitting Diodes) comparando-se com uma unidade convencional de polimerização por luz visível de uma lâmpada halógena. O teste de dureza foi utilizado para verificar-se a efetividade de ambos os métodos. Os LEDs empregados emitiam um comprimento de onda com pico em 470nm. Resina composta(Z100, cor A3) foi polimerizada po 20, 40, 60, 120 e 180 segundos para os LEDs e por 40 segundos para a lâmpada de halógena. As amostras de resina foram confeccionadas com espessuras de 0,3; 1,25 e 1,8mm. Cinco amostras para cada um dos parâmetros foram feitas. A avaliação da dureza foi feita nas superfícies não iluminadas com três edentações para cada exemplo. Todas as amostras polimerizadas pelos LEDs exibiram dureza inferior quando comparadas com àquelas obtidas quando se utilizou luz convencional de lâmpada halógena no tempo de 40 segundos. L6 (aparelho utilizando 6 LEDs) foi o mais eficiente dos LEDs utilizados. Sua irradiância tinha 79mW/cm^2 enquanto que a lâmpada halógena convencional teve 475mW/cm^2 . Para os L6 aqui apresentados, exposições mais longas no tempo de irradiação ou camadas mais finas de resina são requeridas para se alcançar valores de dureza razoáveis. Como promessa

esses aparelhos podem oferecer uma promissora alternativa ao uso das lâmpadas halógenas.

Sfondrini et al.,⁵⁷ em 2001, propôs um estudo para avaliar resistência ao cisalhamento de uma resina composta (Transbond XT) e um ionômero de vidro modificado por resina composta (Fuji Ortho LC) polimerizadas por duas unidades diferentes de aparelhos fotopolimerizadores. Uma unidade convencional de luz visível (Ortholux XT) e uma unidade de luz de arco de Xenônio (Plasma Arc Curing System). 120 incisivos inferiores de bovino recentemente extraídos foram divididos em 8 grupos, cada grupo consistindo de 15 amostras. Dois grupos (um grupo para cada tipo de adesivo utilizado) foram expostos a luz visível por 20 segundos e 40 segundos, respectivamente utilizando-se resinas compostas Transbond XT e Fuji Ortho LC, usadas como grupo controle. Os 6 grupos remanescentes foram polimerizados com a luz de arco de xenônio por 2, 5 e 10 segundos. Depois de aderida, cada amostra foi estocada em água destilada à temperatura ambiente por 24 horas e subsequentemente testada em modo de cisalhamento em uma máquina de ensaio universal (Instron). Nenhuma diferença estatística foi determinada para o grupo das resinas

polimerizadas tanto por luz visível por 40 segundos como pela luz de arco de xenônio por 2, 5 e 10 segundos em relação a resistência ao cisalhamento. Também não se encontrou diferença estatística entre o grupo do ionômero de vidro modificado por resina. A força de adesão foi maior para a resina composta em todos os grupos testados. Os presentes achados indicam que, comprado com os aparelho fotopolimerizadores de luz visível, os aparelho de luz de arco de xenônio têm capacidade de clinicamente reduzir o tempo de irradiação da luz sem afetar a resistência ao cisalhamento dos materiais.

Bravo et al.,¹¹ em 2001, realizou um trabalho tendo como objetivo uma análise comparativa do selamento marginal e microinfiltração entre uma resina convencional, uma compactável e um amálgama dental, em restaurações classe V em molares naturais recém extraídos. Os resultados mostraram que uma relação quanto à microinfiltração não houve diferenças entre as resinas compostas, mas em relação ao amálgama dental houve diferença significativa, aonde as resinas comportaram-se de forma melhor.

Asmussen & Peutzfeld,⁶ em 2001, avaliaram a influência da polimerização por retardo de pulso na consistência da estrutura do polímero. As resinas compostas podem ser polimerizadas de acordo com vários métodos. Estes modos incluem a variação na intensidade de luz polimerizadora e atraso no tempo antes da polimerização final. O método de retardo de pulso foi achado antes como uma alternativa para reduzir a formação de fendas devido à contração de polimerização, sem as propriedades mecânicas da resina composta serem comprometidas. Hipoteticamente, uma lenta pré-polimerização resultaria em uma diferente estrutura do polímero do que resulta de uma resina polimerizada em alta intensidade. Encontrou-se, como resultado deste estudo, que embora a quantidade de ligações duplas remanescentes não havia sido afetada a técnica de retardo de pulso dava condições ao polímero de aumentar a susceptibilidade de transformar-se em etanol. A consistência aumentava com o aumento da intensidade de luz da pré-polimerização com um tempo de espera para a polimerização final. A diminuição da consistência pode ser interpretada como a estrutura de polímero apresentando menos ligações cruzadas.

Proposição

O propósito deste trabalho é avaliar a microdureza superficial da resina composta variando:

- a) Tipo de resina composta.
- b) Distancia da fonte de luz.
- c) Superfície e base do incremento de resina composta.

Material e Método

1.Material restaurador

Durante a realização do trabalho foram utilizadas duas marcas comerciais de resina composta (figura 1), com suas respectivas características determinadas no Quadro 1.

Quadro 1

Material	Carga orgânica	Carga inorgânica	Cor	Fabricante	Lote
Filtek z250 M1	Bis-EMA UDMA Bis-GMA	Zircônia Sílica Tamanho: 0,19/3,3µm	A2	3M	1KW
A110 M2	Bis-GEMA TEGDMA	Sílica Tamanho: 0,01/0,09µm	A2E	3M	0AM

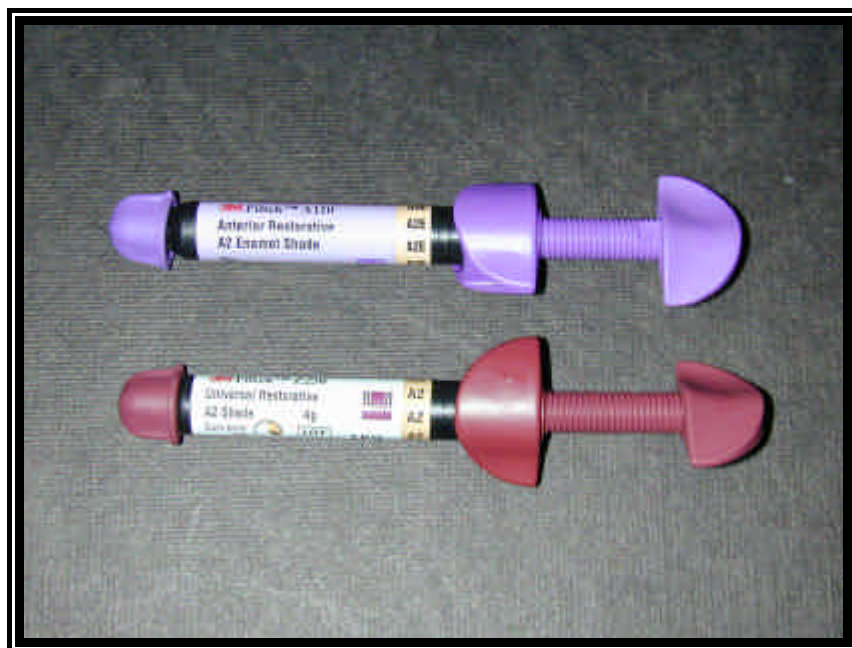


FIGURA 1 – Resinas Compostas comerciais

As resinas compostas selecionadas para o estudo foram: Filtek Z250*, microhíbrida, com tamanho médio de partícula em torno de 0,19 a 3,3 μm , representando 70% em peso e 60% em volume, denominada M1, e uma resina de micropartícula Filtek A110*, com tamanho de partícula com tamanho médio de 0,04 μm , presente em 56% em peso e 40% em volume, denominada M2, ambas na cor A2.

*3M do Brasil, Ltda

2. Aparelho fotoativador

Para a ativação da resina composta foi utilizado um único aparelho fotoativador de luz halógena*.

- Aparelho KM-200R K & M IND. COM. EQUIP. LTDA.(figura 2)



FIGURA 2- Unidade de aparelho fotoativador.

* K & M IND. COM. EQUIP. LTDA, São Carlos, SP.

Para medir a intensidade da luz emitida pela unidade fotoativadora foi utilizado um radiômetro (Medidor de Irradiância CL 150, DMC equipamentos Ltda., São Carlos, SP).

^{48,51,52,54}(Figuras 4 A e B)



FIGURA 4-A. Radiômetro



FIGURA

4-B-Radiômetro

Os dados técnicos do aparelho fotoativador estão apresentados no Quadro 2.¹⁵

Quadro2. Dados técnicos do aparelho fotopolimerizador

Tensão de operação	Intensidade de Potência	Intensidade de luz	Comprimento de onda	Tempo utilizado	Diâmetro da ponteira
110V	440mW	800mW/cm ²	470-480nm	40s	0,8 cm

3.Obtenção dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova foram confeccionados utilizando-se matrizes circulares metálicas com 2mm de espessura e orifício central medindo 4mm de diâmetro. ³⁶
(figura 3)

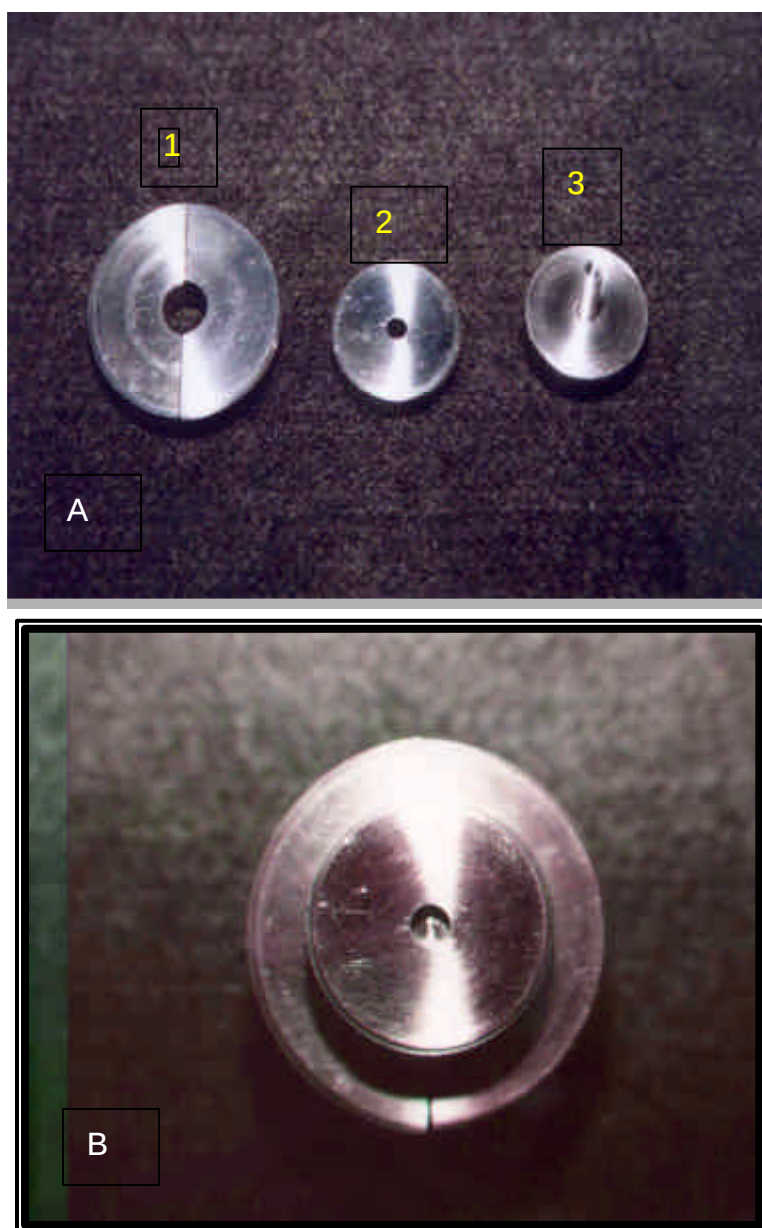


FIGURA 3 – Matriz metálica . Partes constituintes:(A)1.anel bipartido. 2.orifício central.3. pino central. (B): Matriz montada.

O aparelho para fotoativação da resina composta foi fixado em uma mesa de modo que a superfície da ponta de luz ficasse paralela com o orifício central da matriz metálica (Figura 5). Como espaçadores foram utilizados anéis metálicos com 2mm, 4mm e 8mm de altura. Foram realizados 5 corpos-de-prova para cada grupo, com as duas referidas resinas compostas. A inserção da resina no orifício central da matriz foi realizada em um único incremento, utilizando-se de uma espátula anti-aderente GTX#6 (Thompson dental, Manufacturing Co. Inc.). Após a inserção da resina, obteve-se um pequeno excesso do material. Sobre a resina foi colocada uma tira de poliéster e posicionado um peso de um quilo para a homogeneização e planificação da superfície.¹² Após a remoção do peso, foi executada a ativação da resina composta com a ponta do aparelho de luz nas distâncias que variavam em 0mm, 2mm, 4mm e 8mm da superfície da resina composta.^{51,53} (Figura 6)



FIGURA 5 – Aparelho fixado



FIGURA 6 – Espaçadores para obtenção das diferentes distâncias

O aparelho fotopolimerizador apresenta polimerização gradual e para cada distância, foi determinada a intensidade de luz sobre a resina. Para a distância de 0 mm, nos 5 primeiros segundos foi verificada uma intensidade de luz de 300 mW/cm^2 e a intensidade final alcançando 720 mW/cm^2 .

para as distâncias de 2mm obtiveram-se as intensidades inicial e final de 300 mW/cm^2 e 650 mW/cm^2 , respectivamente. A 4mm de distância, as intensidades variaram de 250 mW/cm^2 nos primeiros segundos e 600 mW/cm^2 nos 35 segundos restantes e com 8 mm o radiômetro acusou uma intensidade inicial para o aparelho de 120 mW/cm^2 , sendo que nos 35 finais a intensidade alcançou 400 mW/cm^2 , como visto no quadro 3.

Quadro 3 – Variação da intensidade da luz emitida (mW/cm^2) em função da distância.

Distância Tempo	0 mm	2mm	4mm	8mm
5 s	300	300	250	120
40 s	720	650	600	400

Os corpos-de-prova foram removidos da matriz metálica e acondicionados em recipientes à prova de luz e a seco, sendo mantidos a temperatura de 37°C em estufa durante 24 horas. As superfícies do topo e da base do corpo-de-prova foram polidas com discos de Sof-Lex, em ordem decrescente de abrasividade (Figura 7).¹⁸ Em seguida, os corpos-de-prova foram

medidos com auxílio de um paquímetro digital (Modelo n°.599-571-3 – Brown & Sharpe) para verificar se não havia perda de espessura dos corpos-de-prova, o que poderia influenciar nos resultados obtidos.



FIGURA 7- Preparo dos corpos-de-prova

4.Avaliação da microdureza

O teste de dureza foi utilizado para avaliar a capacidade de polimerização das resinas compostas.

O ensaio de dureza Vickers tem uma aceitação muito grande no trabalho de investigação porque para uma única carga, basta uma escala de dureza, desde materiais muito duros aos mais maleáveis. uma escala de dureza, alongamento nulo do penetrador,. Neste trabalho foi utilizado o método de dureza Vickers, no qual o penetrador é uma

pirâmide de base quadrada, que sob ação de uma carga de 1 a 1000 gf, entra em contato com a superfície plana e polida da amostra, deixando uma impressão da pirâmide. O valor da dureza é determinado pelas medidas das diagonais da pirâmide com aparelhos de precisão, munidos de microscópio e, utilizando-se as fórmulas e tabelas estabelecidas de acordo com a norma ASM.²

Após 24 horas, os corpos-de-prova eram coletados de seus respectivos frascos a prova de luz, e colocados em uma placa metálica com cera, para fixação dos mesmos e posterior avaliação no microdurímetro. (Figura 8)

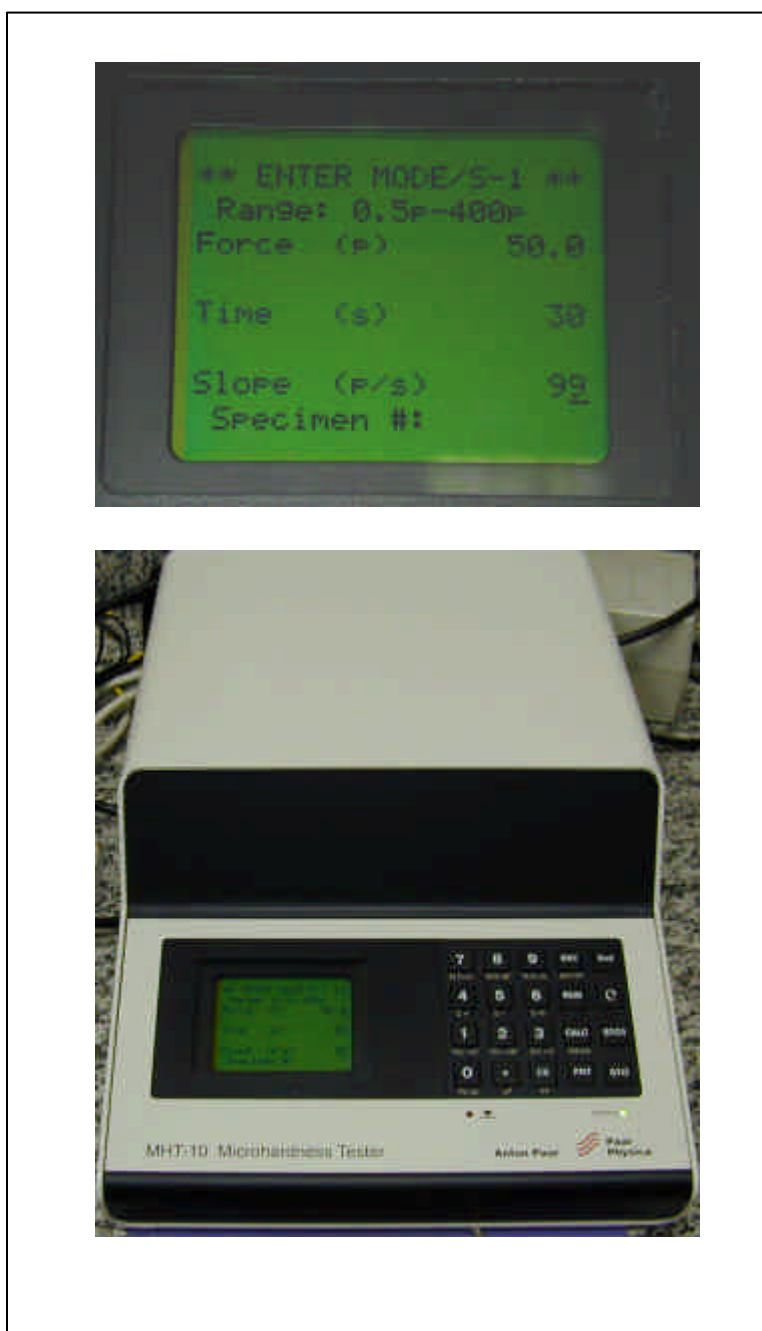


FIGURA 8 – Microdurímetro para a obtenção e leitura da dureza dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova foram avaliados, quanto a sua microdureza, tanto na superfície do topo como na base das amostras. As superfícies foram divididas em três partes iguais sendo estas marcadas com uma lâmina de bisturi número 11, traçadas nas superfícies do topo e da base do corpo-de-prova. Foram realizadas duas marcações para cada quadrante, totalizando 6 edentações para cada corpo-de-prova .

Utilizou-se uma carga de 50N por 30 segundos e um slope padronizado para a máquina de 99. A ponta de diamante Vickers apresenta-se com base quadrada e possui uma forma piramidal. ²

5.Obtenção das medidas de dureza

Para a determinação da microdureza, foi utilizado o aparelho Microdurímetro Digital MHT-110 MICROHARDNESS TESTER, Anton Paar-Paar Physica, Graz, Austria, do Instituto de Química de Araraquara(UNESP)(figura 5 e 6) com carga de 50N durante 30 segundos, acoplado a um microscópio ótico. As superfícies da base e do topo dos corpos-de-prova foram divididas em 3 partes e 2 edentações

em cada quadrante foram executadas e as leituras realizadas em microscópio ótico Carl Zeiss, Germany, com aumento de 20X. (Figura 9)

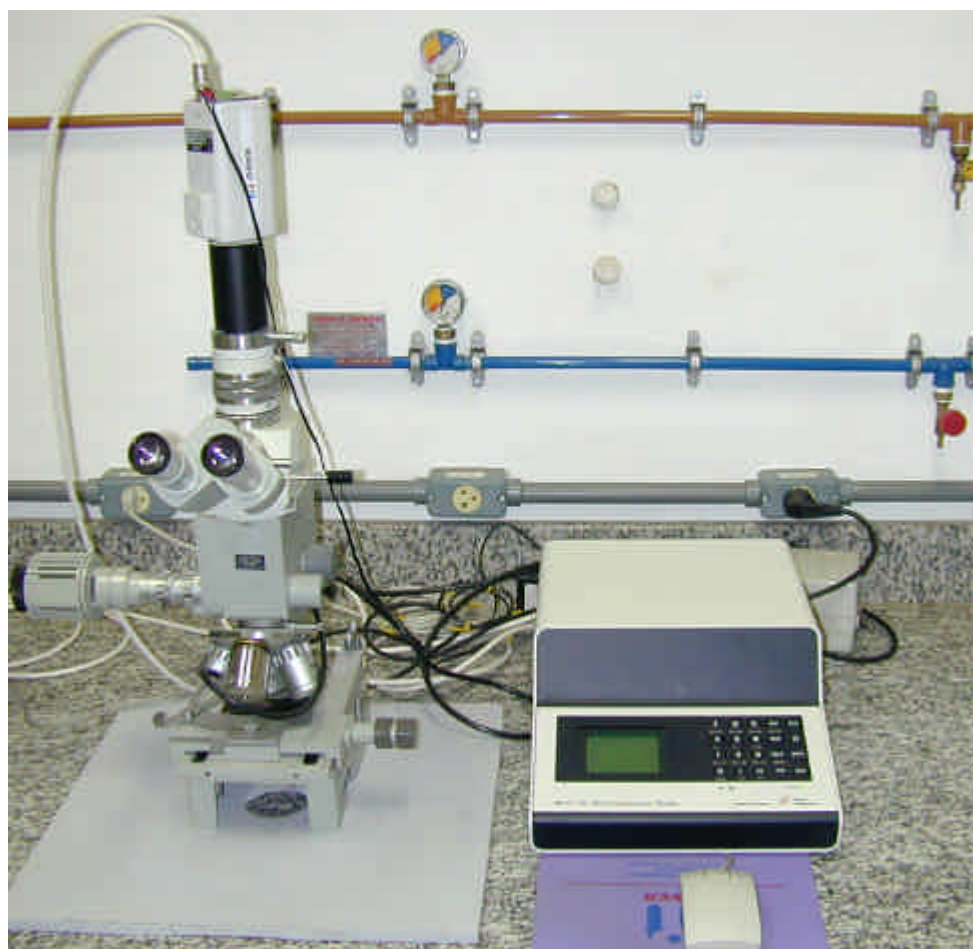


FIGURA 9 – Microdurímetro acoplado ao microscópio ótico

A figura 10 exibe a marca obtida pela ponta de diamante Vickers e as medidas das diagonais para cálculo da dureza.

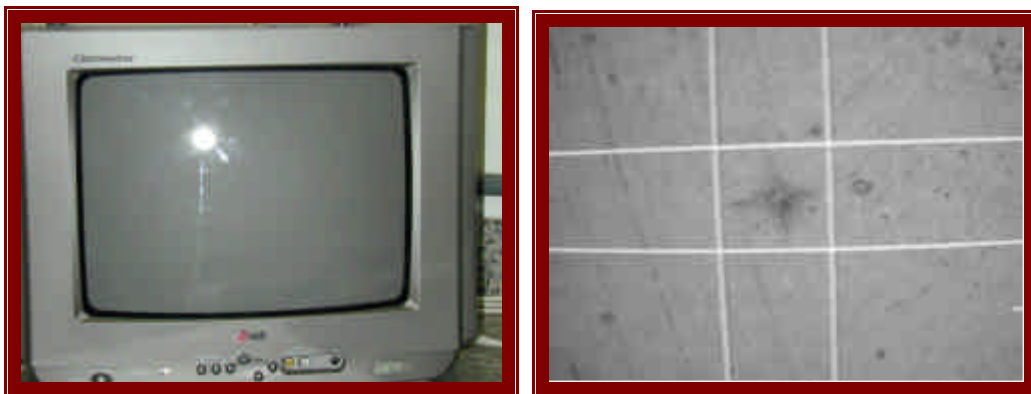


FIGURA 10- Registro do diamante Vickers sobre a resina composta

6. Tratamento estatístico

A avaliação da dureza na superfície do topo e na base de corpos de prova das duas resinas compostas em estudo, submetidas à ativação com luz halógena disposta em diferentes distâncias, foi realizada pela análise de variância de parcelas subdivididas. Isso porque em um mesmo corpo de prova foram realizadas duas medidas, no topo e na base. Quando a análise de variância indicou a existência de médias significativamente diferentes, empregou-se o teste de Tukey para a comparação dessas médias duas a duas. Em todos os testes estatísticos, adotou-se o nível usual de 5% de significância ($p=0,05$).

Resultados

Os valores de dureza obtidos na superfície do topo e na base de corpos de prova confeccionados com as resinas compostas A110 e Z250, submetidos à luz halógena em diferentes distâncias da ponta do aparelho da luz, e algumas medidas estatísticas são apresentados na tabela A1 do apêndice. As médias desta tabela foram reunidas nas tabelas 1 e 2, respectivamente para as resinas A110 e Z250. Essas médias estão representadas graficamente nas figuras 1 e 2, as quais são úteis para se acompanhar o resultado da análise estatística dos dados.

Uma análise preliminar dessas tabelas e gráfica mostra claramente que a dureza da resina Z250 é significativamente maior do que a dureza da resina A110, seja qual for o local, isto é, superfície de topo ou base, ou a distância adotada para a luz. Em vista disso, a análise estatística foi realizada separadamente para cada resina.

O sumário das análises de variância relativas às resinas FiltekA110 e FiltekZ250 estão expostos, respectivamente, nas tabelas A2 e A3 do apêndice. Em ambos

os casos, há um efeito significativo ($p < 0,05$) da interação entre o local da medição (topo ou base) e a distância da fonte de luz. Então, levando-se em consideração este fato, foi aplicado o teste de Tukey para a comparação das médias duas a duas, ao nível de 5% de significância. O resultado desse teste é mostrado nas tabelas 1 e 2, onde letras iguais em uma mesma coluna indicam que as médias correspondentes não são significativamente diferentes.

Tabela 1. Médias de dureza obtidas no topo e na base de corpos de prova confeccionados com a resina FiltekA110, submetidos à fonte de luz halógena em diferentes distâncias (letras iguais em uma coluna indicam que as médias não são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância)

Distância	Topo		Base	
0 mm	209,5	A	203,0	X
2 mm	181,5	B	178,3	Y
4 mm	179,4	B*	177,0	Y*
8 mm	170,6	C	167,1	Z

• durezas do topo e base não diferentes significativamente

Tabela 2. Médias de dureza obtidos no topo e na base de corpos de prova confeccionados com a resina FiltekZ250, submetidos à fonte de luz halógena em diferentes distâncias (letras iguais em uma coluna indicam que as médias não são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância)

Distância	Topo		Base	
0 mm	321,5	A	302,8	X
2 mm	320,7	A	300,0	X
4 mm	318,7	A	301,2	X
8 mm	317,3	A	279,0	Y

Em relação à resina Filtek A110, observa-se pela tabela 1 que em média, com exceção da distância de 4 mm, a dureza na superfície do topo é sempre significativamente maior do que a dureza na base. A exceção citada é responsável pela interação significativa da análise de variância. O aumento da distância da fonte de luz de 0mm para 2mm diminui significativamente a dureza, mas o aumento de 2mm para 4mm mantém a dureza equivalente, a qual volta a diminuir com o aumento da distância da fonte de luz para 8mm.

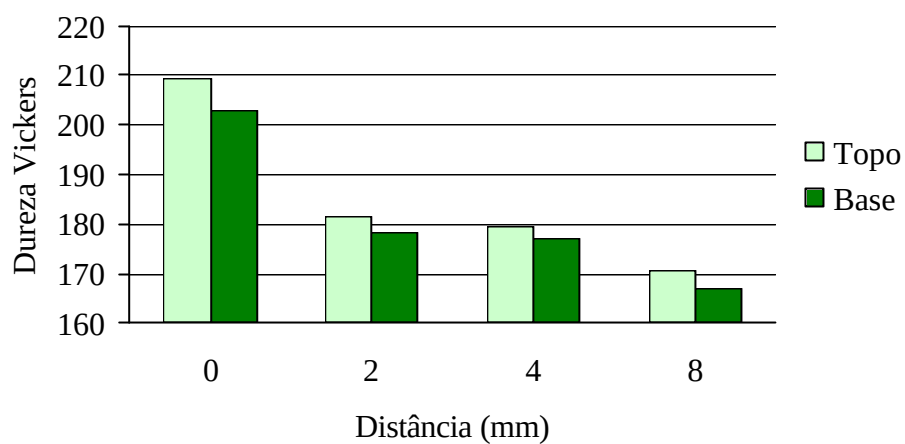


Figura 1. Representação gráfica das médias de dureza obtidas no topo e na base de corpos de prova confeccionados com a resina FiltekA110, submetidos à fonte de luz halógena em diferentes distâncias.

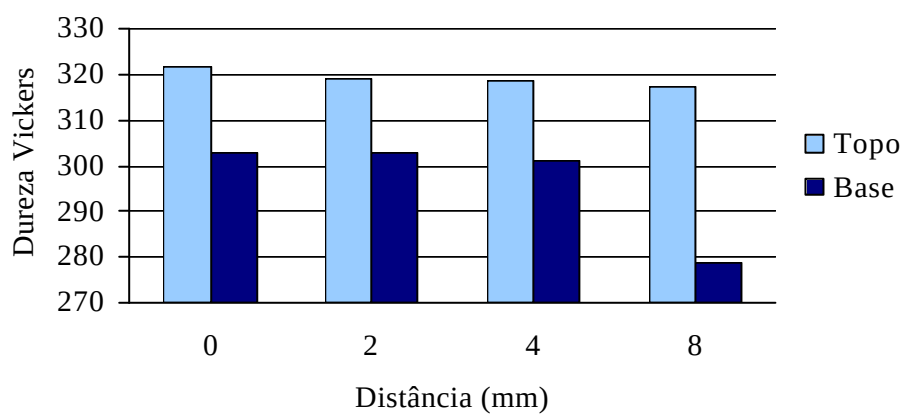


Figura 2. Representação gráfica das médias de dureza obtidas no topo e na base de corpos de prova confeccionados com a resina FiltekZ250, submetidos à fonte de luz halógena em diferentes distâncias.

Quanto à resina FiltekZ250, com dureza superior à resina A110, observa-se pela tabela 2 que a dureza média na base é sempre significativamente menor do que a dureza média no topo. A dureza média não se altera significativamente quando a fonte de luz é colocada até 8mm da superfície de topo. Na base, por outro lado, a dureza média se mantém equivalente até a distância de 4mm e depois diminui significativamente. Devido a esta diminuição a interação entre o local da medição de dureza (topo ou base) e a distância da fonte de luz foi significativa.

Discussão

O desenvolvimento dos materiais restauradores estéticos encontra-se em estágio avançado, entretanto ainda não se encontrou material nenhum que englobe todas as necessidades clínicas, preenchendo os requisitos mecânicos, químicos e físicos para poderem responder a características adequadas com o fim de suportarem as exigências de um meio adverso para os materiais restauradores que é o meio ambiente bucal, segundo, Swartz, Phillips, Rhodes,⁵⁹.

As resinas compostas fotopolimerizáveis por luz são, de longe, os materiais restauradores diretos que mais sofreram modificações, no decorrer das últimas décadas, visando sua melhoria quanto suas respectivas propriedades mecânicas.⁶³

Embora tenha ocorrido uma evolução no que diz respeito à química desses materiais, necessitam as resinas compostas de uma fonte de ativação para que esta converta monômeros em polímeros, efetuando assim seu endurecimento.^{29,59,63}

Quanto às fontes de luz utilizadas na polimerização das resinas, estas também sofreram modificações e várias alternativas, tanto na técnica quanto nos tipos de fonte de luz para execução da polimerização, podem ser encontradas, e estão disponíveis ao clínico no mercado e com suas características e propriedades relatadas na literatura científica.^{21,30,36,52}

As resinas compostas fotoativadas necessitam de uma fonte de luz para iniciar seu processo de polimerização e, ^{52,53} no caso das resinas ativadas por luz visível, uma luz com um comprimento de onda que se situa entre 470-490 nm é utilizada neste processo.^{20,23,42,45,49,52,63} Um comprimento de onda adequado ativa a substância fotossensível, a canforoquinina que possui absorção máxima de 480 nm.^{29,42} Uma vez que esta molécula tenha sido excitada a um nível de energia mais alto, pela absorção de uma energia suficiente, ela estará apta a reagir com um agente redutor, segundo Rueggeber & Jordan,⁵² Pires,⁴⁹ e esta combinação irá resultar na formação de um radical livre, iniciando assim um processo de polimerização adicional.

O grau de conversão de uma resina composta é determinado pela quantidade de duplas ligações entre carbono que serão convertidas em ligações simples, como afirma

Yoshida & Greener.⁷¹ Após 24 horas da polimerização da resina composta é que a mesma se encontra com a polimerização estabilizada.^{7,31} A intensidade de luz também influencia na polimerização da resina composta sendo responsável por características mecânicas finais após endurecimento.^{14,18,20,23,38, 42,43, 45,46, 48, 49,52,63}

A negligência das recomendações básicas para utilização dos aparelhos fotopolimerizadores bem como as incorretas manipulações da resina compostas são tidas como causa dos insucessos na utilização clínica deste material. De acordo com Danheimer et al.²⁰, a qualidade e o tipo de ponteira de luz dos aparelhos fotoativadores influencia na dureza da resina composta e sugere que sua manutenção deve ser efetuada com aparelhos denominados radiômetros. Trabalho conduzido por Pires et al.⁴⁹, acusa ainda que a intensidade de luz alcance 300-400 mW/cm², resinas compostas a uma profundidade de 2mm apresentaram dureza de sua base em apenas um terço em relação à superfície.

Nomoto,⁴⁴ utilizou uma resina experimental para verificação de seu grau de conversão e de polimerização e verificou que em um comprimento de luz entre 410-550 nm a resina composta, com uma pequena exposição à luz de 5 segundos poderia sofrer polimerização, porém o comprimento

de onda da luz mais adequado está em 470 nm. Atmadja & Bryant,⁸ indicam que a idade dos aparelhos fotoativadores é inversamente proporcional à quantidade de luz emitida.

Diversos autores concordam que o tempo de exposição pode compensar a perda na intensidade da luz emitida pelos aparelhos fotoativadores.^{37,43,44} A utilização de aparelhos fotoativadores que tenham capacidade de apresentar uma intensidade de luz de 400 mW/cm² para a polimerização das resinas compostas, através da técnica incremental e a espessura da camada de resina não exceda a 2mm são recomendados. Aparelhos emitindo uma intensidade de luz inferior a 233 mW/cm² não devem ser utilizados, pois não garantem uma total polimerização das resinas compostas nas camadas mais profundas, como afirmaram Reuggeberg et al.⁵¹ Para Pereira,⁴⁵ aparelhos fotoativadores que emitem maior intensidade de luz proporcionam maior capacidade de polimerização da resina composta e que aparelhos com emissão de 800 mW/cm² proporcionam uniformidade de polimerização em uma profundidade de até 4mm. Araújo et al.⁴ concordam que as unidades fotoativadoras mais recentes emitem menos calor e quantidade maior de energia

Através de relatos na literatura, vários autores apresentaram a mesma opinião sobre a dureza das resinas

compostas ser inversamente proporcional à profundidade de polimerização e sobre os materiais que se encontram mais próximos à fonte de luz apresentarem dureza superior quando comparados àqueles mais distantes.^{20,69,70} Moseley et al.,⁴² verificaram que após 60 segundos de irradiação com luz visível com aparelhos fotoativadores convencionais havia uma diminuição da intensidade da luz com o passar do tempo, fato corroborado por Unterbink e Muessner,⁶³ Sakagushi & Berge.⁵⁵

A dureza das resinas compostas está relacionada com o número de radicais livres encontrados.^{9,47,53,66,67} O aumento na intensidade e tempo da irradiação implica também no aumento do número dos radicais livres, segundo Rueggeberg et al.⁵³, e no aumento da dureza da resina.

O teste de microdureza é um dos mais adequados para aplicação no fornecimento de dados a respeito dos radicais livres e o método aplicado nesta pesquisa foi de dureza Vickers. O método Vickers apresenta uma série de vantagens, como: escala contínua, impressões extremamente pequenas que não inutilizam o corpo-de-prova, grande precisão, existência de apenas uma aplicação em qualquer espessura do material, entre outras.^{2, 20, 37,56}

Alguns autores afirmam que quanto maior a distância da ponta de luz dos aparelhos fotopolimerizadores, menor a dureza superficial, no entanto, alguns tipos de resinas a dureza da superfície não é alterada, com pudemos verificar comparando a dureza de M1, conforme denominado em nossa metodologia, na sua superfície que foi exposta a luz. Talvez isto se justifique pela alta intensidade de luz alcançada pelo aparelho fotoativador utilizado para este estudo que foi o K&M-200R, cuja intensidade de luz a 0 mm foi de 720 mW/cm^2 e a 8mm alcançando uma intensidade de 400 mW/cm^2 . Já que a maioria dos autores considera esta uma intensidade ideal para a ativação da resina, podemos concluir que a unidade estudada dispõe de intensidade de luz suficiente para proporcionar uma dureza superficial aceitável até a distância de 8 mm entre a fonte de luz e a resina.

Assim, também de acordo com os achados de Samuel et al.⁵⁶ pudemos encontrar diferenças entre durezas das porções mais profundas e superficiais nos incrementos de resina composta. Nossos achados também coadunam com os de Swartz et al.⁵⁹ que associou a dureza e a polimerização das resinas compostas com o tamanho das partículas, sendo as de maior tamanho com maior dureza e as de micropartícula apresentando menores valores de dureza. O autor também

relaciona o acabamento superficial como fator de aumento na dureza pois a camada orgânica mal polimerizada da superfície é removida. A resina M2, que é de micropartícula alcançou valores de dureza menor que a M1. Além da característica da partícula, a dureza da superfície está relacionada com a distribuição da quantidade de carga na resina e, no caso das de micropartícula, esta se apresenta em menor quantidade na superfície da resina. Igualmente concordam Turbino,⁶² Pires et al.⁴⁹

Verificamos igualmente, conforme com os achados descritos na literatura, as medidas de intensidade da luz diminuía com o aumento da distância da ponteira de luz do aparelho fotopolimerizador e está bastante correlacionada com a dureza da resina composta, no entanto, pelo menos dois trabalhos mostram que a polimerização não segue a lei do quadrado inverso.⁵¹

Assim como afirma Ribera et al.⁵⁰, em um estudo comparando as propriedades físicas e mecânicas das resina Z100, P60 e Z250, encontraram valores superiores em todos os testes realizados nestes dois últimos materiais, os quais considerou sucessores da resina Z100. Confirmamos também que os valores de dureza encontrados neste trabalho

dos materiais M1e M2 são superiores aos relatados em estudos prévios com a resina Z100.

De acordo com Rueggeberg et al.,⁵⁴ quando é utilizado um tempo de exposição de 60 segundos, a ponta pode ser afastada até 6mm da superfície sem qualquer diminuição importante na polimerização da resina composta situada 2mm abaixo da superfície. O melhor grau de polimerização é conseguido no primeiro milímetro da camada de resina composta e vai diminuindo à medida que vai ficando mais profundo em função da tonalidade de cor.^{36,37}

Intensidade de luz reduzida produz uma resina menos consistente.^{18,49} A utilização de radiômetros demonstrou que há variação da intensidade de luz quando se distancia a fonte de luz,^{18,20,49,58} e problemas na manutenção do aparelho fotoativador poderia resultar em uma polimerização inadequada da resina composta devido a diminuição da intensidade da luz emitida, o que se tornaria pior se o bulbo ou outra parte constituinte do aparelho não se encontrasse em boas condições, segundo Pires.⁴⁹ compromete a qualidade da polimerização da resina composta

Ferracane et al.²⁴ também demonstram que existe uma correlação negativa entre o grau de conversão dos

monômeros da resina com a média da profundidade de desgaste sofrido.

Desde que um tempo de 40 segundos não proveu adequada polimerização das resinas compostas, Yap,⁶⁹ em um estudo, aumentou o tempo de fotoativação da resina para 120 segundos e observou que a polimerização nos vários grau de profundidade das resinas Ariston e Surefil foi eficiente. Conclusivamente, recomendou que, em cavidades acima de 4mm, deveria se estender o tempo de exposição à luz. Atmadja & Bryant,⁷ concordam com os achados e recomendam tempo de exposição à luz de 40 segundos como capaz de aumentar a dureza superficial das resinas além de referirem-se ao fato de que as resinas de micropartícula apresentam menor profundidade de polimerização.

As cores influenciam na profundidade de polimerização das resinas compostas, sendo que cores mais clara apresentam polimerização em maiores profundidades.^{23,37,46} Todavia a composição da resina composta influencia no declínio da dureza quando ocorre um aumento na profundidade da sua camada.^{3,5,33,41} Resinas com maior quantidade de carga apresentam declínios de dureza mais suaves nas diversas espessuras do incremento

do que aquelas contendo alto conteúdo de carga de micropartículas.^{24,25}

Vários outros autores também concordam com o fato de que grandes exposição à ativação por luz geralmente resulta em aumento de dureza das resinas,^{7,17,31,32,60} porém outros achados suportam o fato de que duplicando-se o tempo de exposição não se duplicaria a profundidade de polimerização, embora haja a evidência de que camadas menos espessas de incrementos de resina seria benéfico para uma polimerização mais prolongada e é provável que uma otimização da polimerização se dê através de camadas finas de incrementos de resina e não prolongando-se o tempo de exposição à luz. Deve-se levar em conta que quando ativamos o fotoiniciador de uma resina composta, esta inicia sua reação nas camadas mais superficiais e estudos realizados com radiômetros indicaram que, mesmo utilizando-se uma intensidade recomendada pelos fabricantes do material de 300 mW/cm², camadas abaixo dos 3 mm encontram-se mal polimerizadas.⁴⁹

Swartz et al.⁵⁹, entretanto afirmam que o aumento no tempo de exposição para as cores mais claras alcançam pouco efeito na dureza da superfície das resinas, porém os níveis de polimerização na espessura das mesmas é

aumentado, considerando uma espessura de até 3mm. Entretanto conseguiu-se um aumento na dureza das cores mais escuras na superfície das amostras avaliadas.

Pesquisas também indicam que mesmo removendo-se a fonte de luz ativadora, as reações cruzadas na resina continuam a acontecer.^{6,7,32,47} A polimerização realizada com carga na superfície da resina composta melhoraria as propriedades de dureza e resistência mecânica, enquanto que apenas a polimerização resultaria somente no aumento da dureza da resina.¹²

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, consideramos que existe uma nítida influência da distância da fonte de luz sobre a microdureza superficial das resinas compostas, com tendência a variar de acordo com o tipo e quantidade de partícula da matriz inorgânica da resina. Recomendamos ao clínico que ao se defrontar com situações em que não haja a possibilidade de aproximar o máximo possível a fonte de luz sobre a resina composta em cavidades, principalmente paredes gengivais de cavidades classe II, deveria lançar mão de uma fonte de luz capazes de emitir intensidades de luz acima de 400 mW/cm^2 que possam garantir dureza suficiente às resinas compostas para suportar os esforços mastigatórios e uma resina composta com

quantidade e tipo de carga adequada para cada situação clínica.

Conclusão

Concluímos, com base na proposição estabelecida para este trabalho que:

- A intensidade de luz aplicada sobre a resina composta influencia na microdureza superficial de ambas as resinas compostas avaliadas, sendo que a dureza da resina FiltekZ250 apresentou valores de dureza superiores aos valores encontrados na resina FiltekA110, em todas as situações, tanto para o topo como para a base dos corpos-de-prova.
- A medida que a fonte de luz é distanciada da resina composta ocorre uma diminuição da intensidade de luz detectada por radiômetros.
- Os aparelhos fotoativadores K&M –200, a distância de 8 mm, ainda fornece intensidade de luz suficiente para uma obtenção de dureza aceitável nas resinas compostas avaliadas, a um tempo de exposição de 40 segundos porém as

resinas compostas de micropartículas sofrem mais com a diminuição da intensidade de luz.

- A base dos corpos-de-prova apresenta uma menor dureza em relação à superfície do topo.

Referências bibliográficas*

1. ADABO, G. L., CRUZ, C. S. A ., ZAVAROTTI, E. Estudo da influência de diferentes métodos de polimerização complementar sobre a dureza de resinas compostas fotoativadas. *Odontol. 2000 – Odont. Sec. XXI*, v.1, n.1, p.38-42, 1997.
2. AMERICAN SOCIETY FOR METALS, ASM Handbook- **Materials Characterization.** Ninth Edition, Cap. 10, p. 297- 320, 1992.
3. ARAÚJO, R. M., ARAÚJO, M. A. M., MENDES, A. J. D. Influência da intensidade de luz de fotopolimerizadores na infiltração marginal. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*, v.50, p. 408-13, 1996.

*UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Coordenadoria Geral de Bibliotecas, Editora UNESP. *Normas para publicações da UNESP*. São Paulo: Editora UNEESP, 1994. 4v., v.2, Referências bibliográficas.

4. ARIKAWA, H. et al. Deterioration of mechanical properties of composite resins. *Dent Mater J.* v.1, p. 78-83, 1995.
5. ASMUSSEN, E. Restorative resins: hardness and strength vs. Quantity of remaining double bonds. *Scand. J. Dent. Res.*, v. 90, p. 484-9, 1982.
6. ASMUSSEN, E., PEUTZFELDT, A . Influence of pulse-delay on softening of polymer structures. *J. Dent. Res.*, v.80, p.1570-3, 2001.
7. ATMADJA, G. , BRYANT, R. W. some factors influencing the depth of cure of a visible light-activated composite resin. *Aust. Dent. J.* , v.35, p.213-8, 1990.
8. BARGHI, N., BERRY, T., HATTON, C. Evaluating intensity output of curing lights in private dental offices. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.125, p. 992-6, 1994.

- 9.BARRON, D. J., RUEGGEBERG,F. A., SCHUSTER, G. S.
A comparison of monomer conversion and inorganic
filler content in visible light-cured denture resins. *Dent.
Mater.*, v. 8, p. 274-7, 1992.
- 10.BOWEN, R. L. Effect of particle shape and size distribution
in a reinforced polymer. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 69, p.
481-95, 1964.
- 11.BRAVO, C. et al. Analisis comparativo in vitro de una
resina compuesta condensable, una convencional y una
amalgama. *Rev . Fac. Odontol. Univ. Chile.* v. 19, n.1,
p. 25-32, 2001.
- 12.BROSH, T. et al. The influence of surface loading and
irradiation time during curing on mechanical properties
of a composite. *J. Prosthet. Dent.*, v. 77, p.573-7, 1997.
- 13.BURKE, F. J. T. Light-activated composites: the current
status. *Dent. Update*, v.12, p. 182-8, 1985.

- 14.BURTSCHEP,P. , SALZ, U. ,RHEINGERGER, V. Flexural strength of composites after long term water storage. *J Dent. Res.*, v.76, p.77, 1997.(Abstract 512).
- 15.CAMPOS, E. A. *Estudo da microdureza e da adaptação marginal cervical de resina composta compactável, em função dos tipos de aparelhos fotopolimerizadores*. Araraquara, 2000. 175p. Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
- 16.CARRERO, A. F. P. *Estudo da dureza e da resistência à compressão de resinas compostas indiretas: efeitos da imersão em água destilada*. Araraquara, 2000. 137 p. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Oral) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

- 17.CATIRSE, A . B. E.B. et al. Resinas compostas para dentes posteriores - um estudo in vitro da resistência à compressão em função do tempo de polimerização e material. *JBC- Jornal Brasileiro de Clínica Odontológica.*, v.4, n.23, p. 19-23, 2000.
- 18.CORRER SOBRINHO ,L. et al . Influence of curing tip distance on composite Knoop hardness values. *Braz. Dent. J .*, v. 11, n.1, p.11-7, 2000.
- 19.CRUZ, C. A. S. *Estudo da dureza e da resistência à compressão de resinas compostas para dentes posteriores após a imersão em água destilada. Efeito da aplicação de selante superficial.* Araraquara, 2001. 170p. Tese (Livre-Docência em Materiais Dentários) – Faculdade de odontologia, Universidade Estadual Paulista.
- 20.DANNHEIMER, M .F. et al. Surface hardness of light-cured composite resin cured directly through a transparent matrix using three different light guides. *J. Dent. Assoc S. Afr.*, v.51, p.193-5, 1996.

- 21.De BACKER, J., DERMAUT, L., BRUYNOOGHE, W. Visible light sources and posterior visible light cured resins: a practical mixture. *Quintessence Int.*, v.17, p.635-41, 1986.
- 22.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. J.*, v. 180, p. 411-6, 1996.
- 23.FERRACANE, J. L., MATSUMOTO, H., MARKER, V. A . Relationship between shade and depth of cure light-activated dental composite resins. *Dent. Mater.*, v.2, p.80-4, 1986.
- 24.FERRACANE, J. L., et al. Wear and marginal breakdown of composites with various degrees of cure. *J. Dent. Res.*, v. 76, p.1508-16, 1997.
- 25.FREIBERG, R. S., FERRACANE, J. L. evaluation of cure, properties and wear resistance of Artglass dental composite. *Am. J. Dent.*, v.11, p.214-8, 1998.

- 26.FRIEDMAN, J., HASSAN, R. Comparison study of visible curing lights and hardness of light-cured restorative materials. *J. Prosthet. Dent.*, v. 52, p. 504-6, 1984.
- 27.GALAN JR, J. , BUSATO, A . L. S. Resinas compostas ativadas por luz visível: estudo sobre a profundidade de polimerização, dureza superficial e resistência à compressão. *RGO.*, v. 32, p. 321-4, 1984.
- 28.KANCA III, J. Visible light- activated composite resin for posterior use- a comparison of surface hardness and uniformity of cure. *Quintessence Int.*, v. 10, p. 687-90, 1985.
- 29.KILIAN, R. J. Visible light cured composite: dependence of cure on light intensity. *J. Dent. Res.*, v. 58, sp. iss. A, p.243, 1979. (Abstract 603).
- 30.KURACHI, C. et al. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-base devices. *Dent. Mater.*, v.17, p. 309-15, 2001.

31. LEUNG, R. L., FAN, P. L., JOHNSTON, W. M. Exposure time and thickness on polymerization of visible light composite. In: **International Association for Dental Research**. General section. 60. New Orleans, march 18-21, 1982. *J. Dent. Res.*, v. 61, p. 248, 1982. (Abstract 623).
32. LEUNG, R. L., FAN, P. L., JOHNSTON, W. M. Post-irradiation polymerization of visible light activated composite resin. *J. Dent. Res.*, v.62, p.363-5,1983.
33. LI, Y. et al. Effect of filler content and size on properties of composites. *J. Dent. Res.*, v. 64, p. 1396-401, 1985.
34. LUNDIN, S. A., KOCH, G. Cure Profiles of visible-Light cured Class II composites restoration in vivo and in vitro. *Dent. Mater.*, v. 8, n.1, p. 7-9, 1992.
35. LUTZ, F. et al. Improved proximal margin adaptation of class II composite resin restoration by use of a light-reflecting wedges. *Quintessence Int.*, v.17, p.659-70,1986.

- 36.MACHADO, C. T. *Avaliação da microdureza de uma marca comercial de resina composta híbrida submetida a três tipos de aparelhos fotopolimerizadores* . Araraquara, 2000. 168 p. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
- 37.MANDARINO, F. *Microdureza das resinas compostas fotoativadas nas diferentes profundidades de polimerização. Efeito de pontas de luz e materiais*. Araraquara, 1987. 93 p. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
- 38.MANDARINO, F., PORTO, C. L. A . Resinas compostas fotopolimerizáveis. *RGO* ., v.37, p.314-8, 1989.
- 39.MARAIS, J.Y. et al. The effect of post-curing on Vickers hardness of four light –cure resin composite materials. *SADJ.*, v.54, p.123-5, 1999.

40. MATSUMOTO, H. et al. Depth of cure of visible light-cured : clinical simulation. *J. Prosthet. Dent.*, v.55, p.574-8, 1986.
41. MENEZES, M. A., MUENCH, A. Dureza Knoop de resinas compostas em função do número relativo de radicais livres. *Rev. Odontol. Univ. São Paulo.* v.12, p.281-5, 1998.
42. MOSELEY, H. et al. An assessment of visible light polymerizing sources. *Oral Rehabil.*, v. 13, p.215-24, 1986.
43. NOMOTO, R., UCHIDA, K., HIRASAWA, T. Effect of light intensity on polymerization of light-cured composite resin. *Dent. Mater. J.*, v.2, p.198-205, 1994..
44. NOMOTO, R. Effect of light wavelength on polymerization of light-cured resins. *Dent. Mater. J.*, v.17, p.60-73, 1997.

45. PEREIRA, S. K. *Avaliação da intensidade de luz na profundidade de polimerização de aparelhos fotopolimerizáveis para resinas compostas*. Araraquara, 1995. 120 p. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
46. PEREIRA, S. K. *Resina composta fotopolimerizável. Avaliação da dureza superficial em função da cor, tempo de exposição, intensidade de luz e profundidade do material*. Araraquara, 1999. 215 p. Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
47. PEUTZFELD, A., ASMUSSEN, E. The effect of post-curing on quantity of remaining double bonds, mechanical properties, and in vitro wear of two resin composites. *J. Dent.*, v. 28, p.447-52, 2000.
48. PILO, R., OELGIESSER, D. CARDASH, H. S. A survey of output intensity and potential for depth of cure among light-curing units in clinical use. *J. Dent.*, v.27, p.235-41, 1999.

49. PIRES, J. A .F. et al. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. *Quintessence Int.*, v. 24, p.517-21, 1993.
50. RIBERA, C., QUEVEDO, E., BADER, E. Analisis comparativo in vitro de las propiedades fisico-mecanicas de dos resinas compuestas de reciente aparicion vs su antecesora. *Rev . Fac. Odontol. Univ. Chile.* v. 18, p. 25-33, 2000.
51. RUEGGEBERG, F., JORDAN ,D. M. Light tip distance and cure resin composite. *J. Dent. Res.*, v.71, p.188, 1992. (Abstract 661).
52. RUEGGEBERG, F.; JORDAN ,D. M. Effect of curing light-tip distance on polymerization of resin composite. *Int. J. Prosthodontic. Res.*, v.6, p.364-70, 1993.
53. RUEGGEBERG, F., et al Effect of residual monomer, Water and post-cure on unfilled resin modulus. *J. Dent. Res.*, v.76, p.77, 1997. (Abstract 509).

- 54.RUEGGEBERG, F. A ., CAUGHMAN, W. F., CURTIS JR., J. W. Effects of light intensity and exposure duration on cure time of resin composite, *Oper. Dent.*, v.19, n.2 p.26-32, 1994.
- 55.SAKAGUCHI, R. L., BERGE, H. X. Reduced light energy density decreases post-gel contraction while maintaining degree of conversion in composites. *J. Dent.*, v. 26, p.695-700, 1997.
- 56.SAMUEL, S. W. et al. Avaliação da dureza de dois compósitos restauradores em função da variação da distância da fonte de luz polimerizadora, de uma polimerização adicional e do acabamento superficial. *Rev. Fac. Odontol. Porto Alegre*, v. 33, n.2, p. 35-8, 1992.
- 57.SFONDRINI, M. F. et al. Effects of conventional and high-intensity light-curing on enamel shear bond strength of composite resin and resin modified glass-ionomer. *Am J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v.119, n.1, p.30-5, 2001.

- 58.SHARKEY, S., et al. Surface hardness of light-activated resin composites cured by two different visible-light sources: an in vitro study. *Quintessence Int.*, v.32, p.401-5, 2001.
- 59.SWARTZ, M. L., PHILLIPS, R. W., RHODES, B. visible light-activated resins- depth of cure. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 106, p. 634-7, 1983.
- 60.TAKAMIZU, M. et al. Efficacy of visible light generators with changes in voltage. *Oper. Dent.* , v.13, p.173-80, 1988.
- 61.TSCHERNITSCHKEK, H., SCHELLER, H., FREISTEDT, M. Allergien auf Dentallegierungen- entwicklung seit 1982. *Dtsch. Zahnärztl. Z.*, v.50, p. 733-5, 1995.
- 62.TURBINO, M. L. *Contribuição ao estudo da microdureza Knoop de resinas compostas na região próximo a área de união à dentina*. São Paulo, 1997 . 84 p. Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.

- 63.UNTERBRINK, G. L., MUESSNER, R. Influence of light intensity on two restorative systems. *J Dent.*, v.23, p.183-9, 1995.
- 64.Van NOORT, R. *introduction to dental materials*. London: Editora Mosby, 1994. Secction II, p.89-105.
- 65.VARGAS, M. A ., SHMIT, J. L. Polymerization of composite resins: argon laser vs conventional light. *Oper. Dent.*, v.23, p.87-93, 1998.
- 66.VENHOEVEN, B. A. M., deGEE, A .J., DAVIDSON, C. L. Light initiation of dental resins: dynamics of the polymerization. *Biomaterials.*, v.17, p. 2313-8, 1996.
- 67.VENHOEVEN, B. A. M., deGEE, A .J., DAVIDSON, C. L. polymerization contraction and conversion of light-curing Bis-GMA- based methacrylate resins. *Biomaterials.*, v.14, p. 871-5, 1997.
- 68.WILDER, A. D. et al. Seventeen-year clinical study of ultraviolet-cured posterior composite class I and II restorations. *J. Esthet. Dent.*, v.11, p.135-42, 1999.

- 69.YAP, A .U. P. Effectiveness of polymerization in composite restoratives claiming bulk placement: impact of cavity depth and exposure time. *Oper Dent.* v.25, p.113-20, 2000.
- 70.YASSUMOTO, L. M. *Contribuição ao estudo in vitro da microdureza Vickers, de três materiais restauradores estéticos para dentes posteriores.* São Paulo, 1999. 69 p. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
- 71.YOSHIDA, K., GREENER, E. H. Effect of photoinitiator on degree of conversion of unfilled light cured resin. *J. Dent.* , v.22, p.296-9,1994.

Anexos

Resultados de dureza Vickers

Tabela A1. Medidas de dureza realizadas no topo e na base de corpos de prova (CP) confeccionados com a resina A110, submetidos à fonte de luz halógena em diferentes distâncias.

Distância	Rep.	CP									
		1		2		3		4		5	
		topo	base	topo	base	topo	base	topo	base	topo	base
0 mm	1	218,0	202,5	209,1	202,2	209,1	206,9	210,4	205,4	210,7	203,0
	2	210,6	202,1	208,3	201,9	208,7	206,5	211,2	207,3	210,4	202,1
	3	205,7	193,0	210,3	201,9	210,2	204,3	207,4	205,4	210,7	204,2
	4	204,7	199,0	210,3	205,6	209,6	206,5	209,3	201,1	209,2	204,5
	5	208,7	200,0	208,7	203,2	208,3	206,1	208,7	201,2	209,5	204,5
	6	210,2	200,1	208,2	199,3	210,1	206,5	208,6	201,4	208,6	202,7
2 mm	1	181,7	179,0	182,9	172,6	183,9	180,1	183,2	174,2	181,2	175,3
	2	179,3	178,0	182,6	178,6	179,4	178,1	181,3	180,2	179,2	180,1
	3	182,9	179,2	182,4	178,4	179,8	180,1	179,4	180,4	184,3	177,3
	4	181,7	176,6	182,2	181,1	179,8	180,2	181,2	175,2	184,0	179,2
	5	181,3	179,0	181,1	178,2	181,3	176,8	180,2	179,3	179,3	178,2
	6	182,6	180,4	183,4	174,4	182,9	178,4	179,2	180,1	181,5	180,1
4 mm	1	182,3	179,8	179,6	178,0	177,4	174,4	180,2	175,1	179,4	177,2
	2	182,6	178,8	178,9	178,8	177,8	174,6	180,3	171,9	181,2	176,3
	3	182,6	181,6	178,8	177,2	177,8	175,0	177,3	178,2	178,2	177,2
	4	179,3	178,8	178,9	175,7	178,2	178,2	177,1	175,2	179,1	174,4
	5	183,1	180,8	180,0	179,4	177,4	177,0	179,1	174,7	180,0	174,3
	6	180,2	179,4	179,9	177,4	180,1	178,1	177,2	174,6	178,2	177,2
8 mm	1	165,6	170,3	172,8	170,6	172,3	170,0	172,1	164,2	171,0	161,1
	2	166,8	167,2	170,0	170,3	170,2	168,1	170,1	167,3	172,1	163,1
	3	174,0	167,5	170,1	169,9	169,0	167,0	171,1	161,2	172,1	167,1
	4	173,0	170,2	170,9	169,8	169,3	166,2	169,1	167,2	169,3	163,7
	5	169,2	168,2	173,1	170,6	170,0	167,4	170,4	166,1	168,1	168,3
	6	172,8	168,2	170,9	168,2	169,5	163,2	172,6	162,2	170,0	168,4

Tabela A2. Repetições de medições de dureza realizadas no topo e na base de corpos de prova (CP) confeccionados com a resina Z250, submetidos à fonte de luz halógena em diferentes distâncias.

Distância	Rep.	CP									
		1		2		3		4		5	
		topo	base	topo	base	topo	Base	topo	base	topo	base
0 mm	1	310,8	301,2	325,7	307,9	319,1	304,0	319,1	301,3	315,0	300,4
	2	326,4	301,4	325,7	304,5	317,1	298,9	320,1	302,8	317,6	307,6
	3	322,9	300,1	326,4	307,4	323,5	300,9	317,2	299,1	320,4	307,6
	4	325,9	298,2	325,6	310,1	322,6	303,4	317,9	303,1	316,3	302,2
	5	324,3	299,1	331,6	306,7	325,6	299,8	320,1	300,1	316,4	306,2
	6	316,4	299,6	326,4	306,1	326,4	301,2	321,7	300,4	320,5	301,2
2 mm	1	310,8	303,4	325,7	304,1	311,6	308,9	311,3	302,4	324,4	302,2
	2	317,8	302,8	325,7	307,6	323,5	304,3	322,1	300,3	318,2	300,1
	3	324,9	292,0	326,4	304,2	324,1	304,2	304,2	299,2	322,1	300,7
	4	324,9	298,9	325,6	306,1	317,8	306,8	309,9	303,1	318,2	304,5
	5	323,5	298,9	331,6	306,1	318,5	302,3	311,2	305,2	314,1	306,1
	6	322,1	304,2	326,4	301,5	322,5	304,3	314,1	300,1	317,5	302,6
4 mm	1	312,2	293,0	324,8	308,6	310,8	305,5	324,3	305,3	318,3	300,2
	2	324,9	293,6	308,8	302,2	308,8	300,8	318,5	302,2	317,4	300,4
	3	304,8	300,8	329,3	293,8	316,4	300,6	325,6	302,4	309,5	302,5
	4	321,3	295,6	324,8	308,6	319,7	302,2	327,2	300,1	321,1	302,7
	5	313,6	300,2	327,0	300,9	318,5	301,5	318,9	300,4	319,5	303,1
	6	323,7	300,9	327,8	300,9	313,4	302,2	313,3	301,6	317,4	301,8
8 mm	1	324,7	280,9	327,8	280,1	314,2	277,5	311,5	268,7	322,4	266,7
	2	329,7	300,2	327,8	261,7	322,6	282,2	304,6	282,9	317,1	272,2
	3	304,1	286,6	312,8	286,5	314,2	278,9	316,7	276,2	312,2	276,4
	4	331,1	290,7	319,2	286,5	320,5	281,0	318,1	277,4	318,1	277,2
	5	310,9	283,2	325,7	278,2	319,2	276,4	309,2	276,4	320,1	280
	6	313,6	278,2	312,9	278,8	312,1	274,2	312,4	282,1	312,4	272,2

Tabela A3. Valores de dureza obtidos no topo e na base de corpos de prova (CP) confeccionados com as resinas A110 e Z250, submetidos à fonte de luz halógena em diferentes distâncias, e medidas estatísticas.

Distância	Resina A110		Resina Z250	
	Topo	Base	Topo	Base
0 mm	209,7	199,5	321,1	299,9
	209,2	202,4	326,9	307,1
	209,3	206,1	322,4	301,4
	209,3	203,6	319,4	301,1
	209,9	203,5	317,7	304,2
Mínimo	209,2	199,5	317,7	299,9
Máximo	209,9	206,1	326,9	307,1
Média	209,5	203,0	321,5	302,8
Desvio padrão	0,3	2,4	3,5	2,9
2 mm	181,6	178,7	320,7	300,0
	182,4	177,2	322,6	304,9
	181,2	179,0	319,7	305,1
	180,8	178,2	312,1	301,7
	181,6	178,4	319,1	302,7
Mínimo	180,8	177,2	312,1	300,0
Máximo	182,4	179,0	322,6	305,1
Média	181,5	178,3	318,8	302,9
Desvio padrão	0,6	0,7	4,0	2,2
4 mm	181,7	179,9	316,8	297,4
	179,4	177,8	323,8	302,5
	178,1	176,2	314,6	302,1
	178,5	175,0	321,3	302,0
	179,4	176,1	317,2	301,8
Mínimo	178,1	175,0	314,6	297,4
Máximo	181,7	179,9	323,8	302,5
Média	179,4	177,0	318,7	301,2
Desvio padrão	1,4	1,9	3,7	2,1
8 mm	170,2	168,6	319,0	285,0
	171,3	169,9	321,0	280,3
	170,1	167,0	317,1	278,4
	170,9	164,7	312,1	277,3
	170,4	165,3	317,1	274,1
Mínimo	170,1	164,7	312,1	274,1
Máximo	171,3	169,9	321,0	285,0
Média	170,6	167,1	317,3	279,0
Desvio padrão	0,5	2,2	3,3	4,0

Tabela A4. Sumário da análise de variância dos efeitos de Distância, Local da medição e a interação Distância x Local relativa à dureza da resina A110 submetida à fonte de luz halógena

Fonte de variação	Graus de	Média	F	Valor-p
Liberdade Quadrática				
Distância*	3	2575,52	954,95	<0,0001
Resíduo 1	16	2,6970		
Local*	1	151,52	92,47	<0,0001
Interação*	3	7,70	4,70	0,0155
Resíduo 2	16	1,6386		

* significativo a um nível menor do que 5%

Tabela A3. Sumário da análise de variância dos efeitos de Distância, Local da medição e a interação Distância x Local relativa à dureza da resina Z250 submetida à fonte de luz halógena

Fonte de variação	Graus de	Média	F	Valor-p
Liberdade Quadrática				
Distância*	3	420,20	27,55	<0,0001
Resíduo 1	16	15,25		
Local*	1	5118,53	794,13	<0,0001
Interação*	3	274,84	42,64	<0,0001
Resíduo 2	16	6,45		

* significativo a um nível menor do que 5%

ALENCAR JÚNIOR, E.A. *Influência da distância de uma fonte de luz halógena na microdureza superficial da resina composta*. Araraquara, 2002, 138p. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência da distância de uma fonte de luz halógena na microdureza superficial da resina composta, considerando as superfícies de topo e base dos corpos-de-prova. Foram utilizadas duas marcas comerciais de resina composta, Z250 de partículas pequenas e uma resina de micropartícula, A110, ambas da 3M do Brasil Ltda. O aparelho de ativação da resina composta foi K&M 220- R, cuja intensidade de luz possui um pulso que variava após os 5 primeiros segundos assim alcançando sua intensidade máxima que foi medida em 720 mW/cm². Para a determinação da intensidade de luz emitida pelo aparelho fotoativador, utilizou-se um radiômetro (Medidor de irradiância 150- CMC , São Carlos – SP). Corpos-de-prova foram confeccionados utilizando-se matrizes metálicas que possuíam um orifício central de 4mm de diâmetro por 2mm de espessura. As resinas foram inseridas no orifício da matriz metálica, em um único incremento, por meio de uma espátula metálica e sobre elas foi sobreposta uma tira matriz transparente de poliéster e, após isto, um peso de 1 Kg foi posto em cima da tira para que houvesse uma melhor condensação da resina composta evitando a presença de bolhas de ar, no interior do corpo-de-prova. A fonte de luz halógena foi fixada em uma mesa de maneira que a saída da ponta de luz ficasse paralela à superfície do corpo-de-prova. Para provocar o distanciamento da fonte de luz, anéis metálicos confeccionados em latão, com espessuras que variavam de 2mm, 4mm e 8mm foram utilizados, os quais, após posicionados, eram removidos para não interferirem no

dispersamento da luz. As distâncias imprimidas a fonte de luz na superfície da resina foram de 0mm(tocando a superfície), 2mm, 4mm e 8mm. Para cada uma destas distâncias, a intensidade de luz foi medida. Esta variou de intensidade de 720 mW/cm² para a ponta tocando a superfície do corpo-de-prova, 650 mW/cm² para a distância de 2mm, 600 mW/cm² para 4mm e 400 mW/cm² para 8mm de distância. Os corpos-de-prova foram removidos da matriz metálica e armazenados em recipientes à prova de luz, em temperatura que variava de 32 a 37 °C. As medidas de dureza foram realizadas após 24 horas da confecção dos corpos-de-prova. Ensaio de dureza, com ponta de diamante, Vickers, foram aplicados, utilizando-se um microdurímetro digital MHT-110 MICROHARDNESS TESTER, Anton Paar, Paar Physica, acoplado a um microscópio ótico com a imagem exibida na tela de um aparelho de televisão. As superfícies foram divididas em três partes e duas edentações foram realizadas para cada uma delas. A carga utilizada foi de 50N durante trinta segundos. A obtenção dos dados era feita automaticamente pelo aparelho de leitura do microdurímetro. A partir dos dados obtidos através da metodologia aplicada pode-se concluir que:

- A intensidade de luz aplicada sobre a resina composta influencia na sua dureza superficial.
- À medida que a fonte de luz é distanciada da resina composta ocorre uma diminuição da intensidade de luz detectada por radiômetros.
- Os aparelhos fotoativadores K&M –200, a distância de 8 mm, ainda fornece intensidade de luz suficiente para uma obtenção de dureza aceitável nas resinas compostas avaliadas, a um tempo de exposição de 40 segundos porém as resinas compostas de micropartículas sofrem mais com a diminuição da intensidade de luz.
- Quando se aumenta a distância entre a ponta de luz e a superfície da resina, a dureza superficial da resina Z250 não sofre diminuição estatisticamente significativa enquanto que na sua base ocorre uma diminuição para todas as distâncias, com exceção nas distâncias de

2mm e 4mm a dureza da base dos corpo-de-prova mantiveram-se estatisticamente iguais.

- Para a resina A110, ocorreu uma diminuição na dureza de ambas as superfícies do topo e da base dos corpos-de-prova, porém estas se mantiveram iguais nas distâncias de 2mm e 4mm, tanto no topo como na base. A diminuição da intensidade da luz provoca pouca alteração na superfície da resina exposta à luz, porém quanto maior a diminuição da intensidade menor a dureza na base do corpo-de-prova.
- Quando se aumenta a distância entre a ponta de luz e a superfície da resina, a dureza superficial da resina Z250 não sofre diminuição estatisticamente significativa enquanto que na sua base ocorre uma diminuição para todas as distâncias, com exceção nas distâncias de 2mm e 4mm a dureza da base dos corpo-de-prova mantiveram-se estatisticamente iguais.
- Para a resina A110, ocorreu uma diminuição na dureza de ambas as superfícies do topo e da base dos corpos-de-prova, porém estas se mantiveram iguais nas distâncias de 2mm e 4mm, tanto no topo como na base. A diminuição da intensidade da luz provoca pouca alteração na superfície da resina exposta à luz, porém quanto maior a diminuição da intensidade menor a dureza nas camadas mais profundas da resina composta.

Palavras –chave: Aparelho fotopolimerizador; resina composta; dureza; topo-base.

ALENCAR JÚNIOR, E.A. *influence of light tip distance on composites microhardness surface*. Araraquara, 2002, 139p. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

Abstract

The aim of this research was to evaluate the influence of the light tip distance in the superficial microhardness of the composite resin, considering the surfaces of top and base of the samples. Two commercial composite resin marks had been used, Z250 of small particles e a microparticle resin, A110, both of 3m of Brazil Ltda. The device of activation of the composite resin was K&M 220- R, whose intensity of light possess a pulse that varied the 5 first seconds after thus reaching its maximum intensity that was measured in 720 mW/cm². For the determination of the intensity of light emitted for the fotoativador device, a radiometer (Measuring of irradiance 150- CMC was used, Is Carlos. SP). The samples had been confectioned used first metallic that had a central orifice of 4mm of diameter for 2mm of thickness. The resins had been inserted in the orifice of the metallic array, in an only increment, by means of a metallic spatula and on them a transparent first polyester strap was overlapped and, after this, one weight of 1 kg was rank in top of the strap so that it had one better condensation of the composite resin preventing the presence of air bubbles, in the inward of the body-of-test. The source of light was fixed in a table thus the output of the light tip was parallel to the surface of the body-of-test. To provoke distance from the light source, confectioned metallic rings in brass, with thickness that varied of 2mm, 4mm and 8mm had been used, which, after located, was removed to avoid concentration of light. The printed pitches the source of light in the surface of the resin had been of 0mm(on the surface), 2mm, 4mm and 8mm. For each one of these pitches, the light intensity was measured. This varied of

intensity of 720 mW/cm² for the tip touching the surface of the body-of-test, 650 mW/cm² for in the distance of 2mm, 600 mW/cm² for 4mm and 400 mW/cm² for 8mm of pitch. The body-of-test had been removed of the metallic array and stored in containers the test of light, in temperature that varied of 32 the 37 °C. The measures of hardness had been carried after through 24 hours of the confection of the body-of-test. Assays of hardness, with tip of diamond, Vickers had been applied, using one digital device MHT-110 MICROHARDNESS TESTER, Anton Paar, Paar Physica, coupled to an optic microscope to the picture shown in the screen of a television device. The surfaces had been divided in three parts and two detaches had been carried through for each one of them. The used load was of 50N during thirty seconds. The attainment of the data was done automatically for the device by reading images on screen. From the gotten data of the applied methodology can be concluded that:

- The intensity of light applied on the composite resin in the distance influences in its superficial hardness & the measure that the light source is moved away from of the composite resin occurs a reduction of the intensity of light detected for radiometers
- The light curing unit K&M 200, of 8 mm, still supplies intensity of enough light an attainment of acceptable hardness in evaluated composite resins, to a time of display of 40 seconds however the composite resins of microparticles suffer more with the reduction from the intensity from light
- When if it magnifies in the distance enters light tip and the surface of the resin, the superficial hardness of the resin Z250 does not suffer significant reduction statisticly while that all the pitches, with exception in the pitches of 2mm and 4mm the hardness of the bottom of the equal body-of-test had statistically remained
- For the resin A110, occurred a reduction in the hardness of both the surfaces of the top and the base of the body-of-test, however these if had kept equal in the pitches of 2mm and 4mm, in such a way in the

top as in the bottom. A reduction of the intensity of the light provokes little alteration in the surface of the displayed resin the light, however how much greater the reduction of deep of the composite resin.

Key Words : light curing unit; composite resin; hardness; top-bottom.