



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



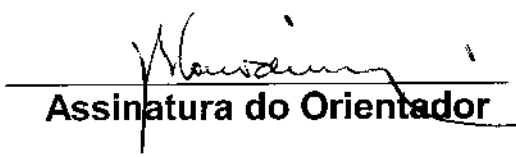
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Monografia de Final de Curso

Aluna: Ana Claudia Moraes Martins

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Lovadino

Ano de Conclusão do Curso: 2006


Assinatura do Orientador

TCC 287

1

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA**

Ana Claudia Moraes Martins

**AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA E DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO
DIAMETRAL DE COMPÓSITO FOTOATIVADO POR DUAS FONTES DE LUZ
SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS CLAREADORES.**

**Monografia apresentada ao Curso de Odontologia da
Faculdade de Odontologia de Piracicaba- UNICAMP,
para obtenção do Diploma de Cirurgião-Dentista**

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Lovadino

**Piracicaba
2006**

**Dedico este trabalho aos meus pais,
pelo amor, incentivo e confiança,
sem os quais esta conquista não
teria sido possível.**

À Deus, que esteve sempre presente iluminando meu caminho.

Ao Prof. Dr. José Roberto Lovadino, pela competência, dedicação e carinho com que orientou e possibilitou a realização deste trabalho.

Aos Profs. Luís Alexandre M. S. Paulillo e Gláucia M. B. Ambrosano, pelo apoio e colaboração.

Aos pós-graduandos Débora e Rodrigo pelo incentivo e empenho com que participaram deste estudo. Muito obrigada!

À Fapesp, pelo apoio científico e financeiro.

Aos grandes amigos e companheiros de todas as horas, Ana Paula C. Tomé, Débora C. Bastos, Débora Suzigan, Fabiana Seguin, Karina Matheus, Luís Henrique G. da Silva e Priscila C. Rodrigues, com os quais passei os melhores momentos nesta Faculdade. Amo vocês!

À todos que colaboraram, direta ou indiretamente, para que este trabalho pudesse ser realizado.

SUMÁRIO

	Página
1. Lista de figuras	6
2. Lista de tabelas	7
3. Resumo	8
4. Introdução	9
5. Desenvolvimento	12
6. Discussão	18
7. Conclusão	21
8. Referências bibliográficas	22
9. Anexos	27

1. LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Teste de compressão diametral. Embora uma força compressiva seja aplicada ao longo da porção lateral do disco, uma fratura de tração será produzida.

16

Figura 2. Representação esquemática das mensurações realizadas para a determinação da dureza Knoop.

16

2. LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Microdureza	21
Tabela 2. Resistência à tração diametral	21

3. RESUMO

O objetivo deste estudo "in vitro" foi avaliar a resistência à tração diametral e a microdureza Knoop de um compósito microhíbrido (Z 250 – 3M/ESPE), fotoativado por lâmpada halógena ou diodos emissores de luz (LED), exposto a diferentes agentes clareadores. Para o teste de resistência à tração diametral, uma carga foi aplicada transversalmente a 10mm/min. Para o teste de resistência à microdureza Knoop, as amostras receberam carga de 50 gramas por 15 segundos. Foram utilizadas 48 unidades experimentais para o teste de resistência à tração diametral e 48 para o teste de microdureza. As amostras foram divididas em 2 grupos, no 1º foi usado a lâmpada halógena, e no 2º, o LED. Cada grupo foi dividido em 3 subgrupos (n=8), de acordo com o tratamento clareador: 1- sem tratamento clareador (controle); 2- Peróxido de Hidrogênio 35%; 3- Peróxido de Carbamida 16%. Após o tratamento estipulado para cada subgrupo os espécimes foram submetidos aos ensaios de tração diametral e de microdureza. Para a análise estatística, os resultados foram anotados, tabelados e submetidos à análise de variância à um critério e diante de diferença estatística encontrada foi aplicado o teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

4. INTRODUÇÃO

A estética tem estado cada vez mais em evidência e grande parte disso deve-se a grande divulgação de um determinado padrão de beleza. Um sorriso harmônico, com dentes alinhados e brancos, é um exemplo desse padrão. A grande valorização da estética vem impulsionando o desenvolvimento de materiais que proporcionem procedimentos menos invasivos, seguros, eficazes e de curto tempo clínico. A técnica de clareamento dental é uma opção importante de tratamento estético.

Independente da técnica e do produto clareador utilizado, o mecanismo de ação dos agentes clareadores consiste numa reação de oxidação, com liberação de radicais livres. As moléculas orgânicas que alteram a cor do elemento dental são quebradas e convertidas em CO_2 e água, sendo liberadas juntamente com o oxigênio nascente (Goldstein & Kiremidjian-Schumacher, 1993; Smigel, 1996). Este procedimento é considerado conservador e seguro e por isso vem sendo amplamente utilizado.

O uso das técnicas de clareamento dental vital, as quais são submetidos com muita frequência dentes hígidos e/ou restaurados, é visto na literatura como causa de alterações da superfície dos materiais restauradores e dos substratos dentais (Cooley & Burger, 1991; Crim, 1992; Shannon *et al*, 1993; Hegedus *et al*, 1999; Oltu & Gurgan, 2000; Potocnik *et al*, 2000; Silva 2001; Santos 2001).

Os compósitos são formados por longas cadeias de carbono. Estas cadeias são formadas pela ligação dos monômeros através da quebra das duplas ligações. O número de duplas ligações quebradas durante a polimerização

expressa o grau de conversão de uma resina (Ruyter & Svendsen, 1977; Asmussen, 1982). Além disso, estas cadeias apresentam-se ligadas entre elas por ligações cruzadas (Ferracane, 1985). As propriedades físicas e mecânicas dos compósitos estão diretamente relacionadas com o grau de conversão e o número de ligações cruzadas (Rueggeberg, 1999; Asmussen & Peutzfeldt, 2001; Yap *et al*, 2003; Vandewaller *et al*, 2004). Diversos fatores podem influenciar na quantidade destas ligações. Dentre elas as fontes de luz são consideradas um importante fator. Uma adequada polimerização produz polímero com qualidade superior. No entanto, diferentes fontes de luz, intensidade e espectro de luz podem influenciar na suscetibilidade à degradação (Correr Sobrinho *et al*, 2000; Yap *et al*, 2000; Besnault *et al*, 2003; Caldas *et al*, 2003; Soh *et al*, 2003). Poucas informações são relatadas sobre o efeito dos agentes clareadores sobre a estrutura orgânica ou inorgânica dos compósitos, pois a alta capacidade oxidativa sobre as moléculas orgânicas poderiam interferir nas ligações poliméricas, tornando estes compósitos mais susceptíveis à degradação.

O efeito do clareamento pode depender do material restaurador (García-Godoy, 2002; Yap & Wattanapayungkul 2002). Campos *et al* (2003) mostrou que o peróxido de carbamida gel 10% e 15% não pode alterar a microdureza das resinas, diferente do ionômero de vidro, ionômero de vidro modificado por resina e do amálgama, que são mais sensíveis aos efeitos desse produto, e além disso, que os resultados também são dependentes do gel clareador usado. Já Yap & Wattanapayungkul (2002) concluíram que a dureza das resinas híbridas não foi significativamente afetada pelo uso de clareadores dentais (in-office).

Além disso, Wattanapayaungkul *et al* (2004) mostraram em um estudo que o peróxido de hidrogênio em alta concentração e os radicais livres liberados podem induzir um efeito adverso sobre a interface das partículas de carga e a matriz resinosa. Segundo os autores a influência negativa dos agentes oxidantes na matriz resinosa levam a absorção de água dos materiais restauradores com uma parcial ou completa quebra das ligações entre a partícula e a carga, levando à uma redução na microdureza e à alteração da superfície do material. Türker *et al* (2003) observaram um decréscimo de 4,44% na quantidade de SiO₂ para a superfície da porcelana feldspática e de 4,03% para resinas microparticuladas após o tratamento clareador. De acordo com Alexandre *et al* (2005), o peróxido de carbamida a 10% pode alterar as propriedades de superfície de materiais resinosos com carga, o que pode levar a uma diminuição das propriedades físicas e mecânicas superficiais do material.

Há várias formas de avaliar a qualidade estrutural de um polímero. Uma forma indireta é através da análise da resistência à tração diametral após a imersão em álcool (Asmussen & Peutzfeldt, 2001). Desta forma, as amostras que apresentarem menor densidade de ligações cruzadas apresentaram menor resultado após a imersão em álcool.

Apesar destes estudos, o efeito dos agentes clareadores na matriz e nas partículas de carga dos materiais resinosos não está elucidado (Attin *et al*, 2004). Diante disso, o objetivo deste estudo é avaliar o efeito de agentes clareadores de diferentes concentrações em uma resina microhíbrida, fotoativada por um aparelho de lâmpada halógena e um aparelho de diodo emissor de luz (LED).

5. DESENVOLVIMENTO

Foram confeccionados 48 corpos de prova de 3,0 mm de altura e 6,0 mm de diâmetro, através do auxílio de uma matriz cilíndrica de teflon para o teste de microdureza e outros 48 utilizando-se a mesma matriz para o teste de resistência à tração diametral. Foi utilizado o compósito Z250 (3M/ESPE).

As matrizes foram posicionadas sobre uma lâmina de vidro, fixando-a com cera rosa. A resina foi inserida em 3 incrementos horizontais de 1,0 mm de espessura, através da utilização de uma espátula para inserção de compósitos. Cada incremento era fotoativado através de um aparelho fotopolimerizador seguindo o protocolo de cada grupo. Após a inserção do último incremento de resina na matriz, sobre a mesma era posicionada uma tira de poliéster (3M) e, sobre esta, uma lamínula de vidro que recebeu pressão constante referente a um peso de 100 gramas, durante o tempo de 30 segundos, para então ser realizada a fotoativação.

Tanto os 48 corpos de prova confeccionados para o teste de microdureza, quanto os outros 48 confeccionados para o teste de resistência à tração diametral foram divididos em 2 grupos:

- **GRUPO 1:** blocos de resina fotoativados pela lâmpada halógena (XL 3000 – 3M/ESPE) pelo tempo de 20 segundos.
- **GRUPO 2:** blocos de resina fotoativados pelo aparelho de diodo emissor de luz de segunda geração (Radii II - SDI) pelo tempo de 25 segundos.

Os 48 corpos de prova confeccionados para o teste de microdureza receberam polimento em politriz, utilizando-se lixas de papel abrasivo de óxido de alumínio de granulações 400, 600, e 1200, sob refrigeração com água, seguidos da utilização

de panos TOP, RAM e SUPRA (Arotec) associados a pastas diamantadas de 3, 1 e $\frac{1}{4}$ μm (Arotec), respectivamente. Entre cada troca de lixa ou pano de feltro os espécimes eram colocados em uma cuba de ultrassom para limpeza da superfície por 10 e 20 minutos, respectivamente. A etapa do polimento das amostras foi acrescentada a fim de simular de uma maneira mais próxima a realidade clínica.

Cada um dos 2 grupos citados foi dividido em 3 subgrupos, de acordo com o tratamento clareador:

- **Subgrupos 1.1 e 2.1:** Os espécimes ficaram armazenados em umidade relativa a uma temperatura de 37°C por 15 dias.
- **Subgrupos 1.2 e 2.2:** Após 24h os espécimes foram submetidos ao tratamento clareador com peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP 35% - FGM). Foram realizadas 2 sessões de tratamento com intervalo de 7 dias entre cada sessão. Cada sessão consistiu de 3 aplicações do gel na superfície de topo do espécime, de 30 minutos cada. Após as aplicações, os espécimes foram lavados abundantemente em água corrente, secos com papel absorvente e ficaram armazenados em umidade relativa a uma temperatura de 37°C.
- **Subgrupos 1.3 e 2.3:** Após 24h os espécimes foram submetidos ao tratamento clareador com peróxido de carbamida a 16% (Whiteness Perfect 16% - FGM). O gel foi aplicado na superfície de topo do espécime que permaneceu por 4h em estufa. Os espécimes eram inseridos em um aparato contendo água, porém sem contato com a superfície que continha o gel. Após as 4 horas, os espécimes eram lavados abundantemente em água corrente, secos com papel absorvente e armazenados em umidade relativa a uma temperatura de 37°C

por 20 horas para uma nova aplicação do agente clareador. Foram realizadas 14 sessões de clareamento.

Para o teste de resistência à tração diametral, que foi realizado através de uma Máquina Universal de Ensaio – Instron (modelo 4411), o carregamento axial foi aplicado por uma placa horizontal de encontro à porção lateral do corpo de prova, permitindo que a carga, aplicada transversalmente a 10mm/min gerasse, predominantemente, tensões de tração, no interior da massa do corpo-de-prova.

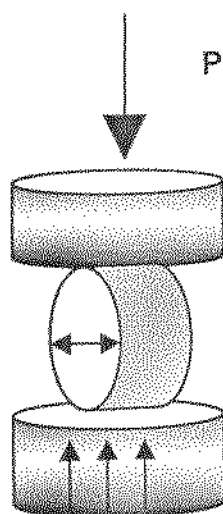


Figura 1: Teste de compressão diametral. Embora uma força compressiva seja aplicada ao longo da porção lateral do disco, uma fratura de tração será produzida.

O valor da carga indicado pela máquina, no momento da fratura, foi utilizado para determinar a resistência à tração diametral, conforme a fórmula:

$$R = \frac{2p}{\pi dh}, \text{ onde:}$$

R = resistência à tração

p = carga de fratura (Kgf)

π = constante (3,1416)

d = diâmetro do corpo de prova (cm)

h = altura do corpo de prova

Assim: $R = \frac{2P}{(3,1416) \cdot (0,3) \cdot (0,6)}$

$R \text{ (Kg/cm}^2\text{)} \cdot 0,09807 = \text{MPa (ou MN/m}^2\text{)}$

As medidas de dureza Knoop, foram efetuadas com a utilização de um microdurômetro HMV-2000 (Shimadzu, Japão), sob carga de 50 gramas por 15 segundos. Nove mensurações de dureza foram efetuadas por amostra. Para a verificação da microdureza Knoop, os espécimes obtidos foram adaptados em um dispositivo possibilitando sua permanência em posição perpendicular ao identador.

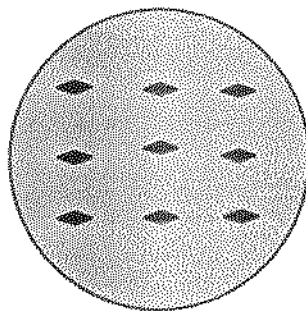


Figura 2: Representação esquemática das mensurações realizadas para a determinação da dureza Knoop.

A partir da transformação dos resultados obtidos nos testes de microdureza e de resistência à tração diametral, foi realizada a análise estatística do experimento.

Após análise exploratória dos dados e constatação que os mesmos atendiam a pressuposições da análise de variância (ANOVA), foi realizada a ANOVA em esquema fatorial 3 x 2 (clareador x lampada) e teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

Os resultados encontrados na análise estatística do experimento seguem nas tabelas abaixo:

Tabela 1. Microdureza

Clareador	Lâmpada		Tukey
	Halógena	LED	
2=p. hidrogênio	94,3(10,40)	101,8(11,9)	ab
3=p. carbamida	89,5(7,92)	93,0(10,40)	b
controle	102,5(6,80)	102,4(10,05)	a
Tukey	A	A	

Médias seguidas de letras distintas (maiúscula na horizontal e minúscula na vertical) diferem entre si pela ANOVA. $p(\text{interação clareador x lampada})=0,5445$

Tabela 2. Resistência à tração diametral

Clareador	Lâmpada		Tukey
	Halógena	LED	
p. hidrogênio	55,4(12,0)	59,8(8,59)	a
p. carbamida	57,6(7,97)	66,58(6,03)	a
controle	56,7(7,94)	62,5(5,63)	a
Tukey	B	A	

Médias seguidas de letras distintas (maiúscula na horizontal e minúscula na vertical) diferem entre si pela ANOVA. $p(\text{interação clareador x lampada})=0,7183$

A halógena e o LED não diferiram entre si quanto aos valores de dureza para os clareadores utilizados. O peróxido de carbamida levou uma redução nos valores de dureza diferindo estatisticamente em relação ao grupo controle para os dois sistemas ativadores. Ainda com relação aos valores de dureza, o peróxido de hidrogênio não diferiu estatisticamente do peróxido de carbamida e nem do grupo controle.

A lâmpada halógena apresentou os menores valores de resistência a tração diametral, diferindo estatisticamente do LED para todos os grupos testados. Ainda, quando se comparou os clareadores para cada fonte de luz, não se observou diferença estatística.

6. DISCUSSÃO

O peróxido de carbamida levou a uma redução nos valores de dureza superficial para os dois sistemas fotoativadores testados. Com relação a resistência a tração diametral nenhum dos géis testados diferiram entre si. Comparando-se as fontes de luz utilizadas, o LED apresentou maiores valores de resistência a tração diametral que a halógena.

Em relação à microdureza, foi encontrada diferença estatisticamente significativa nas amostras clareadas com o peróxido de carbamida 16%, tanto em relação às amostras clareadas com peróxido de hidrogênio 35%, quanto em relação ao grupo controle, que obteve os maiores resultados.

Mujdeci & Gokay (2006) demonstraram em seu estudo que os produtos testados, entre eles o peróxido de carbamida 10% não causaram efeitos deletérios na microdureza dos materiais restauradores testados. Basting *et al* (2005) também concluíram em seu estudo que a microdureza de superfície não foi afetada, entretanto houve diferença inerente à composição entre os materiais avaliados. Outros estudos (Cooley *et al*, 1991; Bailey *et al*, 1992; Turker *et al*, 2002) tem reportado aumento ou diminuição na microdureza da resina composta, mostrando que o efeito do gel de peróxido de carbamida pode depender da composição do material.

Por outro lado, Attin *et al* (2004) numa revisão de literatura concluíram que o clareamento pode exercer uma influência negativa (selamento marginal e resistência de união) nas restaurações e materiais restauradores. Em relação à microdureza de superfície foram encontradas controvérsias sobre o impacto do peróxido de carbamida de baixa concentração, 10 à 16%. Estudos (Bailey *et al*,

1992; Turker *et al*, 2002) mostraram que a perda da dureza da resina composta foi associada com a aplicação do gel de clareamento caseiro. Outros estudos mostraram que não houve mudanças significativas (Nathoo *et al*, 1994; Garcia-Godoy *et al*, 2002) devido a essas aplicações ou até um aumento na dureza superficial (Turker *et al*, 2003; Campos *et al*, 2003). Em relação aos clareadores de consultório, peróxido de carbamida 35% e peróxido de hidrogênio 35% foi encontrado (Cullen *et al*, 1993; Yap *et al* 2002) que eles não afetam a dureza e a resistência à tração dos compósitos, o que está de acordo com os resultados encontrados neste estudo realizado.

Quanto à resistência à tração diametral houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos fotoativados com a unidade halógena e com o LED, cujos grupos apresentaram maior resistência à tração diametral em relação aos grupos fotoativados com a lâmpada halógena.

Cefaly *et al* (2005) concluíram em seu estudo que o LED não foi capaz de produzir a mesma dureza que a unidade halógena nos materiais resinosos testados (Z100, Definite e Dyract), especialmente na base das amostras, pois o LED utilizado não teve uma boa performance em polimerizar uma resina composta que é combinação de fotoiniciadores ao invés de apenas canforoquinona .

Já Ray *et al* (2006) encontraram dureza comparável entre as unidades no topo e no fundo das amostras e razão de dureza fundo/topo similar para espécimes de 1,5 mm de espessura e com tempo de exposição suficiente (40 segundos) e tempo decorrido de 24 horas antes da medição, o que está de acordo com Ramp *et al* (2006), que mostraram não haver diferença significativa pelo efeito principal da luz utilizada. Além disso, concluíram que o LED de menor irradiação é

uma alternativa aceitável em relação às luzes halógenas quando exposição de radiação equivalente e faixa de comprimento de onda equivalente são usadas.

Já Leonard *et al* (2002) concluíram que a primeira geração de LEDs requerem uma duração de exposição consideravelmente longa em relação às luzes halógenas para uma polimerização adequada.

Entretanto, no estudo realizado, com o tempo de exposição de apenas 25 segundos (quando comparado ao de 20 segundos para a unidade halógena) foi demonstrado que as amostras polimerizadas com o aparelho de LED testado apresentaram microdureza semelhante e resistência à tração diametral superior às amostras polimerizadas com a unidade halógena.

7. CONCLUSÃO

O gel de peróxido de carbamida 16% provocou uma diminuição na microdureza do compósito testado. Por outro lado, o gel de peróxido de hidrogênio 35% não provocou alterações significantes no material restaurador quando comparado com o grupo controle. Em relação à fonte de luz, o LED apresentou desempenho melhor que a lâmpada halógena quanto a resistência à tração diametral.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexandre RS, Sundfeld RH, Briso ALF, Bedran-Russo AKB, Valentino TA, Sundfeld MLMM. Effect of 10% carbamide peroxide dental bleaching on microhardness of filled and unfilled sealant materials. **J Esthet Rest Dent**. 2005. In Press.

Asmussen E. Restorative resins: hardness and strength vs. quantity of remaining double bonds. **Scand J Dent Res**. 1982; 90(6): 484-489.

Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of pulse-delay curing on softening of polymer structures. **J Dent Res**. 2001; 80(6): 1570-1573.

Attin T, Hanning C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations – a systematic review. **Dent Mat**. 2004; 20(9): 852-861.

Bailey SJ., Swift EJ Jr., Effects of home bleaching products on composite resin. **Quintessence Int**. 1992; 23: 489-94.

Basting RT., Fernandez CF., Ambrosano GMB., Campos IT. Effects of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on roughness and microhardness of packable composite resin. **J Esthet Restor Dent**. 2005; 17(4): 256-62.

Besnault C, Pradelle-Plasse N, Picard B, Colon P. Effect of a LED versus halogen light cure polymerization on the curing characteristics of three composite resins. **Am J Dent.** 2003, 16(5):323-8.

Caldas DBM, Almeida JB, Correr Sobrinho L, Sinhoreti MAC, Consani S. Influence of curing tip distance on resin composite Knoop hardness number, using three different light curing units. **Oper Dent.** 2003; 28(3): 315-320.

Campos I, Briso ALF, Pimenta LAF, Ambrosano G. Effects of bleaching with carbamide peroxide gels on microhardness of restorations materials. **J Esthet Rest Dent.** 2003; 15(3): 175-182.

Cefaly DFG., Ferrarezi GAO., Tapety CMC., Lauris JRP., Navarro MFL. Microhardness of resin-based materials polymerized with LED and halogen curing units. **Braz Dent J.** 2005; 16(2): 98-102.

Cooley RL, Burger KM. Effect of carbamide peroxide on composite resins. **Quintessence Int.** 1991; 22(10):817-821.

Correr Sobrinho L *et al.* Influence of curing tip distance on composite Knoop Hardness Values. **Braz Dent J.** 2000; 11(1): 11-17.

Crim GA. Pos-operative bleaching: effect on microleakage. **Am J Dent.** 1992; 5(2):109-112.

Ferracane, J L. Correlation between hardness and degree of conversion during the setting reaction of unfilled dental restorative resin. **Dent Mater.** 1985; 1(1): 11-14.

García-Godoy F, García-Godoy A, García-Godoy F. Effect of bleaching gels on the surface roughness, hardness, and micromorphology of composites. **Dent Mater.** 2002; 50(3): 247-250.

Goldstein GR, Kiremidjian-Schumacher L. Bleaching: is it safe and effective? **J Prosthet Dent.** 1993; 69(3):325-8.

Hegedus C, Bistey T, Flora-Nagy E, Keszthelyi G, Jeney A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. **J Dent.** 1999; 27(7): 509-515.

Leonard DL., Charlton DG., Roberts HW., Mark EC. Polymerization efficiency of LED curing lights. **J Esthet Restor Dent.** 2002; 14(5): 286-95.

Mujdeci A., Gokay O. Effect of bleaching agents on the microhardness of tooth-colored restorative materials. **J Prosthet Dent.** 2006; 95(4): 286-9.

Nathoo AS., Chmielewski MB, Kirkup RE. Effects of colgate platinum professional toothwhitening system on microhardness of enamel, dentin and composite resins. **Compend Contin Educ dent Suppl.** 1994; S 627-30.

Oliveira R., Paes Leme AF., Giannini M. Effect of a carbamide peroxide bleaching gel containing calcium or fluoride on human enamel surface microhardness. **Braz Dent J.** 2005; 16(2): 103-6.

Oltu U, Gurgan S. Effects of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. **J Oral Rehabil.** 2000; 27(4): 332-340.

Potocnik I, Kosec L, Gasporsie D. Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure and mineral content. **J Endod.** 2000; 26(4): 203-206.

Ramp LC., Broomr JC., Ramp MH. Hardness and wear resistance of two resin composites cured with equivalent radiant exposure from a low irradiance LED and QTH light -curing units. **Am J Dent.** 2006; 19(1): 31-6.

Ray NJ., Lynch CD., Burke FM., Hannigan A. Surface microhardness of a resin composite: a comparison of a tungsten halogen and a LED light curing unit, in vitro. **Eur J Prosthodont Rest Dent.** 2006; 14(1): 7-12.

Rueggeberg FA. Contemporary issues in photocuring. **Compend Contin Educ Dent** 1999; 20 (Suppl.): 4–15.

Ruyter IE, Svendsen SA. Remaining methacrylate groups in composite restorative materials. **Acta Odontol. Scand.** 1977; 36(1):75-82

Santos, MCMS. Estudo in vitro da influência do peróxido de carbamida 10% na microinfiltração de restaurações classe V adesivas e de amálgama – Recife, 2001, 108p. **Tese (Doutorado) –Faculdade de Odontologia de Pernambuco, Universidade de Pernambuco.**

Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. **Quintessence Int.** 1993; 24(1): 39-44.

Silva BS. Avaliação da microinfiltração de restaurações após clareamento dental. **Anais. 18^A. Reunião da SBPqO**, I010, v. 15, p. 23, 2001.

Smigel I. Laser tooth whitening. **Dent Today.** 1996; 15(8):32-36.

Soh MS, Yap AUJ, Siow KS. The effectiveness of cure of LED and halogen curing lights at varying cavity depths. **Oper Dent**, 2003, 28(6): 707-715.

Turker SB., Biskin T. The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. **J Oral Rehabil.** 2002; 29: 658-62.

Turker SB, Biskin T. Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative material. **J Prosthet Dent.** 2003; 89(5): 466-73.

Vandewalle KS, Ferracane JL, Hilton TJ, Erickson RL, Sakaguchi RL. Effect of energy density on properties and marginal integrity of posterior resin composite restorations. **Dent Mater.** 2004; 20(1):96-106.

Wattanapayungkul P, Yap AUJ, Chooi KW, Lee MFLA, Selamat RS, Zhou RD. The effect of home bleaching agents on the surface roughness of tooth-colored restoratives with time. **Oper Dent.** 2004; 29(4): 398-403.

Yap AUJ. Effectiveness of polymerization in composite restoratives claiming bulk placement: impact of cavity depth and exposure time. **Oper Dent** 2000; 25(2): 113-120.

Yap AUJ, Wattanapayungkul P, Chung SM. Influence of the polymerization process on composite resistance to chemical degradation by food-simulating liquids. **Oper Dent.** 2003; 28(6): 723-727.

Yap AUJ, Wattanapayungkul P. Effects of in-office tooth whiteners on hardness of tooth-colored restoratives. **Oper Dent.** 2002; 27(2):137-141.

9. ANEXOS

Resultados brutos e valores transformados encontrados nos testes de microdureza e resistência à tração diametral.

TESTE DE MICRODUREZA

Subgrupo 1.1 - Lâmpada Halógena/Controle

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	77,5	72	76	81	76	85	85,5	77	89
2	87,5	81,5	84,5	82	83,5	81	84	80	80,5
3	80,5	81	89	90	90,5	81	87	84	77,5
4	79,5	87	78	84	90	96,5	87,5	78,5	79,5
5	77,5	81	84	89	82	82	88	78	83
6	87	88,5	89	89	87,5	90	87	92,5	91
7	77,5	87	81	86	83	85	81	73	80
8	79	86,5	84	80,5	86,5	87,5	91	86,5	82,5

Valores transformados:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	118,46	137,25	123,18	108,44	123,18	98,48	97,33	120,00	89,82
2	92,93	107,12	99,65	105,81	102,05	108,44	100,84	111,17	109,80
3	109,80	108,44	89,82	87,84	86,87	108,44	94,00	100,84	118,46
4	112,57	94,00	116,95	100,84	87,84	76,40	92,93	115,46	112,57
5	118,46	108,44	100,84	89,82	105,81	105,81	91,88	116,95	103,28
6	94,00	90,84	89,82	89,82	92,93	87,84	94,00	83,16	85,92
7	118,46	94,00	108,44	96,20	103,28	98,48	108,44	133,51	111,17
8	114,00	95,09	100,84	109,80	95,09	92,93	85,92	95,09	104,54

Subgrupo 1.2 - Lâmpada Halógena/Peróxido de Hidrogênio

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	90,5	85,5	95,5	89	88	80	89,5	85	94
2	90	79	88	89	81	83	82,5	87,5	89
3	90	89,5	86,5	90	91	86,5	106	84,5	94
4	86	84	87	100	99	92	105	102	98,5
5	76,5	80	79	81	80	77	82	78	81,5
6	89,5	92	93,5	99	93,5	86	93	88	91,5
7	86	87	90,5	85,5	88	81	80	86	81,5
8	81,5	88,5	84	83,5	81	88	83,5	84	84

Valores transformados:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	86,87	97,33	78,01	89,82	91,88	111,17	88,82	98,48	80,52
2	87,84	114,00	91,88	89,82	108,44	103,28	104,54	92,93	89,82
3	87,84	88,82	95,09	87,84	85,92	95,09	63,32	99,65	80,52
4	96,20	100,84	94,00	71,15	72,59	84,06	64,54	68,39	73,33
5	121,58	111,17	114,00	108,44	111,17	120,00	105,81	116,95	107,12
6	88,82	84,06	81,39	72,59	81,39	96,20	82,26	91,88	84,98
7	96,20	94,00	86,87	97,33	91,88	108,44	111,17	96,20	107,12
8	107,12	90,84	100,84	102,05	108,44	91,88	102,05	100,84	100,84

Subgrupo 1.3 - Lâmpada Halógena/Peróxido de Carbamida

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	77	92	98	93	86	88	92	85,5	92,5
2	84,5	78	77,5	86	87	83	86	82,5	82,5
3	100	91	93	92,5	97	94,5	94	94	83,5
4	90	94	95	92,5	93	94,5	92	110,5	86
5	89	84,5	96	97,5	97,5	84,5	89	85	89
6	96,5	93,5	98	92	85,5	92	85,5	96	91
7	80	86	87	87	88	82,5	86	83	86,5
8	93,5	88	93	89,5	89	88,5	88	93	90,5

Valores transformados:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	120,00	84,06	74,08	82,26	96,20	91,88	84,06	97,33	83,16
2	99,65	116,95	118,46	96,20	94,00	103,28	96,20	104,54	104,54
3	71,15	85,92	82,26	83,16	75,62	79,67	80,52	80,52	102,05
4	87,84	80,52	78,84	83,16	82,26	79,67	84,06	58,27	96,20
5	89,82	99,65	77,20	74,85	74,85	99,65	89,82	98,48	89,82
6	76,40	81,39	74,08	84,06	97,33	84,06	97,33	77,20	85,92
7	111,17	96,20	94,00	94,00	91,88	104,54	96,20	103,28	95,09
8	81,39	91,88	82,26	88,82	89,82	90,84	91,88	82,26	86,87

Subgrupo 2.1 - LED/Controle

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	90,5	96	90	86	96	87	95	86,5	85,5
2	75	80	84	84	80	88	83,5	77,5	82
3	92,5	93,5	91	88,5	87	84	97	88	77
4	79	81,5	76	83	74	79	89	73,5	77,5
5	82	79	77,5	82	79,5	79	78,5	74	78
6	89,5	85	84	84	83	91	87,5	87	84
7	82	82	94	81,5	85,5	88	85,5	80	78
8	81	87	81	80,5	83,5	87	80	81	80

Valores transformados:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	86,87	77,20	87,84	96,20	77,20	94,00	78,84	95,09	97,33
2	126,49	111,17	100,84	100,84	111,17	91,88	102,05	118,46	105,81
3	83,16	81,39	85,92	90,84	94,00	100,84	75,62	91,88	120,00
4	114,00	107,12	123,18	103,28	129,93	114,00	89,82	131,70	118,46
5	105,81	114,00	118,46	105,81	112,57	114,00	115,46	129,93	116,95
6	88,82	98,48	100,84	100,84	103,28	85,92	92,93	94,00	100,84
7	105,81	105,81	80,52	107,12	97,33	91,88	97,33	111,17	116,95
8	108,44	94,00	108,44	109,80	102,05	94,00	111,17	108,44	111,17

Subgrupo 2.2 - LED/Peróxido de Hidrogênio

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	92	82,5	91	91	92,5	89,5	82	94	88
2	96	89	92	87	92	95	90,5	87	95,5
3	86	89,5	78	83,5	80,5	92	92	97	90
4	89,5	84	91,5	87,5	82,5	83	87,5	84	79
5	75	73,5	77,5	80,5	76	83	81	77,5	75
6	83	80	80	81	72	75	80	81	78
7	85	79	89	90,5	81	71	76	82,5	90,5
8	79	85	76,5	77	78,5	85	89	85	79

Valores transformados:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	84,06	104,54	85,92	85,92	83,16	88,82	105,81	80,52	91,88
2	77,20	89,82	84,06	94,00	84,06	78,84	86,87	94,00	78,01
3	96,20	88,82	116,95	102,05	109,80	84,06	84,06	75,62	87,84
4	88,82	100,84	84,98	92,93	104,54	103,28	92,93	100,84	114,00
5	126,49	131,70	118,46	109,80	123,18	103,28	108,44	118,46	126,49
6	103,28	111,17	111,17	108,44	137,25	126,49	111,17	108,44	116,95
7	98,48	114,00	89,82	86,87	108,44	141,14	123,18	104,54	86,87
8	114,00	98,48	121,58	120,00	115,46	98,48	89,82	98,48	114,00

Subgrupo 2.3 - LED/Peróxido de Carbamida

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	82	92,5	95	84,5	84	81	84	83	84,5
2	85	87,5	86,5	78,5	81	77	74	73,5	79
3	93	90	96,5	89	92	89	85,5	94,5	91
4	86,5	90,5	95	81	89	86	80,5	82,5	85,5
5	89	86	85	95,5	88	91	89	95	82
6	87	89	82,5	83,5	80	89,5	87	83	83,5
7	91	94	94	86,5	91	95	90	94	91
8	109,5	97,5	98	95,5	98	94	86	90	93

Valores transformados:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	105,81	83,16	78,84	99,65	100,84	108,44	100,84	103,28	99,65
2	98,48	92,93	95,09	115,46	108,44	120,00	129,93	131,70	114,00
3	82,26	87,84	76,40	89,82	84,06	89,82	97,33	79,67	85,92
4	95,09	86,87	78,84	108,44	89,82	96,20	109,80	104,54	97,33
5	89,82	96,20	98,48	78,01	91,88	85,92	89,82	78,84	105,81
6	94,00	89,82	104,54	102,05	111,17	88,82	94,00	103,28	102,05
7	85,92	80,52	80,52	95,09	85,92	78,84	87,84	80,52	85,92
8	59,34	74,85	74,08	78,01	74,08	80,52	96,20	87,84	82,26

TESTE DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DIAMETRAL

Subgrupo 1.1 - Lâmpada Halógena/Controle

Nº do espécime	força em KgF	valor transformado em MPA
1	201,7	69,96
2	175,7	60,94
3	170,3	59,07
4	139,6	48,42
5	165,4	57,37
6	126,4	43,84
7	158,9	55,11
8	169,9	58,93

Subgrupo 1.2 - Lâmpada Halógena/Peróxido de Hidrogênio

Nº do espécime	força em KgF	valor transformado em MPA
9	153,2	53,14
10	100,5	34,86
11	199,5	69,20
12	180,3	62,54
13	197,7	68,57
14	169,4	58,76
15	151,1	52,41
16	125,4	43,50

Subgrupo 1.3 - Lâmpada Halógena/Peróxido de Carbamida

N° do espécime	força em KgF	valor transformado em MPA
17	192,3	66,70
18	205,4	71,24
19	172,1	59,69
20	142,5	49,43
21	131,7	45,68
22	185	64,17
23	181,6	62,99
24	167,9	58,24

Subgrupo 2.1 - LED/Controle

N° do espécime	força em KgF	valor transformado em MPA
25	164,4	57,02
26	182,8	63,40
27	180,9	62,75
28	184	63,82
29	167,5	58,10
30	212	73,53
31	187,7	65,10
32	161,6	56,05

Subgrupo 2.2 - LED/Peróxido de Hidrogênio

N° do espécime	força em KgF	Valor transformado em MPA
33	184,4	63,96
34	178,7	61,98
35	181,3	62,88
36	179,2	62,16
37	137,9	47,83
38	176,2	61,12
39	168,7	58,51
40	122,6	42,52

Subgrupo 2.3 - LED/Peróxido de Carbamida

Nº do espécime	força em KgF	Valor transformado em MPA
41	213,6	74,09
42	186,6	64,72
43	168,5	58,44
44	186,1	64,55
45	206,4	71,59
46	170,7	59,21
47	211,3	73,29
48	192,5	66,77