

LUCIANO DE OLIVEIRA MARTINS JUNIOR

**INFLUÊNCIA DE DUAS TÉCNICAS DE ATIVAÇÃO
COMPLEMENTAR DE UMA RESINA COMPOSTA DIRETA
/ INDIRETA COMPARADAS A UMA RESINA COMPOSTA
LABORATORIAL NA RESISTÊNCIA AO DOBRAMENTO E
MICRODUREZA VICKERS**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
BELO HORIZONTE – MINAS GERAIS**

2006

LUCIANO DE OLIVEIRA MARTINS JUNIOR

**INFLUÊNCIA DE DUAS TÉCNICAS DE ATIVAÇÃO COMPLEMENTAR
DE UMA RESINA COMPOSTA DIRETA / INDIRETA COMPARADAS A
UMA RESINA COMPOSTA LABORATORIAL NA RESISTÊNCIA AO
DOBRAMENTO E MICRODUREZA VICKERS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da UFMG, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Materiais Odontológicos

Orientador: Prof. Dr. João Maurício Lima Figueiredo
Mota

Co-Orientador: Dr. Wagner Reis da Costa Campos

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

BELO HORIZONTE – MINAS GERAIS

2006

D047
M386i
2006
T

Martins Júnior, Luciano de Oliveira

Influência de duas técnicas de ativação complementar de uma resina composta direta/indireta comparadas a uma resina composta laboratorial na resistência ao dobramento e na microdureza Vickers, 2006.

118f.: il.

Orientador: João Maurício Lima de Figueiredo Mota

Co-orientador: Wagner Reis da Costa Campos

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Odontologia.

1. Materiais dentários – Teses. I. Mota, João Maurício Lima de Figueiredo. II. Campos, Wagner Reis da Costa. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Odontologia. IV. Título

BLACK – D047



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

Disserta
uma re
laborato
mestran
constituí

LEO / RENATO

**ESTA FOLHA VAI SER SUBSTITUÍDA
PELA QUE ESTÁ ASSINADA.
NÃO PRECISA IMPRIMIR NEM XEROCAR**

lementar de
a composta
e autoria do
examinadora

Prof. Dr. João Maurício Lima Figueiredo Mota - Orientador

Dr. Wagner Reis da Costa Campos - Co-Orientador

Prof. Dr.

Belo Horizonte, ____ de _____ de 2006

DEDICATÓRIA

À memória do meu avô, Dr. Heraldo Martins,
que iniciou nossa família nesta profissão apaixonante.

Ao meu pai,
exemplo de vida, crescimento e ideal, que sempre esteve ao meu lado em
todos os momentos da minha vida.

À minha mãe,
exemplo de humanidade e disposição, que sempre torceu por mim.

Ao meu irmão,
grande amigo e companheiro.

À Críscie,
por seu grande amor, dignidade e humanidade.

AGRADECIMENTOS

A DEUS,
que me dá disposição para encarar com coragem todos os desafios da minha vida.

Ao Prof. João Maurício,
pela orientação, amizade e disposição durante todo o curso de Mestrado.

Ao Dr. Wagner Reis,
por abraçar este trabalho com tanto carinho e disposição, sendo suas idéias e
contribuições imprescindíveis para alcançar meu objetivo.

Aos meus pais e família,
pelo exemplo e pelas lições silenciosas de amor, humanidade e honestidade.

A Críscie,
pelo apoio, incentivo nesta jornada além da compreensão das minhas constantes
ausências.

Ao grande amigo e companheiro de todas as horas Prof. Ricardo Rodrigues Vaz,
grande incentivador desde os tempos da graduação, a quem serei eternamente
grato.

Ao Prof. Wellington Corrêa Jansen,
pela amizade e opiniões sempre pertinentes para a elaboração deste trabalho.

Aos Drs. Tanius Mansur e Wellington Soares,
por abrirem para mim as portas do CDTN e me acolherem com tanto carinho,
sempre apoiando minhas pesquisas.

Ao amigo Antônio Santiago,
pela grande contribuição com as fotografias durante todo este curso.

À Prof^a Ana Maria Abras da Fonseca,
pela grande amizade, incentivo e constantes ajudas durante todo o curso.

Ao amigo Prof. Marcelo de Paula Machado,
por me ouvir e me apoiar nos momentos mais difíceis desta jornada.

Ao amigo Marcos Vinícius Zuim,
pela simplicidade e humildade com que me ajudou nos momentos decisivos desta
jornada.

Ao Prof. Gelson Luiz Adabo,
por me receber em Araraquara com idéias decisivas para a elaboração deste
trabalho.

À Prof^a Maria Antonieta,
por acreditar em mim, pela constante troca de idéias, compreensão e apoio.

À Prof^a Maria Carmem,
pela amizade, disponibilidade e apoio.

Aos meus colegas Carolina, Juliene e Henrique,
muito obrigado pela constante ajuda e convivência.

A todos os colegas de mestrado. Sem vocês este curso seria muito mais difícil.
Muito obrigado pela saudável convivência.

Ao colegiado de Pós-Graduação da FOUFGM,
pela oportunidade de fazer este curso.

Aos funcionários da FOUFGM pela disposição e boa vontade.

A 3M ESPE, por ceder parte do material utilizado neste trabalho.

A Heraeus Kulzer do Brasil, por ceder parte do material utilizado neste trabalho.

A todos que torceram e colaboraram nesta etapa da minha vida.

*Não por vaidade,
Mas para corresponderes
à obrigação sagrada
de contribuir
sempre mais e sempre melhor,
para a construção do mundo.....*

(D. Helder Câmara)

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de duas técnicas de ativação complementar, sobre a resina composta Filtek P-60[®], comparando-a com a resina composta laboratorial Artglass[®], por meio de ensaios de resistência ao dobramento e microdureza Vickers. Os grupos experimentais do estudo foram os seguintes: Grupo I – fotoativação convencional utilizando o aparelho fotoativador Optlight Plus[®]; Grupo II – após a fotoativação convencional, seguiu-se a ativação complementar por calor seco em estufa, a $125\pm 2^{\circ}\text{C}$, por 600 segundos; Grupo III - após a fotoativação convencional, seguiu-se a ativação complementar por luz em uma unidade laboratorial UniXS[®], por 360 segundos; Grupo IV – fotoativação em uma unidade laboratorial UniXS[®], por 360 segundos. Os grupos I, II e III foram confeccionados com Filtek P-60[®], e o grupo IV com Artglass[®]. Os ensaios de resistência ao dobramento seguiram os critérios da norma ISO 4049: 1988, e os ensaios de microdureza Vickers seguiram os critérios da norma ASTM E-384: 1999. Após os procedimentos de fotoativação e ativação complementar os corpos-de-prova foram mantidos em água deionizada a $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, armazenados, protegidos de luz ambiente. Após a análise estatística dos resultados pode-se concluir que, em relação à resistência ao dobramento, a ativação complementar da resina composta Filtek P-60[®], no grupo II e no grupo III, proporcionou um aumento desta propriedade. Os valores de resistência ao dobramento da resina composta Filtek P-60[®], no grupo I, foram estatisticamente iguais aos valores da resistência ao dobramento do grupo IV. Em relação à microdureza Vickers, a ativação complementar no grupo II e no grupo III, também proporcionou um aumento desta propriedade. Os valores de microdureza Vickers no grupo I foram superiores aos

valores de microdureza Vickers do grupo IV. Pelo presente estudo pode-se sugerir a utilização da resina composta Filtek P-60[®] pela técnica indireta, submetida à ativação complementar por calor seco com propriedades de resistência ao dobramento e microdureza Vickers adequadas. Entretanto é importante salientar a necessidade da realização de outros testes laboratoriais, além de estudos de avaliação clínica, para que esta nova técnica possa ser indicada.

ABSTRACT

The purpose of this study was to assess the influence of two additional activation techniques on the composite resin Filtek P-60[®], comparing it with the laboratorial composite resin Artglass[®], by means of bending strength and Vickers microhardness tests. The study experimental groups were the following: Group I – conventional photoactivation using the photoactivator Optlight Plus[®]; Group II – following the conventional photoactivation, the additional activation in a dry heat oven, at 125±2°C, for 600 seconds was carried out; Group III - after conventional photoactivation, the additional light activation in a laboratorial unit UniXS[®] for 360 seconds was carried out; Group IV –photoactivation in a laboratorial unit UniXS[®], for 360 seconds. Groups I, II and III were prepared with Filtek P-60[®], and group IV with Artglass[®]. The bending strength tests followed the 1988 ISO 4049 criteria:, and the Vickers microhardness tests followed the criteria of the ASTM E-384: 1999. Following the photoactivation and additional activation procedures, the test bodies were kept in deionized water at 37±1°C for 24 hours, and then stored protected from light. After the statistical analysis of the results it can be concluded that: the additional activation of the composite resin Filtek P-60[®], in group II and in group III, has provided an increase of the flexural strength. The bending strength values of the composite resin Filtek P-60[®], in group I, were statistically the same of the bending strength values in group IV. The additional activation in group II and group III has also provided an increase of the Vickers microhardness. The Vickers microhardness values in group I were superior to the Vickers microhardness values in group IV. It can be suggested by the present study the use of the composite resin Filtek P-60[®] by the indirect technique, subjected to dry heat additional activation with adequate bending strength and Vickers microhardness proprieties. However, it is important to point out the need of other laboratorial tests, in addition to clinical evaluation studies for the indication of this new technique.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Resinas compostas utilizadas | 74 |
| 2. | Matriz metálica utilizada para a confecção dos corpos-de-prova para os ensaios de dobramento | 76 |
| 3. | Aparato para fixação na máquina ensaios mecânicos (matriz de dobramento) | 79 |
| 4. | Matriz de PVC | 80 |
| 5. | Representação gráfica dos resultados do teste de Duncan para a resistência ao dobramento (TF - kgf/mm ²) | 86 |
| 6. | Representação gráfica dos resultados do teste de Duncan para a microdureza Vickers (VHN) | 88 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Procedimentos de ativação para os ensaios de resistência ao dobramento | 78 |
| 2. | Procedimentos de ativação para os ensaios de microdureza Vickers | 82 |
| 3. | Estatística descritiva dos resultados de resistência ao dobramento e microdureza Vickers | 84 |
| 4. | Análise de variância (ANOVA) dos valores de resistência ao dobramento (TFkgf/mm ²)..... | 85 |
| 5. | Comparação entre os grupos do teste de Duncan para a resistência ao dobramento (TFkgf/mm ²)..... | 86 |
| 6. | Análise de variância (ANOVA) dos valores de microdureza Vickers (VHN)..... | 87 |
| 7. | Comparação entre os grupos do teste de Duncan para a microdureza Vickers (VHN) | 88 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|-----------------|--|
| Bis-EMA | Bisfenol A-polietileno glicol dieter dimetacrilato |
| CEMA | Cianoetil metilanilina |
| CQ | Canforoquinona |
| DC | Profundidade de polimerização |
| DO | disto-olusal |
| E | Módulo de elasticidade |
| FM | Módulo de Flexão |
| FS | Resistência à flexão |
| gf | Grama / força |
| K | dureza Knoop |
| kgf | Quilo grama / força |
| MAA | Ácido metacrílico |
| MAAM | Metacrilamida |
| MAN | Anidrido maleico |
| MH | Microdureza |
| mm | Milímetro |
| mm ² | Milímetro quadrado |
| MO | mésio-oclusal |
| MOD | mésio-cluso-distal |
| MPa | Mega pascal |
| MPTS | Metacriloxipropiltrimetoxisilano |
| PS | Contração de polimerização |

| | |
|--------|---------------------------------|
| PTFE | Politertaafluoretileno |
| R | Módulo de resiliência |
| S | Resistência à flexão |
| SUCAN | Anidrido succínico |
| T | Tração diametral |
| T0 | tempo inicial |
| TEGDMA | Trietileno glicol dimetacrilato |
| TF | Resistência ao dobramento |
| TGA | Análise termogravimétrica |
| UDMA | Uretano dimetacrilato |
| VHN | Unidade de dureza Vickers |

SUMÁRIO

| | | |
|-----|---|-----|
| 1. | INTRODUÇÃO | 15 |
| 2. | REVISÃO DA LITERATURA | 20 |
| 3. | PROPOSIÇÃO | 73 |
| 4. | MATERIAL E MÉTODOS | 74 |
| 4.1 | Ensaio de dobramento..... | 75 |
| 4.2 | Ensaio de microdureza Vickers | 80 |
| 5. | RESULTADOS | 84 |
| 5.1 | Comparação dos grupos | 85 |
| 5.2 | Resultados de resistência ao dobramento | 85 |
| 5.3 | Resultados de microdureza Vickers | 87 |
| 6. | DISCUSSÃO | 90 |
| 7. | CONCLUSÕES | 102 |
| | REFERÊNCIAS | 103 |
| | ANEXOS | 109 |

1. INTRODUÇÃO

A procura por restaurações estéticas pelos pacientes de Odontologia tem sido cada vez mais crescente. Neste sentido as resinas compostas indiretas estão se tornando, a cada dia, mais populares para a execução de restaurações tipo “*inlay/onlay*”. Esta tendência deve-se principalmente ao fato das resinas compostas indiretas apresentarem uma maior facilidade de confecção, melhor polimento intrabucal e um menor custo financeiro, quando comparadas às cerâmicas odontológicas (KURDZIOLEK, LEINFELDER, DELAHAYE, 2000).

As primeiras resinas compostas surgiram em meados da década de 60 e, desde sua introdução na Odontologia, avanços significativos têm sido observados no sentido de melhorar suas características físicas e mecânicas. Esta melhoria visa principalmente a sua utilização em áreas sujeitas a cargas mastigatórias elevadas, como nos dentes posteriores (LOGUERCIO *et al.*, 2001). Entretanto, as resinas compostas ainda apresentam limitações como contração de polimerização, dificuldades de restabelecimento do contato proximal com o elemento vizinho na técnica de confecção direta, instabilidade de cor, sensibilidade pós-operatória, inadequada resistência à abrasão e à fratura em áreas extensas de contatos oclusais e polimerização incompleta (KAWANO *et al.*, 2001; PEUTZFELDET e ASMUSSEN, 1992; SOARES *et al.*, 2005).

Segundo Trushkowsky (1997), na tentativa de suprir as desvantagens das resinas compostas diretas, as resinas compostas para os sistemas indiretos foram introduzidas em meados da década de 80. Estas primeiras resinas compostas utilizadas no método indireto de restauração são relatadas como “a primeira geração

de compósitos indiretos”. Foram caracterizadas pela facilidade de confecção, bom resultado estético e adaptação marginal adequada. Contudo, apresentavam instabilidade de cor e altos níveis de desgaste oclusal, além de baixa resistência à flexão, fraturando-se com frequência.

Na década de 90, surgiu a segunda geração de compósitos indiretos, podendo-se destacar o sistema Artglass®, sendo descrito pelo fabricante como um polímero dentário não convencional. Este material é indicado para “*inlays*”, “*onlays*” e coroas totais, tendo incorporado em sua formulação monômeros multifuncionais e partículas de silicato de Bário. De acordo com o fabricante este compósito contém de quatro a seis grupos bifuncionais, o que promove maior grau de conversão polimérico, aumentando o número de ligações cruzadas e proporcionando boas propriedades físicas e mecânicas (LEINFELDER, 1997).

As resinas compostas indiretas “*inlay/onlay*” têm sido consideradas como sendo superiores às restaurações de resinas compostas diretas em cavidades classe II, apesar de apresentarem basicamente a mesma composição química. Esta afirmação se deve principalmente ao fato das resinas compostas, confeccionadas de forma indireta, não apresentarem contração de polimerização intrabucal, além de apresentarem uma relação de contato proximal adequada, que foi estabelecida em um modelo de trabalho em gesso pedra especial, resultando em menor infiltração marginal que aquelas confeccionadas pelo método direto (BOTTINO *et al.*, 2000; HASANREISOGLU *et al.*, 1996; KILDAL e RUYTER, 1997; LIBERMAN *et al.*, 1997; TANOUE, MATSUMURA, ASTUTA, 1999).

São descritas na literatura duas técnicas para a confecção de resinas compostas indiretamente, ou seja, com ativação extrabucal da resina, sendo a técnica semidireta ou direta / indireta e a técnica indireta propriamente dita. A técnica

semidireta é indicada apenas para restaurações classe II “*inlay*”. Nesta técnica a restauração é confeccionada em dois tempos, sendo um dentro da cavidade oral, onde a resina composta é inserida no preparo e fotoativada convencionalmente; e outro fora da cavidade oral, onde a restauração, após ter sido removida do preparo cavitário, sofre um retoque em toda a sua escultura, e é submetida à ativação complementar, sendo então cimentada ao dente preparado (SPREAFICO, KREJCI, DIETSCHI, 2005). Na técnica indireta, após o preparo cavitário, o dente é moldado com um elastômero, obtido um modelo de gesso-pedra especial, e a restauração é confeccionada sobre este modelo, ativada em unidades de fotoativação laboratoriais e depois cimentada ao preparo cavitário (CASSIN e PEARSON, 1992; GARONE NETTO e BURGER, 1998; PEUTZFELDT e ASMUSSEN, 1990).

Uma importante característica em uma restauração dental é a resistência ao desgaste, que é a propriedade mecânica que assegura que esta restauração permaneça em função de maneira adequada e segura por um longo período. A resistência ao desgaste refere-se à habilidade da restauração em resistir a cargas aplicadas. A dureza relaciona-se com a resistência ao desgaste, sendo definida como resistência à indentação produzida na superfície de um material (ANUSAVICE, 1998).

Quando se considera a resina composta como substituta do amálgama odontológico, a resistência à fratura é uma propriedade mecânica que deve ser considerada, devendo ser igual ou maior que a resistência à fratura do amálgama odontológico. Atualmente, vários sistemas de resinas compostas são indicados duplamente para a técnica direta e para a técnica indireta (ADABO *et al.*, 1994).

A durabilidade das restaurações estéticas em resina composta é diretamente influenciada pela polimerização do material. A polimerização incompleta

representa uma das principais causas de insucesso clínico destes materiais, impossibilitando alcançar propriedades físicas, mecânicas e biológicas desejadas (OERTLI, MANDARINO, GUERREIRO, 2002; SOARES *et al.*, 2005). Um importante aspecto considerado com relação às resinas compostas confeccionadas de forma indireta, é a possibilidade da utilização de unidades de luz laboratoriais, além da utilização de mecanismos de ativação complementar (MATSUMURA, TANOUE, ATSUTA, 1999; TANOUE, MATSUMURA, ATSUTA, 1999). Um grande número de procedimentos adicionais de polimerização tem sido proposto, incluindo ativação complementar por luz e por calor, possibilitando a utilização de resinas compostas diretas em restaurações indiretas, utilizando sistemas de ativação complementar, produzindo propriedades físicas, mecânicas e biológicas semelhantes ou até superiores às conseguidas com resinas compostas indiretas (SOARES *et al.*, 2005).

Com a finalidade de melhorar propriedades como a resistência ao dobramento, a microdureza e a estabilidade de cor, alguns sistemas de resinas compostas são baseados na fotoativação, seguida por uma ativação complementar, que pode estar baseada na fotoativação em unidades laboratoriais, nas quais existe alguma geração de calor, no aquecimento ou em uma combinação de ambos, denominada ativação complementar ou pós cura. A melhoria das propriedades das resinas compostas submetidas à ativação complementar pode estar relacionada a uma redução na quantidade de ligações duplas de Carbono remanescentes no polímero. Espera-se que a ativação complementar extrabucal possa aumentar a longevidade clínica das restaurações em resina composta (KILDAL e RUYTER, 1997; PEUTZFELDT e ASMUSSEN, 1991, 2000; REINHARDT, BOYER, STEPHENS, 1994; WENDT, 1987). A ativação de resinas compostas em unidades laboratoriais pode ser influenciada pelo número de lâmpadas, sua disposição

espacial e a temperatura atingida durante a exposição (ADABO *et al.*, 1994; DISCACCIATI *et al.*, 2001).

A literatura especializada tem mostrado que estas resinas compostas, indicadas tanto para a técnica direta quanto para a técnica indireta, são passíveis de serem submetidas à ativação complementar com a finalidade de obter uma melhoria nas suas propriedades físicas e mecânicas. Entretanto, ainda não está completamente claro se a melhoria das propriedades mecânicas das resinas compostas submetidas é dependente da ativação complementar em unidades laboratoriais. Assim sendo parece lícito testar a ativação complementar por meio de um sistema mais simples e com um menor custo financeiro, para verificar se poderia haver melhoria na resistência ao dobramento e na microdureza Vickers.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Com o propósito de substituir o amálgama em alguns casos, James e Yarovesky (1983) introduziram o Isosit[®], um sistema de resina composta ativada a 120°C a 6,0atm por seis minutos. Um molde da cavidade era feito e um troquel obtido. O material da base de corpo era aplicado e sobre ele uma pequena camada de material para incisal era também aplicada. O material era então termoativado a 100°C a 6,0atm por três minutos. O Isosit[®] iria se contrair menos de 1% nesta primeira ativação. A restauração “inlay” era reembasada adicionando-se a quantidade de material necessário e a segunda termoativação deveria ser realizada a 120°C e 6,0atm por seis minutos. Para a cimentação recomendava-se cimento fotoativado. Os autores concluíram que a técnica oferecia várias vantagens: 1) a restauração “inlay” de Isosit[®] era mais estética do que amálgama e “inlay” áurica; a união da restauração ao agente cimentante com condicionamento ácido ao esmalte proporcionava maior resistência à fratura; 2) o preparo cavitário para Isosit[®] era mais conservador e a restauração não desgastava as estruturas dentais dos dentes antagonistas quando comparado com a cerâmica; 3) a restauração de Isosit[®] era mais duradoura, possuindo maior precisão, não tinha porosidade, e era mais estética quando comparada com as resinas compostas convencionais; 4) a restauração cimentada com o cimento resinoso e condicionamento ácido do esmalte formou um novo padrão de selamento marginal; 5) a restauração poderia ser reparada na cavidade bucal com resinas compostas convencionais.

Wendt (1987) avaliou o efeito da ativação complementar, com aquecimento, nas propriedades físicas como resistência ao desgaste, dureza e

estabilidade de cor de resinas compostas. Para tanto utilizou a resina composta híbrida Profile TLC[®] (SS White), e as resinas compostas indicadas para dentes posteriores P-30[®] (3M) e Oclusin[®] (Coe). Foram confeccionados 70 corpos-de-prova de cada resina composta. Dez corpos-de-prova de cada resina composta foram fotoativados na unidade Coe-lite[®] (Coe) e colocados em água a 37°C ± 1°C durante 15 minutos. Os outros corpos-de-prova foram divididos em seis grupos que foram fotoativados na unidade Coe-lite[®] e, em seguida, aquecidos a seco na unidade de aquecimento Thermo Cure[®] (Ney), por 10 minutos, iniciando cinco minutos após a fotoativação. Cada um dos seis grupos foi aquecido em uma das seguintes temperaturas respectivamente: 60°C, 100°C, 125°C, 150°C, 175°C, 200°C. A dureza Rockwell de todas as resinas compostas estudadas aumentou da temperatura ambiente até 125°C, permanecendo inalterada até a temperatura de 200°C. Os números de dureza Rockwell foram: P-30[®] (75RHN - temp. ambiente; 79RHN - 60°C; 84RHN - 100°C; e 85RHN para as temperaturas de 125°C 150°C, 175°C e 200°C); Oclusin[®] (63RHN - temp. ambiente; 73RHN - 60°C; 77RHN - 100°C; 77RHN - 125°C; e 78RHN para as temperaturas de 150°C, 175°C e 200°C); Profile TLC[®] (48RHN - temp. ambiente; 64RHN - 60°C; 77RHN para as temperaturas de 100°C, 125°C e 150°C; e 78RHN para as temperaturas de 175°C e 200°C). O autor concluiu que as propriedades, como resistência ao desgaste, dureza e estabilidade de cor, poderiam ser melhoradas com uma ativação complementar por aquecimento, sendo a temperatura de 125°C definida como ótima para a melhoria das propriedades físicas das resinas compostas testadas.

Kanca III (1989) avaliou o efeito do aquecimento com calor seco na dureza superficial de quatro resinas compostas fotoativadas. Foram utilizadas as resinas compostas P-50[®] (3M), Silux[®] (3M), Herculite XR[®] (Kerr) e Heliomolar[®]

(Vivadent). Para a confecção dos corpos-de-prova, as resinas compostas foram condensadas em uma matriz de plástico com 2,0mm de espessura e 7,0mm de diâmetro e fotoativadas por 40 segundos a uma distância de 2,0mm. Para aplicação de calor foi utilizado um forno a 130°C por 2,5; 5,0; 7,5 minutos, e uma unidade laboratorial Coltene heat-oven® (Coltene). Os corpos-de-prova foram armazenados de duas maneiras: em ambiente ao abrigo de luz a 100% de umidade a 37°C, e em ambiente ao abrigo de luz, seco a 23°C, armazenados nos tempos 0; 5,0 minutos; 1,0 hora; 24,0 horas; sete dias. Foram confeccionados cinco corpos-de-prova de cada resina composta para cada condição estudada. Após as condições de armazenagem foram realizadas três leituras de dureza Barcol em cada corpo-de-prova. O autor encontrou um aumento da dureza em todas as resinas compostas estudadas após 2,5 minutos de aquecimento a 130°C, mas não houve diferenças estatisticamente significantes em relação à dureza nas resinas compostas estudadas com aumento nos tempos de aquecimento. Os dois métodos de aquecimento apresentaram aumentos equivalentes de dureza. Não houve diferenças estatisticamente significantes em relação à dureza Barcol entre as condições de armazenagem dos corpos-de-prova.

Wendt (1989) estudou a influência do tempo de ativação complementar por calor seco a 125°C, na resistência à tração diametral, dureza e resistência ao desgaste de três resinas compostas. Para tanto foram utilizadas as resinas compostas Profile TLC® (SS-White), P-30® (3M) e Oclusin® (Coe). Foram confeccionados 140 corpos-de-prova de cada resina composta a partir de uma matriz metálica com 3,0mm x 6,0mm, segundo a especificação nº 27 ADA. Após a inserção da resina composta os corpos-de-prova foram fotoativados por 20 segundos em cada face com auxílio de uma unidade fotoativadora de luz visível.

Setenta corpos-de-prova foram destinados aos ensaios de resistência à tração diametral e setenta corpos-de-prova aos ensaios de dureza e resistência ao desgaste. Os corpos-de-prova foram assim divididos: G1 – 20 corpos-de-prova apenas fotoativados, 10 para os ensaios de resistência à tração e 10 para os ensaios de dureza e resistência ao desgaste. Os corpos-de-prova deste grupo foram armazenados em água destilada a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, por 15,0 minutos antes dos testes; G2 – 20 corpos-de-prova ativados secundariamente cinco minutos após a fotoativação convencional, em um forno Ney[®] a 125°C por 2,5 minutos, 10 para os ensaios de resistência à tração e 10 para os ensaios de dureza e resistência ao desgaste; G3 - 20 corpos-de-prova ativados secundariamente cinco minutos após a fotoativação convencional, em um forno Ney[®] a 125°C por 5,0 minutos, 10 para os ensaios de resistência à tração e 10 para os ensaios de dureza e resistência ao desgaste; G4 - 20 corpos-de-prova ativados secundariamente cinco minutos após a fotoativação convencional, em um forno Ney[®] a 125°C por 7,5 minutos, 10 para os ensaios de resistência à tração e 10 para os ensaios de dureza e resistência ao desgaste; G5 - 20 corpos-de-prova ativados secundariamente cinco minutos após a fotoativação convencional, em um forno Ney[®] a 125°C por 10,0 minutos, 10 para os ensaios de resistência à tração e 10 para os ensaios de dureza e resistência ao desgaste; G6 - 20 corpos-de-prova ativados secundariamente cinco minutos após a fotoativação convencional, em um forno Ney[®] a 125°C por 15,0 minutos, 10 para os ensaios de resistência à tração e 10 para os ensaios de dureza e resistência ao desgaste. Os testes de dureza Rockwell foram realizados e, após estes testes, os corpos-de-prova foram submetidos a testes de abrasão em 2000, 5000 e 10000 ciclos em uma máquina de abrasão Taber. Os corpos-de-prova foram medidos antes e após os ciclos de abrasão para se calcular a perda estrutural. Os valores de

dureza Rockwell encontrados foram: Profile TLC[®] (controle- 55 RHN; 2,5 minutos de aquecimento – 75RHN; 5,0 minutos de aquecimento – 76RHN; 7,5 e 10,0 minutos de aquecimento – 77RHN; 15,0 minutos de aquecimento – 76RHN), P-30[®] (controle- 76RHN; 2,5 minutos de aquecimento – 84RHN; 5,0, 7,5 e 15,0 minutos de aquecimento – 85RHN; 10,0 minutos de aquecimento – 84RHN), Oclusin[®] (controle- 52,9RHN; 2,5 minutos de aquecimento – 58,8RHN; 5,0 minutos de aquecimento – 59,6RHN; 7,5 minutos de aquecimento – 62,5RHN; 10,0 minutos de aquecimento – 61,8 RHN; 15,0 minutos de aquecimento – 57,5RHN). Os autores concluíram que a ativação complementar por calor a 125°C aumentou significativamente a resistência à tração diametral, a dureza e a resistência ao desgaste. Em relação à resistência à tração diametral e à dureza não houve diferenças estatisticamente significantes no que diz respeito aos tempos de ativação complementar. Já para a resistência ao desgaste o tempo de ativação complementar de 7,5 minutos proporcionou os maiores valores de resistência.

Peltzfeldt e Asmussen (1990) investigaram três sistemas de resinas compostas utilizando técnicas de confecção de restaurações diretas e indiretas. Os autores verificaram a formação de gaps marginais utilizando um troquel metálico padrão, confeccionado em latão, simulando uma cavidade MOD. A resina composta Brilliant[®] foi ativada por quatro períodos de 60 segundos com o fotoativador Translux CL[®]. A restauração “inlay” foi removida do modelo de latão, transferida para temperatura ambiente e processada por sete minutos no forno DI-500 Coltene[®]. A mesma restauração foi confeccionada pela técnica indireta. Para execução da técnica direta, a resina composta Estilux Posterior CVS[®] foi ativada por quatro períodos de 20 segundos. Na metade oclusal da cavidade foi aplicado A20 Kulser[®] e fotoativada por dois períodos de 20 segundos. Em seguida, a restauração foi

removida do modelo padrão e transferida para temperatura ambiente e ativada em uma unidade Dentacolor XS Kulser[®] por seis minutos. Uma série desta resina foi confeccionada também pela técnica indireta. A resina composta indireta SR-Isosit Ivoclar[®] era ativada por calor e pressão permitindo somente a técnica indireta, ativada em um aparelho Ivomat IP3 Ivoclar[®] por 10 minutos com pressão de 87psi com temperatura de 120°C. Cada uma das cinco séries consistiu de cinco “inlays”. Para verificação de “gaps” marginais, dentes humanos foram estocados em cloramina a 1%, embutidos em resina epóxica e confeccionados preparos cavitários padrão com margens em esmalte e dentina que apresentavam as dimensões de 2,14mm de profundidade, 3,5mm de diâmetro e 10° de angulação. Foram confeccionadas sobre os dentes e os modelos dos dentes, cinco séries de restaurações, seguindo o padrão de confecção sobre o modelo de latão. Para as restaurações obtidas a partir de preparos em dentes, as paredes da cavidade e a superfície interna da restauração foram acabadas com pontas diamantadas de granulação de 30µm. As restaurações foram cimentadas, cada qual com o agente cimentante indicado pelos fabricantes. A discrepância axial foi medida com auxílio de microscópio estereoscópico. As medidas foram realizadas na superfície cervical das caixas proximais em três pontos determinados totalizando seis leituras denominadas discrepância axial inicial T0. Após as mensurações as restaurações “inlays” foram removidas e mantidas à 23° C. Depois de 24 horas foram colocadas na cavidade a 37°C e a discrepância axial foi obtida novamente, sendo denominada T24. Após a cimentação as restaurações foram mantidas a 37°C por 10 minutos, polidas e submetidas a leitura da máxima largura de contração marginal do *gap*. Os autores concluíram que a discrepância axial variou entre 17µm e 121µm, inicialmente e depois de 24 horas nenhuma diferença na discrepância axial foi encontrada nas

técnicas diretas e indiretas para as resinas Brilliant[®] e Estilux CVS[®]. Para as duas marcas comerciais utilizadas no início, a técnica direta demonstrava menor discrepância do que a técnica indireta e após 24 horas não foi encontrada nenhuma diferença. A resina composta indireta SR-Isosit-Ivoclar[®] apresentou maior discrepância marginal nos tempos inicial e após 24 horas quando comparada aos mesmos tempos das resinas compostas Brilliant[®] e Estilux CVS[®].

Wendt e Leinfelder (1990) investigaram o desempenho clínico da ativação complementar por calor em resinas compostas, através de métodos diretos e indiretos de avaliação clínica. Foi utilizada a resina composta Oclusin[®] (Coe), para a confecção de 60 restaurações “inlay” em cavidades classe I e classe II. Trinta restaurações foram apenas fotoativadas na cavidade oral e trinta após a fotoativação, foram removidas da cavidade e submetidas a ativação complementar por calor seco. Todas as superfícies dentinárias dos preparos foram forradas com cimento de ionômero de vidro. As resinas compostas foram fotoativadas pela unidade Prismetics Lite[®] (LD Caulk), por 60 segundos em direção à superfície oclusal. Após a remoção da matriz a caixa proximal foi verificada e submetida a uma fotoativação adicional por 40 segundos. Para o grupo que foi submetido à ativação complementar por calor, esta se deu em um forno Ney Thermocure por 7,5 minutos a $125\pm 1^{\circ}\text{C}$. As restaurações foram avaliadas de acordo com os critérios do US Public Health Service nas seguintes características: estabilidade de cor, infiltração marginal, adaptação marginal, cáries secundárias, desgaste ou perda da forma anatômica, textura superficial e sensibilidade pós-operatória. Cada restauração foi avaliada diretamente por dois clínicos treinados e calibrados. Posteriormente às avaliações diretas, seguiram-se as avaliações indiretas após três, seis e doze meses do término das restaurações. Foram realizadas fotografias, moldagens com polivinil

siloxano para análise do desgaste e textura superficial. Os autores concluíram que a ativação complementar por calor tornou a matriz resinosa mais resistente a fraturas intra-orais, melhorou a integridade marginal e diminuiu a sensibilidade pós-operatória. No período de doze meses, a ativação complementar por calor não proporcionou melhor resistência ao desgaste quando comparada às restaurações apenas fotoativadas.

Peutzfeldt e Asmussen (1991) avaliaram as propriedades mecânicas de três resinas compostas para a técnica "*inlay/onlay*", resistência à tração diametral, resistência à flexão e módulo de elasticidade e determinaram a influência da ativação extra-oral nestas propriedades. Seis corpos-de-prova (3,0 x 6,0mm) de cada material foram confeccionados para o teste de resistência à tração diametral. Seis corpos-de-prova (2,0x2,0x10,0mm) foram confeccionados para o teste de resistência à flexão (*S*) e módulo de elasticidade (*E*). Foram utilizadas as resinas compostas Brilliant[®], Estilux posterior CVS[®] e SR Isosit[®] incisal e dentina. Os corpos-de-prova de Brilliant[®] foram divididos em dois grupos. No primeiro grupo os corpos-de-prova foram cobertos por um filme plástico transparente de ambos os lados e fotoativados pela unidade de fotoativação convencional Translux CL[®] (Kulzer) por 60 segundos em cada lado. No segundo grupo, após a ativação convencional os corpos-de-prova foram separados do modelo e ativados adicionalmente por sete minutos na unidade DI 500 *light/heat curing oven*[®] (Coltene). Os corpos-de-prova de Estilux posterior CVS[®] foram fotoativados por 20 segundos em ambos os lados pela unidade Translux CL[®] (Kulzer) e, um segundo grupo, após a ativação convencional, os corpos-de-prova foram ativados adicionalmente na unidade laboratorial Dentacolor XS[®] (Kulzer), por seis minutos. Os espécimes de SR Isosit[®] nas cores incisal e dentina foram cobertos em um dos lados com uma folha

de alumínio, e no outro com uma fina camada do agente SR Isosit N-Fluid[®], e ativados no aparelho hidropneumático de ativação Ivomat IP3[®], por 10 minutos com seis atmosferas de pressão, a 120°C. Em seguida, os corpos-de-prova foram armazenados por uma semana em água a 37°C. Os autores encontraram os seguintes valores médios para os ensaios de resistência à flexão (*S*) e módulo de elasticidade (*E*): Brilliant[®] (convencional – (*S*) – 159,0MPa; (*E*) – 6267MPa; ativação complementar – (*S*) – 155,0MPa; (*E*) – 6578MPa); Estilux posterior CVS[®] (convencional – (*S*) – 121,0MPa; (*E*) – 9332MPa; ativação complementar – (*S*) – 165,0MPa; (*E*) – 13148MPa); SR Isosit[®] dentina (*S*) – 119,0MPa; (*E*) – 3656MPa); SR Isosit[®] incisal (*S*) – 152,0MPa; (*E*) – 3867MPa. Após os ensaios de resistência à tração diametral e de resistência à flexão, os autores concluíram que a resina composta SR Isosit[®] apresentou um baixo módulo de elasticidade, uma alta resistência à tração diametral e uma baixa resistência à flexão. Para a resina composta Brilliant[®], a ativação adicional não resultou em aumento das propriedades mecânicas, e para Estilux posterior CVS[®] a ativação adicional aumentou a resistência à flexão e módulo de elasticidade.

Peutzfeldt e Asmussen (1991) avaliaram o efeito da adição do ácido carboxílico anidro nas propriedades mecânicas de resinas compostas fotoativadas e ativadas secundariamente por calor. Foram desenvolvidas 42 resinas compostas experimentais com diferenças na composição química, e estas foram submetidas aos ensaios de resistência à tração diametral (*T*), resistência à flexão (*S*), e comparadas em relação ao módulo de elasticidade (*E*) e módulo de resiliência (*R*). Os corpos-de-prova para os testes de flexão foram confeccionados a partir de uma matriz nas dimensões de 10,0 X 2,0 X 2,0mm. Todos os corpos-de-prova foram fotoativados por 40 segundos de cada lado e ativados secundariamente por uma

hora a 150°C, e em seguida armazenados a 37°C por uma semana antes dos testes. O módulo de elasticidade foi determinado pelos testes de resistência à flexão. Os autores concluíram que as resinas compostas à base de UEDMA e HEMA obtiveram propriedades mecânicas superiores (médias: $S = 207,37\text{MPa}$ e $E = 9,31\text{GPa}$) às resinas compostas à base de BISGMA e TEGMA (médias: $S = 174,25\text{MPa}$ e $E = 8,77\text{GPa}$). Os autores encontraram propriedades mecânicas superiores nas resinas compostas que continham Metacrilamida (MAAM) e Anidrido Maleico (MAN).

Peutzfeldt e Asmussen (1992) mediram resistência à tração diametral (T), resistência à flexão (S), módulo de elasticidade (E) e módulo de resiliência (R) de resinas compostas contendo anidro carboxílico, submetidas à ativação complementar em diferentes temperaturas e períodos de tempo. Duas resinas compostas foram preparadas com os seguintes componentes: BISGMA; TEGDMA; UEDMA; HEMA; canforoquinona (CQ); N,N cianoetil metilnilina (CEMA); ácido metacrílico (MAA); metacrilamida (MAAM); anidrido maleico (MAN); anidrido succinico (SUCAN); partículas de vidro silanizadas (GM31685). As resinas compostas preparadas ficaram com a seguinte composição:

| | | | |
|------------|----------|-------------|----------|
| A - UEDMA: | 45 Mol-% | B - BISGMA: | 20 Mol-% |
| HEMA: | 15 Mol-% | TEGDMA: | 20 Mol-% |
| MAA: | 5 Mol-% | UEDMA: | 20 Mol-% |
| MAAM: | 25 Mol-% | MAA: | 5 Mol-% |
| SUCAN: | 10 Mol-% | MAAM: | 15 Mol-% |
| | | MAN: | 20 Mol-% |

Para medir a influência da temperatura de pós-cura foram confeccionados oito corpos-de-prova da resina A, fotoativados com a unidade Luxor® (ICI), por 40 segundos em cada lado, e em seguida pós-curados por uma hora nas seguintes temperaturas: 37°C, 75°C, 100°C, 125°C, 150°C, 175°C, 200°C, 225°C. Para medir o efeito da duração da pós-cura, foram confeccionados seis corpos-de-prova da resina B, fotoativados inicialmente como os corpos-de-prova da resina A e, em seguida, pós-curados a 150°C pelos seguintes períodos de tempo respectivamente: 0h, 1/6h, 1/2h, 1h, 6h, 24h. Depois de armazenados em água os corpos-de-prova tiveram suas arestas planificadas e foram submetidos aos testes. Os autores encontraram melhores resultados de resistência à flexão e módulo de elasticidade em temperaturas de pós-cura entre 125°C (S – 213MPa e E – 12,7GPa) e 150°C (S – 224MPa e E – 11,5GPa). Os valores de resistência à flexão e módulo de elasticidade aumentaram com o aumento do tempo de duração da pós-cura (0 horas S – 148MPa e E – 6,7GPa; 24 horas S – 193MPa e E – 8,9GPa). Devido a uma descoloração da resina composta em tempos de pós-cura entre seis e 24 horas, um tempo de uma hora foi recomendado, embora os valores de S com 10 minutos de pós-cura tenham sido estatisticamente semelhantes aos valores encontrados com uma hora.

Khan *et al.* (1993) estudaram os efeitos da ativação complementar com calor seco nas propriedades mecânicas das resinas compostas laboratoriais CR Inlay®, Estilux Posterior CVS®, Brilliant DI®, e das resinas compostas diretas P-50®, Clearfill Photo Posterior®, Brilliant Lux®. Foram realizados testes de dureza Knoop, resistência à tração diametral e resistência à compressão. Foram confeccionados corpos-de-prova a partir de uma matriz de aço com 3,0mm de espessura e 6,0mm de diâmetro, sendo confeccionados seis corpos-de-prova para cada resina composta

para cada um dos testes. Os corpos-de-prova foram divididos em dois grupos experimentais: em um grupo foi realizada a ativação por luz visível seguindo as recomendações dos fabricantes de cada resina composta; no segundo grupo após a fotoativação convencional foi realizada a ativação complementar por calor seco a 100°C durante 15 minutos. Para os testes de dureza Knoop e resistência à tração diametral os corpos-de-prova foram fotoativados em apenas um lado. Para o teste de resistência à compressão os corpos-de-prova foram fotoativados em ambos os lados. Após a confecção dos corpos-de-prova, estes foram armazenados a 37°C por 24 horas em ambiente seco. A dureza Knoop aumentou em todas as resinas compostas estudadas após a ativação complementar por calor seco tanto na superfície em que ocorreu a fotoativação quanto na superfície oposta. Os autores concluíram que a ativação complementar por calor seco aumentou as propriedades mecânicas estudadas em todas as resinas compostas. A resina composta P-50[®] foi a que apresentou as melhores propriedades mecânicas após a ativação complementar por calor.

Adabo *et al.* (1994) avaliaram a dureza de três resinas compostas indicadas para dentes posteriores, ativadas por diferentes técnicas. Para este estudo foram utilizadas as resinas compostas SR-Isosit[®] (Ivoclar), termoativada; P-50[®] (3M Brasil) e Estilux posterior CVS[®] (Kulzer), fotoativada. Os corpos-de-prova foram confeccionados a partir de matrizes de gesso em forma de “V” com 13,0mm de comprimento, 4,0 mm de largura e 1,5mm de profundidade. Após a inserção das resinas compostas nas matrizes procedeu-se as ativações de acordo com as seguintes condições: C0 – condição controle: resina SR-Isosit[®] termoativada em água no aparelho Ivomat[®], à temperatura de 120°C, sob pressão de 6,0 atmosferas durante 10 minutos; C1 – resina P-50[®]: fotoativação por 60 segundos através do

aparelho Translux VL[®] (Kulzer); C2 - resina P-50[®]: fotoativação por 60 segundos através do aparelho Translux VL[®] (Kulzer), seguida de uma ativação complementar térmica em água no aparelho Ivomat[®], a 120°C, sob pressão de 6,0 atmosferas durante 10 minutos; C3 - resina P-50[®]: fotoativação por 60 segundos através do aparelho Translux VL[®] (Kulzer), seguida de uma ativação complementar fototérmica através do dispositivo *light-box*[®] acoplado ao aparelho Translux VL[®] (Kulzer), durante 6,0 minutos; C4 – resina Estilux posterior CVS[®]: ativação pela mesma técnica descrita em C1; C5 - resina Estilux posterior CVS[®]: ativação pela mesma técnica descrita em C2; C6 - resina Estilux posterior CVS[®]: ativação pela mesma técnica descrita em C3. Após os procedimentos de ativação os corpos-de-prova foram armazenados por sete dias em vidro âmbar contendo água destilada à temperatura de 37°C. Em seguida os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de dureza Vickers com carga de 50gf. Os autores concluíram que os maiores valores de dureza Vickers foram obtidos para as resinas compostas P-50[®] e Estilux posterior CVS[®], submetidas à ativação complementar no dispositivo *light-box*[®], com valores médios entre 134,57 e 146,00VHN, respectivamente. As demais condições apresentaram médias inferiores e semelhantes entre si.

Reinhardt, Boyer, Stephens (1994) avaliaram o efeito da ativação secundária em resinas compostas indiretas posteriores em relação à resistência, módulo de elasticidade e dureza. Foram utilizadas cinco resinas compostas indiretas: Brilliant[®] (Coltene), Concept[®] (Ivoclar), CR-Inlay[®] (J. Morita), Herculite XRVLab[®] (Kerr), Visio-Gem[®] (Espe). Dez espécimes (1,0 x 4,0 x 12,0mm) de cada resina foram confeccionados em um modelo de gesso. Todos os materiais com exceção do Concept[®] (Ivoclar), foram fotoativados por 120 segundos na unidade

Coltolux II[®] (Coltene). A resina composta Concept[®] (Ivoclar) não foi fotoativada por se tratar de uma resina ativada por calor e pressão apenas. As outras quatro resinas compostas foram submetidas a uma segunda fase experimental, na qual após a ativação convencional, dez espécimes de cada uma delas, sofreram ativação secundária por: 1) calor e luz (Brilliant[®]); 2) calor (CR-Inlay[®]); 3) luz e vácuo (Visio-Gem[®]); 4) água em ebulição (Herculite[®]), utilizando equipamentos laboratoriais e instruções recomendadas por cada fabricante. Após o processo de ativação complementar os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24h, e então foram realizados os ensaios de resistência à flexão, módulo de elasticidade e microdureza Knoop. As resinas compostas estudadas apresentaram os seguintes valores médios de resistência à flexão (S), módulo de elasticidade (E), e dureza Knoop (K), após a ativação secundária: CR-Inlay[®] (S – 119,6MPa; E – 10,8GPa; K – 73,5KHN); Brilliant[®] (S – 98,1MPa; E – 7,3GPa; K – 52,8KHN); Herculite[®] (S – 70,8MPa; E – 6,5GPa; K – 52,5KHN); Visio-Gem[®] (S – 61,4MPa; E – 0,9GPa, K – 15,6KHN). A resina composta Concept[®] apresentou os seguintes valores: S – 46,7MPa; E – 2,1GPa e K – 49,5KHN. Os autores concluíram que o processo de ativação secundária resultou em um aumento de 11% na resistência à flexão das resinas compostas testadas quando comparadas com amostras apenas fotoativadas. A resina composta CR-Inlay[®] apresentou os maiores valores de resistência à flexão, módulo de elasticidade e microdureza Knoop, após a pós-cura.

Hasanreisöglu *et al.* (1996) avaliaram a microinfiltração em resinas diretas e indiretas para restaurações tanto “inlay” quanto “onlay” utilizando quatro tipos de compósitos: Isosit[®], EOS Inlay[®], Brilliat Dentin[®] e Estilux Posterior[®]. As duas primeiras resinas se destinavam, unicamente, ao uso indireto e consistiam em matriz de Bis-GMA acrescidas de partículas de sílica como carga. As duas últimas eram

também à base de Bis-GMA, porém, acrescidas de silicato de Bário e ativadas em forno de radiação luminosa. Foram utilizados 60 pré-molares extraídos, que foram divididos em seis grupos. Foram confeccionadas cavidades padronizadas do tipo MOD com profundidade de 2,0mm. Para a confecção das restaurações, foram utilizadas diferentes técnicas: para os sistemas EOS Inlay[®] e Isosit[®] foram confeccionadas impressões de polivinilsiloxano e modelos dos preparos cavitários. O sistema EOS Inlay[®] foi aplicado sobre o modelo de trabalho e fotoativado por 40 segundos; em seguida a restauração foi removida do troquel e a parte interna fotoativada por mais 40 segundos. O sistema Isosit[®] foi aplicado sobre o modelo, coberto e ativado por fluido SR-Isosit N[®] e levado à unidade Ivomat IP3[®]. Os sistemas Brilliant Dentin[®] e Estilux Posterior[®] poderiam ser usados direta ou indiretamente, sendo que restaurações “inlay” destes materiais foram obtidas a partir das duas técnicas. Cada material foi cimentado de acordo com a recomendação de cada fabricante. O teste de infiltração foi realizado selando-se completamente os dentes, exceto a 1,0mm em torno da restauração. Os dentes foram armazenados e termociclados 500 vezes de 5°C a 50°C com intervalos de 30 segundos. Os dentes foram então imersos em fucsina básica a 0,5% por 24 horas e avaliados em estereomicroscópio de 40x de aumento. Os autores concluíram que as resinas confeccionadas pelo método indireto possuíam menor infiltração do que as confeccionadas pelo método direto.

Park (1996) comparou o grau de ativação das resinas compostas após a ativação complementar por calor seco. Para a realização deste estudo foram utilizadas as resinas compostas Brilliant[®] (Coltene), Charisma[®] (Kulzer), CR Inlay[®] (J Morita) e Z-100[®] (3M), sendo confeccionados 20 corpos-de-prova de cada resina composta. Os corpos-de-prova foram confeccionados com 4,0mm de diâmetro e

4,0mm de altura, sendo a resina composta inserida em um molde de teflon nestas dimensões, coberta com uma lâmina de vidro e fotoativada por 60 segundos pelo topo, com auxílio do fotoativador Max Curing Light® (LD Caulk), com intensidade luminosa de 405mW/cm². Após a fotoativação os corpos-de-prova foram divididos por três linhas em quatro seções A, B, C e D, de acordo com sua distância da fonte de luz durante a fotoativação. Dez amostras de cada resina composta foram submetidas a ativação complementar da seguinte maneira:

- a. Brilliant® - ativação complementar por luz e calor durante sete minutos a 120°C (DI-500 / Coltene);
- b. Charisma® - ativação complementar por luz e calor durante seis minutos a 95°C (Light Box /Kulzer); III – CR Inlay® - ativação complementar por calor durante quinze minutos a 100°C (CR 100® / J. Morita); IV – Z-100® - ativação complementar por luz e calor durante sete minutos a 120°C (DI-500® / Coltene).

Após os procedimentos de ativação os corpos-de-prova foram armazenados em ambiente seco, ao abrigo de luz, por três dias. Os corpos-de-prova foram seccionados nas quatro partes A, B, C e D ao longo das linhas previamente desenhadas. Para determinação do grau de conversão foi utilizado um espectrômetro FT-IR. As porcentagens médias do grau de ativação das resinas compostas estudadas foram: Brilliant®- fotoativação (A – 70,2%; B – 63,4%; C – 59,6%; D – 55,7%), fotoativação e ativação complementar (A – 74,2%; B – 72,7%; C – 72,7%; D – 74,4%); Charisma® - fotoativação (A – 47,0%; B – 47,0%; C – 35,3%; D – 35,1%), fotoativação e ativação complementar (A – 62,2%; B – 61,1%; C – 60,9%; D – 61,9%); CR Inlay® - fotoativação (A – 58,0%; B – 57,9%; C – 54,1%; D – 53,9%), fotoativação e ativação complementar (A – 65,3%; B – 63,0%; C – 62,7%; D –

65,2%) e Z-100[®] - fotoativação (A – 53,0%; B – 52,9%; C – 46,0%; D – 35,5%), fotoativação e ativação complementar (A – 71,2%; B – 69,4%; C – 69,3%; D – 70,7%). Os autores concluíram que nas resinas compostas apenas fotoativadas o grau de conversão diminuiu com o aumento da distância da fonte de luz, especialmente quando esta distância excedeu 2,0mm. Houve um aumento significativo no grau de conversão após a ativação complementar, em ambos os materiais, porém com valores diferentes entre estes materiais.

Park e Lee (1996) investigaram a influência do grau de conversão por calor e da distância da fonte de luz no grau de conversão monomérico de uma resina composta. Foram confeccionados 20 corpos-de-prova a partir de uma matriz de teflon com 5,0mm de diâmetro e 4,0mm de espessura utilizando a resina composta Brilliant na cor D3 esmalte. Após a inserção da resina composta na matriz, uma lâmina de vidro foi posicionada sobre esta e procedeu-se a fotoativação no topo por 60 segundos com auxílio da unidade Max Curing Light[®] (Caulk), com intensidade luminosa de 411mW/cm². Dez corpos-de-prova foram submetidos à ativação complementar por calor a 120°C por sete minutos na unidade DI 500[®] (Coltene). Após os procedimentos de ativação as amostras foram armazenadas ao abrigo de luz e umidade por três dias. As amostras foram então seccionadas em quatro partes de 1,0mm de espessura cada, por um disco diamantado. Em seguida as partes seccionadas foram polidas com papel de SiC com irrigação por água para se remover a zona de inibição de oxigênio, atingindo a espessura de 50-70µm. O grau de conversão foi medido através de um espectrômetro de infravermelho FT-IR. A porcentagem média do grau de ativação da resina composta estudada foi a seguinte: fotoativação (A – 70,2%; B – 63,4%; C – 59,6%; D – 55,7%); fotoativação seguida de ativação complementar (A – 74,2%; B – 72,7%; C – 72,7%; D – 74,4%).

Os autores concluíram que, nas amostras que não sofreram ativação complementar por calor, o grau de conversão diminuiu à medida que a distância da fonte de luz aumentou. As amostras submetidas à ativação complementar por calor apresentaram um aumento no grau de conversão independente da distância da fonte de luz.

Adabo, Cruz, Zanarotti (1997) avaliaram a dureza superficial de resinas compostas submetidas a diferentes técnicas de ativação complementar. Para tanto foram utilizadas as resinas compostas Charisma[®] e Z-100[®], compactadas sobre uma matriz circunferencial de aço inoxidável com 5,0mm de diâmetro e 2,0mm de espessura. Para cada resina composta estudada foram confeccionados 15 corpos-de-prova divididos nos três seguintes grupos: T1- fotoativação em aparelho Translux VL[®] por 60 segundos (grupo controle), T2- fotoativação semelhante a T1, seguida de ativação complementar no Light Box[®] acoplado ao aparelho Translux VL[®] por sete minutos, T3- - fotoativação semelhante a T1, com complementação em estufa para esterilização a 120°C por sete minutos. Após os procedimentos de ativação os corpos-de-prova foram armazenados em recipiente de vidro âmbar, por 24 horas, em água destilada a 37°C, e posteriormente submetidos ao teste de dureza Vickers com carga de 100gf aplicada durante 30 segundos. As médias dos valores de dureza Vickers obtidos para cada resina composta estudada foram os seguintes: Charisma[®] (controle – 32,1VHN; light Box – 41,7VHN; estufa – 39,2VHN); Z-100[®] (controle – 71,6VHN; light Box – 83,6VHN; estufa – 83,5VHN) Os autores concluíram que a resina composta Z-100[®] apresentou maior dureza superficial que a resina composta Charisma[®]. A ativação complementar por calor aumentou a dureza superficial dos materiais estudados, não havendo diferenças significativas entre os dois dispositivos empregados para esta ativação.

Kildal e Ruyter (1997) avaliaram as diferenças de propriedades mecânicas de três resinas compostas ativadas pelas técnicas direta e indireta, e como estas propriedades mecânicas eram afetadas pela sorção de água. Secundariamente os autores investigaram a influência do conteúdo de carga e composição monomérica das resinas compostas estudadas. Para este estudo foram utilizadas as resinas compostas Brilliant[®], Charisma[®] e EOS[®]. Foram confeccionados corpos-de-prova ativados por dois métodos distintos. O método A consistiu na ativação nas seguintes unidades fotoativadoras convencionais: Coltolux II[®] por 40 segundos para Brilliant[®], Translux CL[®] por 20 segundos para Charisma[®] e Heliolux II[®] por 60 segundos para EOS[®]. O método B consistiu na ativação nas seguintes unidades laboratoriais: DI 500[®] por 410 segundos para Brilliant[®], Dentacolor XS[®] por 360 segundos para Charisma[®] e EOS[®]. Para os ensaios de flexão foram confeccionados corpos-de-prova com as dimensões de 25,0±2,0 x 2,0±0,1 x 2,0±0,1mm. Os corpos-de-prova ativados pelo método A sofreram fotoativação em um lado apenas em cinco locais distintos. Sete corpos-de-prova de cada material foram armazenados em água destilada a 37°C por três meses e submetidos aos ensaios de flexão úmidos, e sete corpos-de-prova de cada material foram armazenados em ar a 37°C por 30 dias e submetidos aos ensaios de flexão a seco. Os resultados de resistência à flexão encontrados foram: método A - Brilliant[®] (seco- 146±15MPa, úmido- 101±7MPa), Charisma[®] (seco- 120±19MPa, úmido- 69±10MPa), EOS[®] (seco- 93±3MPa, úmido- 68±9MPa); método B - Brilliant[®] (seco- 126±15MPa, úmido- 88±22MPa), Charisma[®] (seco- 134±19MPa, úmido- 62±19MPa), EOS[®] (seco- 97±15MPa, úmido- 66±7MPa). Os autores encontraram que a sorção de água aumentou o valor do “creep” em todos os espécimes. O método de ativação B diminuiu o valor do “creep” em comparação com o método A. A sorção de água diminuiu os valores do módulo de

resistência para os espécimes ativados pelo método A. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os valores de sorção de água obtidos pelos dois métodos de ativação em nenhum dos três materiais testados. A resina composta EOS[®] apresentou menor conteúdo de carga que as resinas compostas Brilliant[®] e Charisma[®], que não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre este conteúdo. Todos os materiais apresentaram módulo de elasticidade significativamente menor quando armazenados e testados em água em comparação com os testes realizados em condição seca.

Liberman *et al.* (1997) estudaram o efeito das técnicas de ativação indireta e semidireta em resinas compostas classe II “*inlay*”, na microinfiltração marginal em comparação com uma resina composta classe II confeccionada de forma direta. Foram confeccionados preparos classe II “*inlay*” em 80 molares humanos extraídos, e divididos em quatro grupos contendo 20 dentes. As cavidades preparadas apresentaram as seguintes dimensões: profundidade oclusal - 2,0mm, profundidade axial - 2,0mm, abertura proximal vestibulo-lingual - 3,0mm no terço gengival e 4,0mm no terço oclusal, e margem cavo superficial gengival a 0,5mm da junção cimento-esmalte. Os preparos possuíam uma divergência para a oclusal de 6° a 8°. Os dentes foram restaurados com a resina composta Herculite XR[®] (Kerr) e submetidos à ativação complementar de acordo com o seguinte protocolo: Grupo A - técnica semidireta / DI 6000[®] *curing oven* (Coltene); sete minutos; Grupo B - técnica semidireta / Translux EC[®] *light Box* (Kulzer); seis minutos; Grupo C - técnica indireta / Unilux AC[®] (Kulzer); Grupo D - técnica direta / Elipar II[®] (Espe). Para os grupos A e B, após os preparos cavitários, os dentes foram isolados com *insulating gel*[®] (Kulzer), as resinas aplicadas em duas camadas incrementais que foram fotoativadas por 20 segundos cada uma em direção gengival e por 20 segundos em

direção oclusal com auxílio do aparelho fotoativador Elipar II[®] (Espe); em seguida foram realizados os procedimentos de pós-cura. No grupo C as resinas compostas foram aplicadas em duas camadas com ativação de 90 e 180 segundos respectivamente. Para o grupo D as resinas compostas foram aplicadas da mesma forma que nos grupos A e B, com exceção da aplicação do isolante e dos procedimentos de pós-cura. No grupo D, antes da inserção da resina composta na cavidade, seguiram-se os procedimentos de condicionamento e adesão. Nos grupos A, B e C, no interior das restaurações foi realizado um jateamento de óxido de alumínio, realizados procedimentos de condicionamento e adesão nos preparos cavitários e as restaurações foram, então, cimentadas. Cada restauração foi fotoativada por 20 segundos na porção gengival e 20 segundos na porção oclusal, alternadamente, dando um total de 120 segundos. Os dentes restaurados foram armazenados em água a 37°C por sete dias, depois foram termociclados 100 vezes em banho de água em temperatura controlada entre 6 e 55°C, por 10 segundos em cada temperatura. Uma carga cíclica estática de 10,0kgf a cada 0,5 segundos foi aplicada na superfície oclusal de cada dente restaurado, por 500 ciclos. Os ápices foram selados com uma mistura verde, e foram aplicadas duas camadas de verniz exceto nas restaurações e nas margens. Os dentes foram mantidos em água a 37°C por mais sete dias, e então imersos em fucsina básica 0,5% a 37°C por 24 horas, depois lavados e secados. Depois os dentes foram seccionados no sentido mesio-distal ao longo do centro da restauração e realizadas as leituras com auxílio de um estereomicroscópio com aumento de 16 vezes. Os autores concluíram que a técnica indireta produziu um selamento superior da margem gengival, seguida pela técnica semi-direta e direta respectivamente. Nenhuma das técnicas produziu um completo selamento marginal.

Freiberg e Ferracane (1998) pesquisaram as afirmativas do fabricante quanto às características do polímero de vidro Artglass[®]. Os autores avaliaram o grau de conversão e propriedades físicas do Artglass[®], além de compararem a eficácia de duas unidades de ativação (unidade de luz polimerizadora contínua convencional e unidade de luz polimerizadora xenoestroboscópica – UniXS) nos compósitos Artglass[®] e Charisma[®] (Heraeus Kulzer). Assim, dois compósitos e duas unidades fotoativadoras foram comparados. Ambos os materiais contêm vidro de bário (tamanho médio de 0,7µm) e formulações de micro partículas (75% em peso) similares. Os autores lembraram que ao Artglass[®] foi adicionado vidro com características reológicas (partículas de sílica com tamanho médio de 1,0 µm) para promover uma consistência, com menos escoamento. O compósito Artglass[®] contém uma mistura de monômeros dimetacrilato e metacrilato multifuncional, enquanto o compósito Charisma[®] contém apenas os monômeros dimetacrilatos mais tradicionais (Bis-GMA e TEGDMA). Espécimes dos dois compósitos foram ativados pelas duas unidades fotoativadoras e submetidos a testes de tenacidade, resistência à flexão, módulo de elasticidade, dureza, resistência ao desgaste e grau de conversão. Os autores observaram que, quando a luz xenoestroboscópica era utilizada, ocorria melhora no grau de conversão, na tenacidade, no módulo de elasticidade e na resistência à flexão para o compósito Artglass[®], e no grau de conversão e no módulo de elasticidade para o compósito Charisma[®]. Utilizando-se o mesmo método de ativação, a comparação dos compósitos mostrou que o Artglass[®] alcançou maior grau de conversão e maior tenacidade, enquanto o compósito Charisma[®] apresentou maior dureza “knoop”, módulo de elasticidade e resistência ao desgaste.

Loza-Herrero *et al.* (1998) pesquisaram a influência do tempo de espera entre a ativação inicial por luz e a ativação complementar com aquecimento na resistência à flexão biaxial e no grau de conversão de monômeros em uma resina composta restauradora comercial. Foram confeccionados 160 corpos-de-prova em forma de discos com dimensões de 10,0mm x 1,0mm de espessura com a resina Herculite XRV[®] (Kerr) na cor A-3. Os corpos-de-prova foram fotoativados inicialmente por 60 segundos em cada lado, com auxílio do fotoativador Optilux 401[®] (Demetron), emitindo uma fonte de luz de 500mW/cm², medida por um radiômetro. O grupo controle não foi submetido à ativação complementar e o outro foi submetido à ativação complementar por sete minutos a 100°C com auxílio do aparelho DI 500[®] (Coltene), aguardando os seguintes intervalos de tempo após a fotoativação inicial: cinco minutos, 30 minutos, seis horas, 24 horas, 48 horas, 72 horas, 96 horas, 120 horas. Em seguida os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de resistência à flexão biaxial, e foi concluído que a ativação complementar aumentou a resistência à flexão dos corpos-de-prova somente nos tempos de espera de cinco e 30 minutos. O maior aumento no grau de conversão dos monômeros foi obtido quando a ativação complementar ocorreu seis horas após a fotoativação inicial.

Matsumura, Tanoue, Atsuta (1999) examinaram a profundidade de polimerização de dois compósitos polimerizados com quatro unidades de fotoativação. Foram utilizados os compósitos laboratoriais Artglass[®] (AR) e Dentacolor[®] (DE) ambos na cor A2 dentina. As unidades de fotoativação utilizadas foram duas laboratoriais: Dentacolor XS[®] (DXS), composta de uma lâmpada xenoestroboscópica e UniXS[®] (UNI), composta de duas lâmpadas xenoestroboscópicas; indicadas pelo fabricante para os compósitos DE e AR respectivamente. Foram também utilizadas duas unidades convencionais de

fotoativação: Translux CL[®] (TCL) e Translux EC[®] (TEC), ambas equipadas com lâmpada halógena. A profundidade de polimerização foi determinada de acordo com a técnica descrita pela normatização ISO 4049. Cada compósito foi condensado em uma matriz metálica com 4,0mm. de diâmetro e 8,0mm de espessura, sendo a superfície externa coberta com uma fina tira de poliéster. Para a fotoativação nas unidades laboratoriais o conjunto matriz-compósito foi colocado na unidade. Para a fotoativação convencional, a ponteira do fotoativador foi posicionada diretamente sobre a tira de poliéster. Cada compósito foi fotoativado por 20, 30, 60, e 90 segundos em cada unidade de fotoativação estudada. Os corpos-de-prova foram divididos em 32 grupos de acordo com as combinações compósito X unidade de fotoativação X tempo de exposição, sendo confeccionados cinco corpos-de-prova para cada grupo. Três minutos após a fotoativação os corpos-de-prova foram removidos da matriz, e a porção de compósito não polimerizada removida através de raspagem com uma gaze embebida em álcool. A espessura dos corpos-de-prova foi então medida em sua porção central com auxílio de um micrometro. Os autores concluíram que as maiores profundidades de polimerização foram obtidas quando utilizadas as unidades convencionais de fotoativação TCL e TEC, para os compósitos AR e DE, em todos os tempos de exposição estudados.

Tanoue, Matsumura, Atsuta (1999) avaliaram a influência de três métodos distintos de ativação na dureza Knoop, solubilidade em água e profundidade de polimerização da resina composta laboratorial Conquest[®] (Jeneric Pentron). A resina composta laboratorial utilizada no estudo foi de cor A2, sendo um oligocarbonato microhibrido éster dimetacrilato (PCDMA), definida como um compósito direto/indireto. Foram utilizadas três unidades de fotoativação laboratoriais: Cure Lite Plus[®] (CLP Jeneric Pentron), Dentacolor XS[®] (DXS Heraeus Kulzer) e Hyper LII[®] (LII

Toho Dental). A unidade CLP é composta de duas lâmpadas halógenas e indicada para a utilização da resina composta Conquest[®]. A unidade DXS é equipada com uma fonte de luz xenoestroboscópica, e a unidade LII composta por duas lâmpadas halógenas de alta intensidade. Foi utilizada também uma fonte complementar de ativação por aquecimento, CAC (Jeneric Pentron), que produz uma temperatura de 107°C por 15 minutos, e é indicada pelo fabricante para a confecção da resina Conquest[®]. Para os testes de dureza foram confeccionados 15 corpos-de-prova a partir de uma matriz de politetrafluoretileno com 10,0mm de diâmetro e 2,0mm de espessura. Após a inserção da resina composta a matriz foi coberta com uma tira de poliéster e colocada na unidade de polimerização definida para cada grupo experimental: G I - unidade CLP por 60 segundos em cada lado seguida por ativação complementar na unidade CAC; G II- unidade DXS por 60 segundos em cada lado; G III- unidade LII por 60 segundos em cada lado. Após os procedimentos de ativação os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C por 24 horas. O topo da superfície de cada corpo-de-prova foi polido com uma série de discos de sílica, discos de feltro e alumina 0,3µm para produzir uma superfície uniforme. Foi utilizado um edentador universal MVK-E Hardness Tester, com carga de 50gf durante 15 segundos. A solubilidade em água foi determinada de acordo com a norma ISO 10477. A profundidade de polimerização da resina composta foi determinada de acordo com a técnica descrita na ISO 4049. Foram confeccionados 60 corpos-de-prova a partir de uma matriz metálica com 4,0mm de diâmetro e 8,0mm de altura. Após a inserção da resina composta, a superfície foi coberta com uma tira de poliéster e a matriz colocada nas unidades de ativação com exposição no topo por 20, 30, 60 e 90 segundos em cada unidade. Neste teste não foi utilizada a unidade de ativação complementar CAC. Após os procedimentos de ativação os

corpos-de-prova foram removidos da matriz e a resina composta não polimerizada foi removida com uma gaze com álcool. Os corpos-de-prova foram medidos em sua porção central com auxílio de um micrômetro. As médias de dureza Knoop da resina composta estudada foram: GI – 50,0 KHN; GII – 48,0 KHN; GIII – 60,0 KHN. Os autores concluíram que os corpos-de-prova fotoativados pela unidade LII apresentaram as melhores propriedades. A unidade LII proporcionou um aumento na dureza Knoop, reduziu a solubilidade em água e apresentou maior profundidade de polimerização para a resina testada. A unidade CLP associada à ativação complementar por calor e a unidade DXS proporcionaram valores de dureza Knoop estatisticamente semelhantes.

Kurdziolek, Leinfelder, Delahaye (2000) relataram que as cerâmicas utilizadas como material restaurador ofereciam muitas vantagens, como estabilidade dimensional, insolubilidade em fluidos bucais, biocompatibilidade, mas apresentavam também desvantagens, como por exemplo, desgaste ao dente antagonista, técnicas de fabricação complexas, dificuldade de ajuste e polimento na cavidade bucal. Mais recentemente, segundo estes autores, um bom número de polímeros vêm sendo desenvolvidos para criar alternativas às cerâmicas. Têm sido propostos métodos distintos de ativação para estes polímeros com o intuito de proporcionar uma melhoria das propriedades físicas e mecânicas. Estes métodos consistem de uma radiação de baixa intensidade (200mW/cm²) seguida por um ciclo de alta intensidade (800mW/cm²) e um ciclo de polimerização pós-cura. A unidade de ativação usava lâmpadas de 75W, e a pós-cura era feita em oito minutos de temperatura constante (80°C).

Peutzfeldt e Asmussen (2000) avaliaram o efeito de diferentes técnicas de ativação complementar no grau de conversão, resistência à tração, resistência à

flexão, módulo de flexão e resistência ao desgaste de duas resinas compostas. Foram confeccionados corpos-de-prova das resinas composta Z100[®] (3M), cor A3,5 e Charisma[®] (Heraeus Kulzer), cor A3,0 todos ativados inicialmente na unidade de fotoativação XL 3000[®] (3M) de acordo com as recomendações dos respectivos fabricantes. Para o Grupo I somente foi realizada a ativação inicial, para os demais grupos os procedimentos de ativação complementar seguiram o seguinte protocolo: Grupo II - ativação complementar por 10 minutos na unidade de fotoativação Translux EC[®] (Heraeus Kulzer); Grupo III - ativação complementar por 10 minutos na unidade Translux EC[®] (Heraeus Kulzer), utilizando o acessório *light Box*; Grupo IV - ativação complementar na unidade Triad II[®] *light curing oven* (Dentsply), por 10 minutos; Grupo V a XIII - ativação complementar com calor, na unidade WC[®] (Heraeus Kulzer), nas temperaturas de 40°C, 70°C e 110°C, por períodos de tempo de 10 e 60 minutos, e seis e 24 horas. A resina composta Charisma[®] não foi submetida aos testes nos intervalos de tempo de seis e 24 horas em nenhuma das temperaturas. Em cada grupo foram utilizadas as duas marcas comerciais de resina composta. Os corpos-de-prova foram armazenados por uma semana a 37°C, antes da realização dos testes. Os resultados mostraram que a maioria dos métodos de ativação complementar proporcionou um aumento no grau de conversão em ambos os materiais, e aumentou as propriedades mecânicas e a resistência ao desgaste na resina composta Charisma[®] (Heraeus Kulzer). A melhor temperatura e tempo para a ativação complementar foi de 110°C nos tempos entre 10 e 60 minutos, resultando em uma resistência à flexão para a resina composta Z100[®] de 144±19MPa (10 minutos) e 146±13 MPa (60 minutos); para a resina composta Charisma[®] de 134±12MPa (10 minutos) e 134±13MPa (60 minutos).

Tanoue, Matsumura, Atsuta (2000) avaliaram a dureza e a solubilidade em água de dois compósitos laboratoriais fotoativados por três métodos, e compararam a efetividade da ativação complementar por calor e da aplicação de luz de alta intensidade nas propriedades físicas e mecânicas dos materiais. Foram utilizados os compósitos laboratoriais Artglass[®] (AR) e Dentacolor[®] (DE), ambos ativados por luz; e duas unidades laboratoriais: Dentacolor XS[®] (DXS) (luz xenoestroboscópica) e Hyper LII[®] (LII) (luz de alta intensidade). Um forno KL-100 foi utilizado para avaliação da ativação complementar por calor. Os materiais foram inseridos em um molde cilíndrico de politetrafluoretileno com 10,0mm de diâmetro e 2,0mm de altura. Para cada compósito estudado, foram realizados os seguintes grupos de ativação: GI - unidade DXS por 60 segundos em ambos os lados; GII - unidade DXS por 60 segundos em ambos os lados, seguida por ativação complementar no forno KL-100 a 100°C por 15 minutos; GIII – unidade LII por 60 segundos em ambos os lados. Após os procedimentos de ativação os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas. Os testes de dureza Knoop foram realizados com carga de 50gf aplicada durante 30 segundos. Para os testes de solubilidade em água os corpos-de-prova foram confeccionados a partir de uma matriz de politetrafluoretileno com 15,0mm de diâmetro e 1,0mm de altura, e ativados nas mesmas condições descritas para o teste de dureza, mas não foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas. Foram encontrados os seguintes valores médios de dureza Knoop para as resinas compostas estudadas: GI – (AR- 31,6KHN, DE- 20,1KHN); GII - (AR- 39,1KHN, DE- 28,6KHN); GIII - (AR- 46,0KHN, DE- 38,7KHN). Os autores observaram que o compósito AR apresentou maiores valores de dureza que o DE em todas as condições de ativação, além de uma menor solubilidade. Os maiores valores de dureza foram obtidos com a fonte de

luz de alta intensidade. Os autores concluíram que a ativação, com fonte de luz de alta intensidade, foi mais efetiva que a ativação com fonte de luz convencional seguida por ativação complementar por calor nas condições do estudo.

Discacciati *et al.* (2001) avaliaram a extensão de polimerização de uma resina composta utilizando duas diferentes unidades de fotoativação laboratoriais, baseando no grau de conversão monomérica e na microdureza Vickers. Os autores confeccionaram 10 corpos-de-prova medindo 15,0mm de diâmetro e 1,0mm de espessura, com a resina composta Solidex[®] (Shofu), sendo cinco na unidade Solidilite[®] (Shofu) e cinco na unidade Unix S[®] (Heraeus Kulzer). Para analisar a extensão de polimerização as amostras tiveram suas superfícies analisadas por meio de espectroscopia de infravermelho e por meio de ensaios de microdureza Vickers. Os autores concluíram que a unidade de fotoativação Solidilite[®] (Shofu) foi capaz de promover uma maior extensão de polimerização da resina Solidex[®] (Shofu) quando comparada à unidade de fotoativação UniXS[®].

Ho *et al.* (2001) avaliaram o comportamento de flexão de resinas compostas comerciais submetidas à ativação complementar simulando temperaturas da cavidade oral. Para este estudo foram utilizadas três resinas compostas indicadas para as técnicas direta e indireta, Conquest C & B[®] (CQT), Charisma[®] (CHA) e Dentacolor[®] (DTR), e uma resina composta indicada para a técnica indireta, Concept[®] (CCT). Para os testes de flexão os corpos-de-prova foram confeccionados nas dimensões de 25,0x2,0x2,0mm. Para os testes de tração diametral os corpos-de-prova foram confeccionados com 6,0mm de diâmetro e 3,0mm de espessura. Em ambos os testes os corpos-de-prova foram ativados da seguinte maneira: resina composta CQT: pré-ativação com luz visível por 60 segundos, e ativação complementar com calor e vácuo a 107,2°C por 15 minutos; resina composta CHA:

pré-ativação com luz visível por 60 segundos, e ativação complementar com calor a 93,3°C por 2,0 minutos; resina composta CCT: não houve pré-ativação, e ativação com calor e pressão de ar e água a 121,1°C e 85psi por 10 minutos; resina composta DTR: pré ativação com luz visível por 60 segundos, e ativação complementar com calor e luz por 90 segundos. Para os procedimentos de pré-ativação foi utilizado o aparelho fotoativador Optilux® Demetron, com uma ponteira de 13,0mm de diâmetro. Para os procedimentos de ativação complementar foi utilizada uma máquina específica. Foram confeccionados 40 corpos-de-prova para os testes de flexão e seis corpos-de-prova para os testes de tração, de cada resina composta. Todos os corpos-de-prova foram armazenados a 37°C, em 100% de umidade relativa por 24 horas, antes da realização dos testes. Os ensaios de flexão foram realizados nas temperaturas: 12°C, 25°C, 37°C e 50°C em água e a 25°C a seco, tentando simular possíveis temperaturas da cavidade oral quando da ingestão de alimentos. Todos as resinas compostas estudadas apresentaram uma diminuição da resistência à flexão com o aumento da temperatura exceto CQT. Foram encontrados os seguintes valores médios de resistência à flexão: CCT – (12°C- 118,4MPa; 25°C- 107,6MPa; 25°C (seco) - 73,8MPa; 37°C- 87,6MPa; 50°C- 82,9MPa); CHA - (12°C-168,3MPa; 25°C- 165,4MPa; 25°C (seco)- 105,8MPa; 37°C- 144,9MPa; 50°C- 123,6MPa); CQT – (12°C-192,3MPa; 25°C- 187,7MPa; 25°C (seco)- 159,0MPa; 37°C- 211,3MPa; 50°C- 150,7MPa); DTR - (12°C-102,1MPa; 25°C- 85,9MPa; 25°C (seco)- 73,9MPa; 37°C- 65,9MPa; 50°C- 63,3MPa). Os autores concluíram que a resina composta CQT teve suas propriedades de flexão maximizadas a 37°C, em comparação com os demais materiais estudados. Houve uma diminuição na resistência à flexão para todos os materiais com o aumento da temperatura dos testes, exceto para a resina composta CQT a 37°C. Isto pode estar

relacionado com a presença da matriz resinosa semicristalina OCDMA na formulação da resina composta CQT, em comparação com a matriz resinosa amorfa BisGMA ou UDMA presente nos demais compósitos estudados. Os compósitos à base de Bis-GMA apresentaram maiores valores de resistência à flexão que os compósitos à base de UDMA.

Kawano *et al.* (2001) pesquisaram a influência da termociclagem na resistência à flexão e microdureza Vickers de cinco resinas compostas laboratoriais. Foram utilizadas as resinas compostas laboratoriais Estenia[®](ES), Artglass[®](AG), Targis[®](TR), Dentacolor[®](DC) e Cesead II[®](CS), sendo confeccionados 28 corpos-de-prova de cada resina composta com as seguintes dimensões: 5,0 x 25,0 x 3,0mm, à partir de uma matriz de teflon, para os ensaios de flexão e de microdureza Vickers. Para os ensaios de microdureza Vickers foram confeccionados 28 corpos-de-prova de cada material nas dimensões de 10,0 x 10,0 x 3,0mm, a partir de uma matriz de teflon. Os materiais foram ativados em unidades laboratoriais recomendadas por cada fabricante: Estenia[®] (fotoativação por 300 segundos e aquecimento por 110°C por 15 minutos); Artglass[®] (fotoativação por 270 segundos); Targis[®] (fotoativação por 20 segundos e aquecimento a 95°C por 25 minutos); Dentacolor[®] (fotoativação por 90 segundos) e Cesead II[®] (fotoativação por 240 segundos). Os materiais foram condensados sobre a matriz de teflon apoiada sobre uma placa de vidro. Uma fina lâmina de vidro foi colocada sobre a matriz e foi realizada a fotoativação em ambos os lados da matriz. Todos os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas, sendo este estado definido como termociclagem 0. Para cada teste realizado, sete corpos-de-prova de cada material foram termociclados por 5000, 10000 e 20000 ciclos em água por 60 segundos a 60°C. Os ensaios de flexão em três pontos foram realizados em uma

máquina universal de ensaios e, em seguida, calculados os valores de resistência à flexão e módulo de elasticidade. Os ensaios de microdureza Vickers foram realizados com uma carga de 0,98N por 30 segundos, sendo realizadas 10 edentacões em cada corpo-de-prova e, em seguida, calculados os valores de microdureza Vickers. Os valores encontrados de resistência à flexão das resinas compostas estudadas foram: ES – (T0- 139,8MPa; T5000- 96,3MPa; T10000- 95,1MPa; T20000- 102,3MPa); AG- (T0- 102,8MPa; T5000- 55,7MPa; T10000- 57,1MPa; T20000- 46,4MPa); TR - (T0- 110,1MPa; T5000- 61,0MPa; T10000- 54,4MPa; T20000- 63,6MPa); DC - (T0- 71,7MPa; T5000- 37,3MPa; T10000- 24,2MPa; T20000- 17,6MPa); CS - (T0- 85,5MPa; T5000- 51,0MPa; T10000- 55,9MPa; T20000- 40,2MPa). Os valores encontrados de microdureza Vickers das resinas compostas estudadas foram: ES – (T0- 1,22GPa; T5000- 1,07GPa; T10000- 1,05GPa; T20000- 0,99GPa); AG- (T0- 0,38GPa; T5000- 0,38GPa; T10000- 0,42GPa; T20000- 0,38GPa); TR - (T0- 0,43GPa; T5000- 0,45GPa; T10000- 0,45GPa; T20000- 0,46GPa); DC - (T0- 0,22GPa; T5000- 0,25GPa; T10000- 0,23GPa; T20000- 0,22GPa); CS - (T0- 0,60GPa; T5000- 0,56GPa; T10000- 0,51GPa; T20000- 0,53GPa). Os autores concluíram que das resinas compostas estudadas, as de partículas híbridas (Estenia[®], Artglass[®], Targis[®] e Cesead II[®]) mostraram melhores propriedades mecânicas que a de microparticula (Dentacolor[®]). Após a termociclagem observou-se uma acentuada redução na resistência à flexão em todos os materiais estudados, entretanto, acima de 5000 ciclos, houve poucas alterações entre estes valores em um mesmo material. Nos materiais de partículas híbridas observou-se alto módulo de elasticidade, que diminuiu após a termociclagem exceto na Estenia[®] e no Cesead II[®]. Os maiores valores de

microdureza Vickers foram observados nos materiais híbridos, não havendo diminuição significativa após a termociclagem, exceto em Estenia[®] e Cesead II[®].

Loguercio *et al.* (2001) avaliaram a resistência à flexão, módulo de elasticidade e dureza Vickers das resinas composta Surefil[®], Filtek P-60[®], Alert[®], comparando-as com a resina composta TPH - Spectrum[®]. Foram confeccionados 10 corpos-de-prova de cada resina composta nas dimensões de 10,0 x 2,0 x 1,0mm, a partir de uma matriz metálica bi-partida em aço inoxidável. Para os ensaios de flexão foram seguidos os padrões da ISO 4049, mas utilizando corpos-de-prova de dimensões reduzidas. A resina composta foi inserida na matriz metálica em um único incremento, sobre uma lâmina de vidro e sobre esta outra lâmina de vidro e por cima uma carga de 8,0Kgf. A fotoativação foi de 40 segundos em cada lado da matriz com auxílio de um fotoativador Optilux 401[®] com intensidade luminosa em torno de 550mW/cm². Os corpos-de-prova foram armazenados a 37°C por sete dias em recipientes opacos e fechados. Durante os ensaios de flexão, um computador acoplado à máquina universal de ensaios registrava para cada corpo-de-prova quatro valores correspondentes aos deslocamentos da ponta ativa (0,01mm; 0,03mm; 0,05mm; 0,07mm). A partir destes deslocamentos foi obtida uma média dos quatro valores e calculado o módulo de elasticidade. Após o teste de flexão, fragmentos dos corpos-de-prova foram agrupados por sorteio, perfazendo um total de 10 fragmentos para cada material testado. Estes fragmentos foram submetidos ao teste de dureza Vickers, com carga de 100gf aplicada por 45 segundos. Foram realizadas cinco leituras em cada corpo-de-prova. Os resultados demonstraram que a resina composta Filtek P-60[®] obteve os maiores valores de resistência à flexão (179,6±15,1MPa) e dureza Vickers (111,2±9,5VHN). A resina composta Alert[®] obteve os maiores valores de módulo de elasticidade (16,1±1,3GPa). Os autores

concluíram que apesar de terem sido encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as propriedades mecânicas das resinas compostas estudadas, todas elas cumpriram os requisitos para a utilização em dentes posteriores.

Mandikos *et al.* (2001) mediram o desgaste induzido por cinco anos de escovação em quatro compósitos indiretos de segunda geração e compararam os resultados com um compósito direto e um indireto já existentes no mercado e com o esmalte dentário humano. A dureza de cada material estudado também foi medida e comparada com o volume perdido pelo desgaste, relacionando volume perdido e nível de desgaste. Foram utilizados os compósitos indiretos de segunda geração Artglass[®], Belle glass[®], Sculpture[®] e Targis[®], o compósito indireto Concept[®] e o compósito direto Heliomolar[®], todos na cor A3 dentina. Os procedimentos de ativação seguiram as recomendações de cada fabricante: Artglass[®] - unidade de luz UniXS por 180 segundos de ciclo; Belle glass[®] - unidade Belle glass HP com pressão de 80 psi a 140°C por 20 minutos de ciclo; Sculpture[®] - unidade Cure-Lite Plus de luz por 15 minutos de ciclo, seguido vácuo 0,982 bares a 107°C por 15 minutos de ciclo na unidade Conquest Automatic Curing; Targis[®] - unidade Targis Power High Performance de luz a 95°C por 25 minutos de ciclo; Heliomolar[®] - unidade Optilux de luz por 40 segundos de cada lado; Concept[®] - unidade Ivomat IP3 com água destilada com pressão de 85 psi a 121°C por 10 minutos de ciclo. Foram confeccionados 12 corpos-de-prova em cada um dos compósitos estudados a partir de uma matriz de teflon com 2,3mm de profundidade e 11,1mm de diâmetro. Os compósitos foram compactados na matriz sobre uma lâmina de vidro e em seguida outra lâmina de vidro foi pressionada sobre o conjunto compósito matriz para remoção de excesso. Após este passo procedeu-se os procedimentos de ativação seguindo as recomendações de cada fabricante. Foram preparadas 12

amostras de esmalte dentário humano da superfície vestibular de incisivos e molares. A dentina adjacente ao esmalte foi removida e o esmalte foi posicionado sobre uma base, o compósito Heliomolar[®], modelado sobre a matriz de teflon, resultando em um corpo-de-prova de esmalte envolto por compósito, em forma de disco. Todos os corpos-de-prova foram mantidos em água destilada a 37°C por duas semanas, depois secos e pesados em uma balança digital. A espessura e o diâmetro de cada corpo-de-prova foram medidos com um micrômetro digital e calculados a área e o volume de cada um. A simulação do desgaste baseou-se no protocolo de Aker *et al.* (1980), com quatro escovas e uma mistura de quantidades iguais de dentifício (48g Crest Tartar Control) e água destilada (48ml). O aparato realizava 16000 escovações por hora, correspondendo a um ano de escovações “in vivo”, sendo que cinco horas de experimento corresponderam a cinco anos de escovações. Os testes de dureza foram realizados em cinco corpos-de-prova de cada grupo de doze, sorteados aleatoriamente. Foi realizado o teste de dureza Vickers no lado oposto ao exposto ao desgaste, sendo cinco indentações em cada corpo-de-prova com carga de 500gf, durante 25 segundos. O conteúdo de carga de cada compósito foi determinado por espectroscopia EDX. Os resultados mostraram que a perda de volume e massa dos materiais estudados, após a simulação de desgaste, se deu na seguinte ordem crescente: Concept[®], Sculpture[®], Belle glass[®]; Artglass[®], Heliomolar[®], Targis[®]. O esmalte humano mostrou maior número de dureza Vickers (331,7Kg/mm²), seguido por Sculpture (88,8Kg/mm²), belle glass (75,0Kg/mm²), Concept (68,8Kg/mm²), Artglass (46,2Kg/mm²), Targis (40,5Kg/mm²) e Heliomolar (49,5Kg/mm²). Os autores concluíram que os novos compósitos indiretos de segunda geração são semelhantes em relação ao conteúdo químico das partículas de carga bem como tamanho e percentual destas. As diferenças destes

compósitos em relação à dureza e ao desgaste podem estar relacionadas aos componentes da matriz orgânica e aos métodos de ativação.

Peutzfeldt (2001) em uma revisão literária sobre restaurações indiretas de resinas compostas e cerâmicas odontológicas concluiu que as resinas compostas laboratoriais têm basicamente a mesma composição química das resinas compostas convencionais diretas. A autora relata a possibilidade da técnica indireta para a confecção de restaurações em resinas compostas permitir a utilização de uma ativação complementar extra-oral, o que pode levar a um aumento do grau de conversão monomérico e das propriedades físicas e mecânicas. Além disto a técnica indireta torna mais fácil o correto restabelecimento do contorno proximal, além de eliminar a contração de polimerização intra-oral da resina composta, pois esta ocorre fora da cavidade oral, eliminando a fenda marginal. A contração de polimerização intra-oral fica restrita apenas à fina camada do agente cimentante resinoso. Podem ser citadas como desvantagens da técnica indireta o aumento no tempo de tratamento e nos custos finais. O efeito da ativação complementar é variável nos diversos estudos devido aos diferentes procedimentos empregados e às diferentes composições químicas de cada resina composta.

Reis e Panzeri (2001) mediram a resistência à compressão e a dureza superficial da resina composta Filtek P-60[®] submetida à condensação manual e à condensação mecânica. Para os ensaios de resistência à compressão foram confeccionados 60 corpos-de-prova a partir de uma matriz de acrílico com as dimensões de 8,0mm de espessura e 4,0mm de diâmetro, sendo 30 corpos-de-prova para a condensação mecânica e 30 para a condensação manual. Para os ensaios de dureza foram confeccionados 32 corpos-de-prova a partir de uma matriz de acrílico com as dimensões de 9,0mm de diâmetro e 2,0mm de espessura, sendo 16

corpos-de-prova para a condensação mecânica e 16 para a condensação manual. Para a realização da condensação mecânica foi utilizado o condensador para amálgama Hollenback Pneumatic Condenser, acoplado a uma peça de mão em um contra-ângulo com uma ponta condensadora com as mesmas dimensões de um condensador manual Ward nº 9, na frequência média de condensação. Para a condensação manual foi utilizado um condensador manual Ward nº 9. Para a confecção dos corpos-de-prova foram fotoativados incrementos de 2,0mm por 40 segundos com auxílio do fotoativador Ultralux Eletronic® (Dabi-Atlante). Nos ensaios de resistência à compressão foi utilizada uma máquina de ensaios Universal, utilizando uma célula de carga de 2000N, calibrada para uma velocidade de 1,0mm por minuto. Nos ensaios de microdureza Vickers foi utilizado um microdurômetro Testor HTI, com carga de 100gf durante 30 segundos. Foram realizadas cinco edentações em cada corpo-de-prova. Com relação à resistência à compressão foram encontrados os seguintes valores médios: condensação manual – 261,1MPa; condensação mecânica – 240,7MPa. Com relação a microdureza Vickers foram encontrados os seguintes valores: condensação manual – 61,01VHN; condensação mecânica – 66,12VHN. Os autores concluíram que com relação à resistência à compressão não existem diferenças estatisticamente significantes entre os métodos de condensação manual e mecânico. Já em relação à microdureza Vickers os corpos-de-prova condensados mecanicamente apresentaram maiores valores de dureza.

Neves *et al.* (2002) pesquisaram sobre a correlação entre o grau de conversão e microdureza Vickers em resinas compostas indiretas, bem como o efeito do conteúdo de partículas inorgânicas e o tipo de unidade de fotoativação sobre estes parâmetros. Foram utilizadas as resinas compostas Artglass® (AR)

(Heraeus Kulzer) na cor DA3, Solidex[®] (S) (Shofu) na cor A3B, e Zeta[®] (Z) (Vita) na cor A3. Para cada material foram confeccionados 15 corpos-de-prova com 15,0mm de diâmetro e 1,0mm de espessura, em uma matriz metálica. Três unidades de fotoativação foram utilizadas: UniXS[®] (Heraeus Kulzer), Solidilite[®] (Shofu) e uma unidade de fotoativação experimental desenvolvida no Departamento de Odontologia Restauradora da UFMG. Cinco corpos-de-prova de cada resina composta foram ativados em cada aparelho com tempos totais de 270 segundos na unidade UniXS[®] e 240 segundos nas unidades Solidilite[®] e experimental. Após a fotoativação os corpos-de-prova foram armazenados em ambiente seco a 37°C por 24 horas. Para a análise do grau de conversão foi utilizada a espectroscopia de infravermelho, e o conteúdo de partículas inorgânicas foi determinado por análise termogravimétrica (TGA). Após a análise do grau de conversão os corpos-de-prova foram submetidos aos ensaios de microdureza Vickers, com carga de 0,2Kgf durante 15,0 segundos. Foram realizadas seis indentações em cada superfície dos corpos-de-prova e obtido um valor médio de microdureza para cada superfície em cada grupo experimental: UniXS[®] - (A) - sup. 50,3VHN, inf. 43,1VHN; (S) - sup. 36,7VHN, inf. 33,3VHN; (Z) - sup. 25,5VHN; inf. 22,6VHN/ Solidilite[®] - (A) - sup. 49,5VHN, inf. 45,6VHN; (S) - sup. 39,3VHN, inf. 37,3VHN; (Z) - sup. 25,1VHN; inf. 23,8VHN/ experimental – (A) - sup. 50,1VHN, inf. 32,4VHN; (S) - sup. 44,1VHN, inf. 37,6VHN; (Z) - sup. 33,6VHN; inf. 31,2VHN. A utilização de diferentes unidades de fotoativação resultou em variações nos valores de conversão em função de características específicas de cada unidade. Para cada material uma forte correlação entre microdureza e grau de conversão foi observada. A comparação de diferentes materiais mostrou que o conteúdo de partículas inorgânicas afetou diretamente os valores de microdureza, não interferindo no grau de conversão.

Oertli, Mandarino, Guerreiro (2002) avaliaram a efetividade de polimerização por meio dos testes de dureza utilizando as resinas compostas Cesead II[®], Artglass[®] e Charisma[®]; e os sistemas de ativação EDG Lux[®] (luz halógena / temperatura 50°C), UniXS[®] (luz xenoestroboscópica / temperatura 55°C) e KM 200-R[®] (luz halógena + Light Box[®] / temperatura 110°C - 120°C). Foram confeccionados quinze corpos-de-prova de cada material que foi submetido aos três sistemas de ativação, perfazendo um total de nove grupos experimentais. Os corpos-de-prova foram confeccionados a partir de matrizes circunferenciais de gesso com 5,0mm de diâmetro de 2,0mm de espessura. A resina composta foi inserida na matriz em de dois incrementos, sendo que após o primeiro incremento procedeu-se uma ativação. Após o segundo incremento, foi posicionada uma matriz plástica de 0,3mm de espessura e sobre esta uma lamínula de vidro associada a uma massa de 1Kg, para a remoção do excesso do material e melhor acomodação da resina composta na matriz. Após esta fase o conjunto foi submetido a uma nova ativação. Para o sistema EDG Lux[®] foi realizada uma ativação após o primeiro incremento de 120 segundos, após o segundo incremento de 120 segundos e uma ativação final de 120 segundos. Para o sistema UniXS[®] foi realizada uma ativação após o primeiro incremento de 90 segundos, após o segundo incremento de 90 segundos e uma ativação final de 180 segundos. Para o sistema KM 200-R[®] (luz halógena + Light Box[®] / temperatura 110°C - 120°C) foi realizada uma ativação após o primeiro incremento de 60 segundos, após o segundo incremento de 60 segundos e uma ativação final de 360 segundos. Após os procedimentos de ativação os corpos-de-prova foram armazenados ao abrigo de luz e mantidos por 24 horas a 37±2°C a 100% de umidade relativa. Em seguida foram realizados os testes de microdureza Vickers com auxílio de um microdurômetro digital Bueler Micromet 2003 com carga

de 200gf (1,96N) por 15 segundos. Os autores concluíram que a dureza média das resinas compostas foi dependente do sistema de polimerização. Para todas as resinas compostas avaliadas neste estudo os menores valores de dureza foram obtidos com a ativação pelo sistema EDG Lux[®] e os maiores pelo sistema KM 200-R[®] (luz halógena + Light Box[®]). A resina composta Charisma[®] apresentou os maiores valores de dureza em todas as condições de ativação. Os menores valores de dureza foram encontrados na resina composta Artglass[®] ativada pelo sistema EDG Lux[®]. Os maiores valores de dureza foram encontrados na resina composta Charisma[®] ativada pelo sistema KM 200-R[®] (luz halógena + Light Box[®]).

Adabo *et al.* (2003) determinaram o conteúdo percentual volumétrico de partículas inorgânicas e compararam a resistência à flexão de resinas compostas indicadas para dentes posteriores. Foram utilizadas as resinas compostas Alert[®] (Al), Ariston PHC[®] (Ar), Solitaire[®] (S), Definite[®] (D), Filtek P-60[®] (P), Z-100[®] (Z) e Teric-Ceram[®] (T). Para a determinação do percentual de partículas inorgânicas, o volume das amostras das resinas compostas e o percentual das partículas inorgânicas, foi utilizado um método baseado no princípio de Arquimedes. Para a determinação volumétrica das partículas inorgânicas, foram confeccionados cinco corpos-de-prova cilíndricos de cada resina composta estudada com 6,0mm de diâmetro e 3,0mm de espessura, previamente pesados em uma balança analítica com precisão de 0,0001grama. A fase orgânica dos corpos-de-prova foi eliminada por aquecimento em um forno com aumento gradual de temperatura até 700°C, em um período de três horas. Após este procedimento o forno foi desligado e o corpo-de-prova permaneceu resfriando lentamente por noventa minutos. A massa inorgânica foi pesada em uma balança analítica de precisão. A massa inorgânica foi também determinada após imersão dos corpos-de-prova em água. Para a determinação da

resistência à flexão foi seguida a normatização ISO 4049:1988. Foram confeccionados 10 corpos-de-prova de cada resina composta estudada, obtidos a partir de uma matriz metálica nas dimensões de 25,0 x 2,0 x 2,0mm. Após a inserção da resina composta na matriz, seguiu-se a fotoativação com auxílio de um fotoativador XL 2500[®] (3M) por 60 segundos. Em seguida, os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas, para então serem realizados os ensaios de flexão em uma máquina de ensaios mecânicos MTS 810. Com relação às partículas inorgânicas os autores encontraram as seguintes concentrações por resina composta estudada: Al (67,26%), Z (65,27%), P (62,34%), Ar (61,28%), T (57,23%), D (54,43%) e S (47,76%). Os maiores valores de resistência à flexão foram encontrados na resina composta P (170,028MPa) seguida por Z (151,349MPa) > T (126,146MPa) = Al (124,895MPa) > Ar (102,003MPa) = D (93,636MPa) > S (56,710MPa). Não foi observada uma relação direta entre o conteúdo volumétrico de partículas inorgânicas de carga e a resistência à flexão nas resinas compostas estudadas.

Ferracane, Ferracane, Musanje (2003) compararam a fotoativação de resinas compostas em uma unidade laboratorial e em um fotoativador convencional em relação às propriedades flexurais destas resinas compostas. Foram utilizadas nove marcas comerciais de resinas compostas: A 110[®], Heliomolar[®], Sillux Plus[®], Clearfil APX[®], Esthet X[®], Herculite XR[®], P-60[®], Tetric-Ceram[®] e Z-250[®]. Para os ensaios de flexão e módulo de flexão foram confeccionados corpos-de-prova à partir de uma matriz de vidro nas dimensões: 25,0x2,0x2,0 mm. Foram utilizadas a unidade laboratorial fotoativadora Triad II[®] (Dentsply) e o fotoativador convencional Optilux 400[®] (Demetron). Para a fotoativação na unidade laboratorial, após a inserção da resina composta na matriz, o conjunto era levado à unidade e

fotoativado por 40 segundos de cada lado. Vários conjuntos foram fotoativados simultaneamente e a uniformidade de exposição era garantida por uma rotação interna da unidade. Para a fotoativação em unidade convencional, após a inserção da resina composta na matriz, a ponteira do fotoativador foi mantida a 1,0mm da matriz e a resina composta fotoativada por 40 segundos no centro, seguida por 40 segundos em uma extremidade e 40 segundos na outra extremidade. Após a confecção dos corpos-de-prova estes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas. Foram confeccionados 20 corpos-de-prova de cada resina composta, sendo 10 de cada grupo experimental. Os ensaios de flexão foram realizados em três pontos em uma máquina de ensaios universal. A percentagem de carga por peso de cada resina composta estudada foi determinada por uma análise termo gravimétrica. O grau de conversão de cada resina composta foi determinado por transmissão de infravermelho. A resistência à flexão foi entre 4 e 24% menor em todas as resinas compostas fotoativadas com a unidade laboratorial em comparação com a unidade convencional de fotoativação, exceto para a resina composta Esthet X[®]. Entretanto, esta diferença foi estatisticamente significativa apenas para as resinas compostas A 110[®] (70MPa – laboratorial; 80MPa convencional), Herculite XR[®] (110MPa – laboratorial; 140MPa – convencional) e P-60[®] (130MPa – laboratorial; 170MPa convencional). O módulo de flexão foi entre 3,0 e 22,0% menor em todas as resinas compostas fotoativadas com a unidade laboratorial em comparação com a unidade convencional de fotoativação, exceto para a resina composta Esthet X[®]. Esta diferença foi estatisticamente significativa para todos os compósitos testados. Não houve diferenças estatisticamente significantes no grau de conversão entre os dois métodos de fotoativação estudados.

Lovell *et al.* (2003) avaliaram os efeitos da intensidade luminosa no grau de conversão e na resistência à flexão de uma resina composta formulada com 75% de bis-GMA e 25% de TEGDMA. Foram utilizadas duas fontes luminosas: Vip light[®] (Bisco), fonte de luz convencional com intensidades de ativação variáveis entre 100 e 600mW/cm²; PAC light[®] (Apollo 95E), arco de plasma com 2000mW/cm² de intensidade luminosa. Para os ensaios de flexão foram confeccionados corpos-de-prova utilizando uma matriz nas dimensões de 25,0±1,0 x 2,4±0,1 x 2,0±0,2mm. A resina composta foi inserida sobre uma lâmina de vidro e compactada por outra lâmina de vidro e então era realizada a fotoativação. Após serem confeccionados os corpos-de-prova foram mantidos em ambiente livre de luminosidade. Os ensaios de flexão foram realizados em uma máquina universal de ensaios (Instron), três minutos após a fotoativação em um grupo e cinco dias após a fotoativação em outro grupo. Foram utilizados os mesmos corpos-de-prova para medir o grau de conversão monomérico, através da espectroscopia de infravermelho, três minutos e cinco dias após a fotoativação. Foram confeccionados corpos-de-prova adicionais para determinar a máxima temperatura atingida durante a exposição luminosa. Os autores observaram que de maneira geral a fotoativação com fonte luminosa de alta intensidade (PAC light[®]) resultou em um maior grau de conversão monomérico, mas produziu uma maior temperatura durante a fotoativação, podendo-se relacionar um alto grau de conversão monomérico com uma associação de efeitos luminosos e térmicos. Os corpos-de-prova irradiados com a fonte de luz convencional apresentaram uma maior resistência à flexão que os corpos-de-prova irradiados com a fonte de alta intensidade por menos de três segundos, podendo-se concluir que a fonte de luz de alta intensidade não afetou a resistência à flexão da resina composta estudada.

Oliveira Jr. *et al.* (2003) avaliaram a resistência adesiva à tração proporcionada pelos cimentos resinosos Fill Magic Dual Cement[®] e Enforce[®] na cimentação da resina composta laboratorial Solidex[®]. Sessenta e quatro terceiros molares humanos extraídos foram seccionados na altura do 1/3 médio com disco diamantado de espessura de 0,3mm. Os dentes foram montados em um cilindro de resina acrílica permitindo a exposição da parede oclusal que foi submetida ao desgaste em politriz com velocidade de 600 rpm, com lixa de granulação 600 por 15 segundos para a formação da camada de “*smear layer*”. Sessenta e quatro corpos-de-prova da resina composta laboratorial Solidex[®] foram confeccionados em laboratório utilizando uma matriz de nylon bipartida suportada por um anel justaposto, com dimensões de 6,0mm de altura, 4,0mm da base inferior e 6,0mm da base superior. A superfície dentinária recebeu condicionamento com ácido fosfórico 37% durante 20 segundos seguido de remoção com spray ar/água durante 10 segundos e o excesso de água retirado com papel absorvente, para manter a superfície dentinária levemente umedecida para a realização da técnica de hibridização. Foi utilizado o sistema adesivo Scotch Bond Multi Uso Plus[®] de acordo com a técnica preconizada pelo fabricante. Os tratamentos aplicados na base da resina composta laboratorial Solidex[®] consistiram no jateamento com óxido de alumínio de granulação 50µm durante 30 segundos com uma pressão de 50Lbs/pol² e condicionamento com ácido fosfórico a 37% durante um minuto. Os corpos-de-prova foram distribuídos aleatoriamente em oito grupos, sendo quatro para cada agente cimentante. Os autores concluíram que o agente silano tem influência positiva na resistência adesiva à tração para ambos agentes cimentantes. Houve uma interação material/tratamento de superfície, sendo os melhores resultados

quando se utilizou o agente silano com o jateamento e jateamento + silano + adesivo.

Say *et al.* (2003) compararam a resistência ao desgaste abrasivo e a microdureza de dois compósitos condensáveis (Filtek P-60[®] e Solitaire 2[®]), um compósito com íons livres (Ariston AT[®]), um compósito híbrido (Tetric Ceram[®]) e um compósito à base de Ormocer (Admira[®]), além de avaliar uma possível relação entre desgaste e dureza superficial. Para os testes de desgaste foram confeccionados cinco corpos-de-prova de cada um dos compósitos estudados nas dimensões de 14,0 x 10,0 x 3,0mm. Os compósitos foram fotoativados em incrementos de 2,0mm com auxílio do fotoativador Visiolux[®] (3M). Os corpos-de-prova foram polidos em uma politriz com irrigação de água com lixas de granulação 600, e armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas. Na máquina de desgaste foi colocada uma mistura de arroz e grãos de cereais junto a um disco metálico que contactava os corpos-de-prova com uma carga de 15N. Após 25000 ciclos foi medido o desgaste superficial, e a perda vertical de substância foi medida após 200000 ciclos. Para os ensaios de microdureza Vickers, foram confeccionados cinco corpos-de-prova para cada um dos compósitos estudados com as dimensões de 4,0 x 4,0 x 4,0mm; a partir de uma matriz metálica. Os compósitos foram fotoativados em incrementos de 2,0mm com auxílio do fotoativador Visiolux[®] (3M). Após os procedimentos de fotoativação os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas. Previamente aos ensaios os corpos-de-prova foram polidos com lixas de papel de granulação 400, 800, 1200 e pasta de alumina 0,5 μ m. Os ensaios de microdureza foram realizados em um microdurômetro digital Shimadzu MHT com carga de 500gf durante 15 segundos. Foram realizadas três edentações em cada corpo-de-prova e determinada a média destas três medidas. O compósito Filtek P-

60[®] foi o que obteve o menor desgaste seguido, em ordem crescente de desgaste, por Solitaire 2[®], Ariston AT[®], Tetric Ceram[®] e Admira[®]. O compósito Admira[®] apresentou um desgaste significativamente maior comparado aos demais compósitos. O compósito Filtek P-60[®] apresentou um número de microdureza Vickers significativamente maior que os demais compósitos ($88,0 \pm 2,71$). Entre os demais compósitos estudados não houve diferenças estatisticamente significantes em relação à microdureza Vickers, sendo: Solitaire 2[®] ($59,86 \pm 1,75$); Ariston AT[®] ($63,4 \pm 6,99$); Tetric Ceram[®] ($62,82 \pm 5,87$); Admira[®] ($58,33 \pm 4,03$). Os autores concluíram que existe uma correlação entre a resistência ao desgaste abrasivo e a dureza superficial, sendo que uma elevada dureza superficial relaciona-se com um baixo desgaste abrasivo.

Tanoue, Matsumura, Atsuta (2003) estudaram a dureza Knoop, solubilidade em água e profundidade de polimerização da resina composta direta/indireta Diamond Crown[®] (DC) ativada em três unidades de fotoativação laboratoriais, para avaliar a performance do material e a influência da unidade de fotoativação. Foi utilizada a resina composta DC na cor A2 e três unidades de fotoativação laboratoriais: Diamond Lite VL[®] (DVL), Hyper LII[®] (LII) e UniXS II[®] (UXS). A unidade DVL é indicada pelo fabricante para o compósito DC, a unidade LII é uma fonte composta de duas lâmpadas de filamentos metálicos de alta intensidade e a unidade UXS é equipada com dois tubos luminosos xenoestroboscópicos. Cada unidade de fotoativação representou um grupo experimental. Para os ensaios de dureza o compósito DC foi condensado em uma matriz cilíndrica de politetrafluoretileno (PTFE) com 10,0mm de diâmetro e 2,0mm de espessura. Após a inserção do compósito este foi coberto com uma tira de poliéster, fotoativado por 60 segundos de cada lado em cada uma das unidades de fotoativação estudadas, de

acordo com cada grupo experimental. Após os procedimentos de fotoativação todos os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C por 24 horas. A superfície de cada corpo-de-prova submetida aos ensaios de dureza foi polida com uma série de brocas de silicone e discos de feltro e pasta de alumina 0,3µm para produzir uma uniformidade superficial. Os ensaios de microdureza foram realizados em um microdurômetro universal (MVK – H 1 Hardness Tester), com aplicação de uma carga de 50gF por 30 segundos. A solubilidade em água foi determinada de acordo com o método descrito pela normalização ISO 10477. A profundidade de polimerização foi determinada de acordo com a técnica descrita pela normalização ISO 4049. O compósito foi condensado em uma matriz metálica com 4,0mm de diâmetro e 8,0mm de espessura. Os corpos-de-prova foram fotoativados nas unidades estudadas por 20, 30, 60 e 90 segundos. Após os procedimentos de fotoativação os corpos-de-prova foram removidos da matriz e a camada de material não polimerizado foi removida com álcool. A espessura dos corpos-de-prova foi medida em sua porção central com um micrômetro. O maior valor de dureza foi encontrado com a utilização da unidade LII (alta intensidade) - 63,3KHN (média dos valores), sendo estatisticamente superior aos valores médios encontrados com a unidade DVL – 50,8KHN e com a unidade UXS – 49,9KHN. A solubilidade em água foi estatisticamente menor com a utilização das unidades LII – 2,6µgmm⁻³ e DVL - 2,5µgmm⁻³ em comparação com a unidade UXS 3,8µgmm³. A unidade LII foi a que proporcionou maior profundidade de polimerização, seguida por DVL e UXS em todos os tempos de exposição estudados.

Coffey *et al.* (2004) determinaram um tempo mínimo de fotoativação para se obter um valor adequado de microdureza Vickers na base e no topo de uma resina composta utilizando uma lâmpada halógena de quartzo-tungstênio. Para este

estudo foi utilizada a resina composta TPH Spectrum[®] (Dentsply) na cor C3, compactada em uma matriz de nylon com 8,0mm de diâmetro e 1,5mm de profundidade. A matriz de nylon foi apoiada sobre um fino espelho e uma fina lâmina de vidro e sobre ela colocada uma tira de poliéster e outra fina lâmina de vidro. Foi utilizada a unidade de fotoativação Coltolux 4[®], com intensidade luminosa de 600mW/cm² medida pelo radiômetro Coltolux lightmeter. A ponteira do fotoativador foi posicionada 0,9mm acima da resina composta. Foram confeccionados 15 corpos-de-prova para cada um dos sete grupos experimentais, testados nos tempos de exposição de 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 30,0; 40,0; e 60,0 segundos. Os testes de microdureza foram realizados na base e no topo de cada um dos corpos-de-prova após uma e 24 horas da finalização dos procedimentos de fotoativação. Durante os intervalos dos testes os corpos-de-prova foram armazenados ao abrigo de luz em ambiente seco a 20°C. O grupo 7 (T 60) foi considerado controle. Os testes de microdureza foram realizados em um edentador Vickers com uma carga de 300gF por 10 segundos. Os autores encontraram os seguintes valores médios de dureza: G1 – uma hora – topo 43,4 / base 30,5 – 24 horas – topo 52,0 / base 35,1; G2 – uma hora – topo 49,4 / base 43,1 – 24 horas – topo 59,2 / base 51,2; G3 – uma hora – topo 50,5 / base 45,5 – 24 horas – topo 59,8 / base 53,7; G4 – uma hora – topo 52,6 / base 48,6 – 24 horas – topo 60,2 / base 55,5; G5 – uma hora – topo 53,7 / base 51,1 – 24 horas – topo 61,3 / base 58,9; G6 – uma hora – topo 53,6 / base 50,8 – 24 horas – topo 61,0 / base 58,6; G7 – uma hora – topo 55,1 / base 52,7 – 24 horas – topo 61,4 / base 57,9. Os autores concluíram que a microdureza é dependente do tempo de fotoativação, do tempo de espera pós fotoativação e da superfície avaliada. Em todos os grupos os valores de microdureza da base foram

menores que os valores do topo, e aumentou tanto na base quanto no topo quando os testes foram realizados 24 horas após os procedimentos de fotoativação.

Ersoy *et al.* (2004) determinaram a resistência à flexão (FS), o módulo de flexão (FM), a profundidade de polimerização (DC), a contração de polimerização (PS) e a microdureza (MH) de duas resinas compostas condensáveis, duas resinas compostas híbridas e uma resina composta com íons livres. Foram utilizadas as resinas compostas condensáveis: Solitaire 2[®] (S), Filtek P-60[®] (P); híbridas: Filtek Z-250[®] (Z) e Charisma[®] ©; e com íons livres: Ariston AT[®] (A). Para a determinação de FS e FM foi seguida a normalização ISO 4049, sendo confeccionados 10 corpos-de-prova de cada resina composta a partir de uma matriz metálica com as dimensões de 2,0 x 2,0 x 25,0mm. Cada resina composta foi condensada sobre a matriz fotoativada em três pontos distintos em tempos recomendados por cada fabricante, e o corpo-de-prova removido da matriz. Os corpos-de-prova foram então armazenados em água desmineralizada a 37°C por 24 horas. Os ensaios de flexão foram realizados em uma máquina de ensaios universal, em três pontos até ocorrer a fratura com velocidade de carga de 0,75±0,25mm/min. Para a determinação de PS foram confeccionados cinco corpos-de-prova de cada resina composta. A contração volumétrica de polimerização foi medida através do dispositivo de Watts & Cash que consiste em um transdutor linear de deslocamento (LVDT), uma fonte luminosa de ativação e um sistema de gravação computadorizado. Para a determinação de DC foram obtidos corpos-de-prova a partir de uma matriz metálica cilíndrica com 8,0mm de altura e 4,0mm de diâmetro. Cada resina composta estudada foi condensada sobre a matriz, que estava entre duas finas lâminas de vidro com a finalidade de se remover o excesso de resina composta. As lâminas de vidro foram removidas e a unidade de fotoativação Visiolux 105608[®] (3M) posicionada sobre a matriz, seguindo

os tempos de fotoativação recomendados por cada fabricante. Os corpos-de-prova foram removidos da matriz e a porção de resina composta, inadequadamente polimerizada, foi removida com uma espátula plástica. A altura de cada corpo-de-prova foi medida com auxílio de um micrômetro e então calculada a DC seguindo a normalização ISO 4049. Para a determinação de MH foram confeccionados cinco corpos-de-prova de cada resina composta com as dimensões de 4,0 x 4,0 x 4,0mm. Cada resina composta estudada foi fotoativada pela unidade Visiolux 105608[®] (3M) em camadas incrementais de 2,0mm seguindo as recomendações de cada fabricante. Após os procedimentos de fotoativação os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas. Antes dos ensaios de microdureza os corpos-de-prova foram polidos com discos de papel e pasta de alumina. Foi utilizado um microdurômetro digital Vickers (Shimadzu) com carga de 500g/F por 15 segundos. Foram feitas três edentações em diferentes pontos de cada corpo-de-prova. O valor de microdureza de cada corpo-de-prova foi dado pela média das três edentações. Para cada teste realizado em cada resina composta estudada foram encontrados os seguintes valores médios: FS (MPa) - Z-172,6 ±5,8; P- 130,3±14,2; A- 105,2±15,6; S- 90,3±22,0; C- 67,8±13,2 / FM (GPa) - Z-13,0 ±0,5; P- 11,8±0,5; A- 8,7±0,5; S- 5,0±1,0; C- 6,0±0,6 / PS (%) - Z-1,8±0,1; P- 1,7±0,1; A- 2,3±0,1; S- 2,7±0,2; C- 2,1±0,2 / DC (mm) - Z-3,07 ±0,13; P- 2,82±0,23; A- 2,96±0,15; S- 1,97±0,12; C- 2,02±0,57 / MH (VHN) - Z-89,1 ±6,87; P- 88,09±2,71; A- 63,4±6,99; S- 59,86±1,75; C- 60,35±1,78. Os autores concluíram que resinas compostas da mesma categoria apresentaram valores de propriedades estudadas estatisticamente diferentes. Resinas de alto peso molecular como P (condensável) e Z (híbrida) apresentaram melhores valores das propriedades estudadas podendo serem mais indicadas para restaurações em dentes posteriores.

Soares *et al.* (2005) avaliaram as propriedades mecânicas de resinas compostas fotoativadas submetidas a vários métodos de ativação complementar. Foram utilizadas duas resinas compostas híbridas TPH[®] e Filtek P-60[®] e uma resina composta laboratorial Solidex[®]. Foram realizados ensaios de dureza Knoop e de resistência à tração diametral. Foram confeccionados corpos-de-prova a partir de uma matriz de alumínio com 3,0mm de altura e 6,0mm de diâmetro, sendo confeccionados cinco corpos-de-prova para cada combinação material restaurador e sistema de ativação para ambos os testes. As resinas compostas foram inseridas em três incrementos e ativadas segundo os grupos: G I (Filtek P-60[®]) e G II (TPH[®]) – 40 segundos de fotoativação convencional na unidade XL 3000[®] - 3M (C 1); G III (Filtek P-60[®]) e G IV (TPH[®]) – (C 1) seguida de ativação complementar em unidade laboratorial com fonte de luz multifocal EDG Lux[®] por sete minutos; G V (Filtek P-60[®]) e G VI (TPH[®]) – (C 1) seguida por ativação complementar em forno de microondas por cinco minutos; G VII (Filtek P-60[®]) e G VIII (TPH[®]) – (C 1) seguida por ativação complementar em autoclave a 100°C por cinco minutos; G IX (Filtek P-60[®]) e G X (TPH[®]) – (C 1) seguida por ativação complementar em estufa a 100°C por 15 minutos; G XI (Filtek P-60[®]) e G XII (TPH[®]) – três minutos de ativação na unidade laboratorial EDG Lux[®], seguida por ativação complementar por sete minutos na mesma unidade; G XIII (Solidex[®]) - três minutos de ativação na unidade laboratorial EDG Lux[®], seguida por ativação complementar por sete minutos na mesma unidade. Após a confecção, os corpos-de-prova foram armazenados ao abrigo de luz em água destilada a 37°C por 24 horas. Para os ensaios de resistência à tração diametral foi utilizada uma máquina universal de ensaios Instron, e para os ensaios de dureza Knoop os corpos-de-prova foram polidos e utilizada uma caga de

50gF por 30 segundos com auxílio de um edentador Knoop, sendo realizadas edentações no topo e na superfície. Os valores de dureza encontrados neste estudo foram, em KHN: 1- Filtek P-60[®] (convencional – topo-93,4; base-96,78 / ativação complementar em fotoativador laboratorial – topo-117,17; base-109,68 / ativação complementar em autoclave - topo-118,54; base-119,70 / ativação complementar em calor seco - topo-100,77; base-104,7 / ativação complementar em microondas - topo-121,48; base-115,09 / ativação em fotoativador laboratorial - topo-92,9; base-100,35); 2- TPH[®] (convencional – topo-60,02; base-61,87 / ativação complementar em fotoativador laboratorial – topo-74,94; base-72,52 / ativação complementar em autoclave - topo-74,82; base-68,47 / ativação complementar em calor seco - topo-68,36; base-69,33 / ativação complementar em microondas - topo-78,71; base-75,82/ ativação em fotoativador laboratorial - topo-66,54; base-65,30); 3- Solidex[®] (ativação em fotoativador laboratorial - topo-58,75; base-55,25). Os autores concluíram que as resinas compostas TPH[®] e Filtek P-60[®] apresentaram melhores propriedades mecânicas que a resina composta laboratorial Solidex[®]. Os métodos de ativação complementar proporcionaram aumento de dureza e resistência à tração diametral. Os valores de dureza Knoop foram estatisticamente semelhantes no topo e na base das resinas compostas estudadas.

Spreafico, Krejci, Dietschi (2005) avaliaram a performance clínica e adaptação marginal de restaurações diretas e semidiretas de resina composta classe II em pacientes por um período de três anos e meio. Realizou-se um estudo prospectivo longitudinal em 11 pacientes sendo sete mulheres e quatro homens, com idade entre 18 e 27 anos, com bom padrão de higiene oral e saúde periodontal. Foram realizadas 44 restaurações em pré-molares e molares superiores, sendo 30 pré-molares (12 mésio oclusal (MO) e oclusal distal (OD) – oito diretas e quatro

semidiretas; 18 méso-cluso-distal (MOD) – sete diretas e 11 semidiretas) e 14 molares (10 MO e OD – seis diretas e quatro semidiretas; quatro MOD – uma direta e três semidiretas). Todas as restaurações foram realizadas utilizando a resina composta APH[®] e o agente de união Prisma Universal Bond 3[®]. As restaurações diretas foram confeccionadas pela técnica incremental, sendo cada camada com 1,0mm de espessura fotoativada pelo aparelho fotoativador Optilux 500[®] por 40 segundos. As restaurações semidiretas foram confeccionadas a partir de moldagens em silicone e obtenção de modelos de gesso. Foram confeccionadas em duas ou três camadas fotoativadas pelo aparelho fotoativador Optilux 500[®] por 40 segundos, e, em seguida submetidas à ativação complementar por luz e calor na unidade laboratorial DI 500[®], por sete minutos a 120°C. O desempenho clínico foi avaliado pelo critério USPHS, enquanto a adaptação marginal foi avaliada por réplicas por meio de microscopia. Os resultados clínicos mostraram, após três anos e meio, ausência de fraturas, sensibilidade e cáries recorrentes em todas as restaurações. A avaliação marginal da microscopia mostrou baixos níveis de fendas marginais (4,0 – 8,0%). Os resultados mostraram não haver diferenças estatisticamente significantes entre as técnicas direta e semidireta para a metodologia empregada neste estudo.

3. PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo é verificar a influência de duas técnicas de ativação complementar (luz e calor seco) na resistência ao dobramento e na microdureza Vickers, de uma resina composta direta/indireta fotoativada, e comparar estas propriedades às de uma resina composta indireta laboratorial processada de acordo com as especificações do fabricante.

As técnicas de ativação complementar estudadas foram as seguintes:

- a. ativação por calor seco em estufa odontológica;
- b. fotoativação em uma unidade de luz laboratorial.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Para a execução deste estudo foi utilizada a resina composta Filtek P-60^{®1}, na cor A3, indicada tanto para restaurações diretas como para restaurações indiretas, e a resina composta laboratorial Artglass[®], na cor DA3, indicada para restaurações indiretas (FIG. 1).



FIGURA 1 – Resinas compostas utilizadas

A resina composta Filtek P-60[®] é constituída pelos monômeros TEGDMA (Trietileno glicol dimetacrilato), UDMA (Uretano dimetacrilato) e Bis-EMA (Bisfenol A-polietileno glicol dieter dimetacrilato). A porção inorgânica da resina composta Filtek P-60[®] possui distribuição do tamanho de partículas de 0,01 μ m a 3,50 μ m, com um tamanho médio de 0,60 μ m, sendo composta por vidro de Zircônia e sílica em 75,9% em peso ou 61,0% em volume (PERFIL....., s.d.).

¹ 3M – Saint Paul - USA

A resina composta laboratorial Artglass[®] tem como combinação em sua porção orgânica o monômero convencional Bis-GMA e um monômero multifuncional UTMA. A porção inorgânica deste compósito, correspondendo a 75,0% em peso, é essencialmente um vidro de Bário radiopaco com tamanho médio de partículas de 0,7 μ m e ainda uma pequena quantidade de sílica coloidal (OERTLI, MANDARINO, GUERREIRO, 2002).

Foram utilizados ensaios de dobramento e de microdureza Vickers, para comparar as técnicas de fotoativação convencional com as técnicas de ativação complementar (luz e calor) na resina Filtek P-60[®], e compara-la com a resina composta laboratorial Artglass[®], processada de acordo com as instruções do fabricante.

4.1 Ensaios de resistência ao dobramento

Os ensaios de dobramento, que combinam cargas de compressão e tração, seguiram os critérios da norma ISO n° 4049: 1988 ANSI / ADA N° 27: 1993 para materiais restauradores à base de resina composta, que preconizam o teste de dobramento por três pontos e dimensões dos corpos-de-prova de 25,0 \pm 2,0mm de comprimento, 2,0 \pm 0,1mm de altura e 2,0 \pm 0,1mm de largura.

Os corpos-de-prova foram obtidos a partir de uma matriz metálica constituída por uma base de alumínio e uma lâmina de latão bipartida, a qual, encaixada na base, forma uma cavidade com 25,0 mm de comprimento, 2,0 mm de altura e 2,0 mm de largura (FIG. 2).

**A****B**

A = Lâmina de latão acoplada à base de alumínio; B = Lâmina fora da base

FIGURA 2 – Matriz metálica utilizada para a confecção dos corpos-de-prova para os ensaios de dobramento

A resina composta P-60[®] foi compactada em um único incremento sobre a matriz metálica com auxílio de um condensador n° 2 (Duflex), e sobre esta resina composta foi posicionada uma lâmina de vidro com uma pressão digital a fim de remover o excesso do material e produzir uma superfície lisa. Após a inserção da resina composta realizou-se a fotoativação convencional utilizando dois aparelhos fotoativadores Optlight Plus^{®2}, cuja ponteira condutora de luz possui 10,0mm de diâmetro, com intensidade luminosa de 500mW/cm², aferido por um radiômetro. O radiômetro foi previamente aferido pelo fabricante. Quando a intensidade luminosa dos fotoativadores ficava abaixo de 500mW/cm² as lâmpadas dos aparelhos eram substituídas. A fotoativação ocorreu inicialmente no centro da matriz metálica, por 40 segundos e em seguida nas duas extremidades, com auxílio dos dois aparelhos fotoativadores, também por um tempo de 40 segundos em cada extremidade. Em seguida a matriz foi removida da base de alumínio, colocada do lado oposto e

² Gnatus – Ribeirão Preto – S.P. - Brasil

repetida a fotoativação descrita, perfazendo um total de 240 segundos de fotoativação em cada corpo-de-prova. Para a ativação complementar por calor foi utilizada uma estufa odontológica (Odontobrás), previamente calibrada, como meio de se obter calor seco. Para a ativação complementar por luz foi utilizada a unidade laboratorial UniXS[®], composta de duas lâmpadas estroboscópicas de Xenônio que produz 20 milissegundos de luz seguidos de 80 milissegundos de escuro, além de elevar a temperatura interna para 50°C (OERTLI, MANDARINO, GUERREIRO; 2002). Foram confeccionados 30 corpos-de-prova por meio de fotoativação convencional, e estes foram divididos aleatoriamente em três grupos experimentais com 10 corpos-de-prova em cada:

- a. Grupo I: (Controle) fotoativação convencional;
- b. Grupo II: após a fotoativação convencional outros 10 corpos-de-prova foram colocados em uma estufa odontológica e submetidos, ao mesmo tempo, à ativação complementar por calor seco a $125\pm 2^\circ\text{C}$, durante 600 segundos;
- c. Grupo III: após a fotoativação convencional, 10 corpos-de-prova foram submetidos, ao mesmo tempo, à ativação complementar por luz na unidade laboratorial UniXS^{®3}, durante 180 segundos. Em seguida os corpos-de-prova foram colocados do lado oposto e repetida a fotoativação descrita, perfazendo um total de 360 segundos de fotoativação.

A resina composta laboratorial Artglass[®] foi também condensada em um único incremento sobre a matriz metálica com auxílio de um condensador n° 2 (Duflex), e sobre esta resina foi posicionada uma lâmina de vidro com uma pressão digital a fim de remover o excesso e produzir uma superfície lisa. Após a inserção da resina composta foi realizada a fotoativação na unidade laboratorial de luz

³ Heraeus Kulzer – Wehrheim – GmbH - Germany

xenoestroboscópica UniXS[®] por 180 segundos. Em seguida a matriz foi removida da base de alumínio, colocada do lado oposto e repetida a fotoativação descrita, perfazendo um total de 360 segundos de fotoativação em cada corpo-de-prova. Para a resina composta laboratorial Artglass[®] foram confeccionados 10 corpos-de-prova, denominados Grupo IV. Os procedimentos de ativação por grupo estão listados na TAB. 1.

TABELA 1

Procedimentos de ativação para os ensaios de resistência ao dobramento

| Grupo | Nº corpos-de-prova | Ativação inicial | Ativação complementar |
|--------------|---------------------------|---|---|
| I | 10 | Fotoativador convencional 240 segundos | ---- |
| II | 10 | Fotoativador Convencional 240 segundos | Estufa - calor seco 600 segundos |
| III | 10 | Fotoativador convencional 240 segundos | Unidade de luz laboratorial 360 segundos |
| IV | 10 | Unidade de luz laboratorial 360 segundos | --- |

Após os procedimentos de ativação os corpos-de-prova foram mantidos em água deionizada a $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, em uma estufa biológica, em recipientes escuros, garantindo a ausência de luz. Antes da realização dos ensaios de

dobramento, os excessos nas dimensões dos corpos-de-prova foram inicialmente removidos com auxílio de uma lâmina de bisturi nº 11, e depois foram submetidos ao lixamento em uma lixadeira metalográfica com lixa de granulação 400 mesh, de modo a deixar suas superfícies planas e paralelas. Após estes procedimentos as dimensões dos corpos-de-prova foram medidas com auxílio de um micrômetro, a fim de certificar que estes possuíam as dimensões estabelecidas pela norma.

Os ensaios de dobramento foram realizados de acordo com os critérios da norma ISO nº 4049: 1988 ANSI/ADA nº .27- 1993 para materiais restauradores a base de resina composta, que preconiza um aparato constituído de uma base fixada ao prato da máquina de ensaios mecânicos, composta de dois apoios de secção circular de 2,0mm de diâmetro montados paralelamente com 20,0mm de distância entre seus centros (Matriz de Dobramento). O dispositivo de aplicação de carga foi construído com uma ponta com secção circular de 2,0mm para ser aplicado no centro do corpo-de-prova que era posicionado sobre os dois apoios do dispositivo fixado ao prato da máquina (FIG. 3).



A= Base a ser fixada ao prato da máquina de ensaios mecânicos e dispositivo de aplicação de carga.
B= Dispositivo de aplicação de carga em posição de teste

FIGURA 3 – Aparato para fixação na máquina ensaios mecânicos (matriz de dobramento)

Os ensaios de dobramento foram realizados na máquina universal de ensaios Instron dotada de uma célula de carga de 10,0 kgf com uma velocidade de $0,75 \pm 0,25$ mm/minuto até a fratura, e a carga máxima em kgf registrada.

O cálculo da resistência ao dobramento (σ) (MPa) foi realizado de acordo com a seguinte equação:

$$\sigma = 3 F l / 2 b h^2 \quad [\text{Eq. 1}]$$

onde:

F = carga máxima (kgf)

l = distância entre os apoios (mm)

b = largura do corpo-de-prova (mm)

h = altura do corpo-de-prova (mm)

4.2 Ensaios de microdureza Vickers

Os ensaios de microdureza Vickers seguiram os critérios da norma ASTM E-384: 1999. Foram confeccionados corpos-de-prova a partir de uma matriz de PVC com diâmetro de 5,0mm e espessura de 2,0mm. A matriz foi isolada com o isolante *insulating gel*[®], e apoiada sobre uma placa de vidro (FIG. 4).

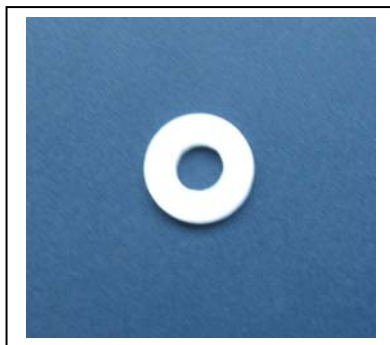


FIGURA 4 – Matriz de PVC

A resina composta P-60[®] foi compactada em um único incremento na matriz com auxílio de um condensador n° 2 (Duflex) e sobre esta foi posicionada uma lâmina de vidro com pressão digital a fim de remover o excesso do material e produzir uma superfície lisa. Após a inserção da resina composta realizou-se a fotoativação convencional utilizando o aparelho fotoativador Optlight Plus[®], cuja ponteira condutora de luz possui 10,0mm de diâmetro, com intensidade luminosa de 500mW/cm² aferido por um radiômetro. O radiômetro foi previamente aferido pelo fabricante. Quando a intensidade luminosa do fotoativador ficava abaixo de 500mW/cm² a lâmpada do aparelho era substituída. A fotoativação ocorreu inicialmente por 40 segundos. Em seguida a matriz foi virada para o lado oposto e repetida a fotoativação descrita, perfazendo um total de 80 segundos de fotoativação em cada corpo-de-prova. Foram confeccionados 15 corpos-de-prova através da fotoativação convencional, e estes foram divididos aleatoriamente em três grupos experimentais com cinco corpos-de-prova em cada grupo:

- a. Grupo I: (controle) fotoativação convencional;
- b. Grupo II: após a fotoativação convencional, cinco corpos-de-prova foram colocados em uma estufa, ao mesmo tempo, e submetidos à ativação complementar por calor seco a 125±2°C, durante 600 segundos;
- c. Grupo III: após a fotoativação convencional outros cinco corpos-de-prova foram submetidos, ao mesmo tempo, à ativação complementar por luz na unidade laboratorial UniXS[®] durante 180 segundos. Em seguida os corpos-de-prova foram colocados do lado oposto e repetida a fotoativação descrita, perfazendo um total de 360 segundos de fotoativação.

A resina composta laboratorial Artglass[®] foi condensada em um único incremento na matriz com auxílio de um condensador n°2 (Duflex) e sobre esta foi posicionada uma lâmina de vidro com pressão digital a fim de remover o excesso do material e produzir uma superfície lisa. Após a inserção da resina composta foi realizada a fotoativação na unidade laboratorial de luz xenoestroboscópica UniXS[®] por 180 segundos. Em seguida a matriz foi virada para o lado oposto e repetida a fotoativação descrita, perfazendo um total de 360 segundos de fotoativação em cada corpo-de-prova. Para a resina composta laboratorial Atrtglass[®] foram confeccionados cinco corpos-de-prova, denominados Grupo IV. Os procedimentos de ativação por grupo estão listados na TAB. 2.

TABELA 2

Procedimentos de ativação para os ensaios de microdureza Vickers

| Grupo | Nº corpos-de-prova | Ativação inicial | Ativação complementar |
|--------------|---------------------------|---|---|
| I | 5 | Fotoativador convencional 80 segundos | ---- |
| II | 5 | Fotoativador convencional 80 segundos | Estufa - calor seco 600 segundos |
| III | 5 | Fotoativador convencional 80 segundos | Unidade de luz laboratorial 360 segundos |
| IV | 5 | Unidade de luz laboratorial 360 segundos | --- |

Após os procedimentos de ativação todos os corpos-de-prova foram mantidos em água deionizada a $37\pm 1^\circ\text{C}$ por 24 horas, em uma estufa biológica, em recipientes escuros, garantindo a ausência de luz. Antes da realização dos ensaios de microdureza, os corpos-de-prova foram polidos com lixas d'água Norton[®], nas granulações 600, 1200 e 2000 mesh e pasta diamantada $3\mu\text{m}$ e $1/4\mu\text{m}$, a fim de produzir uma superfície uniforme e plana.

Os testes de microdureza Vickers foram realizados com auxílio de um microdurômetro Vickers Leitz Wetzlar modelo Durimet⁴ com carga de 50gf, durante 15 segundos. Foram realizadas cinco impressões de microdureza em cada corpo-de-prova, com distância de aproximadamente três vezes as medidas das diagonais entre as impressões. O indentador de microdureza Vickers é uma ponta de diamante na forma de uma pirâmide invertida de base quadrada. O valor de microdureza Vickers (Kgf/mm^2) é o quociente da carga aplicada pelo quadrado das médias das diagonais (d_1 e d_2) formadas pelos vértices opostos da base da pirâmide; dado pela seguinte equação:

$$\text{VHN} = 1,8544 \times P/d^2 \quad [\text{Eq. 2}]$$

Onde:

P = carga aplicada (kgf)

d = média das medidas das diagonais d_1 e d_2 (mm)

O valor de microdureza de cada corpo-de-prova foi dado pela média destas cinco impressões. O valor de microdureza de cada grupo experimental foi dado pela média das médias dos valores de cada corpo-de-prova.

Os dados dos ensaios de resistência ao dobramento e microdureza Vickers foram submetidos à análise estatística.

⁴ Durimet II – Ernst Leitz GmbH Wetzlar - Germany

5. RESULTADOS

Os resultados das medidas relativas à microdureza Vickers e resistência ao dobramento obtidas nos corpos-de-prova e utilizadas para análise estatística estão no ANEXO A.

A TAB. 3 mostra as estatísticas descritivas para as medidas de interesse de acordo com os grupos experimentais.

TABELA 3

Estatística descritiva dos resultados de resistência ao dobramento e microdureza Vickers

| GRUPO | | N | Mínimo | Maximo | Média | Desvio-padrão |
|--------------|---------------------------|----------|---------------|---------------|--------------|----------------------|
| I | TF (kgf/mm ²) | 10 | 4,35 | 12,99 | 9,6570 | 2,76782 |
| | TF (MPa) | 10 | 42,67 | 127,43 | 94,7351 | 27,15231 |
| | Dureza (VHN) | 25 | 90,5 | 106,5 | 98,060 | 4,5349 |
| II | TF (kgf/mm ²) | 10 | 11,17 | 17,49 | 14,0380 | 2,11195 |
| | TF(MPa) | 10 | 109,57 | 171,57 | 137,7128 | 20,71823 |
| | Dureza (VHN) | 25 | 99,7 | 116,6 | 109,028 | 4,7627 |
| III | TF (kgf/mm ²) | 10 | 10,78 | 16,52 | 13,6780 | 1,87593 |
| | TF(MPa) | 10 | 105,75 | 162,06 | 134,1812 | 18,40287 |
| | Dureza (VHN) | 25 | 99,7 | 112,6 | 106,456 | 3,7138 |
| IV | TF(kgf/mm ²) | 10 | 8,28 | 11,97 | 10,3080 | 1,01952 |
| | TF(MPa) | 10 | 81,23 | 117,42 | 101,1215 | 10,00149 |
| | Dureza (VHN) | 25 | 54,1 | 64,2 | 59,452 | 2,0360 |

5.1 Comparação dos grupos

Para avaliar a existência de diferença nas medidas de interesse entre os grupos foram utilizados modelos de análise de variância (ANOVA). Quando detectado efeito significativo, foi utilizado o teste de comparações múltiplas de Duncan para a comparação dos tratamentos (grupos) dois a dois. Os resultados são mostrados a seguir. As análises foram realizadas no software SPSS 11.5 Inc. (*Statistical Package for Social Sciences*).

5.2 Resultados de resistência ao dobramento

Observa-se na TAB. 4 que os quatro grupos diferem entre si (valor-p < 0,0005), em relação à medida de resistência ao dobramento (TF). A TAB. 5 e a FIG. 5 mostram os resultados da comparação dos grupos. Pode-se verificar que os grupos I e IV são estatisticamente semelhantes, mas diferem dos grupos II e III que também são estatisticamente semelhantes entre si.

TABELA 4

**Análise de Variância (ANOVA) dos valores de resistência ao dobramento
(TF - kgf/mm²)**

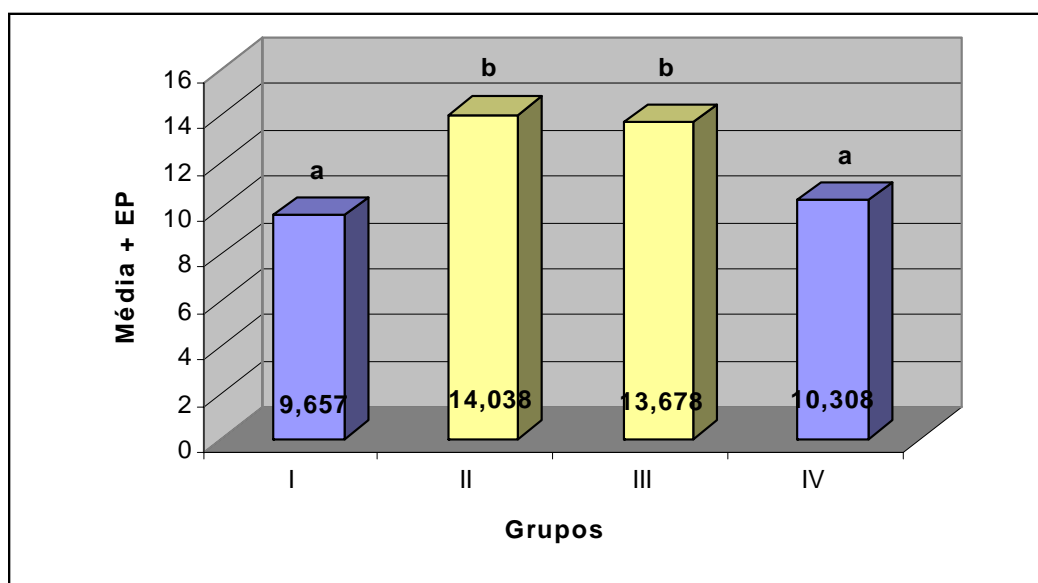
| Fonte de variação | Soma de quadrados | Graus de liberdade | Quadrado médio | F | Valor-p< |
|-------------------|-------------------|--------------------|----------------|--------|----------|
| Grupos | 152,962 | 3 | 50,987 | 12,227 | 0,0005 |
| Erro | 150,117 | 36 | 4,170 | | |

TABELA 5

Comparação entre os grupos do teste de Duncan para a resistência ao dobramento (TF - kgf/mm²)

| Grupos | Média ± EP | |
|--------|------------------|---|
| I | 9,6570 ± 0,8753 | a |
| II | 14,0380 ± 0,6679 | b |
| III | 13,6780 ± 0,5932 | b |
| IV | 10,3080 ± 0,3224 | a |

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos



Cores diferentes indicam diferenças estatisticamente significantes

FIGURA 5 - Representação gráfica dos resultados do teste de Duncan para a resistência ao dobramento (TF - kgf/mm²)

A análise estatística dos resultados permitiu observar que o grupo II, submetido à ativação complementar em calor seco apresentou um resultado de 14,0308 kgf/mm², que foi igual estatisticamente ao grupo III submetido à ativação complementar por luz com um resultado de 13,6780kgf/mm².

As ativações complementares realizadas na resina composta Filtek P-60[®] nos grupos II e III apresentaram valores superiores com 14,0308 e 13,6780kgf/mm² respectivamente e foram diferentes estatisticamente do grupo IV com valor de 10,3080kgf/mm² que utilizou a resina composta laboratorial Artglass[®].

O grupo I utilizou a resina composta Filtek P-60[®] submetida apenas a ativação convencional apresentou o valor de 9,6570kgf/mm² que foi estatisticamente igual ao grupo IV que utilizou a resina composta laboratorial Artglass[®] com valor de 10,3080kgf/mm².

5.3 Resultados de microdureza Vickers

Para avaliar a existência de diferença de microdureza Vickers entre os grupos foi feita uma análise de variância. Observou-se que os quatro grupos diferem entre si (valor-p < 0,0005) (TAB. 6) em relação à medida de dureza. A TAB. 7 e a FIG. 6 mostram os resultados da comparação dos grupos, podendo-se verificar que os grupos II e III são estatisticamente semelhantes, mas diferem dos grupos I e IV. O grupo IV apresentou diferença estatisticamente significativa em relação aos grupos I, II e III.

TABELA 6

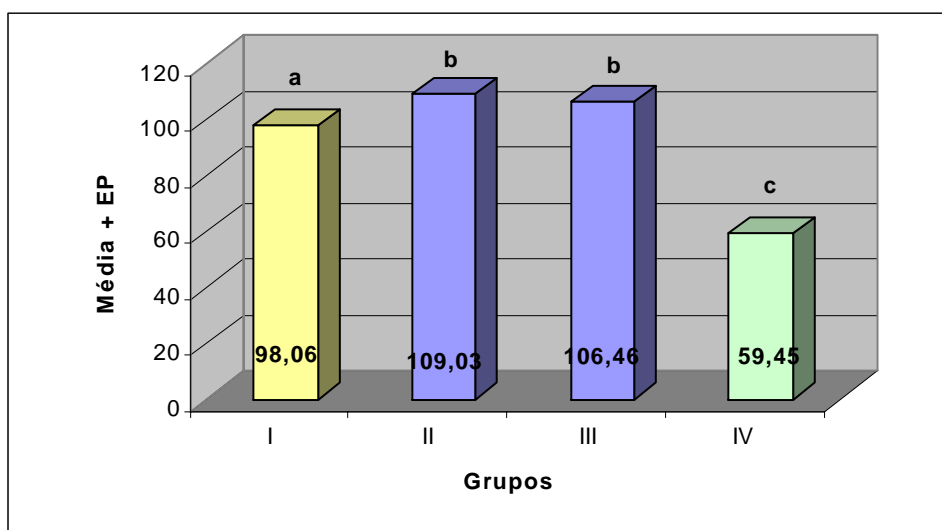
Análise de variância (ANOVA) dos valores de microdureza Vickers (VHN)

| Fonte de variação | Soma de quadrados | Graus de liberdade | Quadrado médio | F | Valor-p< |
|-------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|----------|----------|
| GRUPO | ,001 | 3 | 0,000 | 1576,285 | 0,0005 |
| Erro | 2,023x10 ⁻⁰⁵ | 96 | 2,107x10 ⁻⁰⁷ | | |

TABELA 7**Comparação entre os grupos do teste de Duncan para a microdureza Vickers (VHN)**

| Grupo | Média ± EP | |
|-------|---------------|---|
| I | 98,06 ± 0,91 | a |
| II | 109,03 ± 0,95 | b |
| III | 106,46 ± 0,74 | b |
| IV | 59,45 ± 0,41 | c |

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos



Cores diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas

FIGURA 6 - Representação gráfica dos resultados do teste de Duncan para a microdureza Vickers (VHN)

A análise estatística dos resultados permitiu observar que o grupo II, submetido à ativação complementar em calor seco apresentou um resultado de 109,03VHN, que foi igual, estatisticamente, ao grupo III submetido à ativação complementar por luz, com um resultado de 106,46VHN. Entretanto, estes valores

foram superiores e diferentes estatisticamente do grupo I, que utilizou a resina composta Filtek P-60[®] submetida apenas à ativação convencional, com resultado de 98,06VHN, e do grupo IV que utilizou a resina composta laboratorial Artglass[®] com valor de 59,45VHN.

O grupo IV que utilizou a resina composta laboratorial Artglass[®] com valor de 59,45VHN foi diferente estatisticamente dos grupos I, II e III que utilizaram a resina composta Filtek P-60[®] na forma de ativação convencional e na forma de ativação complementar, com valores de 98,06; 109,03 e 106,46VHN respectivamente.

6. DISCUSSÃO

A resistência à flexão pode ser entendida como uma mensuração coletiva de forças de tração, compressão e cisalhamento (ANUSAVICE, 1998). Os ensaios de resistência à flexão são de grande relevância clínica para avaliação da resistência dos materiais restauradores, principalmente os utilizados em cavidades Classe I, II e IV. Os materiais que apresentam uma elevada resistência à flexão são menos propensos a fraturas marginais (ERSOY *et al.*, 2004).

É importante salientar que existe uma interpretação equivocada do termo flexão na grande maioria da bibliografia odontológica, inclusive na norma ISO 4049. O ensaio indicado na norma e denominado ensaio de flexão é, na verdade, um ensaio de dobramento, onde o corpo-de-prova permanece solto sobre a matriz de dobramento, sendo a carga aplicada no seu centro. Nos ensaios de flexão o corpo-de-prova deve permanecer fixo em uma de suas extremidades e a carga é aplicada sobre a outra extremidade. Neste estudo foram realizados ensaios de dobramento seguindo os critérios da norma ISO 4049.

A dureza pode ser definida como a capacidade de uma determinada substância em resistir ao desgaste ou à penetração. O conhecimento da medida de dureza dos materiais é muito importante na Odontologia e está relacionado com a indicação e longevidade clínica dos materiais restauradores (COFFEY *et al.*, 2004; REIS e PANZERI, 2001; TANOUE, MATSUMUR, ATSUTA, 2000; WENDT, 1990).

Acredita-se que as resinas compostas possuem um papel muito significativo na Odontologia. Elas representam uma solução estética de fácil manipulação e confecção pelo Cirurgião-Dentista, além de apresentarem um

prognóstico com elevada taxa de sucesso em longo prazo, quando obedecidas às técnicas operatórias de confecção e os procedimentos de conservação tais como higienização e visitas periódicas ao profissional. O fator estético é hoje em dia muito solicitado por parte dos pacientes em Odontologia que esperam de um tratamento, além do restabelecimento da função mastigatória, restaurações estéticas com aparência dos dentes naturais.

A confecção das resinas compostas pela técnica indireta está indicada em cavidades Classe II compostas onde a abertura da caixa proximal é maior que 2/3 da distância vestibulo-lingual na altura da crista marginal. Esta técnica indireta apresenta alguns benefícios quando comparada com a técnica direta, como facilidade de restabelecimento do contorno da crista marginal, ponto de contato proximal efetivo com o elemento dentário vizinho, facilidade de polimento, além de não apresentar contração de polimerização intrabucal da resina composta. Os benefícios desta técnica contribuem para um aumento nas taxas de sucesso de restaurações classe II em resinas compostas (GARONE NETTO e BURGER, 1998; PEUTZFELDT e ASMUSSEN, 2000; SOARES, 2005; SPREAFICO, KREJCI, DIETSCHI, 2005).

As resinas compostas indiretas apresentam um melhor comportamento em preparos cavitários intracoronários (tipo *inlay*) que as restaurações metálicas fundidas, hoje em desuso para este tipo de preparo cavitário. Os preparos intracoronários para restaurações indiretas apresentam uma configuração muito expulsiva, fazendo com que o conjunto resina composta indireta / agente cimentante resinoso apresente um melhor desempenho do que o conjunto restauração metálica fundida / cimento de fosfato de zinco. Este desempenho é proporcionado pela união agente cimentante resinoso / dente, e está diretamente relacionado com a presença

e quantidade de esmalte remanescente, área e tipo de dentina, material utilizado como base e/ou núcleo de preenchimento e o tipo e forma de aplicação dos sistemas adesivos. A união agente cimentante resinoso / restauração é influenciada pelo tratamento dispensado à superfície interna das restaurações indiretas de resina composta, tais como condicionamento ácido, jateamento com óxido de alumínio e silanização (PEUTZFELDT, 2001; OLIVEIRA Jr. *et al.*, 2003).

A precursora das resinas compostas laboratoriais, classificada como de primeira geração foi o Isosit SR[®], que surgiu em meados da década de 70. Este material era termoativado, possuía estética favorável, elevada resistência à fratura devido a uma interação da restauração com o agente cimentante, criando um novo padrão de selamento marginal. Além disto, as resinas compostas laboratoriais de primeira geração necessitavam de um preparo mais conservador que as cerâmicas odontológicas, e possuíam uma maior durabilidade quando comparadas às resinas compostas convencionais, pelo fato de neste caso se utilizar a técnica indireta de confecção. As resinas compostas laboratoriais passaram por grandes avanços e, por volta de 1995, surgiu no mercado odontológico a segunda geração destas resinas compostas, podendo ser citado o sistema Dentacolor[®] logo substituído pelo sistema Artglass[®]. Este novo sistema, segundo o fabricante, possuía um maior número de monômeros multifuncionais, resultando em um maior grau de conversão e melhoria nas propriedades mecânicas (JAMES e YAROVESKI, 1983; LEINFELDER, 1997; KAWANO *et al.*, 2001).

A resina composta Filtek P-60[®] é constituída pelos monômeros TEGDMA (Trietileno glicol dimetacrilato), UDMA (Uretano dimetacrilato) e Bis-EMA (Bisfenol A-polietileno glicol dieter dimetacrilato). Grande parte orgânica desta resina composta é constituída por uma mistura de UDMA e Bis-EMA. A porção inorgânica desta

resina é composta por vidro de zircônia e sílica em 75,9% em peso, com tamanho médio de 0,60 μ m. A resina composta laboratorial Artglass[®] tem como combinação em sua porção orgânica o monômero convencional Bis-GMA e o monômero multifuncional UTMA. A porção inorgânica desta resina, correspondendo a 75,0% em peso, é essencialmente um vidro de Bário radiopaco com tamanho médio de partículas de 0,70 μ m e ainda uma pequena quantidade de sílica coloidal. Pela composição química das resinas compostas acima, avaliadas neste estudo, era de se esperar que a resina composta Artglass[®] obtivesse propriedades mecânicas superiores de acordo com o perfil técnico desta resina. Provavelmente a presença do monômero UDMA na resina composta Filtek P-60[®], tem uma maior influência nas propriedades mecânicas que o monômero multifuncional UTMA, presente na resina composta Artglass[®]. A semelhança entre as composições inorgânicas em relação ao percentual e ao tamanho médio destas partículas nas duas resinas compostas avaliadas neste estudo, permite considerar que o conteúdo orgânico teve uma maior influência nos resultados.

Um dos principais problemas associados aos sistemas de fotoativação em resinas compostas é a falta de uniformidade no grau de conversão da matriz resinosa. O grau de conversão de uma resina composta relaciona-se intimamente com as suas propriedades físicas como estabilidade de cor, resistência à flexão, compressão, dureza. A ativação complementar nas resinas compostas tem sido proposta para aumentar o grau de conversão e incrementar propriedades físicas (LOZA-HERRERO *et al.*, 1998; TANOUE, MATSUMURA, ATSUTA, 1999; COFFEY *et al.*, 2004; SOARES *et al.*, 2005).

Diversos trabalhos na literatura têm demonstrado a influência da ativação complementar no aumento do grau de conversão monomérico das resinas

compostas. Este aumento no grau de conversão é causa da melhoria de propriedades físicas e mecânicas destas resinas compostas (FRIEBERG e FERRACANE, 1998; PEUTZFELDT e ASMUSSEN, 1991; WENDT e LEINFELDER, 1990).

Peutzfeldt (2001) relatou em seu trabalho de revisão de literatura que o aumento no grau de conversão significa uma maior difusão de moléculas dimetacrilato no sólido polimérico e um aumento na flexibilidade das cadeias na rede polimérica causado pelo aumento da temperatura, aumentando a mobilidade e reatividade de grupos metacrilato. Segundo a autora em materiais onde é encontrado um elevado grau de conversão na fotoativação convencional, existe pouca tendência em um aumento no grau de conversão após a ativação complementar. Além disto, a ativação complementar pode aumentar o grau de conversão sem necessariamente influir de maneira significativa em um aumento das propriedades físicas e mecânicas da resina composta.

Para Loza-Herrero *et al.* (1998), a ativação complementar a 100°C por sete minutos, entre cinco e trinta minutos após a ativação inicial, foi responsável pelo maior aumento na resistência à flexão. Já Peutzfeldt e Asmussen (1992) estudando um compósito experimental contendo anidrido carboxílico, encontraram maiores valores de resistência à flexão com ativação complementar entre 125°C e 150°C por uma hora (170MPa), entretanto, os valores encontrados foram estatisticamente semelhantes quando a ativação complementar teve a duração de 10 minutos (164MPa). Por este motivo, neste estudo foi utilizado o tempo de ativação complementar por calor de 10 minutos, com o intuito de se conseguir um aumento considerável na resistência ao dobramento e na dureza do compósito estudado em

um curto intervalo de tempo, possibilitando para o Cirurgião-Dentista dispensar ao paciente um tratamento relativamente rápido.

No presente estudo os dois grupos submetidos à ativação complementar (II e III) exibiram aumentos na resistência ao dobramento estatisticamente semelhantes, em torno de 35%, em comparação com o grupo controle (I) e com o grupo da resina composta laboratorial Artglass[®] (IV). Os grupos I e IV apresentaram resultados de resistência ao dobramento estatisticamente semelhantes. Nos trabalhos de Reinhardt, Boyer, Stephens (1994), as resinas compostas submetidas à ativação complementar, independente do método desta ativação, apresentaram um aumento de 11% na resistência à flexão.

Ferracane, Ferracane, Musanje (2003) relacionaram o aumento da resistência à flexão das resinas compostas A110[®], Herculite[®] e Filtek P-60[®], com a unidade de fotoativação. A unidade de fotoativação convencional resultou em uma maior resistência à flexão que a unidade laboratorial. Ambos os métodos de fotoativação produziram graus de conversão semelhantes.

Kildal e Ruyter (1997) encontraram valores de resistência à flexão estatisticamente semelhantes entre a ativação convencional e a ativação em unidades laboratoriais para as resinas compostas Brilliant[®] (146±15MPa – fotoativação convencional; 126±15MPa – unidade laboratorial), Charisma[®] (120±19MPa – fotoativação convencional; 134±14MPa – unidade laboratorial) e EOS[®] (93±3MPa – fotoativação convencional; 97±15MPa – unidade laboratorial).

Neste estudo a resina composta Filtek P-60[®] a base de TEGDMA, UDMA e Bis-EMA, não submetida à ativação complementar (Grupo I), e a resina composta Artglass[®], a base de Bis-GMA e UTMA (Grupo IV), obtiveram valores médios de

resistência ao dobramento de $94,735 \pm 8,586 \text{MPa}$ para o Grupo I, e $101,121 \pm 3,162 \text{MPa}$ para o grupo IV, estatisticamente semelhantes. Pode-se concluir que composições químicas diferentes e unidades de ativação diferentes produziram valores de resistência ao dobramento, estatisticamente semelhantes. Já os Grupos II e III que foram submetidos à ativação complementar apresentaram valores médios de resistência ao dobramento de $137,712 \pm 6,552 \text{MPa}$ e $134,181 \pm 5,819 \text{MPa}$, respectivamente. Já Ho et al. (2001), após pesquisarem as resinas compostas Concept[®], Charisma[®], Conquest[®] e Dentacolor[®] e encontrarem diferentes valores de resistência à flexão, concluíram que a ativação complementar é influenciada pela técnica de ativação, além da composição química dos compósitos.

Lovell *et al.* (2003) encontraram que compósitos irradiados com fontes de luz de alta intensidade exibiram um maior grau de conversão que os irradiados com fontes de luz convencionais, mas em relação à resistência à flexão ambas as fontes luminosas exibiram valores estatisticamente semelhantes. É importante descobrir se a ativação com fontes de alta intensidade e as ativações complementares produzem aumentos permanentes nos valores das propriedades mecânicas.

É vastamente descrito na literatura especializada que a incorporação de partículas de carga na matriz do compósito resulta em melhores propriedades mecânicas. Adabo et al. (2003) em seus estudos entre o conteúdo de partículas inorgânicas de compósitos e a resistência à flexão, não encontraram uma relação direta, sendo o compósito Alert[®] o que apresentou maior conteúdo médio de partículas inorgânicas (67,26%), e uma resistência à flexão média de $124,89 \text{MPa}$. Já o compósito Filtek P-60[®] apresentou um conteúdo médio de partículas inorgânicas de 62,34% e resistência à flexão média de $170,028 \text{MPa}$. Estes resultados estão em concordância com os achados de Ersoy et al. (2004), que avaliando a resistência à

flexão de compósitos, encontraram os maiores valores no compósito Filtek Z-250[®] (172,6±5,8MPa), com 60% em volume de partículas de carga; seguida por Filtek P-60[®] (130,3±14,2MPa), com 60% em volume de partículas de carga. Já o compósito Solitaire 2[®] com 66% em volume de conteúdo de carga apresentou um valor médio de resistência à flexão de 90,3±22,0MPa. Este fato torna necessária a análise da formulação da matriz orgânica da resina composta, fonte de luz, bem como tempo, intensidade e direção, presença de ativação complementar, para a avaliação das propriedades mecânicas dos compósitos. Peutzfeldt e Asmussen (1991) afirmaram que a influência da ativação complementar nas propriedades físicas e mecânicas das resinas compostas depende da sua composição química. De acordo com Peutzfeldt e Asmussen (2000), a substituição do Bis-Gma ou TEGDMA na matriz orgânica resulta em um aumento da resistência à flexão, além de uma redução do diluente TEGDMA tornar a resina composta mais viscosa, o que torna mais fácil sua utilização em dentes posteriores. Esta afirmação concorda com os achados de Loguercio *et al* (2001) que relataram que a adição de UDMA em detrimento do TEGDMA (caso do compósito Filtek P-60[®] – resistência à flexão 176,9±15,1MPa) promoveu uma melhoria das propriedades mecânicas em relação aos compósitos à base de Bis-GMA (Alert[®] - resistência à flexão 137,7±15,6MPa), além de apresentarem um maior grau de conversão. Este fato pode explicar a maior resistência à flexão da resina composta Filtek P-60[®], onde houve uma adição do UDMA em detrimento do TEGDMA. Em antagonismo com os trabalhos acima citados estão os trabalhos de Ho *et al.* (2001) que encontraram maior resistência à flexão, em condições secas, em compósitos à base de Bis-GMA (Charisma[®] - 105,8±18,7MPa- 25°C) e OCDMA (Conquest[®] - 159,0±9,7MPa- 25°C) em comparação com compósitos à base de UDMA (Concept[®] - 73,8±8,7MPa- 25°C).

Neste estudo a ativação complementar por calor e por luz foi responsável pelo aumento de propriedades mecânicas como a resistência ao dobramento e dureza.

Segundo Loguercio *et al.* (2001), a dureza reflete o grau de conversão das resinas compostas e está mais relacionada com o conteúdo da matriz orgânica da resina composta. Os resultados do presente estudo mostraram valores de microdureza Vickers para a resina composta Filtek P-60[®], não submetida à ativação complementar de $98,060 \pm 4,5349$ VHN. Estes resultados estão em concordância com os resultados encontrados por Say *et al.* (2003) que encontraram valores médios de microdureza Vickers para a resina composta Filtek P-60[®] de $88,0 \pm 2,71$ VHN, que obteve os menores valores de desgaste. Estes valores foram muito superiores aos valores de microdureza Vickers encontrados para a resina composta laboratorial Artglass[®] ($59,452 \pm 2,0360$ VHN). Desta forma pode-se acreditar que a matriz orgânica da resina composta Filtek P-60[®] é mais susceptível à conversão monomérica do que a resina composta laboratorial Artglass[®]. Estes resultados estão de acordo com Mandikos *et al.* (2001) que encontraram valores de microdureza Vickers para a resina composta Artglass[®] inferiores aos valores encontrados para a resina composta direta Heliomolar[®], cuja matriz orgânica é composta basicamente por Bis-GMA e UDMA.

Resultados semelhantes ao presente estudo foram encontrados por Soares *et al.* (2005), quando as resinas compostas diretas / indiretas TPH[®] e Fitek P-60[®] apresentaram melhores propriedades mecânicas (dureza e resistência à tração diametral) que a resina composta laboratorial Solidex[®], cuja matriz orgânica é

composta basicamente por co-polímeros resinosos multifuncionais e UDMA, quando submetidas à ativação complementar.

Já Kanca III (1989) acredita que os valores de dureza de um compósito relacionam-se com o seu conteúdo de carga, e encontrou um aumento significativo de dureza Barcol para a resina composta P-50[®] após ser submetida à ativação complementar por calor a 130°C por 2,5 minutos, em concordância com Khan *et al.* (1993) que encontraram valores de dureza Knoop para a resina composta P-50[®] submetida à ativação complementar por calor seco a 100°C por 15 minutos, superiores aos valores obtidos para resinas compostas laboratoriais. Adabo *et al.* (1994) encontraram os maiores valores de microdureza Vickers em seu estudo com as resinas compostas P-50[®] e Estilux posterior CVS[®], quando estas foram submetidas à ativação complementar por luz por seis minutos, no dispositivo *light-box*[®]. Estes resultados correspondem com o ocorrido neste estudo quando a resina Filtek P-60[®], submetida à ativação complementar por calor a 125±2°C por 600 segundos e por luz na unidade laboratorial, mostrou aumentos na microdureza Vickers de 109,028±4,7627VHN, e 106,456±3,7138VHN; respectivamente. Estes fatos podem estar relacionados a um provável aumento de ligações cruzadas com um aumento do grau de conversão, como relatado por Wendt (1987) e Khan *et al.* (1993). Neves *et al.* (2002) também correlacionaram o conteúdo inorgânico de partículas de um compósito com a microdureza Vickers, e unidade de fotoativação, sendo que quanto maior o conteúdo inorgânico de partículas, maior a dureza deste compósito, sem relação com o grau de conversão.

A profundidade de polimerização de uma resina composta reflete o grau de dureza do material, sendo que quanto maior a profundidade de polimerização,

maior a dureza. Um aumento no tempo de exposição luminosa resulta em um aumento da efetividade de polimerização e, conseqüentemente, em um aumento nos valores de dureza de compósitos, além de estes valores estarem relacionados com o método de polimerização das resinas compostas (WENDT, 1987; DISCACCIATI *et al.*, 2001; OERTLI, MANDARINO, GUERREIRO, 2002; TANOUE, MATSUMURA, ATSUTA, 2003). Matsumura, Tanoue, Atsuta (1999), estudando as resinas compostas laboratoriais Artglass[®] e Dentacolor[®], encontraram maiores profundidades de polimerização quando os compósitos foram fotoativados em unidades de fotoativação convencionais. A ativação complementar por calor aumenta o grau de conversão de resinas compostas, aumentando a profundidade de polimerização (PARK, 1996; PARK e LEE, 1996).

No presente estudo as duas técnicas de ativação complementar para a resina composta Filtek P-60[®] apresentaram aumentos de microdureza Vickers estatisticamente semelhantes, em concordância com os achados de Adabo, Cruz, Zanarotti (1997) que indicaram para ativação complementar para os compósitos Charisma[®] e Z-100[®], calor seco a 120°C por sete minutos.

Wendt e Leinfelder (1990), avaliando o desempenho clínico da ativação complementar por calor na resina composta Oclusin[®], utilizando os critérios da US Public Health Service, concluíram que a ativação complementar tornou a matriz resinosa mais resistente a fraturas intra-orais, melhorou a integridade marginal e diminuiu o índice de sensibilidade pós-operatória. Os autores também observaram que em um período de 12 meses esta ativação complementar não proporcionou uma melhora na resistência ao desgaste quando comparadas às restaurações que não foram submetidas à ativação complementar.

De acordo com Peutzfeldt (2001), o efeito da ativação complementar é variável nos diversos estudos, pois as composições químicas das resinas compostas são diferentes bem como as técnicas de ativação complementar utilizadas, principalmente em relação à temperatura e duração.

Estudos posteriores, de avaliação clínica, precisam ser realizados para que se possa verificar, ao longo do tempo, a manutenção dos aumentos obtidos na resistência ao dobramento e na microdureza Vickers, na resina composta Filtek P -60[®] submetida à ativação complementar.

7. CONCLUSÕES

Nas condições deste estudo parece lícito concluir que:

- a. em relação à resistência ao dobramento, a ativação complementar da resina composta Filtek P-60[®], tanto por luz quanto por calor, proporcionou um aumento desta propriedade com valores estatisticamente significantes;
- b. os valores de resistência ao dobramento da resina composta Filtek P-60[®], submetida apenas à ativação convencional, foram estatisticamente semelhantes aos valores da resistência ao dobramento da resina composta laboratorial Artglass[®];
- c. em relação à microdureza Vickers, a ativação complementar da resina composta Filtek P-60[®], tanto por luz quanto por calor, também proporcionou um aumento desta propriedade com valores estatisticamente significantes;
- d. os valores de microdureza Vickers da resina composta Filtek P-60[®], submetida apenas à ativação convencional, foram estatisticamente superiores aos valores de microdureza Vickers da resina composta laboratorial Artglass[®];
- e. pelos resultados deste estudo, pode-se sugerir a utilização da resina composta Filtek P-60[®] pela técnica indireta, submetida à ativação complementar por calor, com propriedades de resistência ao dobramento e microdureza Vickers adequadas. Porém existe a necessidade de estudos futuros envolvendo outros testes mecânicos e químicos, além de estudos de avaliação clínica, para que então esta técnica possa ser indicada, resultando uma diminuição do custo final das restaurações.

REFERÊNCIAS

1. ADABO, G. L. et al. Estudo da dureza de resinas compostas empregadas para restaurações tipo inlay: efeito de diferentes técnicas de polimerização. **Rev. Odontol. UNESP**, Marília, v.23, n.2, p.289-96, Jul.-Dez.1994.
2. ADABO, G. L.; CRUZ, C. A. S.; ZANAROTTI, E. Estudo da influência de diferentes métodos de polimerização complementar sobre a dureza de resinas compostas fotoativadas. **Odonto 2000**, Araraquara, v.1, n.1, p.38-42, Jan.-Jun. 1997.
3. ADABO, G. L. et al. The volumetric fraction of inorganic particles and the flexural strength of composites for posterior teeth. **J. Dent.**, Guildford, v.31, n.5, p.353-9, July 2003.
4. ANUSAVICE, K. J. **Phillips: materiais dentários**. 10.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. Cap. 3: Propriedades físicas dos materiais dentários, p. 18-27; Cap. 4: Propriedades mecânicas dos materiais dentários, p. 28-43.
5. ASTM E-384. "**Standard test method for microhardness of materials**". American Society for Testing and Materials ASTM, Annual Book of Standards, Vol.3. 1999
6. BOTTINO, M. A. et al. **Estética em reabilitação oral: metal free**. São Paulo: Artes Médicas, 2000. Cap. 6: Materiais poliméricos, p.333-351.
7. CASSIN, A. M.; PEARSON, G. J. Microleakage studies comparing a one-visit indirect composite inlay system and a direct composite restorative technique. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 9, n. 3, p. 265-70, May 1992.
8. COFFEY, O. et al. In vitro study of surface microhardness of a resin composite exposed to a quartz-halogen lamp. **Quintessence Int.**, Berlin, v.35, n.10, p.795-800, Nov.-Dec 2004.
9. DISCACCIATTI, J. A. C.; NEVES, A. D.; ORÉFICE, R. L.; JANSEN, W. C. Extensão de polimerização de uma resina composta fotoativada por duas diferentes unidades laboratoriais. **PCL**, Curitiba, v.3, n.16, p.458-63, Nov./Dez. 2001.
10. ERSOY, M. et al. Physical properties of different composites. **Dent. Mat. Journal**, Tokio, v.23, n.3, p.278-84, Sept. 2004.
11. FERRACANE, J. L.; FERRACANE, L.L.; MUSANJE, L. Effect of light activation method on flexural properties of dental composites. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.16, n. 5, p. 318-22, Oct. 2003.

12. FREIBERG, R. S.; FERRACANE, J. L. Evaluation of cure, properties and wear resistance of artglass dental composite. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.11, n.5, p. 214-8, Oct. 1998.
13. GARONE NETTO, N.; BURGER, R. C. **Inlay e onlay metálica e estética**. São Paulo: Santos, 1998. Cap. 8: Inlay e onlay de resina composta, p.185-231.
14. HASANREISOGLU, H. et al. Microleakage of direct and indirect inlay/onlay systems. **J. Oral. Rehabil.**, Oxford, v.23, n.1, p. 66-71, Jan. 1996.
15. HO, C. T. et al. Flexural behavior of post-cured composites at oral-simulating temperatures. **J. Oral. Rehabil.**, Oxford, v. 28, p. 658-67, 2001.
16. INTERNATIONAL Organization For Standardization (1988). *Dentistry – resin-based filling-materials*. ISO 4049: 1988 (e).
17. JAMES, D. F.; YAROVESKY, U. An esthetic inlay technique for posterior teeth. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 14, n. 7, p. 725-31, July 1983.
18. KANCA III, J. The effect of heat on the surface hardness of light-activated composite resins. **Quintessence Int.**, Berlin, v.20, n.12, p.899-901, Dec. 1989.
19. KAWANO, F. et al. Influence of thermal cycles in water on flexural strength of laboratory-processed composite resin. **J. Oral. Rehabil.**, Oxford, v.28, n.8, p.703-7, Aug. 2001.
20. KHAN, A. M. et al. Effects of post-curing by heat on the mechanical properties of visible-light cures inlay composites. **J. Oral. Rehabil.**, Oxford, v.20, n.6, p.605-14, Nov. 1993.
21. KILDAL, K. K.; RUYTER, I. E. How different curing methods affect mechanical properties of composites for inlays when tested in dry and wet conditions. **Eur. J. Oral Sci.**, Copenhagen, v.105, n.4, p.353-61, Aug.1997.
22. KURDZIOLEK, S.; LEINFELDER, K. F.; DELAHAYE, A. Properties and characteristics of an indirect Bis-GMA, barium-glass polymer ceramic restorative system. **Compend.Contin. Educ. Dent.**, Jamesburg, v.21, n.12, p.1031-7, Dec. 2000.
23. LEINFELDER, K. F. New developments in resin restorative systems. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 128, n. 5, p. 573-81, May 1997.
24. LIBERMAN, R. et al. Marginal seal of composite inlay using different polymerization techniques. **J. Oral. Rehabil.**, Oxford, v.24, n.1, p.26-9, Jan.1997.
25. LOGUERCIO, A. D. et al. Avaliação de propriedades mecânicas de diferentes resinas compostas. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 6, p. 382-5, Nov./Dez. 2001.

26. LOVELL, L. G. et al. The effect of light intensity on double bond conversion and flexural strength of a model, unfilled dental resin. **Dent. Mater.**, Washington, v.19, n.6, p. 458-65, Sept. 2003.
27. LOZA-HERRERO, M. A. et al. Effect of heating delay on conversion and strength of a post-cured resin composite. **J. Dent. Res.**, Washington, v.77, n.2, p.426-31, Feb. 1998.
28. MANDIKOS, M. N. et al. A comparison of the wear resistance and hardness of indirect composite resins. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.85, n.4, p.386-95, Apr. 2001.
29. MATSUMURA, H.; TANOUE, N.; ATSUTA, M. Depth of cure of prosthetic composite materials polymerized with laboratory and handheld photo-curing units. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.26, n.9, p.698-703, Sept. 1999.
30. NEVES, A. D. et al. Correlação entre grau de conversão, microdureza e conteúdo inorgânico em compósitos. **Pesqui. Odontol. Bras.**, São Paulo, v.16, n.4, p.349-54, Out./Dez. 2002.
31. OERTLI, D. C. B.; MANDARINO, F.; GUERREIRO, M. C. Estudo dos diferentes sistemas de polimerização para restaurações estéticas indiretas. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v.59, n.1, p. 61-4, Jan./Fev. 2002.
32. OLIVEIRA Jr, O. B. et al. Avaliação da resistência adesiva à tração de dois cimentos resinosos utilizados na cimentação de resina composta indireta submetida a diferentes tratamentos. **Rev. ABO Nac.**, São Paulo, v.11, n.4, p.218-22, Ago./Set. 2003.
33. PARK, S-H. Comparison of degree of conversion for light-cured and additionally heat-cured composites. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.76, n.6, p.613-8, Dec. 1996.
34. PARK, S. H.; LEE, C. S. The difference in degree of conversion between light-cured and additional heat-cured composites. **Oper. Dent.**, Seattle, v.21, n.5, p.213-7, Sept./Oct. 1996.
35. PERFIL TÉCNICO DO PRODUTO. Filtek™ P60. **Restaurador para dentes posteriores**. 3M, s.l., s.d. (Catálogo).
36. PEUTZFELDT, A. Indirect resin and ceramic systems. **Oper. Dent. Supplement.**, Washington, n.6, p.153-176, 2001.
37. PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E. A comparison of accuracy in seating and gap formation for three inlay/onlay techniques. **Oper. Dent.**, Seattle, v.15, n.4, p.129-35, July/Aug. 1990.
38. PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E. Influence of carboxylic anhydrides on selected mechanical properties of heat-cured resin composites. **J. Dent. Res.**, Washington, v.70, n.12, p. 1537-41, Dec.1991.

39. PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E. Mechanical properties of three composite resins for the inlay/onlay technique. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.66, n.3, p.322-4, Sept. 1991.
40. PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E. Effect of temperature and duration of post-cure on selected mechanical properties of resin composites containing carboxylic anhydrides. **Scand. J. Dent. Res.**, Copenhagen, v.100, n.5, p. 296-8, Oct. 1992.
41. PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E. The effect of postcuring on quantity of remaining double bonds, mechanical properties, and in vitro wear of two resin composites. **J. Dent.**, Guildford, v.28, n.6, p. 447-52, Aug. 2000.
42. REINHARDT, J. W.; BOYER, D. B.; STEPHENS, N. H. Effects of secondary curing on indirect posterior composite resins. **Oper. Dent.**, Seattle, v.19, n.6, p.217-20, Nov./Dec.1994.
43. REIS, A. C.; PANZERI, H. Medida da dureza superficial e da resistência à compressão de uma resina composta condensável submetida à condensação manual e mecânica. **RPG Rev. Pos-Grad.**, São Paulo, v.8, n.4, p.301-5, Out./Dez. 2001.
44. SAY, E. C. et al. Wear and microhardness of different resin composite materials. **Oper. Dent.**, Seattle, v.28, n.5, p.628-34, Sept./Oct. 2003.
45. SOARES, C. J. et al. Mechanical properties of light-cured composites polymerized with several additional post-curing methods. **Oper. Dent.**, Seattle, v.30, n3, p.389-94, May /June 2005.
46. SPREAFICO, R. C.; KREJCI, I.; DIETSCHI, D. Clinical performance and marginal adaptation of class II direct and semi direct composite restorations over 3.5 years in vivo. **J. Dent.**, Guildford, v.33, n.6, p. 499-507, Feb. 2005.
47. STANDARDS and Guidelines for Dental Materials, Instruments and Equipment ANSI/ADA Spec, N° 27 for Direct Filling Resins. 1993.
48. TANOUE, N.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Comparative evaluation of secondary heat treatment and a high intensity light source for the improvement of properties of prosthetic composites. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.27, n.4 p.288-93, Apr. 2000.
49. TANOUE, N.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Effectiveness of polymerization of a prosthetic composite using three polymerization systems. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v.82, n.3, p.336-40, Sept. 1999.
50. TANOUE, N.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Properties of a new photo-activated composite polymerized with three different laboratory photo-curing units. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.30, n.8, p.832-6, Aug. 2003.

51. TRUSHKOWSKY, R. D. Ceramic optimized polymer: the next generation of esthetic restorations. Part 1. **Compend.Contin. Educ. Dent.** Jamesburg, v.8, n.11, p.1101-12, Nov. 1997.
52. WENDT, S. L. The effect of heat used as secondary cure upon the physical properties of three composite resins. II. Wear, hardness, and color stability. **Quintessence Int.**, Berlin, v.18, n.5, p.351-6, May 1987.
53. WENDT, S. L. Time as a factor in the heat curing of composite resins. **Quintessence Int.**, Berlin, v.20, n.4, p. 259-63, Apr. 1989.
54. WENDT, S. L.; LEINFELDER, K. F. The clinical evaluation of heat-treated composite resin inlays. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.20, n.2, p.177-81, Feb. 1990.

ANEXO A

RESULTADOS DE RESISTÊNCIA AO DOBRAMENTO G I Filtek P-60

| CP 1 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,09 | mm |
| Seção h | 2,06 | mm |
| L total | 25,40 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 3,50 | mm |
| Carga F | 3,32 | Kg |
| Tf | 11,23 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 110,17 | (MPa) |

| CP 6 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,04 | mm |
| Seção h | 2,04 | mm |
| L total | 25,18 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 3,50 | mm |
| Carga F | 3,31 | Kg |
| Tf | 11,70 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 114,74 | (MPa) |

| CP 2 | Valor | Unidade |
|---------|-------|------------------------|
| Seção b | 2,04 | mm |
| Seção h | 2,04 | mm |
| L total | 25,18 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 2,43 | mm |
| Carga F | 2,50 | Kg |
| Tf | 8,83 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 86,66 | (MPa) |

| CP 7 | Valor | Unidade |
|---------|-------|------------------------|
| Seção b | 2,09 | mm |
| Seção h | 2,05 | mm |
| L total | 25,19 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 2,80 | mm |
| Carga F | 2,94 | Kg |
| Tf | 10,04 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 98,51 | (MPa) |

| CP 3 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,10 | mm |
| Seção h | 2,05 | mm |
| L total | 25,14 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 3,85 | mm |
| Carga F | 3,82 | Kg |
| Tf | 12,99 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 127,39 | (MPa) |

| CP 8 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,10 | mm |
| Seção h | 2,05 | mm |
| L total | 25,20 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 2,80 | mm |
| Carga F | 3,25 | Kg |
| Tf | 11,05 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 108,38 | (MPa) |

| CP 4 | Valor | Unidade |
|---------|-------|------------------------|
| Seção b | 2,07 | mm |
| Seção h | 2,05 | mm |
| L total | 25,35 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 1,25 | mm |
| Carga F | 1,26 | Kg |
| Tf | 4,35 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 42,63 | (MPa) |

| CP 9 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,05 | mm |
| Seção h | 2,01 | mm |
| L total | 25,15 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 3,25 | mm |
| Carga F | 3,24 | Kg |
| Tf | 11,74 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 115,13 | (MPa) |

| CP 5 | Valor | Unidade |
|---------|-------|------------------------|
| Seção b | 2,07 | mm |
| Seção h | 2,03 | mm |
| L total | 25,24 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 2,40 | mm |
| Carga F | 2,53 | Kg |
| Tf | 8,90 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 87,29 | (MPa) |

| CP 10 | Valor | Unidade |
|---------|-------|------------------------|
| Seção b | 2,14 | mm |
| Seção h | 2,05 | mm |
| L total | 25,17 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 1,75 | mm |
| Carga F | 1,72 | Kg |
| Tf | 5,74 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 56,29 | (MPa) |

**RESULTADOS DE RESISTÊNCIA AO DOBRAMENTO
G II Filtek P-60 (calor seco 125 ± 2°C -600segundos)**

| CP 1 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,04 | mm |
| Seção h | 1,99 | mm |
| L total | 25,16 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 5,05 | mm |
| Carga F | 4,71 | Kg |
| Tf | 17,49 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 171,58 | (MPa) |

| CP 6 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,04 | mm |
| Seção h | 2,01 | mm |
| L total | 25,21 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 3,60 | mm |
| Carga F | 3,65 | Kg |
| Tf | 13,29 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 130,33 | (MPa) |

| CP 2 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,02 | mm |
| Seção h | 2,02 | mm |
| L total | 25,12 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 3,40 | mm |
| Carga F | 3,52 | Kg |
| Tf | 12,81 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 125,68 | (MPa) |

| CP 7 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,07 | mm |
| Seção h | 2,06 | mm |
| L total | 25,26 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 4,10 | mm |
| Carga F | 4,10 | Kg |
| Tf | 14,00 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 137,36 | (MPa) |

| CP 3 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,05 | mm |
| Seção h | 2,02 | mm |
| L total | 25,14 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 3,50 | mm |
| Carga F | 3,75 | Kg |
| Tf | 13,45 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 131,94 | (MPa) |

| CP 8 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,11 | mm |
| Seção h | 2,00 | mm |
| L total | 25,06 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 4,15 | mm |
| Carga F | 4,18 | Kg |
| Tf | 14,86 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 145,76 | (MPa) |

| CP 4 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,08 | mm |
| Seção h | 2,02 | mm |
| L total | 25,19 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 2,96 | mm |
| Carga F | 3,16 | Kg |
| Tf | 11,17 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 109,57 | (MPa) |

| CP 9 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,11 | mm |
| Seção h | 2,00 | mm |
| L total | 25,17 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 3,20 | mm |
| Carga F | 3,30 | Kg |
| Tf | 11,73 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 115,07 | (MPa) |

| CP 5 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,09 | mm |
| Seção h | 2,01 | mm |
| L total | 25,08 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 3,70 | mm |
| Carga F | 3,98 | Kg |
| Tf | 14,14 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 138,72 | (MPa) |

| CP 10 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,01 | mm |
| Seção h | 2,01 | mm |
| L total | 25,16 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 5,50 | mm |
| Carga F | 4,72 | Kg |
| Tf | 17,44 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 171,06 | (MPa) |

RESULTADOS DE RESISTÊNCIA AO DOBRAMENTO**G III Filtek P-60 (Unix 360 segundos)**

| CP 1 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,05 | mm |
| Seção h | 2,04 | mm |
| L total | 25,28 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 4,85 | mm |
| Carga F | 4,42 | Kg |
| Tf | 15,54 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 152,47 | (MPa) |

| CP 6 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,06 | mm |
| Seção h | 2,04 | mm |
| L total | 25,13 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 3,85 | mm |
| Carga F | 3,50 | Kg |
| Tf | 12,25 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 120,15 | (MPa) |

| CP 2 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,09 | mm |
| Seção h | 2,05 | mm |
| L total | 25,12 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 5,80 | mm |
| Carga F | 4,55 | Kg |
| Tf | 15,54 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 152,46 | (MPa) |

| CP 7 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,03 | mm |
| Seção h | 2,01 | mm |
| L total | 25,10 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 3,24 | mm |
| Carga F | 3,25 | Kg |
| Tf | 11,89 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 116,62 | (MPa) |

| CP 3 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,08 | mm |
| Seção h | 2,03 | mm |
| L total | 25,22 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 5,35 | mm |
| Carga F | 4,72 | Kg |
| Tf | 16,52 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 162,06 | (MPa) |

| CP 8 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,06 | mm |
| Seção h | 2,02 | mm |
| L total | 25,27 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 3,10 | mm |
| Carga F | 3,02 | Kg |
| Tf | 10,78 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 105,74 | (MPa) |

| CP 4 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,05 | mm |
| Seção h | 2,00 | mm |
| L total | 25,18 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 3,35 | mm |
| Carga F | 4,72 | Kg |
| Tf | 17,27 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 169,40 | (MPa) |

| CP 9 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,07 | mm |
| Seção h | 2,01 | mm |
| L total | 25,27 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 4,00 | mm |
| Carga F | 3,74 | Kg |
| Tf | 13,42 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 131,61 | (MPa) |

| CP 5 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,04 | mm |
| Seção h | 2,02 | mm |
| L total | 25,21 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 4,60 | mm |
| Carga F | 4,13 | Kg |
| Tf | 14,88 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 146,02 | (MPa) |

| CP 10 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,12 | mm |
| Seção h | 2,05 | mm |
| L total | 25,21 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 3,75 | mm |
| Carga F | 3,70 | Kg |
| Tf | 12,46 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 122,22 | (MPa) |

RESULTADOS DE RESISTÊNCIA AO DOBRAMENTO G IV Artglass

| CP 1 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,07 | mm |
| Seção h | 2,06 | mm |
| L total | 25,19 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 5,20 | mm |
| Carga F | 3,35 | Kg |
| Tf | 11,44 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 112,24 | (MPa) |

| CP 2 | Valor | Unidade |
|---------|-------|------------------------|
| Seção b | 2,07 | mm |
| Seção h | 2,02 | mm |
| L total | 25,18 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 3,20 | mm |
| Carga F | 2,33 | Kg |
| Tf | 8,28 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 81,18 | (MPa) |

| CP 3 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,08 | mm |
| Seção h | 2,06 | mm |
| L total | 25,11 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 4,10 | mm |
| Carga F | 3,00 | Kg |
| Tf | 10,20 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 100,03 | (MPa) |

| CP 4 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,11 | mm |
| Seção h | 2,02 | mm |
| L total | 25,26 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 5,15 | mm |
| Carga F | 3,05 | Kg |
| Tf | 10,63 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 104,26 | (MPa) |

| CP 5 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,07 | mm |
| Seção h | 2,01 | mm |
| L total | 25,15 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 3,90 | mm |
| Carga F | 2,91 | Kg |
| Tf | 10,44 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 102,40 | (MPa) |

| CP 6 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,07 | mm |
| Seção h | 2,05 | mm |
| L total | 25,22 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 5,35 | mm |
| Carga F | 2,98 | Kg |
| Tf | 10,28 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 100,82 | (MPa) |

| CP 7 | Valor | Unidade |
|---------|-------|------------------------|
| Seção b | 2,04 | mm |
| Seção h | 2,08 | mm |
| L total | 25,36 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 4,14 | mm |
| Carga F | 2,93 | Kg |
| Tf | 9,96 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 97,70 | (MPa) |

| CP 8 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,02 | mm |
| Seção h | 2,06 | mm |
| L total | 25,16 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 4,75 | mm |
| Carga F | 3,42 | Kg |
| Tf | 11,97 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 117,42 | (MPa) |

| CP 9 | Valor | Unidade |
|---------|--------|------------------------|
| Seção b | 2,05 | mm |
| Seção h | 2,05 | mm |
| L total | 25,19 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 4,43 | mm |
| Carga F | 3,02 | Kg |
| Tf | 10,52 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 103,17 | (MPa) |

| CP 10 | Valor | Unidade |
|---------|-------|------------------------|
| Seção b | 2,07 | mm |
| Seção h | 2,06 | mm |
| L total | 25,16 | mm |
| L útil | 20,00 | mm |
| f real | 4,30 | mm |
| Carga F | 2,74 | Kg |
| Tf | 9,36 | (kgf/mm ²) |
| Tf | 91,80 | (MPa) |

VALORES DE MICRODUREZA VICKERS**Grupo I Filtek P-60**

| Amostra 1 | | | | | |
|------------------|------------|------------|-------|----------|-----------------|
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 31,6 | 31,4 | 31,5 | 93,4 | |
| 2 | 30,0 | 32,0 | 31,0 | 96,5 | |
| 3 | 32,0 | 31,4 | 31,7 | 92,3 | 95,3 |
| 4 | 30,5 | 30,5 | 30,5 | 99,7 | |
| 5 | 31,0 | 31,6 | 31,3 | 94,6 | |
| Amostra 2 | | | | | |
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 32,0 | 30,0 | 31,0 | 96,5 | |
| 2 | 32,5 | 31,5 | 32,0 | 90,5 | |
| 3 | 31,5 | 30,5 | 31,0 | 96,5 | 98,34 |
| 4 | 31,0 | 29,4 | 30,2 | 101,7 | |
| 5 | 28,5 | 30,5 | 29,5 | 106,5 | |
| Amostra 3 | | | | | |
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 31,0 | 29,0 | 30,0 | 103 | |
| 2 | 30,0 | 31,2 | 30,6 | 99 | |
| 3 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 103 | 101,94 |
| 4 | 30,1 | 29,5 | 29,8 | 104,4 | |
| 5 | 30,2 | 30,6 | 30,4 | 100,3 | |
| Amostra 4 | | | | | |
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 32,0 | 32,0 | 32,0 | 90,5 | |
| 2 | 31,3 | 31,9 | 31,6 | 92,9 | |
| 3 | 30,5 | 29,7 | 30,1 | 102,3 | 96,64 |
| 4 | 31,3 | 30,7 | 31,0 | 96,5 | |
| 5 | 30,5 | 30,1 | 30,3 | 101 | |
| Amostra 5 | | | | | |
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 30,5 | 31,1 | 30,8 | 97,7 | |
| 2 | 29,8 | 30,4 | 30,1 | 102,3 | |
| 3 | 32,0 | 31,6 | 31,8 | 91,7 | 98,08 |
| 4 | 30,0 | 30,6 | 30,3 | 101 | |
| 5 | 30,6 | 31,0 | 30,8 | 97,7 | |

Média das médias de Dureza**98,06 VHN-50gF**

VALORES DE MICRODUREZA VICKERS
Grupo II Filtek P-60 (calor seco a 125 ± 2°C-600 segundos)

| Amostra 1 | | | | | |
|------------------|------------|------------|-------|----------|-----------------|
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 28,0 | 29,0 | 28,5 | 114,2 | |
| 2 | 29,6 | 27,6 | 28,6 | 113,4 | |
| 3 | 29,0 | 28,6 | 28,8 | 111,8 | 111,38 |
| 4 | 29,4 | 28,4 | 28,9 | 111 | |
| 5 | 29,2 | 29,8 | 29,5 | 106,5 | |
| Amostra 2 | | | | | |
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 29,5 | 29,3 | 29,4 | 107,3 | |
| 2 | 29,5 | 29,3 | 29,4 | 107,3 | |
| 3 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 103 | 108,14 |
| 4 | 27,9 | 28,5 | 28,2 | 116,6 | |
| 5 | 29,5 | 29,5 | 29,5 | 106,5 | |
| Amostra 3 | | | | | |
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 29,1 | 28,9 | 29,0 | 110,2 | |
| 2 | 28,7 | 28,1 | 28,4 | 115 | |
| 3 | 29,3 | 28,7 | 29,0 | 110,2 | 113,24 |
| 4 | 28,9 | 28,1 | 28,5 | 114,2 | |
| 5 | 28,5 | 27,9 | 28,2 | 116,6 | |
| Amostra 4 | | | | | |
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 29,8 | 29,0 | 29,4 | 107,3 | |
| 2 | 30,5 | 29,5 | 30,0 | 103 | |
| 3 | 30,0 | 29,8 | 29,9 | 103,7 | 107,54 |
| 4 | 29,6 | 28,6 | 29,1 | 109,5 | |
| 5 | 29,2 | 27,8 | 28,5 | 114,2 | |
| Amostra 5 | | | | | |
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 30,6 | 29,9 | 30,3 | 101,3 | |
| 2 | 31,0 | 30,0 | 30,5 | 99,7 | |
| 3 | 30,0 | 29,2 | 29,6 | 105,8 | 104,84 |
| 4 | 29,8 | 28,6 | 29,2 | 108,7 | |
| 5 | 29,0 | 29,4 | 29,2 | 108,7 | |

Média das médias de dureza

109,02VHN-50gF

VALORES DE MICRODUREZA VICKERS
Grupo III Filtek P-60 (Unix 360 segundos)

| Amostra 1 | | | | | |
|------------------|------------|------------|-------|----------|-----------------|
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 30,2 | 29,6 | 29,9 | 103,7 | |
| 2 | 30,2 | 29,2 | 29,7 | 105,1 | |
| 3 | 29,8 | 29,2 | 29,5 | 106,5 | 103,46 |
| 4 | 31,0 | 30,0 | 30,5 | 99,7 | |
| 5 | 30,4 | 29,8 | 30,1 | 102,3 | |
| Amostra 2 | | | | | |
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 29,4 | 29,0 | 29,2 | 108,7 | |
| 2 | 31,3 | 28,5 | 29,9 | 103,7 | |
| 3 | 29,0 | 29,0 | 29,0 | 110,2 | 107,72 |
| 4 | 29,1 | 29,3 | 29,2 | 108,7 | |
| 5 | 29,8 | 29,0 | 29,4 | 107,3 | |
| Amostra 3 | | | | | |
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 29,7 | 29,9 | 29,8 | 104,4 | |
| 2 | 29,6 | 28,4 | 29,0 | 110,2 | |
| 3 | 29,0 | 29,2 | 29,1 | 109,5 | 105,9 |
| 4 | 29,8 | 30,0 | 29,9 | 103,7 | |
| 5 | 30,7 | 29,7 | 30,2 | 101,7 | |
| Amostra 4 | | | | | |
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 28,6 | 29,6 | 29,1 | 109,5 | |
| 2 | 29,0 | 29,2 | 29,1 | 109,5 | |
| 3 | 28,7 | 28,7 | 28,7 | 112,6 | 107,68 |
| 4 | 30,0 | 29,4 | 29,7 | 105,1 | |
| 5 | 30,2 | 30,2 | 30,2 | 101,7 | |
| Amostra 5 | | | | | |
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 28,9 | 28,5 | 28,7 | 112,6 | |
| 2 | 29,6 | 30,0 | 29,8 | 104,4 | |
| 3 | 30,0 | 30,2 | 30,1 | 102,3 | 107,52 |
| 4 | 28,4 | 29,2 | 28,8 | 111,8 | |
| 5 | 29,5 | 29,5 | 29,5 | 106,5 | |

Média das médias de dureza

106,46VHN-50gF

VALORES DE MICRODUREZA VICKERS**Grupo IV Artglass**

| Amostra 1 | | | | | |
|------------------|------------|------------|-------|----------|-----------------|
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 39,0 | 39,8 | 39,4 | 59,7 | |
| 2 | 40,0 | 40,6 | 40,3 | 57,1 | |
| 3 | 38,8 | 40,8 | 39,8 | 58,5 | 58,92 |
| 4 | 38,5 | 39,1 | 38,8 | 61,6 | |
| 5 | 40,6 | 39,6 | 40,1 | 57,7 | |
| Amostra 2 | | | | | |
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 39,0 | 39,0 | 39,0 | 61 | |
| 2 | 39,3 | 39,7 | 39,5 | 59,4 | |
| 3 | 39,3 | 39,1 | 39,2 | 60,3 | 60,52 |
| 4 | 39,0 | 41,2 | 40,1 | 57,7 | |
| 5 | 38,0 | 38,0 | 38,0 | 64,2 | |
| Amostra 3 | | | | | |
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 40,4 | 38,0 | 39,2 | 60,3 | |
| 2 | 39,4 | 40,0 | 39,7 | 58,8 | |
| 3 | 39,0 | 39,2 | 39,1 | 60,6 | 59,76 |
| 4 | 38,6 | 39,8 | 39,2 | 60,3 | |
| 5 | 40,0 | 39,4 | 39,7 | 58,8 | |
| Amostra 4 | | | | | |
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 41,5 | 41,3 | 41,4 | 54,1 | |
| 2 | 40,6 | 40,6 | 40,6 | 56,2 | |
| 3 | 39,3 | 38,1 | 38,7 | 61,9 | 57,92 |
| 4 | 40,0 | 40,2 | 40,1 | 57,7 | |
| 5 | 39,5 | 39,3 | 39,4 | 59,7 | |
| Amostra 5 | | | | | |
| Impressão | Diagonal 1 | Diagonal 2 | Média | Dureza | Média da Dureza |
| Nº | µm | µm | µm | VHN-50gF | VHN-50gF |
| 1 | 40,0 | 38,8 | 39,4 | 59,7 | |
| 2 | 39,6 | 38,6 | 39,1 | 60,6 | |
| 3 | 39,7 | 38,3 | 39,0 | 61 | 60,14 |
| 4 | 40,0 | 39,2 | 39,6 | 59,1 | |
| 5 | 39,5 | 38,9 | 39,2 | 60,3 | |

Média das médias de dureza

59,45VHN-50gF