

UNIVERSIDADE POTIGUAR

**INFLUÊNCIA DAS UNIDADES DE LUZ E DOS MATERIAIS
RESTAURADORES INDIRETOS SOBRE A DUREZA DE UM
CIMENTO RESINOSO DUAL**

ROSIANE NOGUEIRA KUGUIMIYA

NATAL

2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ROSIANE NOGUEIRA KUGUIMIYA

**INFLUÊNCIA DAS UNIDADES DE LUZ E DOS MATERIAIS
RESTAURADORES INDIRETOS SOBRE A DUREZA DE UM
CIMENTO RESINOSO DUAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Potiguar, como parte integrante dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Odontologia – Área de concentração em Clínica Odontológica.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Cláudia Tavares Machado Cunha

NATAL

2007

K95i Kuguimiya, Rosiane Nogueira.
Influência das unidades de luz e dos materiais restauradores indiretos sobre a dureza de um cimento resinoso dual / Rosiane Nogueira Kuguimiya. – Natal, 2007.
94f.

Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade Potiguar. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.

1.Odontologia – Dissertação. 2. Cimento resinoso – Dissertação. 3. aparelhos fotoativadores – Dissertação. 4. dureza Vickers – Dissertação. I. Título.

RN/UnP/BCRF CDU: 616.314(043)

ROSIANE NOGUEIRA KUGUIMIYA

**INFLUÊNCIA DAS UNIDADES DE LUZ (LED E HALÓGENA) E DOS MATERIAIS
RESTAURADORES INDIRETOS SOBRE A DUREZA DE UM CIMENTO RESINOSO
DUAL**

Dissertação apresentada pela aluna **ROSIANE NOGUEIRA KUGUIMIYA** à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Potiguar, em ____/____/____ a qual obteve a nota abaixo, conforme avaliação da banca examinadora constituída pelos professores:

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Delane Maria Do Rego

Prof.Dr. Alexandre Henrique de Moura Dias

Profa. Dra. Cláudia Tavares Machado Cunha (Orientadora)

Avaliação Final: _____

**NATAL
2007**

EPÍGRAFE

“Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar a vida e viver com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, pois o triunfo pertence a quem se atreve... E a vida é muito para ser insignificante.”

Charles Chaplin

DEDICATÓRIAS

Dedico este trabalho

A Deus,

“Nem olhos viram, nem ouvidos ouviram o que Deus preparou para nós: um futuro certo, cheio de esperança e paz, muita paz. Quero viver Teus sonhos, Teus planos, tudo o que por mim conquistastes na cruz, a Tua vontade é o meu prazer. Sem Ti nada posso, opera em mim o teu poder, alegra-te sobre mim. É tão bom sonhar Teus sonhos, é tão bom viver Teus planos e conhecer a graça de pertencer a Ti, Deus Fiel. É tão bom fechar meus olhos e contemplar todas as Tuas palavras, Tuas promessas para mim, Deus Fiel,”

Obrigada Senhor!!!

Ao meu marido Victor,

“Você se fez presente em todos os momentos, firmes ou trêmulos. E passo a passo, pude sentir a sua mão na minha, transmitindo-me segurança necessária para enfrentar o meu caminho e seguir... A tua presença é qualquer coisa como a luz e a vida...”

Vinicius de Moraes

Obrigada por dedicar todo o seu amor, incentivo e confiança para que esse e outros objetivos pudessem ser alcançados.

Te amo, sempre!

À minha filhinha Gabriela,

*Você é a razão da minha vida, mamãe te ama até a lua...
ida e volta!*

Aos meus queridos pais Domingos e Castorina,

“De vocês recebi o dom da vida. Só por ela me sentiria infinitamente grata, mas vocês me presentearam com mais; revestiram-me de carinho, amor e dedicação. Com simplicidade e humildade me ensinaram a ser responsável e determinada em minhas atitudes. Trabalharam para que meus sonhos pudessem ser realizados, muitas vezes sacrificando os seus sonhos em favor dos meus; sempre fortes e prontos a me estimular nos momentos de fraqueza e insegurança. Compartilho com vocês os méritos dessa conquista, porque ela também vos pertence.

Muito Obrigada, eu amo vocês!

*Aos meus queridos irmãos: Rosana, Rosilane e Rodrigo
e às minhas amadas sobrinhas: Renata e Carol,*

“Embora nos encontremos fisicamente distantes, vocês sempre estão em meus pensamentos e em meu coração.”

Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Ao Chanceler **Prof. Paulo Vasconcelos de Paula**, ao Reitor **Prof. Manoel Pereira dos Santos**, ao Vice-Reitor **Prof. Mizael Araújo Barreto**, à Pró-reitora de Pesquisa e Pós-graduação **Profa. Dra. Lecy Maria de Araújo Gadelha Fernandes**, ao Diretor do Curso de Odontologia **Prof. Dr. Tasso Gadelha Fernandes**.

Aos professores do Mestrado em Odontologia,

Prof. Dr. Alex Santos, pelo auxílio nas fotografias da metodologia, pelos ensinamentos e pela amizade.

Prof. Dr. Alexandre Dias, pelas sugestões construtivas que contribuíram para a melhoria desse trabalho.

Prof. Dr. Flávio Seabra, pelas sugestões construtivas e realização da análise estatística.

Aos demais professores do Mestrado em Odontologia, **Dra. Ana Mirian Medeiros**, **Dr. Carlos Sarmiento**, **Dr. Cícero Gadê-Neto**, **Dra. Edja Melo**, **Dra. Goreti Carvalho**, **Dra. Patrícia Teixeira**, **Dra. Rosângela Daniel** e **Dra. Samira Sousa** por todos os ensinamentos transmitidos que contribuíram para minha vida profissional.

Aos funcionários da Universidade Potiguar, em especial ao **Bruno** e **Vanísia**, pelo auxílio e colaboração.

À **3M ESPE**, na pessoa de **Fátima Miranda**, por ceder o aparelho LED Rádi empregado nesse trabalho.

À **Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, na pessoa do **Prof. Antônio Eduardo Martinelli**, por ceder o aparelho Microdurômetro para realização das leituras de dureza.

À **Bruna Guedes**, técnica do Laboratório de Cimentos e aluna do curso de Engenharia de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pelas leituras realizadas no Microdurômetro. Obrigada pela dedicação e carinho!

A **Samarony**, aluno do curso de Odontologia da Universidade Potiguar, pelo auxílio e solicitude em toda a parte experimental. Muito obrigada!

À bibliotecária **Hadassa Bulhões**, pela correção das Referências Bibliográficas deste trabalho.

Aos colegas de Pós-Graduação do Mestrado, especialmente às queridas **Ana Luiza, Rachel e Vilmar** e todos os outros que também fizeram parte da minha vida e contribuíram para minha formação.

Aos demais familiares que, ainda à distância, constantemente me incentivam a continuar na busca dos meus ideais.

A todos que indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

Meus Sinceros Agradecimentos.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À **Profa. Dra. Cláudia Tavares Machado Cunha**, pelos ensinamentos e orientações que me fizeram crescer científico e pessoalmente. Obrigada pela confiança depositada em mim e pela atenção demonstrada em todas as etapas da orientação deste trabalho. À você, professora e amiga, a quem tive a grande oportunidade de conhecer, e ter como orientadora, expresso minha eterna gratidão, admiração e respeito. Você é um exemplo de determinação e objetividade profissional. **Obrigada por tudo!**

À **Profa. Dra. Rejane Andrade de Carvalho**, Coordenadora do curso de Mestrado em Odontologia da Universidade Potiguar, obrigada pelo carinho com que me recebeu e pelas palavras sempre amigas. Você é um ser humano especial! **Obrigada por tudo!**

RESUMO

Este estudo avaliou o efeito da interposição de dois materiais restauradores indiretos e de duas unidades fotoativadoras sobre a microdureza de um cimento resinoso dual. Foram utilizados uma unidade de luz halógena (Optilight Plus - Gnatus) e um LED (Radii - SDI), por um tempo de exposição de 40 s e 65s, respectivamente. Para cada aparelho, foram confeccionados 18 corpos-de-prova, totalizando 36 amostras, que foram divididas em 6 grupos experimentais: grupo 1- SH (solidex / halógena), grupo 2- SL (solidex / LED), grupo 3- PH (porcelana / halógena), grupo 4- PL (porcelana / LED), grupo 5- SIH (sem interposição / halógena) e grupo 6- SIL (sem interposição / LED). A fotoativação do cimento (Relyx ARC, 3M ESPE) foi realizada através dos materiais restauradores indiretos Solidex (Shofu) e Porcelana (Noritake) de 2 mm de espessura e sem interposição para os grupos controles. As amostras foram preparadas em matrizes cilíndricas de teflon, com uma perfuração de 5 mm de diâmetro interno e 2 mm de profundidade, e armazenadas por 24 h em recipientes na ausência de luz. O teste de microdureza Vickers foi realizado 24 h após o início da espatulação do cimento, em microdurômetro (Shimadzu) ajustado com carga de 50 g por 15 s. Foram realizadas 3 endentações na superfície de topo e 3 no fundo, para cada amostra. Os dados foram submetidos à Análise de Variância a 3 critérios seguida pós-teste de Tukey ao nível de 5% de significância. De acordo com os resultados, na superfície de topo não houve diferenças significativas entre os aparelhos ($p > 0,05$). O LED proporcionou maior dureza no fundo que a Luz Halógena ($p < 0,05$). As amostras fotoativadas sem interposição apresentaram maiores médias de dureza estatisticamente significantes que as amostras fotoativadas através do Solidex e da Porcelana ($p < 0,01$). De acordo com este estudo, concluiu-se que o cimento resinoso dual apresentou menores médias de dureza quando fotoativado através da interposição de um material restaurador indireto de 2 mm de espessura. Na superfície de topo, a polimerização foi satisfatória independente da presença ou não e do tipo de interposição.

Palavras-chave: Cimento resinoso, aparelhos fotoativadores, dureza Vickers.

ABSTRACT

This study evaluated the effect of the interposition of two indirect restorative materials and two light units on the microhardness of dual-cured cement. A unit of halógena light (Optilight Plus - Gnatus) and a LED (Radii - SDI) were used, for an exposition time of 40 and 65s, respectively. For each light source, 18 body-of-test were confectioned , totalizing 36 samples, that were divided in 6 experimental groups: group 1- SH (solidex/halogen), group 2- SL (solidex/LED), group 3- PH (halogen/porcelain), group 4- PL (porcelain/LED), group 5- SIH (without interposition/halogen) and group 6- SIL (without interposition/LED). The photoactivation of the cement (Relyx ARC, 3M ESPE) was carried through the indirect restorative materials Solidex (Shofu) and Porcelain (Noritake) of 2 mm of thickness and without interposition for the groups controls. The samples were prepared in cylindrical matrices of teflon, with a perforation of 5 mm of internal diameter and 2 mm of depth, and it were stored for 24 h in containers in the light absence. Vicker´s microhardness test was carried through 24 h after the beginning of the manipulation of the cement, in microdurometer (Shimadzu) adjusted with load of 50 g for 15 s. Three indentations were made on top and bottom surface, for each sample. The data were submitted to the analysis of variance through three criteria, followed after-test of Tukey to the level of 5% of significance. In accordance with the results, in the top surface there was no significant differences between the devices ($p > 0,05$). The LED provided to greater hardness in the deep one that the Light Halógena ($p < 0,05$). The photoactivated samples without interposition presented higher averages statisticament significant of hardness that the photoactivated samples through the Solidex and of Porcelain ($p < 0,01$). In accordance with this study, it was concluded that the dual resinous cement presented lower averages of hardness when photoactivated through the interposition of an indirect restoring material of 2 mm of thickness.

Key-words: Resin cement, light source, Vickers hardness

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NiCr- Níquel / Cromo

°C- Graus Celsius

MPa- Mega Pascal

nm- Nanômetro

µm- Micrômetro

KNH- Número de Dureza Knoop

VHN- Número de Dureza Vickers

HV- Dureza Vickers

mW/cm²- miliwatts por centímetro quadrado

LED- Diodo emissores de luz

QTH- Quartzo Tungstênio Halógena

PAC- Arco de plasma

SH- Solidex / Hálogena

SL- Solidex / LED

PH- Porcelana / Halógena

PL- Porcelana / LED

SIH- Sem interposição / Halógena

SIL- Sem interposição / LED

Kgf- Quilograma-força

mm- milímetros

h- Horas

min- minutos

s- segundos

g- gramas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
3 PROPOSIÇÃO	55
4 MATERIAL E MÉTODOS	56
4.1 APARELHOS FOTOATIVADORES UTILIZADOS	56
4.2 DETERMINAÇÃO DOS VALORES DE INTENSIDADE DE LUZ DOS APARELHOS FOTOATIVADORES	57
4.3 OBTENÇÃO DAS INTERPOSIÇÕES	60
4.4 ESTUDO PILOTO	61
4.5 CONFECÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA	61
4.6 TESTE DE MICRODUREZA	67
5 RESULTADOS	70
5.1 PLANEJAMENTO ESTATÍSTICO	70
5.2 RESULTADOS	70
6 DISCUSSÃO	73
7 CONCLUSÃO	77
REFERÊNCIAS	78

1 INTRODUÇÃO

A constante busca e exigência de um sorriso estético, saudável e harmonioso imposta pela sociedade moderna, assim como a preocupação dos cirurgiões-dentistas em devolver ao paciente um sorriso “belo”, levaram ao desenvolvimento de novas técnicas e materiais restauradores, que atualmente estão disponíveis no mercado e são oferecidos como os mais avançados recursos da odontologia.

Concomitante, ao desenvolvimento das restaurações estéticas indiretas, surgiram os cimentos resinosos, cuja constituição química assemelha-se à das resinas compostas restauradoras, porém em proporções diferentes para preencher os requisitos necessários ao procedimento da cimentação, ou seja, consistência e resistência adequadas (FONSECA et al, 2000).

A cimentação representa um fator de extrema importância, dentre as várias etapas necessárias para o restabelecimento estético, através de restaurações indiretas. Estes materiais são responsáveis pela união entre o material restaurador indireto e a estrutura dental (DUTRA-CORRÊA; RIBEIRO; CUNHA, 2006).

Os cimentos resinosos podem ser classificados, de acordo com sua forma de ativação, em: autopolimerizáveis, fotopolimerizáveis e duais (ativação química e física) (EL-MOWAFY; RUBO; EL-BADRAWY, 1999). Os cimentos do tipo dual são indicados para fixação de inlays, onlays e coroas totais confeccionadas em compósito ou cerâmica, já que compensariam o efeito atenuador da luz do aparelho fotoativador pelo material restaurador. Essa compensação seria possibilitada pela polimerização química do material, que ocorre mesmo em regiões mais profundas do preparo em que a chegada de luz é limitada (HOFMANN et al, 2001). Diversos estudos revelaram que o

mecanismo de ativação química sozinho é menos efetivo que o dual (ATTAR; TAM; McCOMB, 2003; DUTRA-CORRÊA; RIBEIRO; CUNHA, 2006; FONSECA, 2001; FONSECA; CRUZ; ADABO, 2004; SHIMURA et al, 2005).

A extensão da reação de polimerização está diretamente relacionada com grande parte das propriedades físicas e mecânicas dos materiais resinosos (ASMUSSEN, 1982). Uma maneira efetiva e amplamente utilizada para avaliar o grau de polimerização é a mensuração da dureza superficial através de testes de microdureza (RUEGGEBER; CRAIG, 1988). A idéia da ativação pela luz só foi possível graças à incorporação de fotoiniciadores como a canforoquinona nas resinas. A canforoquinona é efetivamente ativada por emissão de feixes de luz com comprimento de onda ideal em torno de 468 nm (McCABE; CARRICK, 1989). Assim, a fotoativação fica na dependência da efetividade das fontes de luz, incluindo a distribuição de espectro, intensidade, tempo de exposição e distância da fonte de luz até a resina composta (HILGERT et al, 2004).

A polimerização dos cimentos resinosos duais idealmente deveria ocorrer de forma efetiva tanto na presença como na ausência de luz, entretanto a literatura demonstra que os melhores resultados são obtidos quando a fotoativação é realizada (EL-MOWAFY; RUBO; EL-BADRAWY, 1999).

Vários equipamentos com diferentes fontes de luz e técnicas de ativação surgiram no mercado nos últimos anos. Os aparelhos à base de luz halógena convencionais (*QTH: Quartz Tungsten Halogen*) emitem comprimentos de onda que geram calor e são altamente absorvidos pelos compósitos, induzindo aquecimento ao dente e resina durante o processo de fotoativação. Este tipo de aparelho fotoativador apresenta tempo de vida útil entre 40 e 100 horas. Mais recentemente surgiram os

LEDs, ou Diodos Emissores de Luz, cuja fonte de luz são diodos que emitem luz fria numa faixa estreita próxima de 470nm, a qual coincide com o espectro de absorção da canforoquinona, principal agente fotoiniciador dos compósitos atuais. Os LEDs apresentam tempo de vida útil superior a 10.000 horas e sofrem pouca degradação ao longo do tempo (HILGERT et al, 2004; JANDT et al, 2000; TANGO, 2006).

Apesar destes sistemas ainda sofrerem modificações, sua utilização tem se difundido cada vez mais. Dúvidas permanecem quanto à efetividade de fotoativação de cimentos resinosos ativados com estes aparelhos. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a microdureza de um cimento resinoso dual, quando submetido à fotoativação por dois aparelhos diferentes: luz halógena e LED, sob dois tipos de materiais restauradores indiretos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Hasegawa, Boyer, Chan (1991), avaliaram a extensão da dureza de três cimentos duais sob inlays de resina composta e a eficiência de uma cunha reflexiva em permitir polimerização dos cimentos na margem proximal. Os tempos de exposição, necessários para otimizar a dureza dos cimentos, foram determinados pela exposição direta destes materiais à fotoativação. Foram cimentadas em molares extraídos, inlays em resina composta, utilizando o cimento Dual cement fotopolimerizável e Duo cement. As cunhas reflexivas foram posicionadas nas superfícies interproximais das amostras. Nenhum dos cimentos endureceu completamente em 24 h, quando o tempo de exposição foi apropriado ou ultrapassou o recomendado pelos fabricantes. A ativação química não polimerizou completamente os cimentos quando a luz foi atenuada pela restauração. A transmissão da luz pela cunha teve efeito insignificante na dureza dos cimentos.

Linden et al (1991), determinaram os efeitos da opacidade da porcelana, do catalisador químico e do tempo de exposição na polimerização de cimentos resinosos fotopolimerizáveis. Amostras de compósitos de micropartículas e híbridos, com e sem catalisador (*dual-cure* e fotopolimerizável), foram fotoativadas através de discos de porcelana com diferentes opacidades. O teste de microdureza Knoop (KNH) foi usado para comparar o grau de polimerização de cada material em diversos tempos de exposição (30, 60, 90 e 120 s). A opacidade da porcelana não afetou significativamente a microdureza. Entretanto, os resultados indicaram que o catalisador químico e o tempo prolongado de exposição são essenciais para o sucesso clínico.

Myers, Caughman, Rueggeberg (1994), investigaram os efeitos de algumas propriedades do material restaurador (tipo, tonalidade e espessura) na polimerização de um cimento resinoso fotoativado. Foram confeccionados nas espessuras de 0,5 mm a 3,0 mm, discos de cerâmica e resina de duas tonalidades extremas. A transmissão da luz foi mensurada através de várias espessuras e tonalidades para cada tipo de material restaurador. O efeito da transmissão da luz, assim como a influência do tipo de material restaurador, tonalidade e espessura foram determinados pela polimerização do cimento resinoso. Os autores concluíram que, a espessura e a tonalidade do material restaurador teve maior influência na transmissão da luz e na polimerização do cimento resinoso que o tipo de material restaurador. Para restaurações com espessura maior que 1 mm, devem ser usados um cimento de dupla ativação ou de ativação química para proporcionar melhores propriedades do cimento.

Uctasli, Hasanreisoglu, Wilson (1994), avaliaram através da mensuração da dureza, a influência da espessura e da opacidade da porcelana na polimerização de dois cimentos resinosos duais (microparticulado e híbrido) e um cimento resinoso fotopolimerizável (híbrido). Foram determinados os valores de microdureza da superfície de topo e da superfície de fundo das amostras com 1 mm de espessura do cimento resinoso. As amostras foram fotoativadas por 40 s sob diferentes espessuras e opacidades dos discos de porcelana. Os resultados mostraram que o aumento da espessura e da opacidade da porcelana produziu uma redução significativa na microdureza dos cimentos resinosos. O efeito da atenuação foi menor para o cimento de micropartículas que para o híbrido. Para os cimentos híbridos, o fotopolimerizável teve melhor desempenho que o dual.

Correr Sobrinho et al (2000), avaliaram a correlação entre a intensidade de luz emitida por aparelhos fotoativadores e o tempo de exposição no grau de polimerização de compósitos pela mensuração de dureza Knoop. Amostras com 5 mm de diâmetro e 2 mm de altura foram preparadas em uma matriz de cobre, cobertas com uma tira de poliéster e fotoativadas por 30 s pelas unidades de luz com 50, 130, 180, 220, 280 e 520 mW/cm², respectivamente. A potência das unidades de luz foi medida usando um radiômetro (Curing Radiometer- Demetron). Outras amostras foram fotoativadas por 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165 e 180 s utilizando unidades de luz de 130, 220 e 280 mW/cm². Os valores de dureza Knoop nas superfícies de topo e fundo foram mensurados após 24 h. Os resultados indicaram que as unidades fotoativadoras com intensidade de luz superior apresentaram valores de dureza Knoop maiores nas superfícies de topo e fundo. Como esperado, a superfície de topo apresentou os melhores valores de dureza Knoop que o fundo, após 30 s de exposição. Os valores obtidos na superfície de topo foram estatisticamente superiores comparados com os valores do fundo ($p < 0,05$) para as intensidades de 130, 220 e 280 mW/cm² após 30, 45 e 60 s de exposição.

Fonseca et al (2000), avaliaram a progressão de polimerização em função do tempo de armazenamento de quatro cimentos resinosos, determinando o conteúdo de carga dos mesmos. A dureza foi determinada imediatamente e sete dias após a confecção dos corpos-de-prova. O conteúdo de partículas em peso foi determinado após a evaporação da matriz orgânica. A análise dos resultados obtidos no teste de dureza revelou diferença significativa entre os períodos avaliados e entre os materiais empregados. Da mesma forma, a análise do conteúdo de carga mostrou diferença estatisticamente significativa entre os materiais.

El-Mowafy, Rubo (2000), avaliaram o efeito da espessura de compósitos resinosos inlay/onlay na dureza de oito cimentos resinosos de polimerização dual. Catorze amostras de discos, com 6 mm de diâmetro x 2,5 mm de espessura, foram preparadas para cada um dos oito cimentos de polimerização dual: Adherence, Choice, Duolink, Enforce, Lute-It, Nexus, Resinomer e Variolink. Duas amostras de cada material foram fotoativadas diretamente, enquanto o restante das amostras eram fotoativadas através de interposições de compósitos resinosos, variando em espessura de 1 mm a 6 mm. De acordo com os resultados, os autores concluíram que a polimerização através das interposições sempre resultou em um decréscimo da dureza Knoop. Para alguns cimentos, os valores de dureza foram reduzidos em 50% ou mais, quando a espessura da interposição era 4 mm ou aumentavam sempre quando as mensurações eram realizadas uma semana após a polimerização dual. Baixos valores de dureza revelaram a deficiência do mecanismo de polimerização química que pode comprometer a qualidade do cimento em áreas da cavidade com dificuldade ao acesso da fotopolimerização.

Jandt et al (2000), testaram as hipóteses de que o grau de polimerização e a força compressiva de compósitos dentais polimerizados com um aparelho à base de diodos emissores de luz (LED) e um aparelho convencional à base de luz halógena não diferem significativamente. Também avaliaram a irradiação e o espectro de luz de ambos os aparelhos para permitir comparações entre eles. Os compósitos (Spectrum TPH, cores A2 e A4) foram fotoativados por 40 s com cada um dos aparelhos. O grau de polimerização dos compósitos foi mensurado em 10 amostras de 4 mm de diâmetro e 8 mm de espessura. A força compressiva foi determinada após 6 h e 72 h em 6 amostras de 4 mm de diâmetro e 6 mm de espessura para cada cor, após 40 s de

fotoativação. Os resultados mostraram que ambos os aparelhos forneceram potência suficiente para exceder as exigências mínimas para a profundidade de polimerização dos compósitos, de acordo com a ISO 4049. As forças compressivas dos compósitos fotoativados com o aparelho LED foram estatisticamente equivalentes àqueles fotoativados com o aparelho convencional halógeno.

Hofmann et al (2001), investigaram a eficiência da ativação química de cimentos resinosos duais e compararam com a fotoativação e a dupla ativação. A ativação foi realizada pela mistura da base e do catalisador, sem subsequente irradiação (ativação química), com irradiação direta (dupla ativação) ou com irradiação através de uma cerâmica, (IPS Empress, Ivoclar) (dupla ativação através da porcelana). Usando apenas a pasta base, com irradiação direta (fotoativação) ou com irradiação através da porcelana (fotoativação através da porcelana). Amostras de quatro cimentos resinosos duais microhíbridos e um cimento resinoso autopolimerizável híbrido (apenas ativação química) foram preparadas e testadas após 24 h quanto à resistência flexural, ao módulo de elasticidade e à dureza de superfície (Vickers). Para todos os materiais e parâmetros, a dupla ativação produziu maiores valores que a fotoativação apenas, sempre que a irradiação era realizada através da porcelana. Seguido pela autopolimerização sem fotoativação, a resistência flexural foi 68.9 a 85.9%, o módulo de elasticidade 59.2 a 94.5% e a dureza Vickers 86.1 a 101.4%, conforme os valores obtidos pela dupla ativação com irradiação direta. A fotoativação através da porcelana, quando comparada com a irradiação direta, reduziu os valores para maioria dos parâmetros e materiais. Em contraste, a dupla ativação manteve a resistência flexural para todos, o módulo de elasticidade para três e a dureza para um dos materiais. As

propriedades mecânicas dos cimentos resinosos autopolimerizáveis variaram em relação aos materiais de dupla ativação.

Prakki, Carvalho (2001), em artigo de revisão sobre os cimentos resinosos duais, analisaram as características e os aspectos clínicos destes materiais. Segundo este trabalho, a composição química dos cimentos resinosos duais, que associa a fotoativação e a ativação química, proporciona propriedades físicas e mecânicas como a força de união, resistência ao desgaste e resistência à compressão, superiores aos demais materiais de cimentação. Entretanto, também apresentam limitações como o crucial controle da umidade no ato da cimentação, a realização de uma fotoativação adequada e problemas relacionados à contração de polimerização.

Lee, Um (2001) avaliaram cinco cimentos resinosos de polimerização dual, (Bistite, Dual, Scotch-bond, Duolink, e Duo), quando os mesmos foram polimerizados sob discos de porcelana com espessura variável (1, 2 e 4 mm), sofrendo ativação química ou fotoativação. Os efeitos do disco de porcelana sobre a taxa de polimerização de um cimento dual, durante a exposição à luz foram avaliados utilizando-se análises térmicas, termogravimétricas e calorimetria de varredura diferencial. Nos discos de porcelana com 4 mm de espessura, o tempo de exposição variou de 40 a 60 s para investigar o efeito do tempo de exposição sobre a reação de polimerização. A velocidade de polimerização através da exposição à luz foi 5 a 20 vezes mais rápida do que a polimerização química. Os autores concluíram que os cimentos resinosos de polimerização dual diferiram significativamente em sua sensibilidade à ativação química e fotoativação. Os tempos de exposição recomendados pelos fabricantes foram insuficientes para compensar a atenuação da luz através do disco de porcelana de 4 mm de espessura.

Witzel (2001), verificou a influência de cargas cíclicas e do modo de ativação do cimento resinoso na resistência de união porcelana-dentina em ensaio de cisalhamento por extrusão. Os sistemas adesivos avaliados foram Choice/One-Step e RelyX ARC/Single Bond. Peças tronco-cônicas de porcelana foram cimentadas em cavidades preparadas em seções de dentina radicular bovina. Cada sistema adesivo foi testado com o cimento resinoso nos modos *dual-cure* (com fotoativação) e *self-cure* (sem fotoativação). O autor pôde concluir de acordo com este estudo que, o modo de ativação do cimento foi o único fator significativo (o modo *dual-cure* apresentou melhor desempenho que o *self-cure*). O sistema adesivo e a aplicação de cargas cíclicas não interferiram nos valores de resistência encontrados.

Rasetto, Driscoll, Fraunhofer (2001), avaliaram a eficiência de 3 diferentes fontes de luz na fotoativação de um cimento resinoso fotopolimerizável sob 3 tipos de materiais em porcelana veneer. Foram utilizados uma unidade de luz halógena convencional, um aparelho à base de arco de plasma e uma unidade de luz halógena de alta intensidade para a fotoativação do cimento resinoso (Variolink II; Ivoclar North America Inc, Amherst, NY) através de discos de material veneer. Discos de diâmetros e espessuras iguais de porcelana feldspática (Ceramco II; Ceramco Inc, Burlington, NJ) e porcelana alumina (Vitadur Alpha; Vident Inc, Brea, CA) foram usados como interposição entre os tipos de unidade de luz e o cimento resinoso. As combinações cimento e porcelana foram expostas a 4 diferentes tempos de fotoativação (5, 10, 15 e 20 s) para as unidades de alta intensidade de luz (Apollo 95E e Kreativ 2000) e (20, 40, 60 e 80 s) para a unidade de luz halógena convencional (Optilux). Foi usado o teste de dureza Knoop para determinar o grau de polimerização do cimento resinoso através dos materiais cerâmicos para cada um dos aparelhos. Os dados foram analisados pela

análise de variância (*one-way*) e pelo teste Scheffe ($p < 0.05$). Os resultados indicaram que os valores de dureza Knoop do cimento Variolink II variaram com a fonte de luz, o material veneer e o tempo de fotoativação. Para determinada unidade de luz e material veneer, o número de dureza Knoop aumentou com tempos prolongados de fotoativação. O aparelho Kreativ mostrou diferenças estatísticas significantes ($p < 0,05$) entre todos os tempos de fotoativação testados. O uso deste aparelho precisou de um tempo de fotoativação maior que 20 s para atingir a dureza máxima do cimento resinoso. Houve diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.05$) na dureza para as amostras fotoativadas com o Apollo entre todos os tempos, exceto para os tempos de 15 s e 20 s. As amostras fotoativadas com a luz halógena não mostraram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.05$) na dureza entre os tempos de 60 s e 80 s de fotoativação. Os autores concluíram que as unidades com alta intensidade de luz alcançaram adequada polimerização do cimento resinoso com menor tempo que a unidade de luz halógena convencional. Entretanto, os dados deste estudo indicaram que deve ser usado o tempo mínimo de exposição de 15 s com o Kreativ e 10 s com o Apollo 95E, para a fotoativação do cimento Variolink II, independente da composição da porcelana veneer. Unidades de luz halógena convencionais precisaram de um aumento no tempo de fotoativação de 60 s.

Fonseca (2001), avaliou o grau de polimerização de cimentos resinosos em função de diferentes intensidades de luz, por meio de ensaio de dureza e resistência à remoção por tração de coroas cimentadas em troqueis com determinados cimentos. A primeira etapa foi realizada submetendo-se ou não os cimentos Panavia F, Scotchbond Resin Cement, Enforce e Cement-it à fotoativação, tendo as leituras sido realizadas nos tempos imediato, 1 h, 2 h, 24 h e 7 dias após espatulação dos materiais. No segundo

ensaio, foram confeccionados troquéis e coroas, ambos em liga de NiCr, e cimentados aos pares com os materiais descritos anteriormente, além do cimento fosfato de zinco. A análise dos resultados revelou que os cimentos resinosos alcançaram maior dureza nos grupos fotoativados em todos os tempos analisados, com exceção apenas do Scotchbond Resin Cement e Enforce que, aos 7 dias, mostraram igualdade estatística entre os tratamentos. Todos os materiais apresentaram progressão de polimerização em função do tempo na ausência de luz, com diferentes velocidades. Os cimentos Panavia F e fosfato de zinco apresentaram, respectivamente, a maior e a menor força de remoção por tração, tendo o Scotchbond Resin Cement, Enforce e Cement-it ficado em posição intermediária, diferenciando-se significativamente dos demais materiais, porém não entre si.

Braga, César, Gonzaga (2002), investigaram a resistência à flexão, o coeficiente de curvatura e a dureza de quatro cimentos resinosos. Os materiais testados foram: Enforce e Variolink II (fotopolimerizável, autopolimerizável e dual), RelyX ARC (autopolimerizável e dual) e C & B (autopolimerizável). Amostras foram fraturadas usando um teste de dobramento em três partes. A dureza Knoop foi medida em fragmentos obtidos após o teste de dobramento (flexão). Os testes foram realizados 24 h após o armazenamento a 37 °C. O cimento RelyX ARC dual mostrou uma maior resistência à flexão do que os outros grupos. Ambos, RelyX ARC e Variolink II dependeram da fotoativação para atingir maiores valores de dureza. Enquanto o Enforce mostrou uma dureza parecida tanto para os modos de ativação dual quanto para modos de autopolimerização. Nenhuma correlação foi encontrada entre a resistência à flexão e a dureza das amostras, indicando que outros fatores além do grau de polimerização como o conteúdo de preenchimento e o tipo de monômero, afetam a

resistência à flexão dos compósitos. Nenhuma diferença estatística foi detectada no coeficiente de curvatura entre diferentes grupos.

Attar, Tam, McComb (2003), compararam a resistência à flexão, o coeficiente de elasticidade, a radiopacidade e o pH de cinco categorias representativas de cimentos. Sendo, um cimento Fosfato de Zinco, um resinoso convencional e um resinoso modificado com Ionômero de Vidro, dois resinosos de polimerização dual (“fotopolimerizável” após mistura e “não fotopolimerizável”) e um resinoso autopolimerizável. As amostras foram preparadas e padronizadas. Os agentes resinosos de vedação (64 a 97 MPa) mostraram uma maior resistência à flexão do que todos os outros materiais testados (7 a 27 MPa), com o cimento resinoso fotopolimerizável (83 a 97 MPa) valores maiores do que no cimento resinoso não fotopolimerizável (64 a 81 MPa).O Fosfato de Zinco foi o mais radiopaco (6.4mm Al) e possibilitou a maior rigidez (9.2 GPa). O cimento resinoso autopolimerizável foi o mais radiolúcido (1.1mm Al). O Fosfato de Zinco e os cimentos convencionais de Ionômero de Vidro foram os mais ácidos imediatamente após misturados (pH 1.5 a 2.2) mas, ficaram menos ácidos depois de 24 horas (pH 6.4 a 6.8). Mesmo com as limitações deste estudo, os dados mostraram uma ampla variação das propriedades dos materiais. Os agentes de vedação resinosos com polimerização dual testados, mostraram a melhor combinação de propriedades mecânicas e físicas associados com a maior configuração de pH. A fotopolimerização destes materiais foi necessária para maximizar a resistência e a rigidez.

Foxton et al (2003), avaliaram os efeitos do tempo de exposição e da direção da fonte de luz na resistência à tensão de um cimento resinoso dual à cerâmica. Blocos de cerâmica (Vita Celay Blanks) foram fabricados com espessuras de 1 mm, 2 mm e 3

mm. Após silanização (Tokuso Ceramic Primer), os blocos foram fixados usando um cimento resinoso dual (Bistite II) e expostos à uma das quatro estratégias de fotoativação: sem luz (controle), fotoativação por 20 s em uma direção, 120 s em uma direção, e 20 s em cada uma das seis direções. Após 24 h de armazenamento a 37° C, a resistência à tensão e a dureza knoop (KNH) do cimento resinoso foram determinadas. Os dados foram analisados usando ANOVA a 2 critérios e Teste de Fisher PLSD. A microdureza do grupo controle foi significativamente mais baixa que os grupos fotoativados ($p < 0.05$). Não houve diferenças significativas na resistência à tensão e na microdureza quando a espessura de 1 mm e 2 mm da cerâmica foram fotoativados por 120 s em uma direção ou por 20 s nas seis direções ($p > 0.05$). Entretanto, quando a espessura da cerâmica aumentou de 2 mm para 3 mm, ocorreu significativa redução na resistência à tensão quando a fotoativação foi aplicada por 120 s em uma direção, mas não quando aplicada por 20 s em cada uma das seis direções ($p < 0.05$).

Barghi, McAlister (2003), mensuraram e compararam a dureza de um cimento resinoso fotopolimerizável, fotoativado sob diferentes tonalidades e espessuras de porcelana com uma unidade de luz halógena e um LED. Foram fabricadas amostras quadradas (11 mm x 11 mm) de porcelana com espessuras de 1 mm e 2 mm em duas tonalidades (A1 e C4). O cimento resinoso (0,5 mm de espessura) foi colocado sob cada porcelana e fotoativado por 30 s ou 60 s com LED ou luz halógena. O grau de polimerização do cimento resinoso foi determinado pela mensuração da microdureza. No grupo controle, o cimento resinoso foi fotoativado sob uma matriz de poliéster (Mylar). Não foram encontradas diferenças significativas na dureza da superfície entre os grupos controles e os grupos fotoativados pelo LED por 30 s ou 60 s. Foi registrado

um baixo valor de dureza do cimento resinoso fotoativado sob 2 mm da porcelana C4, por 30 s e 60 s com a luz halógena. Embora uma comparação crescente dos valores de dureza da superfície revelou resultados similares para ambos os aparelhos, o LED proporcionou resultados mais consistentes que a luz halógena.

Machado (2003), avaliou o desempenho clínico de aparelhos fotoativadores utilizando teste de dureza Vickers, variando tempos de exposição e profundidades de polimerização. Foram utilizados três tipos de fotoativadores, um de luz halógena (Curing Light XL 3000) e dois LED's (Ultraled e 3M ESPE Elipar[®] Free Light) e uma única resina composta Charisma[®] (Kulzer) na cor A3. Foram confeccionados cinco corpos-de-prova para todos os aparelhos com tempo de exposição de 40 s e com tempo de exposição de 20 s para os aparelhos Curing Light XL 3000 e 3M ESPE Elipar[®] Free Light. Todos os corpos-de-prova foram confeccionados em uma matriz metálica cilíndrica contendo uma cavidade de 4 mm de diâmetro e 5 mm de altura, preenchidas com incremento único de resina, e fotoativada com os tempos estabelecidos. As amostras foram então envoltas em papel alumínio e armazenadas por 24 h à temperatura de $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ em um recipiente à prova de luz, e, logo após, submetidas ao teste de dureza. O aparelho utilizado foi Shimadzu micro hardness testers[®] (HMV-2 series Shimadzu corporation Kyoto Japan), equipado com diamante Vickers e carga de 300 g durante um tempo de 15 s, foram realizadas seis impressões por milímetro três a cada lado, sendo uma central e duas laterais, até uma profundidade padronizada de 3 mm. Com base na metodologia empregada a autora concluiu que: O Curing Light XL 3000/3M apresentou melhor desempenho clínico com 40 s de exposição; os aparelhos Curing Light XL 3000/3M e 3M ESPE Elipar[®] Free Light., não apresentaram diferença significativa no grau de polimerização para as profundidades de 1, 2 e 3 mm com 20 s de exposição; O

tempo de exposição à luz de 40 s apresentou melhores resultados que 20 s de exposição; Com relação à profundidade, para todos os aparelhos e tempos de exposição testados, a de 3 mm apresentou menor valor de dureza, enquanto a profundidade de 1 mm apresentou maior valor, ficando a de 2 mm em posição intermediária a essas médias de dureza.

Fonseca, Cruz, Adabo (2004), avaliaram a influência da ativação química, comparada à dupla ativação, na dureza de 4 cimentos resinosos duais. Em ambiente isento de luz, quantidades iguais em massa das pastas base e catalisadora dos cimentos Scotchbond Resin Cement, Variolink II, Enforce e Panavia F foram espatuladas e inseridas em matrizes com cavidade de 4mm de diâmetro e 2mm de espessura. A seguir, os cimentos foram: 1- mantidos no escuro (grupos quimicamente ativados) ou 2- fotoativados (grupos duais). As leituras de dureza Vickers foram realizadas 1 h, 24 h e 7 dias após o início da espatulação dos cimentos. Em todos os cimentos, a dureza dos grupos quimicamente ativados foi menor que a dos respectivos grupos duais nos tempos de 1 h e 24 h. Aos 7 dias, esse comportamento foi mantido pelo Variolink II e Panavia F, enquanto para o Scotchbond Resin Cement e para o Enforce, não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois métodos de ativação. Todos os cimentos mostraram aumento significativo de dureza de 1 h para 7 dias, em ambos os métodos de ativação. Dentre os grupos quimicamente ativados, o Scotchbond Resin Cement e o Variolink II mostraram, respectivamente, a maior e a menor dureza nos três tempos testados. Dentro dos limites deste estudo, até o período de 24 h, a ativação exclusivamente química não foi capaz de promover dureza semelhante à obtida pela dupla ativação.

Hilgert et al (2004), investigaram o grau de dureza de um cimento resinoso *dual cure* (RelyX ARC – 3M ESPE) quando polimerizado sem o contato com a luz e quando fotoativado sob três diferentes materiais restauradores indiretos (Solidex – Shofu, Empress – Ivoclar, sistema In Ceram Alumina – Vita) , com dois tipos de fotoativadores: luz halógena (XL 1500 – 3M) e LED (UltraLed – Dabi Atlante). Foram criados sete grupos experimentais: grupo SH (Solidex Halógeno), grupo SL (Solidex LED), grupo EH (Empress Halógeno), grupo EL (Empress LED), grupo IH (InCeram Alumina Halógeno), grupo IL (InCeram Alumina LED) e grupo SCL (sem contato com a luz). Para cada grupo foram confeccionados 4 discos de cimento resinoso dual fotoativados por 40 s sob o material restaurador indireto, exceto para o grupo SCL onde a polimerização se deu na ausência de luz. Após 1 semana imersos em água destilada a 37°C, os discos foram submetidos ao teste de microdureza, em microdurômetro Shimadzu, com carga de 100 g por 15 s. Os resultados, expressos em VHN (número de dureza Vickers), foram submetidos aos testes estatísticos ANOVA e Tukey que demonstraram uma maior dureza superficial do grupo SH em relação a todos os outros. Os grupos SL, EH e EL não tiveram diferença estatisticamente significativa entre si, porém obtiveram valores de dureza superiores aos dos grupos IH, IL e SCL que também foram estatisticamente semelhantes entre si.

Lopes et al (2004), estudaram a influência da fonte de luz, LED e lâmpada halógena, na efetividade de polimerização do cimento resinoso *dual* Enforce, fotoativado sob um disco de porcelana. Três tempos de exposição (60 s, 80 s e 120 s) foram também avaliados. Foram realizados dois grupos experimentais, na qual a polimerização do cimento resinoso foi feita através de um disco cerâmico, e dois controles, polimerização direta do cimento, sem a presença do disco cerâmico. O

cimento resinoso foi inserido em uma matriz de aço (4 mm de diâmetro e 1,2 mm de espessura). Nos grupos experimentais um disco de porcelana (6 mm de diâmetro por 2 mm de espessura) foi colocado sobre o cimento. Este foi fotoativado através da porcelana, pela lâmpada halógena e pelo LED, por outro lado nos grupos controles a luz foi aplicada sem o disco de porcelana. As amostras foram armazenadas em um frasco que impedia a passagem de luz a 37°C por 24 h, para que depois a dureza Vickers fosse determinada. Os dados foram submetidos à análise de variância a quatro critérios seguido pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Todas as amostras polimerizadas pelo LED por 60s mostraram valores inferiores quando comparadas com as do grupo da lâmpada halógena. Em geral, a fotoativação realizada por 80 e 120 s com o LED foi estatisticamente similar à fotoativação com a lâmpada halógena (60 s e 80 s). A tecnologia LED pode ser viável para a fotoativação de cimentos resinosos através de restaurações indiretas em porcelana quando o tempo de ativação é aumentado.

Santos et al (2004), analisaram os efeitos da intensidade de luz e do tipo de aparelho, luz halógena (QTH – Quartz-Tungstênio-Halógena) ou LED (Diodo emissores de luz), na dureza de vários cimentos resinosos e de uma resina composta. Foram preparadas amostras de discos de 4 cimentos resinosos de polimerização dual (Variolink II, Calibra, Nexus 2 e RelyX ARC). Duas unidades de luz halógena (Visilux 2, com 550 mW/cm² e Optilux 501, com 1360 mW/cm²) e um LED (Elipar Free Light, com 320 mW/cm²) foram usados para a fotoativação. As amostras eram fotoativadas pela luz ou por dupla polimerização por 10, 30 ou 40 s, com um dos três aparelhos e testadas 24 h após a polimerização. Amostras adicionais de cimento eram autopolimerizadas e testadas aos 15, 30 e 60 min e 24 h após. Foi medido o valor de dureza Knoop (KNH) para cada amostra. Amostras de disco (2,5 mm) também foram preparadas para a

resina composta (XRV Herculite). Os dados foram analisados pela Análise de Variância. Os grupos foram significativamente diferentes ($p < 0,05$). A fotoativação com alta intensidade de luz resultou nos maiores valores de dureza para todos os materiais. A fotoativação com o LED (com ambos os modos: fotoativação e dupla polimerização) resultou em valores similares de dureza àqueles ativados com Luz Halógena, apesar de algumas exceções. Entretanto, ambos os aparelhos LED e Luz Halógena resultaram em dureza inferior nas superfícies internas da resina testada. Para todos os cimentos, exceto o Nexus 2, a autopolimerização resultou em valores de dureza significativamente mais baixos do que a polimerização dual. A autopolimerização do cimento Variolink II precisou de um tempo mais longo para ativar do que a dos outros cimentos. De acordo com os resultados, os autores concluíram que a alta intensidade de luz e o tempo de fotoativação mais longo resultaram nos maiores valores de dureza. A fotoativação com LED foi associada com os menores valores de dureza nas superfícies internas da resina composta.

Neppelenbroek, Cruz (2004), avaliaram o grau de polimerização de um cimento resinoso dual (Variolink) após a interposição de duas diferentes resinas compostas indiretas (Artglass e Solidex). Corpos-de-prova em forma de disco (4 mm x 2 mm) foram fotoativados por 40 s através de uma camada de 2 mm de espessura do material restaurador. A dureza foi mensurada imediatamente após a fotoativação e após 24 h armazenados em ambiente seco, ao abrigo da luz. Os valores de dureza reduziram significativamente ($p < 0,05$) com a interposição de 2 mm de material, independentemente da resina composta indireta utilizada. Os valores médios de dureza após 24 h foram significativamente ($p < 0,05$) superiores que os obtidos imediatamente após a fotoativação. Sugerindo que a ação do ativador químico de polimerização dos

cimentos resinosos duais pode não ser suficiente, sendo necessária criteriosa exposição à luz quando utilizados.

Kanno et al (2004), mediram a força adesiva do cimento resinoso dual nas diferentes regiões da dentina do canal radicular, usando 3 tipos de métodos de polimerização. Foram usados 36 dentes bovinos extraídos. Cada raiz foi seccionada verticalmente em metades e polidas. Foram aplicados 2 cimentos duais (Bistite II e Panavia F) e divididos em três grupos de estratégias de polimerização: multi- direção de luz, uma direção de luz e sem luz. Foram realizados testes de microtração (μ TBS) e dureza Knoop dos cimentos. Dentro de cada estratégia de polimerização para ambos cimentos duais, não houve diferenças significantes entre os valores μ TBS no terço coronal e terço médio. O efeito do método de polimerização na força adesiva e dureza Knoop foi encontrado dependendo do material.

Kumbuloglu et al (2004), avaliaram a microdureza de superfície e as forças flexiva e compressiva de cinco cimentos de vedação e compararam o grau de conversão das formas dual e autopolimerizável de quatro cimentos resinosos de vedação: Panavia F, Variolink 2, RelyX Unicem Aplicap e RelyX ARC – e um cimento de poliacrilato (Durelon, grupo controle) foram usados e submetidos a testes de dureza Vickers após uma semana armazenados em água. Os cimentos resinosos foram adicionalmente investigados com ambas as técnicas: dual e autopolimerizável sob espectroscopia infravermelha Fourier. As diferenças foram analisadas usando ANOVA. A força flexiva mais alta foi obtida com Variolink 2 (90 MPa, SD 22), enquanto que a mais baixa foi observada com Durelon (28 MPa, SD 4). RelyX Unicem mostrou o mais alto valor de dureza (44 HV, SD 5), enquanto que Variolink 2 o mais baixo valor (32 HV, SD 6). A maior força compressiva foi obtida com RelyX Unicem (145 MPa, SD

32) e a menor com Durelon (41 MPa, SD 17). Para ambos os grupos, dual e autopolimerizável, RelyX ARC mostrou o maior grau de conversão (81% e 61%, respectivamente) e RelyX Unicem o menor (56% e 26%, respectivamente). Conclui-se que, os cimentos resinosos de características químicas similares diferiram em suas propriedades físicas e o método de polimerização influenciou o grau de conversão.

Jardim (2004), avaliou a dureza superficial de cimentos resinosos, um quimicamente ativado (Bistite II DC) e um de dupla polimerização (RelyX) em função de diferentes profundidades de polimerização e sistemas adesivos; bem como, formação de camada híbrida quando da cimentação de pino de fibra de vidro no canal radicular de dentes bovinos. Foram utilizadas 40 raízes bovinas, as quais foram tratadas endodonticamente e divididas aleatoriamente em 4 grupos de 10 raízes cada de acordo com o cimento resinoso e sistema adesivo utilizado para cimentação do pino de fibra de vidro: (GI) Bistite II DC; (GII) RelyX associado ao Scotchbond Multi-Use Plus; (GIII) RelyX associado ao Single Bond; (GIV) RelyX associado ao One-Up Bond F. Após 24 h da cimentação, as raízes foram seccionadas no sentido transversal em três discos radiculares, representando os terços cervical, médio e radicular, com profundidades respectivas de 3,0 mm; 6,0 mm e 9,0 mm. Para a realização das medidas de dureza, cada secção radicular foi dividida em quadrantes, nos quais foram realizadas três medidas: (M1) próximo à dentina radicular; (M2) região intermediária; (M3) próximo ao pino de fibra de vidro, cujos resultados foram submetidos à Análise de Variância e Teste de Tukey. A partir dos resultados obtidos, a autora concluiu que o cimento resinoso quimicamente ativado apresentou maiores níveis de dureza superficial que o cimento resinoso dual, independente da região analisada do canal radicular; dentre os grupos experimentais cujo cimento resinoso foi o de polimerização dual, somente o

grupo III apresentou menores valores de dureza superficial na região próxima ao sistema adesivo (Single Bond); o fator profundidade de polimerização não interferiu na dureza superficial do cimento quimicamente ativado, enquanto para o cimento resinoso de polimerização dual, os grupos II e III apresentaram menores valores de dureza a partir de 3,0 mm de profundidade (terço médio e cervical); e independente do cimento resinoso, do sistema adesivo e da profundidade de polimerização a formação de camada híbrida foi evidente, apresentando fenda descontínua na interface cimento e sistema adesivo ao longo de todo o canal radicular.

Piva (2004), realizou dois experimentos baseados na metodologia de dureza Knoop, com aplicação de carga de 50 g por 15 s. No primeiro experimento, foi avaliada a influência de três diferentes espessuras de cerâmica (0,7, 1,4 e 2,0 mm) sobre a microdureza em diferentes profundidades de um cimento resinoso de dupla ativação (RelyX ARC, 3M ESPE). Foi realizado o teste de microdureza imediato e após 24 h de armazenagem a seco a 37°C. Os resultados demonstraram que após o cimento sofrer irradiação indireta através das diferentes espessuras, os valores de microdureza tendiam a diminuir com aumento da espessura da cerâmica. Também houve uma diminuição da microdureza em função do aumento da profundidade, onde a leitura de microdureza era imediatamente realizada no corpo-de-prova. O modo de fotoativação direta demonstrou um grau de microdureza estatisticamente maior que os demais modos de ativação para todas as profundidades avaliadas ($p < 0.05$). Equivalentes microdurezas foram encontradas entre as diferentes profundidades de leitura para o mesmo grupo, quando os espécimes foram armazenados por 24 h. O objetivo do segundo experimento foi avaliar a eficiência de três aparelhos para fotoativação de compósitos (halógena, LED e arco de plasma de xenônio) na fotoativação indireta de

um cimento resinoso de dupla ativação (Enforce, Dentsply). Novamente, a metodologia para o ensaio de microdureza foi aplicada para avaliar o efeito de diferentes dosagens de energia em cimentos resinosos. As fontes LED e halógena mostraram resultados semelhantes, sendo que em duas situações o LED foi estatisticamente superior ao arco de plasma de xenônio ($p < 0,05$). A fotoativação através de estrutura cerâmica, com o aparelho LED e halógena usados com máxima intensidade e por tempo prolongado, demonstrou-se satisfatória.

Rasetto et al (2004), avaliaram o efeito da transmissão da luz na profundidade de polimerização de um cimento resinoso, quando fotoativado por 3 tipos de unidades de luz sob diferentes facetas de cerâmicas puras. A potência da unidade de luz halógena convencional (3M Unitek), do aparelho à base de arco de plasma (Apollo 95E) e da unidade de luz halógena de alta intensidade (Kreativ Kuring Light Model 2000) foi mensurada por um radiômetro. A intensidade de luz destas unidades, também foi mensurada após a fotoativação através de 0,25 mm, 0,40 mm e 0,60 mm de espessura do coping Procera e através de 1,0 mm de espessura de discos de porcelana feldspática (Ceramco II), porcelana alumina (Vitadur Alpha) e porcelana prensada (IPS Empress). Foram fabricados dois discos de cada material em laboratório. As transmissões da luz através destes materiais foram comparadas com aquelas através das combinações de porcelana Procera-alumina. Os dados foram submetidos aos testes ANOVA e Scheffe. As intensidades de luz das 3 unidades fotoativadoras, halógena convencional, alta intensidade halógena e arco de plasma, foram 660 mW/cm², 1050 mW/cm² e 2475 mW/cm², respectivamente. Apenas o aparelho à base de arco de plasma e a unidade de luz halógena com alta intensidade, emitiram luz com energia suficiente para polimerização efetiva do cimento resinoso. Os autores

concluíram que, a intensidade de luz transmitida através das facetas cerâmicas foi influenciada pela fotoativação, pelo tipo e espessura da cerâmica. Com a unidade de luz halógena convencional, a transmissão da luz através de facetas ou coroas em cerâmica pura, pode ser insuficiente para adequada polimerização do cimento resinoso.

Ozyesil, Usumez, Gunduz (2004), investigaram a eficácia da fotoativação de 3 diferentes unidades de luz através de uma restauração simulada em cerâmica, pela determinação do grau de conversão dos monômeros de um compósito de vedação. Foram usados: uma unidade de luz halógena convencional, um aparelho à base de arco de plasma e uma unidade de luz halógena de alta intensidade, para fotoativar o compósito (Variolink II), com ou sem catalisador. Um bloco em cerâmica prensada (5 mm de diâmetro e 2 mm de altura) foi usado como interposição entre a ponta do fotoativador e o compósito. A combinação porcelana e compósito foi exposta a dois protocolos diferentes de tempo de fotoativação para cada unidade de luz: (1) 20 s ou 40 s para a unidade de luz halógena convencional, (2) 3 s ou 6 s para o aparelho à base de arco de plasma e (3) 10 s ou 20 s para a unidade de luz halógena de alta intensidade (modo gradual). Foram avaliadas 120 amostras do compósito (n=5), usando as diferentes unidades de luz. O nível de polimerização do compósito foi determinado através de espectroscopia infravermelha transformadora Fourier, imediatamente após a fotoativação e após 24 h. Os dados foram submetidos à análise de variância a 4 critérios (alfa=0,05) e testes t (alfa=0,05). Os valores do grau de conversão variaram com a fonte de luz utilizada ($p < 0,05$), com o tipo de polimerização ($p < 0,05$), com o tempo testado ($p < 0,01$) e com a exposição de cada aparelho ($p < 0,01$). Houve interações significantes entre a fonte de luz e o tipo de polimerização ($p = 0,00$), entre a fonte de luz e o tempo testado ($p = 0,007$) e entre o tipo de polimerização e o tempo

testado ($p=0,004$). Os valores do grau de conversão foram significativamente superiores nas amostras de polimerização dual após 24 h ($p < 0,01$), mas não houve diferenças significativas nas amostras fotoativadas após 24 h. Os valores do grau de conversão alcançados foram significativamente inferiores ($p < 0,05$) quando as amostras eram submetidas à dupla ativação pela luz halógena convencional e mensuradas imediatamente. Os valores do grau de conversão alcançados foram significativamente superiores ($p < 0,05$) com a dupla ativação pela unidade de luz halógena de alta intensidade mensurados após 24 h. Não houve outras diferenças significativas entre os grupos. Os autores concluíram que, os maiores valores de grau de conversão foram alcançados com a fotoativação pela unidade de luz halógena de alta intensidade. O aparelho à base de arco de plasma alcançou ativação similar do compósito sob a interposição da cerâmica em um período notadamente menor que a unidade de luz halógena convencional.

Park et al (2004), compararam a eficácia de unidades de luz convencionais de baixa intensidade (LQTH), unidades de luz de alta intensidade (HQTH), unidades de laser de argônio (laser) e de arco de plasma (PAC), para fotoativação de cimentos resinosos duais e de resinas compostas sob um compósito resinoso *overlay*. A microdureza dos dois tipos de resinas compostas (Z100 e Tetric Ceram) e do cimento resinoso dual (Variolink II) foi mensurada após a fotoativação por 60 s em um molde de Teflon de 2 mm. Cada um dos dois tipos de resinas compostas (Z100 e Tetric Ceram) ou do cimento resinoso dual (Variolink II) foi colocado sob um compósito *overlay* (Targis, Vivadent/Ivoclar AG) de 1,5 mm de espessura e 8 mm de diâmetro. As amostras preparadas de cada material foram divididas em quatro grupos de acordo com as unidades fotoativadoras (LQTH, HQTH, Laser e PAC) usadas e foram subdivididas

em subgrupos de acordo com o tempo de fotoativação (30 s, 60 s, 90 s e 120 s para HQTH; 12 s, 24 s, 36 s e 48 s para PAC; 15 s, 30 s, 45 s e 60 s para Laser e 60 s, 120 s e 180 s para LQTH). Foram designadas para cada subgrupo quinze amostras. A microdureza das superfícies do topo e do fundo dos materiais, sob o compósito *overlay* Targis, foi mensurada usando um aparelho Optidur Vickers hardness (Gottfert Feinwerktechnik GmbH, Buchen, Germany). Os dados foram submetidos aos testes ANOVA a três critérios e Tukey (0,05). Para as amostras do cimento Variolink II, a microdureza das superfícies do topo e do fundo não atingiram dureza ideal nem mesmo quando foram fotoativados com HQTH por 120 s. Quando foram fotoativadas com PAC, 48 s foi insuficiente para atingir a dureza ideal. Com o laser por 45 s e 60 s, a microdureza atingiu dureza ideal na superfície do topo, mas não atingiu na superfície do fundo. Porém, quando foram fotoativados usando LQTH, a microdureza não atingiu dureza ideal nas superfícies do topo e nem do fundo, mesmo que o tempo de exposição fosse aumentado para 3 min. Para as amostras de Variolink II atingirem 80% da dureza ideal, foram necessários 120 s, 36 s, 45 s e >180 s para HQTH, PAC, Laser e LQTH, respectivamente. Os autores concluíram que, o sistema PAC foi o mais efetivo sistema de fotoativação para as resinas compostas e para o cimento resinoso dual sob 1,5 mm de espessura de *overlay* Targis, seguido pelo laser, HQTH e LQTH. Além disso, as resinas compostas polimerizaram mais eficientemente que o cimento resinoso dual.

Ozturk et al (2005), avaliaram o grau de conversão e dureza Vickers de um cimento resinoso sob uma restauração em cerâmica simulada com 3 unidades fotoativadoras diferentes: uma unidade halógena convencional (Hilux 550), utilizada com um tempo de exposição de 40 s, uma unidade halógena de alta intensidade usada no modo convencional e gradual (Optilux 501), com tempo de exposição de 10 s e 20

s, respectivamente, e um LED (Elipar Free Light) utilizado com 20 s e 40 s. O cimento dual (Variolink II) foi fototivado sob uma restauração de cerâmica simulada (5 mm de diâmetro e 2 mm de altura), e o grau de conversão e a dureza Vickers mensurados. Foram preparadas 10 amostras, para cada grupo, para medir o grau de conversão e mais 10 amostras, para cada grupo, para medir a dureza Vickers. Uma carga de 200 N foi aplicada por 15 s e 3 avaliações de cada amostra foram realizadas. O Optilux 501 quando utilizado por 20 s foi significativamente superior tanto para o grau de conversão quanto para dureza Vickers. Não houve diferenças significantes entre Hilux, Optilux 501 quando usado por 10 s, Elipar Free Light com 20 s e Elipar Free Light com 40 s. Chegando a conclusão que, a alta intensidade da unidade fotoativadora halógena usada em modo gradual com 20 s produziu superfícies de cimento resinoso mais duras que os demais aparelhos avaliados, quando fotoativado sob uma restauração em cerâmica simulada.

Silveira (2005), avaliou a resistência flexural de um cimento resinoso dual RelyX ARC (3M ESPE), submetido a situações clínicas simuladas, após dois tempos de armazenagem. Sessenta corpos-de-prova foram confeccionados para serem testados após 15 min de armazenagem, divididos em 5 grupos (n=12): o primeiro grupo (15/dual) foi fotoativado através de uma tira de poliéster, o segundo, o terceiro e o quarto grupos foram fotoativados através de discos de porcelana Empress 2, cor A2 de 2, 3 e 4 mm de espessura, respectivamente e o quinto grupo não foi fotoativado, a cura foi obtida somente pela reação química. Mais sessenta corpos-de-prova foram confeccionados para serem testados após 24 h de armazenagem, também divididos em 5 grupos. A resistência flexural dos grupos testados após 24 h de armazenagem foi estatisticamente superior a dos grupos testados após 15 min de armazenagem, exceção entre os grupos

15/dual e 24/dual que não apresentaram diferença estatística significativa entre si. Obstáculos cerâmicos de 3 e 4 mm, e a ausência de luz reduziram significativamente a resistência flexural após 15 min de armazenagem. O obstáculo e o tipo de ativação não influenciaram a resistência flexural das amostras testadas após 24 h. De maneira geral, o aumento do tempo de armazenagem contribuiu para o aumento dos valores de resistência flexural.

Reges (2005), avaliou a influência de duas fontes de luz sobre a dureza Knoop dos cimentos resinosos Variolink II (Ivoclar-Vivadent), nas cores XL transparente (A1), A2, A3 e Opaco e Enforce (Denstply) nas cores B1, A2 e Opaco, no período imediato e 24 h após a fotoativação. Corpos-de-prova com 5 mm de diâmetro por 1 mm de espessura dos cimentos resinosos foram preparados num molde de teflon, cobertos com uma tira de poliéster e um disco de cerâmica feldspática Duceram na espessura de 2 mm, estes foram fotoativados por 40 s com o aparelho à base de luz halógena - XL 2500 (3M), com 615 mW/cm^2 e por 40s com o aparelho LED – Ultrablue Is (D.M.C.), com 610 mW/cm^2 . A dureza Knoop foi efetuada no aparelho HMV-2, com carga de 50 g por 15 s, imediatamente e após armazenagem por 24 h a 37°C . Doze penetrações foram realizadas em cada corpo-de-prova para o cimento resinoso Enforce, sendo que cinco corpos-de-prova foram confeccionados para cada cor do cimento e cinco para o grupo controle (sem cerâmica) em cada tempo de armazenagem, totalizando 60 corpos-de-prova. Para o cimento Variolink II, quatro penetrações foram realizadas em cada corpo-de-prova, sendo que cinco corpos-de-prova foram confeccionados para cada cor do cimento em cada condição experimental, totalizando 80 corpos-de-prova. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey (5%). Os resultados mostraram que o cimento resinoso Variolink II opaco apresentou o menor valor de

dureza Knoop em relação às outras cores do cimento, para as duas fontes de luz e dois períodos (imediate e 24 h). O aparelho fotoativador de luz halógena apresentou valores de dureza Knoop estatisticamente superiores em relação ao aparelho LED para as cores do cimento A2, A3 e Opaco, na condição imediata e para as cores XL (A1), A2 e A3 após 24 h. Quando os dois métodos de fotoativação foram comparados para a mesma cor do cimento, os aparelhos fotoativadores de luz halógena e LED (24 h) apresentaram valores de dureza Knoop estatisticamente superiores aos valores fotoativados na condição imediata. A regressão linear positiva da dureza Knoop foi estabelecida em função da profundidade de fotoativação da amostra do cimento resinoso (Enforce) pela fotoativação direta e indireta pela interposição da cerâmica. O cimento resinoso Enforce na cor Opaca mostrou valores de dureza Knoop estatisticamente inferiores às outras cores do cimento. A dureza Knoop imediata mostrou valores de dureza Knoop na região de topo (100 μm) estatisticamente superiores em relação à dureza na região de fundo (700 μm).

Correr (2005), avaliou o efeito do aumento da densidade energética pelo maior tempo de exposição, mantendo-se a mesma intensidade de luz, sobre a dureza Knoop dos compósitos Z250 e Esthet-X, fotoativados por luz halógena (QTH) - XL2500, luz emitida por diodo (LED) – Ultrablue Is ou arco de plasma de Xenônio (PAC) – Apollo 95E. Os resultados mostraram que o aumento da densidade energética produziu maiores valores de dureza Knoop quando utilizado LED ou PAC. Para QTH não houve diferença significativa. Em relação às fontes de luz, o PAC apresentou menores valores de dureza Knoop quando comparado ao LED e QTH, que não diferiram entre si. Foram encontrados menores valores de dureza Knoop em maiores profundidades dos compósitos. Também foi avaliada neste trabalho, a influência da relação intensidade de

luz *versus* tempo de exposição, utilizando a mesma densidade energética, sobre a dureza Knoop dos compósitos Z250 e Esthet-X, fotoativados por QTH, LED e PAC. Os resultados mostraram que, independente do compósito e da fonte de luz, os grupos fotoativados por intensidade de luz e tempo de exposição intermediários, apresentaram as maiores médias de dureza Knoop em camadas profundas. A relação dureza da base e dureza da superfície mostrou que o compósito Z250 apresentou adequada polimerização até 3 mm quando foi fotoativado por QTH e LED, e até 2 mm para PAC. O compósito Esthet-X apresentou adequada polimerização até 3 mm quando foi fotoativado por luz halógena e até 2 mm para LED e PAC.

Shimura et al (2005), avaliaram a influência do método de ativação e da condição de armazenamento na microdureza dos cimentos resinosos duais: Panavia F 2.0 e Nexus 2. As amostras foram foto ou quimicamente ativadas e após 24 h de armazenamento em câmara seca ou em água destilada, foram seccionadas e polidas. A microdureza do cimento resinoso foi mensurada usando teste de nanoindentação. Os dados (n=6) foram analisados estatisticamente pelo Teste-T, Anova a dois critérios ($p < 0.05$) e Tukey. Os resultados mostraram que o método de ativação e a condição de armazenamento tiveram efeito significativo na microdureza. Para ambos os cimentos, as amostras fotoativadas mostraram microdureza superior que as quimicamente ativadas, enquanto que o armazenamento em água destilada mostrou microdureza superior quando em câmara seca. Os autores concluíram que, os cimentos resinosos duais podem alcançar maior grau de polimerização quando fotoativados. Além disso, a microdureza dos cimentos resinosos avaliados não diminuiu quando armazenados em água destilada.

Grullón et al (2006), avaliaram a influência do armazenamento na dureza Vickers de três cimentos resinosos de polimerização dual. As amostras foram confeccionadas em matrizes metálicas (2 mm x 5 mm), onde foi inserido o cimento resinoso, polimerizado por 60 s e posteriormente armazenado durante 24 h em meio seco ou em água destilada. A dureza Vickers foi mensurada em microdurômetro digital HMV-2 (Shimadzu) com carga de 50 g/f, durante 30 s. Os dados de dureza obtidos (HV) foram submetidos à análise estatística ANOVA para dois fatores. A média de dureza Vickers para cada grupo foi: EnForce (seco) 56,70; EnForce (água) 53,97; Relyx ARC (seco) 47,07; Relyx ARC (água) 43,76; Fill Magic Dual Cement (seco) 39,60; Fill Magic Dual Cement (água) 29,60. Os autores concluíram que, o armazenamento em água destilada, diminuiu os valores de dureza Vickers para os três cimentos resinosos estudados.

Correr Sobrinho et al (2006a), avaliaram o efeito dos métodos de fotoativação sobre a dureza Knoop do cimento resinoso, dual ou fotoativado. Sessenta incisivos bovinos (6 grupos; n=10) foram planejados e a dentina tratada com sistema adesivo Primer & Bond NT (Dentsply), onde uma matriz (1 mm de altura x 5 mm de diâmetro) era assentada. Após a manipulação, o cimento resinoso Enforce (Dentsply) era introduzido na matriz e fotoativado totalmente sob uma cerâmica Hera ceram (Kulzer) (8 mm de diâmetro e 1,5 mm de espessura), simulando uma restauração indireta, usando as unidades fotoativadoras: Luz Halógena (XL 2500, 3M / ESPE) por 40 s; LED (ULTRABLUE IS, DMC) por 40 s e Arco de Plasma (APOLLO 95 E, DMD) por 3 s. As Amostras foram armazenadas a 37°C por 24 h até a leitura da dureza Knoop. O cimento resinoso foi colocado na porção central e a dureza Knoop foi medida pelo aparelho de dureza Shimadzu com uma carga de 50 g por 15 s. Os dados foram

submetidos à análise estatística ANOVA e Teste de Tukey. Com a ativação dual e a fotoativação, valores estatisticamente maiores eram obtidos com LED comparando com Luz Halógena e Arco de Plasma. Com os aparelhos de Luz Halógena e Arco de Plasma, valores estatisticamente mais baixos eram obtidos na fotoativação comparando com o modo dual. Com LED, valores similares eram obtidos para ambos. Com o Arco de Plasma não foi possível medir a dureza do cimento pelo modo de fotoativação. Conclui-se que a dureza Knoop do cimento resinoso foi influenciada pela unidade fotopolimerizadora e pelo modo de ativação do cimento.

Correr Sobrinho et al (2006b), também avaliaram o efeito da cerâmica na dureza Knoop do cimento resinoso, utilizando 3 aparelhos fotoativadores. Sessenta incisivos bovinos foram planejados e a dentina tratada com sistema adesivo Primer & Bond NT (Dentsply). Depois, o cimento Enforce (Dentsply) foi inserido em um molde elástico e fotoativado totalmente sob a cerâmica Hera ceram (Kulzer), simulando uma restauração indireta, usando as unidades fotoativadoras: Luz Halógena (XL 2500, 3M / ESPE) por 40 s; LED (ULTRABLUE IS, DMC) por 40 s e Arco de Plasma (APOLLO 95 E, DMD) por 3 s. Foi utilizado o aparelho de dureza Shimadzu com uma carga de 50 g por 15 s. Os espécimes foram armazenados a 37°C por 24 h até a leitura da dureza Knoop. Os dados foram submetidos à análise estatística ANOVA e Teste de Tukey. O LED mostrou-se estatisticamente superior na dureza Knoop à Luz Halógena e ao Arco de Plasma, no grupo controle e de fotoativação indireta. Foram encontradas diferenças estatísticas significativas nas amostras do grupo controle e de fotoativação indireta, entre Luz Halógena e LED. Não houve diferença estatística para o Arco de Plasma. Conclui-se que a dureza Knoop do cimento resinoso reduz significativamente com a interposição da cerâmica e é influenciada pelas unidades fotoativadoras.

Guiraldo et al (2006), avaliaram a profundidade de polimerização do cimento resinoso Enforce, fotoativado diretamente, ou através da cerâmica (Hera Ceram) ou compósito (Artglass), utilizando o teste de dureza Knoop. A fotoativação foi realizada com os aparelhos: luz halógena XL 2500 utilizado por 40 s - QTH; luz emitida por diodos (ULTRABLUE IS) por 40 s - LED e arco plasma de xenônio (APOLLO 95 E) por 3 s - PAC. Incisivos bovinos tiveram suas faces planificadas e hibridizadas (Primer & Bond 2.1). Sobre estas superfícies foi assentada uma matriz (5 mm de diâmetro x 1 mm de altura), a qual foi preenchida com cimento. Um disco de material para faceta (1,5 mm de espessura) foi colocado sobre este conjunto antes da fotoativação. Após armazenagem (24 h / 37°C), as amostras (n = 10) foram seccionadas para leitura dos valores de dureza (KHN), em três profundidades, usando um microdurômetro (50 gf / 15 s). Os dados foram submetidos à análise de variância de 3 fatores e ao teste de Duncan. Foi verificado que a dureza diminuiu com o aumento da profundidade de polimerização. O LED foi mais eficiente na fotoativação direta e através da HeraCeram. Com Artglass, a maior eficiência foi verificada com QTH. Não foi possível fazer a leitura dos valores de dureza dos grupos fotoativados com PAC através dos materiais para faceta devido à não polimerização do material. Conclui-se que a dureza do cimento Enforce pode ser afetada pelo tipo de material utilizado na confecção de facetas, bem como pelo aparelho fotopolimerizador.

Dias et al (2006), avaliaram a influência de três espessuras da cerâmica Empress 1 no grau de dureza do cimento resinoso Variolink II, nos tempos imediato e 24 h após a fotoativação. Amostras com 5 mm de diâmetro por 1 mm de espessura do cimento resinoso foram confeccionadas num molde de teflon, cobertas com uma tira de poliéster e discos de cerâmica nas espessuras de 0,7; 1,4 e 2,0 mm e fotoativadas por

40 s com o aparelho XL2500 (3M/ESPE), com 750 mW/cm². A dureza Knoop foi efetuada no aparelho HMV 2, com carga de 50 g por 15 s, imediatamente e após armazenagem por 24 h a 37°C. Foram confeccionados 5 corpos-de-prova para cada espessura de cerâmica e 5 para o grupo controle (sem cerâmica) em cada tempo de armazenagem. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e teste de Tukey (5%). Houve diferença estatística significativa entre os valores imediatos e após 24 h, para o controle e para as espessuras de 0,7; 1,4 e 2,0 mm. Conclui-se que a dureza Knoop do cimento resinoso diminuiu com o aumento da espessura da cerâmica. A dureza em 24 h foi superior à imediata para o controle e nas três espessuras da cerâmica.

Borges et al (2006), avaliaram a profundidade de polimerização do cimento resinoso dual Enforce, fotoativado diretamente ou através de cerâmica (HeraCeram) ou compósito (Artglass), com diferentes unidades fotoativadoras, usando o teste de dureza Knoop. A fotoativação foi realizada com aparelho de lâmpada halógena (XL2500) por 40 s – QTH, com luz emitida por diodos (Ultrablue Is) por 40 s – LED, ou arco plasma de xenônio (Apollo 95E) por 3 s – PAC. Incisivos bovinos tiveram suas faces vestibulares planificadas e hibridizadas (Prime & Bond 2.1). Sobre estas superfícies foram assentadas matrizes (5 mm de diâmetro, 1 mm de altura), as quais foram preenchidas com cimento. Um disco de material para faceta (1,5 mm de espessura) foi colocado sobre este conjunto antes da fotoativação. Após armazenagem (24 h / 37°C), as amostras (n=10) foram seccionadas para leitura dos valores de dureza (KHN), em 3 profundidades usando um microdurômetro (50 gf / 15 s). Os dados foram submetidos à análise de variância de 3-fatores e ao teste de Tukey (5%). Foi verificado que a dureza diminuiu com o aumento da profundidade de polimerização. O LED foi mais eficiente na

fotoativação direta e através de HeraCeram. Com Artglass, valores similares de dureza foram obtidos com as diferentes unidades fotoativadoras. Conclui-se que, o efeito da atenuação da luz pelos dois tipos de materiais para faceta exerceu influência nos valores de dureza do cimento Enforce, bem como as diferentes unidades fotoativadoras.

Tango (2006), avaliou através do teste de dureza Knoop (KHN), a profundidade de polimerização do cimento resinoso Enforce (dual e fotoativado), quando fotoativados através da cerâmica (HeraCeram) e do compósito (Artglass), com diferentes aparelhos fotoativadores. A fotoativação foi realizada com os aparelhos de luz halógena (XL2500) – QTH, luz emitida por diodos (Ultrablue Is) – LED, ambos por 40 s e arco de plasma de xenônio (Apollo 95E) – PAC, por 3 s. As faces vestibulares de incisivos bovinos foram planificadas e hibridizadas com o sistema adesivo Prime & Bond 2.1. Sobre estas superfícies foi assentada uma matriz de borracha preta e opaca (1 mm de espessura x 5 mm de diâmetro), a qual foi preenchida com o cimento. Um disco de material para faceta (1,5 mm de espessura) foi comprimido digitalmente sobre este conjunto para padronização da espessura de cimento e extravasamento dos excessos. A fotoativação foi realizada, com a ponta ativa dos aparelhos em contato com os materiais para faceta, sendo que nos grupos controle, a ativação foi realizada diretamente. Após armazenamento em ambiente seco e escuro (24 h / 37°C), as amostras (n=10) foram seccionadas para mensuração dos valores de dureza Knoop, obtidos em microdurômetro (50 gf de carga / 15 s). De acordo com os dados, para ambos os cimentos, os valores de dureza diminuíram com o aumento da profundidade de polimerização. Além disso, para a ativação direta e através da HeraCeram, os maiores valores de dureza foram obtidos com LED, seguido por QTH e PAC. Para o Artglass, no

modo dual, valores de dureza similares foram obtidos com os 3 aparelhos fotoativadores. Já no modo fotoativado, os maiores valores foram obtidos com QTH, seguido pelo LED e PAC, respectivamente. O aparelho PAC, com tempo de exposição de 3 segundos, mostrou-se ineficaz na polimerização do cimento no modo fotoativado através dos materiais para faceta. O efeito dos materiais para faceta foi distinto para cada aparelho fotoativador.

Conti (2006), avaliou a microdureza Vickers de um cimento resinoso químico (C&B Cement - Bisco) e um de ativação dual (RelyX ARC – 3M ESPE), fotoativado por diferentes fontes de luz, em função de diferentes profundidades do canal radicular, na cimentação de pinos de fibra de vidro. Os aparelhos fotoativadores empregados foram: Optilux 360 (Demetron) - luz halógena; Ratii (SDI) - LED; UltraLume 5 (Ultradent) – LED. Quarenta raízes de incisivos centrais inferiores bovinos tiveram seus condutos radiculares tratados endodonticamente previamente à cimentação de pinos de fibra de vidro Reforpost n°3 (Ângelus), e foram divididas em quatro grupos de dez raízes cada, de acordo com o cimento resinoso e o aparelho fotoativador utilizado para cimentação dos pinos. Após 24 h de armazenagem em água destilada à 37°C, as raízes foram seccionadas transversalmente, em três diferentes profundidades: 3 mm; 6 mm e 9 mm, correspondendo aos terços: cervical, médio e apical do canal radicular. As medidas de microdureza Vickers foram obtidas 48 h após a cimentação, realizando 12 endentações em cada secção radicular, na porção central do cimento ao redor do pino, com uma carga de 200 g por 20 s. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância e teste de Tukey (5%). Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada nos valores de microdureza Vickers, dos terços cervical, médio e apical do canal radicular, para o cimento resinoso químico e dos terços cervicais do cimento resinoso dual, para

todos os aparelhos fotoativadores ($p > 0.05$). Porém, o aparelho de luz halógena e o LED UltraLume 5 apresentaram comportamentos semelhantes, proporcionando uma diminuição gradativa nos valores médios de microdureza do cimento resinoso dual, do terço cervical para o apical ($p < 0.001$). Para o LED Radium, essa diminuição foi observada apenas entre os terços cervical e médio ($p < 0.001$). Entre os terços médio e apical, não houve evidência de diferenças significativas na microdureza superficial ($p > 0.05$), e foram estatisticamente maiores que as restantes do cimento RelyX ARC nos terços correspondentes, fotoativados pela luz halógena e LED UltraLume 5, demonstrando uma melhor profundidade de polimerização que os demais aparelhos avaliados. Os menores valores de microdureza foram encontrados nos terços apical do sistema RelyX ARC fotoativado com luz halógena ou com LED UltraLume 5.

Dutra-Corrêa, Ribeiro, Cunha (2006), avaliaram a propriedade mecânica de resistência à flexão de quatro cimentos resinosos duais: Enforce F, Variolink II, Bistite II DC e Panavia F. Para tanto, foram confeccionados 40 corpos-de-prova ($n=10$) de 9 mm x 1 mm x 1 mm, através de uma matriz metálica. O cimento resinoso foi levado à matriz em incremento único até o total preenchimento da matriz. Após a fotoativação, os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 h. Em seguida, em cada grupo foi realizado o ensaio mecânico de resistência à flexão de 3 pontos, com uma célula de carga de 50 Kgf, a uma velocidade de 0,5 mm / min. Os resultados foram registrados em MPa, e analisados estatisticamente pelo método de análise de variância e pelo teste de Tukey (5%). Foi observado que os cimentos Bistite II DC e Panavia F apresentaram médias de resistência à flexão significativamente maiores do que os cimentos Variolink II e Enforce F. Foi verificado também que a resistência à flexão dos materiais resinosos testados elevou-se à medida que a quantidade de carga inorgânica

em peso aumentou. Com efeito, o cimento resinoso Bistite II DC, que contém 77% de carga em peso, apresentou melhores resultados do que o Variolink II, com conteúdo de 73,4% de carga.

Papazoglou et al (2006), investigaram a influência do modo de ativação (dupla ativação e fotoativação) e da fotoativação através de cerâmica ou compósito de resina no grau de ligações carbônicas residuais de um cimento resinoso (Calibra, Caulk / Dentsply). A camada de 0,5 mm de cimento foi fotoativada por 40 s através de 2,0 mm de espessura das cerâmicas Empress 2 (Ivoclar) e Vitadur Alpha (Vident) e do compósito de resina Sinfony (3M/ESPE). O sistema de dupla ativação polimerizou melhor que o modo de fotoativação. A fotoativação do cimento resinoso através de materiais translúcidos reduziu a sua eficiência de polimerização em ambos os modos de ativação. O compósito de resina induziu um efeito menor que as 2 cerâmicas testadas. Os autores concluíram que o modo de ativação e a fotoativação do cimento resinoso dual através de materiais restauradores estéticos influencia o grau de ligações duplas de carbono residuais.

Jung et al (2006), compararam a eficiência de várias fontes de luz e modos de exposição para fotoativar um cimento resinoso dual sob discos de cerâmica de diferentes espessuras, pela profundidade de polimerização e microdureza Vickers (VHN). Foram preparadas amostras de cerâmica - 360, (Empress 2, Ivoclar Vivadent), com 4 mm de diâmetro e 1 mm ou 2 mm de altura e inseridas em matrizes de aço, após ter sido colocado o cimento resinoso dual (Variolink II, Ivoclar Vivadent) com e sem o catalisador autopolimerizável. Foram usadas uma unidade de luz halógena convencional (Elipar TriLight, 3M/ESPE) por 40 s, uma unidade de luz halógena de alta intensidade (Astralis 10, Ivoclar Vivadent) por 20 s, um aparelho à base de arco de

plasma (Aurys, Degre K) por 10 s ou 20 s e diferentes unidades à base de diodos emissores de luz (LED - Elipar FreeLight I, 3M/ESPE) por 40 s, (LED - Elipar FreeLight II, 3M/ESPE) por 20 s, (LED -LuxOmax, Akeda) por 40 s, (LED - e-Light, GC) por 12 s ou 40 s. Os resultados mostraram que o aumento na espessura dos discos de cerâmica teve efeito negativo na profundidade de polimerização e dureza de todas as unidades de luz, com diminuição acentuada da dureza do cimento sob 2 mm de espessura dos discos, quando utilizadas as unidades LuxOmax, e-Light por 12 s ou Aurys por 10 s ou 20 s. O uso do catalisador autopolimerizável é recomendado, pois produz equivalente ou maior dureza e profundidade de polimerização em todos os modos de fotoativação.

Meng, Yoshida, Atsuta (2006), investigaram a dureza Knoop de três cimentos resinosos (Linkmax HV, Nexus 2 e Variolink II HV) fotoativados através ou não de diferentes espessuras de uma cerâmica. A dureza foi registrada em uma série de intervalos de tempo ao longo de cinco dias, iniciando após a fotoativação. A dureza aumentou mais rapidamente na primeira 0,5 h; após isso continuou um baixo grau até ser obtida a dureza máxima. As espessuras da cerâmica tiveram uma influência significativa na dureza para todos os cimentos resinosos duais, especialmente quando a espessura foi maior que 4 mm. Além disso, foi observado que a polimerização do cimento Nexus 2 pareceu ser mais dependente da exposição à luz comparado com os outros dois materiais. Os cimentos Variolink II HV e Linkmax HV, por outro lado demonstraram um melhor potencial de polimerização devido à ativação química em diferentes profundidades.

Yoshida, Atsuta (2006), avaliaram a dureza Knoop de três cimentos resinosos fotopolimerizável e dual, fotoativados através ou não de cerâmicas com 2,0 mm de espessura. Durante a confecção da amostra, foi posicionada uma peça de polietileno

com orifício circular na cerâmica para controlar a camada de cimento (aproximadamente 50 μm), que foi introduzido dentro deste orifício, em seguida foi posicionado um bloco de cerâmica de vidro e zircônia para obter uma superfície plana e o material foi fotoativado usando uma unidade de luz visível. A dureza foi registrada em uma série de intervalos de tempo ao longo de 5 dias, iniciando após a fotoativação. De acordo com os resultados, a dureza aumentou regularmente com a fotoativação e tendeu em direção ao máximo, geralmente após 1 ou 2 dias. Em todos os casos, o aumento da dureza foi relativamente rápido após os primeiros 30 min e continuou com uma velocidade baixa depois disso. O cimento resinoso dual mostrou um alto valor de dureza significativo em comparação com o cimento resinoso fotopolimerizável. Os cimentos resinosos fotoativados através da cerâmica apresentaram dureza significativamente menor, para todos os materiais, em comparação com aqueles fotoativados sem a cerâmica, em todos os tempos de fotoativação.

Soares, da Silva, Fonseca (2006), avaliaram a microdureza de um cimento resinoso dual sob a influência de espessuras e tonalidades diferentes de uma cerâmica feldspática. Foram selecionados noventa e cinco incisivos bovinos e as coroas destes embutidas em resina de poliestireno, sendo aleatoriamente divididas em 19 grupos ($n=5$). Foi realizada uma cavidade de 4,0 mm de diâmetro e 1,0 mm de profundidade na superfície. Foram fabricadas cerâmicas (Noritake) com 4,0 mm de diâmetro e 1,2 mm e 4,0 mm de espessuras nas tonalidades A1, A2, A3, A3.5 e A4. O cimento resinoso dual (RelyX- ARC) foi inserido na cavidade preparada e em seguida foi posicionada uma tira de matriz de poliéster e realizada a fotoativação por 40 s, seguindo os protocolos: controles – sem interposição da cerâmica nas distâncias de 0,0 mm, 1,0 mm, 2,0 mm e 4,0 mm. Os grupos restantes tiveram as cerâmicas

posicionadas entre o cimento resinoso e a fonte de luz durante a fotoativação. Foi realizado o teste de dureza Vickers com 50 g por 30 s, com 5 endentações para cada amostra. Foram usados ANOVA a dois critérios e Tukey para comparar os resultados. Os autores concluíram que, a ativação química do cimento resinoso não foi suficiente para compensar a atenuação da luz promovida pela interposição de 4 mm de espessura da cerâmica nas tonalidades A3,5 e A4. As espessuras tiveram uma maior influência na microdureza do cimento que as tonalidades da cerâmica.

3 PROPOSIÇÃO

Avaliar o grau de dureza de um cimento resinoso dual (RelyX ARC - 3M ESPE), fotoativado sob dois tipos diferentes de materiais restauradores indiretos (Cerâmica - Noritake e Solidex - Shofu), utilizando uma unidade de luz halógena (Optilight Plus – Gnatus) e um LED (Radii - SDI).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 APARELHOS FOTOATIVADORES UTILIZADOS

Foram selecionados dois tipos diferentes de aparelhos fotoativadores:

- **Optilight Plus (Gnatus)** (Figura 1)

- **Led Ralii (SDI)** (Figura 2)



Figura 1 - Aparelho fotoativador Optilight Plus (Gnatus)

O aparelho Optilight Plus (Gnatus) é um aparelho à base de luz visível com lâmpada halógena, que emite um comprimento de onda na faixa de 440 nm a 485 nm e uma intensidade de luz em torno de 350 mw/cm^2 à 400 mw/cm^2 , quando verificada por um radiômetro.



Figura 2 - Aparelho LED Radii (SDI)

O aparelho Led Radii (SDI) é composto de LED's azuis que emitem luz no comprimento de onda em torno de 400 nm a 468 nm e com uma intensidade de luz variando de 1000 mw/cm^2 à 1300 mw/cm^2 , quando verificada por um radiômetro.

4.2 DETERMINAÇÃO DOS VALORES DE INTENSIDADE DE LUZ DOS APARELHOS FOTOATIVADORES

Durante a avaliação dos aparelhos fotoativadores, procedeu-se à medição da intensidade de luz emitida, através de um radiômetro específico para aparelho halógeno e outro específico para Led, Hilux Ledmax (Curing Light Meter) (Figuras 3 e 4). A determinação dos valores de intensidade de luz emitida pelos aparelhos fotoativadores

foi realizada sempre antes e após o uso. Essa medição foi realizada posicionando-se a ponta emissora de luz do fotoativador sobre a superfície fotossensível do radiômetro pelo tempo de 10 s. Em seguida, foi registrado o valor da intensidade de luz, que variou conforme o aparelho utilizado.



Figura 3 – Vista frontal do Radiômetro para aparelho halógeno



Figura 4 – Radiômetro Hilux Ledmax (Curing Light Meter)

Ambos os aparelhos foram utilizados pelo tempo preconizado pelos fabricantes. O fabricante do aparelho halógeno preconiza um tempo de exposição de 40 s e o do aparelho LED, um tempo de 65 s.

O cimento resinoso dual selecionado foi o RelyX ARC (3M ESPE, St. Paul, USA, lote FAGH), cor A1, contendo 67,5% em peso de carga com tamanho médio de 1,5 μm , inseridas em uma matriz de Bis-GMA e TEGDMA. (Figura 5).



Figura 5 - Cimento resinoso RelyX ARC
(3M ESPE, St. Paul, USA, lote FAGH)

Para medir o espectro da lâmpada dos aparelhos usados nesta pesquisa foi utilizado um Espectrofotômetro (Jobin Yvon/modelo U-1000 - França), que tem como objetivo determinar em que comprimento de onda o aparelho fotoativador atinge a maior intensidade de luz (Gráfico 01).

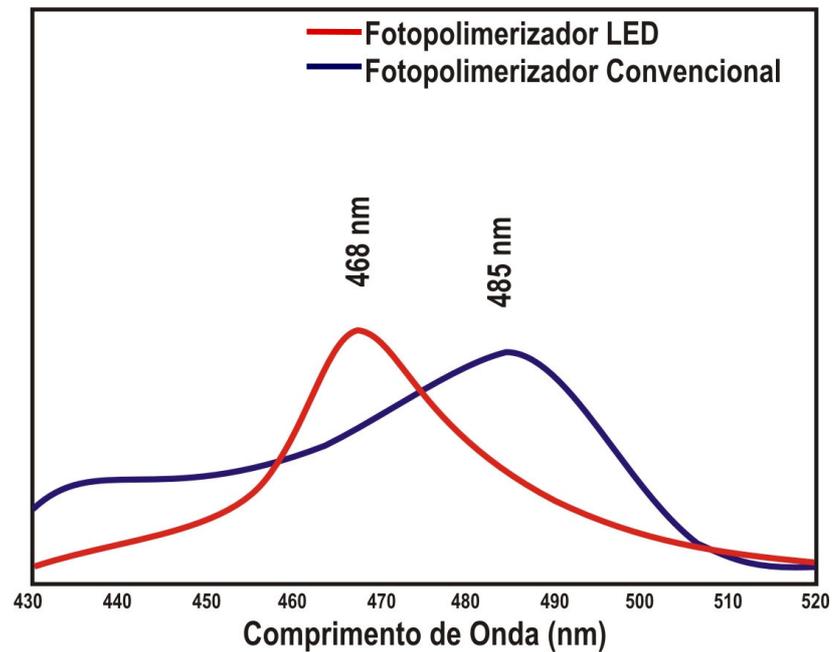


Gráfico 01 - Visualização da distribuição do comprimento de onda para cada tipo de aparelho fotoativador avaliado

4.3 OBTENÇÃO DAS INTERPOSIÇÕES

Para serem utilizados como interposição entre o fotoativador e o cimento, dois discos foram confeccionados previamente em laboratório, na cor correspondente à A2 da escala Vita (Vita, Alemanha), sendo um em cerâmica Noritake (Noritake Co., Limited, Japan) e o outro em cerômero Solidex, Shofu. Ambos os discos possuindo diâmetro de 7 mm e espessura de 2 mm. A espessura dos discos foi selecionada com objetivo de simular clinicamente restaurações indiretas, tipo inlay / onlay, e o diâmetro a fim de garantir que a luz do fotoativador passasse apenas através deles. As medidas dos discos foram conferidas através de um paquímetro digital (Starret, MA, EUA).

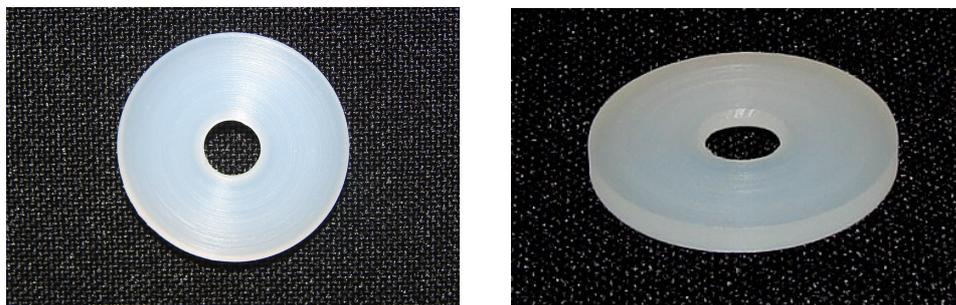
4.4 ESTUDO PILOTO

Foi realizado um estudo piloto previamente, onde foram determinados o número de corpos-de-prova, aparelhos fotoativadores utilizados e materiais restauradores indiretos.

4.5 CONFECÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA

Para elaboração da parte experimental buscou-se fundamentos em trabalhos anteriormente realizados, os quais utilizaram semelhante metodologia (FONSECA; CRUZ; ADABO, 2004; HILGERT et al, 2004; LOPES et al, 2004; NEPPELENBROEK et al, 2004; REGES, 2005).

Na obtenção dos corpos-de-prova, utilizou-se uma matriz cilíndrica de teflon contendo uma cavidade de 5 mm de diâmetro interno e 2 mm de profundidade. (Figuras 6 e 7).



Figuras 6 e 7 - Matriz utilizada

Durante a confecção dos corpos-de-prova, foi colocada uma placa de vidro sobre uma bancada escura e sobre esta, a matriz de teflon foi posicionada sobre uma tira de

poliéster (Polidental Ind. e Com., São Paulo, Brasil). O cimento foi proporcionado através do seu dispositivo "clicker", que evita erro na proporção das duas pastas e manipulado durante 10 segundos de acordo com especificações do fabricante, utilizando para isso uma espátula metálica (Heraeus Kulzer, Wehrhein, Alemanha) (Figuras 8 e 9). Após a manipulação, a perfuração foi completamente preenchida utilizando uma espátula TD4X (Thompson Dental, Manufacturing Co. Inc.) em inserção única (Figura 10). Logo em seguida, a mesma foi coberta por mais uma tira de poliéster e sobre esta, colocado o disco de material restaurador (Figura 11).



Figuras 8 e 9 – Proporção das duas pastas do cimento e manipulação

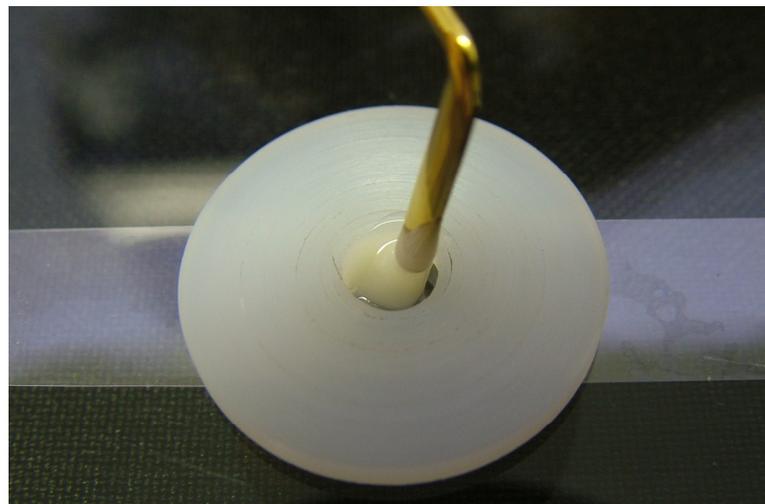


Figura 10 – Inserção do cimento resinoso na matriz

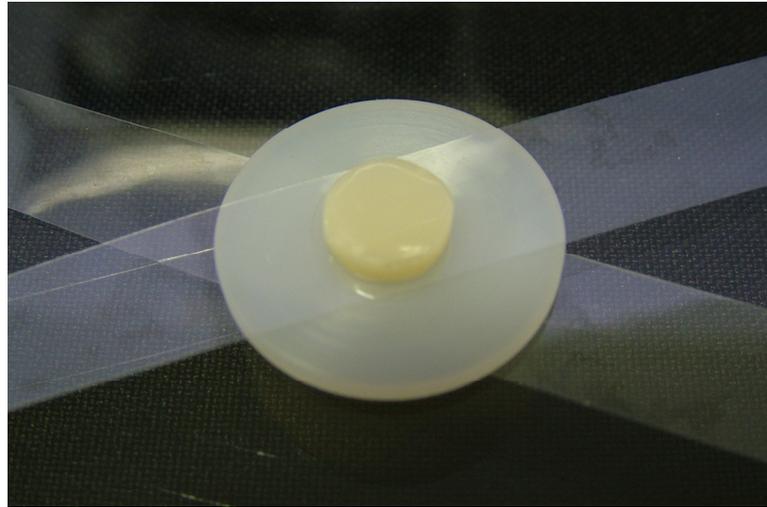


Figura 11 – Matriz posicionada para ser fotoativada

A ponta do fotoativador foi encostada no disco de material restaurador para promover a fotoativação, pelo tempo de 40 s, quando utilizado o aparelho de luz halógena e 65 s, quando utilizado o LED, conforme recomendações do fabricante de cada aparelho (Figura 12).

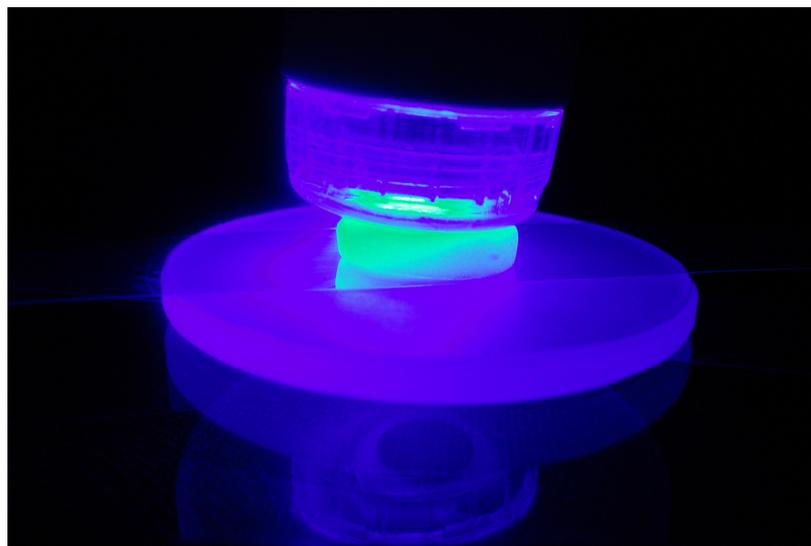


Figura 12- Corpo-de-prova sendo fotoativado

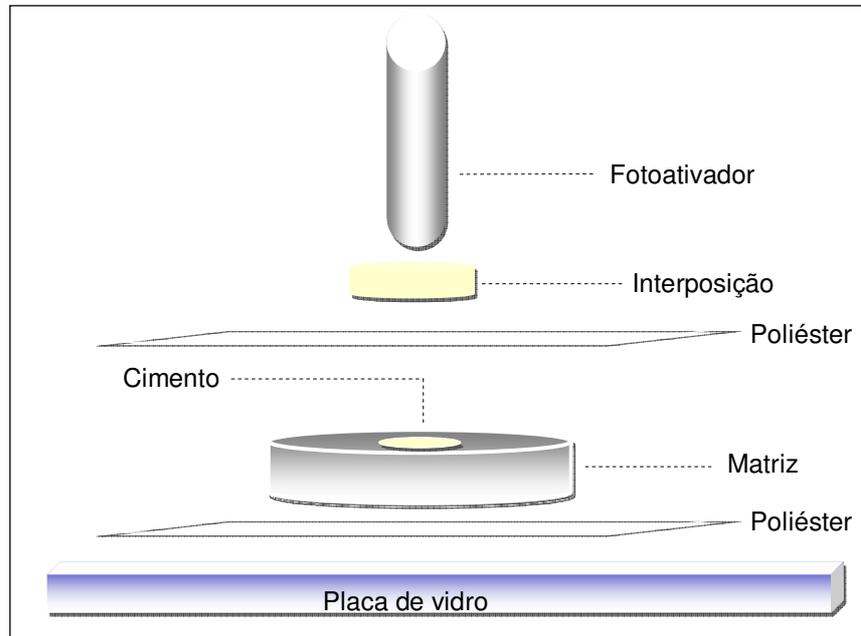


Figura 13- Esquema representativo da disposição dos materiais para fotoativação.

Cada corpo-de-prova, após fotoativado, foi protegido com um papel alumínio e armazenado em um recipiente preto, isento de luz por um tempo de 24 horas (Figuras 14 e 15).



Figuras 14 e 15- Corpo-de-prova sendo protegido pelo papel alumínio e armazenado em recipiente isento de luz.

Foram confeccionados dois grupos controles sem a interposição dos materiais restauradores indiretos (porcelana e solidex), sendo um grupo fotoativado com luz halógena por 40 s e o outro com LED por 65 s, com a ponta do aparelho fotoativador encostada diretamente sobre a tira de poliéster posicionada sobre o cimento resinoso dual (Figura 15).

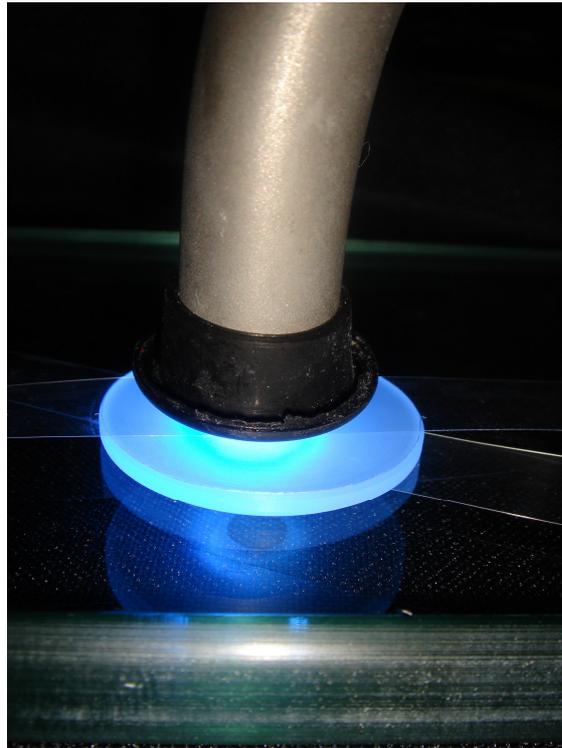


Figura 15- Corpo-de-prova sendo fotoativado sem a interposição de material restaurador indireto

Ao final da fase de preparação dos corpos-de-prova havia 36 espécimes, divididos em 6 grupos conforme o quadro 01.

Quadro 01 – Denominação e características dos grupos experimentais

Grupo	Nº de espécimes	Fotoativador	Material Restaurador	Tempo
1- SH*	6	Halógena	Solidex	40 s
2- SL*	6	LED	Solidex	65 s
3- PH*	6	Halógena	Porcelana	40 s
4- PL*	6	LED	Porcelana	65 s
5- SIH*	6	Halógena	x	40 s
6- SIL*	6	LED	x	65 s

*Ver Lista de Abreviaturas e Siglas

4.6 TESTE DE MICRODUREZA

Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de microdureza nas suas superfícies de topo e fundo, no microdurômetro Shimadzu (Shimadzu Corporation, Japan) (Figuras 16 e 17), equipado com diamante Vickers e carga de 50 g por 15 s, no Laboratório de Cimentos do Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.



Figura 16 - Vista completa do aparelho de dureza Shimadzu micro hardness testers®

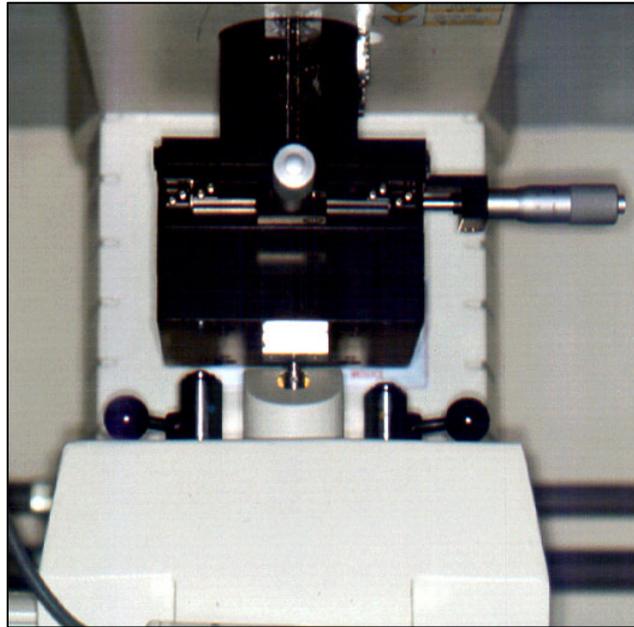


Figura 17 - Matriz contendo o corpo-de-prova posicionado no aparelho de dureza Shimadzu micro hardness testers®.

Foram realizadas três endentações na superfície de topo e três endentações na superfície de fundo de cada corpo-de-prova, cujas médias resultaram nos valores de cada superfície (Figuras 18 e 19).



Figura 18 - Endentações no corpo-de-prova para medição da dureza Vickers
(aumento 100 x)

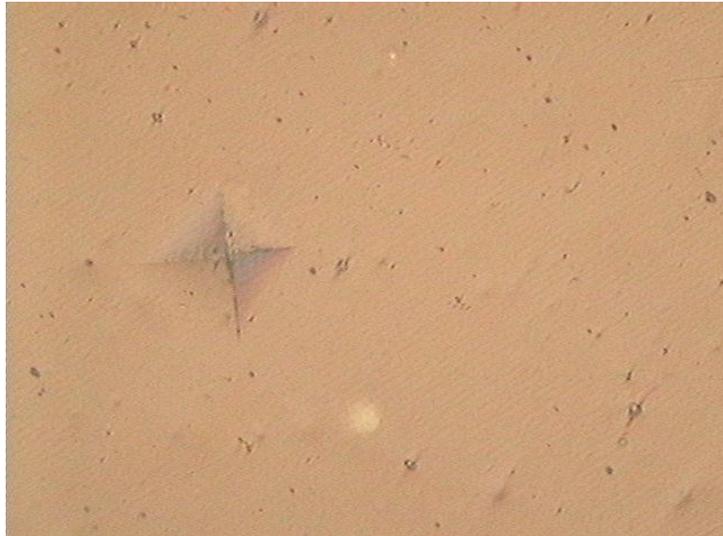


Figura 19 - Endentação no corpo-de-prova para medição da dureza Vickers
(aumento 500 x)

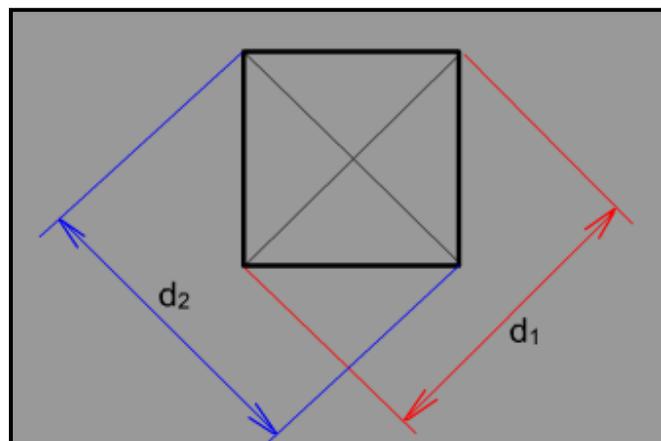


Figura 20 – Aspecto da impressão do edentador Vickers

Os resultados, expressos em número de dureza Vickers (VHN), foram submetidos à análise estatística.

5 RESULTADOS

5.1 PLANEJAMENTO ESTATÍSTICO

Com o objetivo de comparar quantitativamente as medidas de dureza Vickers em função do tipo de aparelho utilizado, tipo de material restaurador indireto e da profundidade do material, procedeu-se à análise estatística dos resultados obtidos.

Os dados foram inicialmente verificados com relação à existência ou não de distribuição normal, por intermédio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Em todos os grupos, a variável dureza assumiu distribuição normal.

Considerando a distribuição gaussiana, e o fato de que a variável é do tipo quantitativa contínua, optou-se por uma análise paramétrica para os resultados de dureza Vickers segundo os fatores referentes ao aparelho, interposição e profundidade. Utilizando-se portanto o teste ANOVA a 3 critérios.

Verificada a significância estatística procedeu-se aos contrastes utilizando-se o teste de Tukey-Kramer.

5.2 RESULTADOS

Os resultados mostraram que houve diferença estatisticamente significativa entre as profundidades ($p < 0,01$), tendo a superfície de topo apresentado média de dureza maior que o fundo ($p < 0,01$). Houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos fotoativados sem interposição e os fotoativados através de interposição

($p < 0,01$). Os grupos fotoativados sem interposição apresentaram maiores médias de dureza estatisticamente significantes que os fotoativados através do Solidex e da Porcelana ($p < 0,01$). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos fotoativados através do Solidex e da Porcelana ($p > 0,05$);

Ao ser avaliada a variável aparelho isoladamente, os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os aparelhos ($p > 0,05$). Porém, ao ser avaliada a interação entre aparelho e profundidade, observou-se que o LED proporcionou maior dureza no fundo que a luz halógena ($p < 0,05$). A interação entre o aparelho e a interposição mostrou que a luz halógena apresentou menor dureza que o LED quando a interposição foi com a porcelana ($p < 0,05$). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os aparelhos quando a interposição foi feita com o Solidex ou quando não houve interposição. A interação entre a interposição e a profundidade mostrou que, os grupos fotoativados sem interposição apresentaram maior dureza do fundo que os fotoativados com interposição e essa diferença foi estatisticamente significativa. Os resultados obtidos estão representados pela tabela 01 e pelo gráfico 02.

Tabela 01 - Médias e desvios padrões das medidas dos corpos-de-prova de acordo com o tipo de interposição, fonte de luz e profundidade da medição.

	Solidex		Porcelana		Sem interposição		Média
	Halog	LED	Halog	LED	Halog	LED	
Topo	31,3 ± 1,23	30,83 ± 1,75	29,77 ± 2,14	30,62 ± 0,7	32,6 ± 1,01	31,67 ± 0,71	31,13 ± 1,59
Fundo	23,13 ± 1,38	23,8 ± 1,64	21,5 ± 1,92	25,4 ± 0,61	29,9 ± 0,98	30,37 ± 0,54	25,69 ± 3,81
Média do Aparelho	27,23 ± 4,51	27,32 ± 4,09	25,63 ± 4,75	28,01 ± 2,98	31,25 ± 2,35	31,02 ± 1,05	
Média geral da Interposição	27,36 ± 4,21		26,82 ± 4,06		31,13 ± 1,78		

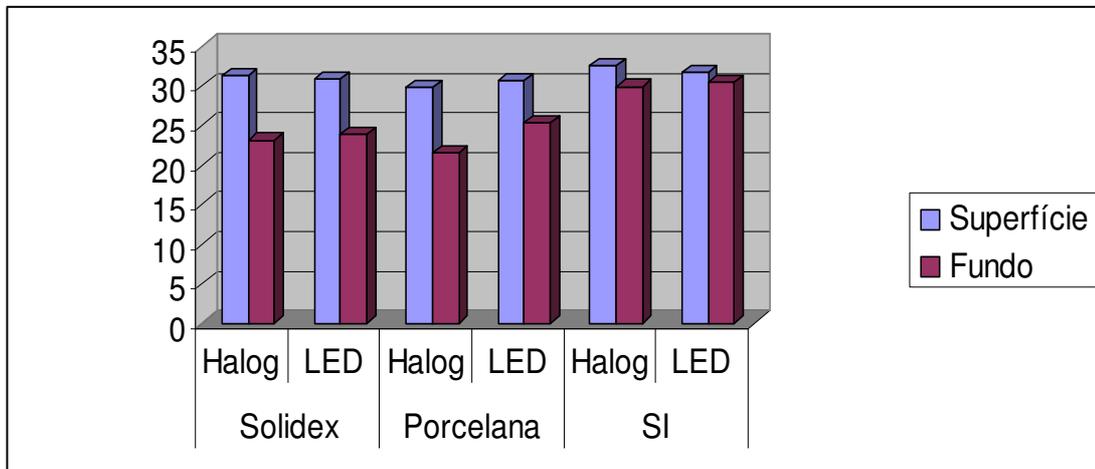


Gráfico 02 - Médias das profundidades de polimerização obtidas nas superfícies de topo e fundo dos corpos-de-prova de acordo com o tipo de interposição e a fonte de luz.

6 DISCUSSÃO

A dureza dos cimentos resinosos é uma propriedade mecânica importante para avaliar o comportamento da resistência e do desgaste destes materiais (Reges, 2005).

A composição química dos cimentos resinosos duais, que associa a fotoativação e a ativação química, proporciona propriedades físicas e mecânicas como a força de união, resistência ao desgaste e à compressão, superiores aos demais materiais de cimentação (Prakki, Carvalho, 2001).

Os resultados deste estudo demonstram que, o tipo de aparelho fotoativador e a interposição de material restaurador indireto são fatores que influenciam diretamente na profundidade de polimerização dos cimentos resinosos. Manifestando-se concordante com os trabalhos encontrados na literatura de Rasetto, Driscoll, Fraunhofer (2001); Barghi, McAlister (2003); Hilgert et al (2004); Lopes et al (2004); Santos et al (2004); Rasetto et al (2004); Ozyesil, Usumez, Gunduz (2004); Park et al (2004); Ozturk et al (2005); Correr Sobrinho et al (2006a) e Tango (2006), em relação à influência do tipo de aparelho fotoativador e concordante com os trabalhos de Hasegawa, Boyer, Chan (1991); Myers, Caughman, Rueggeberg (1994); Uctasli, Hasanreisoglu, Wilson (1994); El-Mowafy, Rubo (2000); Hofmann et al (2001); Neppelenbroek et al (2004); Piva (2004), Correr Sobrinho et al (2006b), Dias et al (2006), Tango (2006), Papazoglou et al (2006), Jung et al (2006), Meng, Yoshida, Atsuta (2006), Yoshida, Atsuta, (2006) e Soares, da Silva, Fonseca (2006), em relação à influência da interposição de material restaurador indireto.

Em relação ao tipo de interposição, o presente trabalho não confirma os relatos de Hilgert et al (2004), quando observou que o grau de polimerização do cimento RelyX

ARC (3M) foi dependente do tipo de material restaurador indireto atravessado pela luz. Discordando portanto, dos resultados deste estudo, onde foi observado que não houve diferença estatisticamente significativa entre os materiais restauradores indiretos testados.

Ao ser avaliada a interação entre aparelho e profundidade, observou-se que o aparelho LED utilizado neste estudo obteve melhor desempenho, pois proporcionou maior dureza na superfície de fundo que o aparelho à base de luz halógena devido, provavelmente, a sua maior intensidade de energia (1300 mW/cm^2), quando comparado ao aparelho de luz halógena utilizado (400 mW/cm^2). Corroborando com os resultados do estudo de Conti (2006), onde o aparelho fotoativador LED – Radian demonstrou uma melhor profundidade de polimerização que os demais aparelhos avaliados (Optilux 360 - luz halógena e LED – UltraLume 5). Porém, discordando dos trabalhos de Piva (2004) e Jandt et al (2000), onde os resultados demonstraram que os aparelhos para fotoativação com lâmpada halógena e com LED obtiveram desempenho similar quanto à microdureza.

Outros fatores além do grau de polimerização também influenciam as propriedades mecânicas dos cimentos resinosos. São fatores influenciadores: tempo de armazenamento (Fonseca, 2000; Silveira, 2005), meio de conservação das amostras (Shimura et al, 2005; Grullón et al, 2006), conteúdo de preenchimento e tipo de monômero (Braga, César, Gonzaga, 2002; Dutra-Corrêa, Ribeiro, Cunha, 2006), tempo de exposição (Linden et al, 1991; Lee, Um, 2001; Foxton et al, 2003) e modo de ativação (Witzel, 2001; Fonseca, 2001; Attar, Tam, McComb, 2003; Fonseca, Cruz, Adabo 2004; Kanno et al, 2004; Kumbuloglu et al, 2004). De acordo com Shimura et al (2005), o método de ativação e a condição de armazenamento tiveram efeito

significativo na microdureza. Os autores concluíram que, os cimentos resinosos duais podem alcançar maior grau de polimerização quando fotoativados. Além disso, a microdureza dos cimentos resinosos avaliados não diminuiu quando armazenados em água destilada. Discordando dos resultados de Grullón et al, 2006, onde houve diminuição dos valores de dureza Vickers para os três cimentos resinosos estudados, quando o armazenamento foi realizado em água destilada.

No que diz respeito à profundidade de polimerização, vários autores manifestam a mesma opinião sobre a dureza ser maior na superfície de topo que na superfície de fundo (Santos et al 2004; Jardim, 2004; Piva, 2004; Reges, 2005; Guiraldo et al, 2006, Tango, 2006; Borges et al, 2006). De acordo com Jardim (2004), o fator profundidade de polimerização interferiu na dureza superficial do cimento resinoso dual (RelyX) testado em seu estudo, onde os grupos com maiores profundidades apresentaram os menores valores de dureza. Corroborando com Piva (2004), que observou uma redução progressiva de microdureza em função do aumento da profundidade de leitura sob camadas mais espessas de cerâmica, quando a microdureza é testada imediatamente após a fotoativação. Correr Sobrinho et al (2000), Machado (2003) e Correr (2005), também afirmam que a superfície de topo apresentou melhores valores de dureza que a superfície de fundo na fotoativação de resinas compostas diretas.

Dessa forma, é lícito rejeitar as hipóteses levantadas, e, afirmar que, tanto o tipo de aparelho fotoativador quanto o material restaurador indireto interferem na microdureza do cimento resinoso *dual cure* utilizado.

Estudos futuros são necessários para verificar o efeito dos diferentes materiais restauradores indiretos na passagem de luz pela fotoativação, quanto à intensidade e à

distribuição do espectro, na tentativa de contribuir para o entendimento deste processo e aprimoramento da técnica.

7 CONCLUSÃO

Com base na metodologia empregada pôde-se concluir que:

- O cimento resinoso dual apresentou menores médias de dureza quando fotoativado através da interposição de um material restaurador indireto, sendo que não houve diferença estatisticamente significativa entre o tipo de interposição;
- O cimento resinoso dual foi influenciado pelo tipo de unidade fotoativadora apenas na superfície de fundo. Na superfície de topo a polimerização foi sempre satisfatória.

REFERÊNCIAS

ASMUSSEN, E. Restorative resins: hardness and strength vs. quantity of remaining double bonds. **Scand. J. Dent. Res.**, [S. l.], v. 90, n. 6, p.484-9, Dez.1982.

ATTAR, N.; TAM, L.E.; McCOMB, D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. **J. Prosthet. Dent.**, Toronto, v. 89, n. 2, p. 127-134, Fev. 2003.

BARGHI, N.; McALISTER, E.H. LED and halogen lights: effect of ceramic thickness and shade on curing luting resin. **Compend. Contin. Educ. Dent.**, Texas, USA, v. 24, n. 7, p.497-508, Jul. 2003.

BORGES, A.L.S. et al. Profundidade de polimerização de um cimento resinoso dual: efeito de materiais para faceta e métodos de fotoativação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 23., 2006, Atibaia. **Anais ...** São Paulo: SBPqO, 2006. p.294.

BRAGA, R.R.; CESAR, P.F.; GONZAGA, C.C. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. **J. Oral Rehabil.**, [S. l.], v. 29, n. 3, p.257-262, Mar. 2002.

CONTI, E.A.G. **Avaliação por microdureza vickers da profundidade de polimerização de cimentos resinosos na cimentação de pinos de fibra de vidro empregando diferentes fontes de luz.** 2006. 190f. Tese (Doutorado em Odontologia - Área de concentração Dentística Restauradora) - Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2006.

CORRER, A.B. **Avaliação da dureza knoop de compósitos restauradores odontológicos fotoativados por diferentes métodos.** 2005. 66f. Dissertação (Mestrado em Materiais Dentários) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2005.

CORRER-SOBRINHO, L. et al. Correlation between light intensity and exposure time on the hardness of composite resin. **J. Mater. Sci.**, [S. l.], v. 11, n. 6, p.361-364, Jun. 2000.

_____. Effect of activation mode and curing units on cement hardness. **J. Dental Res.**, Washington, v. 85, 2006. Special Issue. Abst. 0335.

_____. Effect of ceramic and curing units on resin cement hardness. **J. Dental Res.**, Washington, v. 85, 2006. Special Issue. Abst. 0336.

DIAS, M.C. et al. Influência da espessura do Empress 1 na dureza Knoop do cimento resinoso Variolink II. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 23., 2006, Atibaia. **Anais ...** São Paulo: SBPqO, 2006. p.237.

DUTRA-CORRÊA, M.; RIBEIRO, C.F.; CUNHA, L.A. Resistência à flexão de cimentos resinosos. **Cienc. Odontol. Bras.**, Brasil, v. 9, n. 1, p.93-98, Jan./Mar., 2006.

EL-MOWAFY, O.M.; RUBO, M.H. Influence of composite inlay/onlay thickness of hardening of dual-cured resin cements. **J. Can. Dent. Assoc.**, [S. l], v. 66, n. 3, p.147, Mar. 2000.

EL-MOWAFY, O.M.; RUBO, M.H.; EL-BADRAWY, W.A. Hardening of new resin cements cured through a ceramic inlay. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 24, p.38-44, Jan./Fev. 1999.

FONSECA, R.G. **Avaliação da resistência à remoção por tração de coroas metálicas fixadas com cimentos resinosos e da dureza desses materiais em função do método de ativação**. 2001. 165f. Tese (Doutorado em Reabilitação Oral) - Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2001.

FONSECA, R.G. et al. Avaliação da dureza superficial e do conteúdo de carga de cimentos resinosos. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, São Paulo, v. 54, n. 1, p.30-3, Jan./Fev. 2000.

FONSECA, R.G.; CRUZ, C.A.S.; ADABO, G.L. Influence of activation modes on diametral tensile strength of dual-curing resin cements. **Braz. Oral. Res.**, São Paulo, v. 18, n. 3, p.228-32, Jul./Set. 2004.

FOXTON, R.M. et al. Effect of light source direction and restoration thickness on tensile strength of a dual-curable resin cement to copy-milled ceramic. **Am. J. Dent.**, [S. l], v. 16, n. 2, p.129-34, Abr. 2003.

GRULLÓN, P.G. et al. Influencia del almacenamiento em la dureza de cimentos resinosos de polimerización dual. **Rev. Operat. Dent. Biomater.**, [S. l], v. 1, n. 1, p.47-51, Jan./Abr. 2006.

GUIRALDO, R.D. et al. Profundidade de polimerização de um cimento fotoativado: efeito de unidades fotoativadoras e materiais para faceta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 23., 2006, Atibaia. **Anais ...** São Paulo: SBPqO, 2006. p.237.

HASEGAWA, E.A.; BOYER, D.B.; CHAN, D.C. Hardening of dual-cured cements under composite resin inlays. **J. Prosthet. Dent.**, [S. l], v. 66, n. 2, p.187-92, Ago. 1991.

HILGERT, L.A. et al. Influência da fonte de luz e do material restaurador sobre a dureza de um cimento resinoso *dual cure*. **Rev. Fac. Odontol. Porto Alegre**, Brasil, v. 45, n. 2, p.31-34, Dez. 2004.

HOFMANN, N. et al. Comparison of photo-activation versus chemical or dual-curing of resin-based luting cements regarding flexural strength, modulus and surface hardness. **J. Oral Rehabil.**, [S. l], v. 28, p.1022-1028. 2001.

JANDT, K.D. et al. Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue light emitting diodes (LEDs). **Dent. Mater. J.**, [S. l], v. 16, n. 1, p. 41-47, Jan. 2000.

JARDIM, P.S. **Avaliação da dureza superficial de cimentos resinosos após cimentação de pinos de fibra de vidro: efeito de profundidade de polimerização e sistemas adesivos.** 2004. 155f. Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) - Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2004.

JUNG, H. et al. Polymerization efficiency of different photocuring units through ceramic discs. **Oper. Dent.**, [S. l], v. 31, n. 1, p.68-77, Jan./Fev. 2006.

KANNO, T. et al. Microtensile bond strength of dual-cure resin cement to root canal dentin with different curing strategies. **Dent. Mater. J.**, Japão, v. 23, n. 4, p. 550-6, Dez. 2004.

KUMBULOGLU, O. et al. A study of the physical and chemical properties of four resin composite luting cements. **Int. J. Prosthodont.**, United States, v. 17, n. 3, p. 357-63, Maio/Jun. 2004.

LEE, I.B.; UM, C.M. Thermal analysis on the cure speed of dual cured resin cements under porcelain inlays. **J. Oral Rehabil.**, [S. l], v. 28, n. 2, p.186-197, Fev. 2001.

LINDEN, J.J. et al. Photo-activation of resin cements through porcelain veneers. **J. Dent. Res.**, [S. l], v. 70, n. 2, p.154-157, Fev. 1991.

LOPES, L.G. et al. Polymerization of a dual-cured cement Through ceramic: led curing light vs Halogen lamp. **J. Appl. Oral. Sci.**, Bauru, v. 12, n. 4, p.312-6, Out./Dez. 2004.

MACHADO, C.T. **Avaliação do desempenho clínico de aparelhos fotopolimerizadores utilizando teste de dureza variando tempo de exposição e profundidade de polimerização.** 2003. 113f. Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Pernambuco, Camaragibe-PE, 2003.

McCABE, J.F.; CARRICK, T.E. Output from Visible-light Activation Units and Depth of Cure of Light-activated Composites. **J. Dental Res.**, [S. l], v. 68, n. 11, p.1534-1539, Nov. 1989.

MENG, X.; YOSHIDA, K.; ATSUTA, M. Hardness development of dual-cured resin cements through different thicknesses of ceramics. **Dent. Mater. J.**, [S. I], v. 25, n. 1, p. 132-7, Mar. 2006.

MYERS, M.L.; CAUGHMAN, W.F.; RUEGGERBERG, F.A. Effect of Restoration Composition, Shade, and Thickness on the Cure of a Photoactivated Resin Cement. **J. Prosth.**, [S. I], v. 3, n. 3, p.149-157, Set. 1994.

NEPPELENBROEK, K.H.; CRUZ, C.A.S. Cimentação de restaurações estéticas indiretas em posteriores. **R.G.O.**, Porto Alegre, v. 52, n. 3, p.161-164, Jul./Ago./Set. 2004.

OZTURK, N. et al. Degree of conversion and surface hardness of resin cement cured with different curing units. **Quintessence Int.**, Inglaterra, v. 36, n. 10, p.771-7, Nov./Dez. 2005.

OZYESIL, A.G.; USUMEZ, A.; GUNDUZ, B. The efficiency of different light sources to polymerize composite beneath a simulated ceramic restoration. **J. Prosthet. Dent.**, [S. I], v. 91, n. 2, p.151-7, Fev. 2004.

PAPAZOGLU, E. Curing efficiency of a photo- and dual-cured resin cement polymerized through 2 ceramics and a resin composite. **Int. J. Prosthodont**, [S. I], v. 19, n. 1, p. 34-36, Jan./Fev. 2006.

PARK, S.H. et al. Curing units' ability to cure restorative composites and dual-cured composite cements under composite overlay. **Oper. Dent.**, [S. I], v. 29, n. 6, p.627-35, Nov./Dez. 2004.

PIVA, E. **Efeito da espessura de uma cerâmica feldspática e da dosagem de energia com diferentes aparelhos fotoativadores sobre a microdureza de cimentos resinosos de dupla ativação.** 2004. 89f. Tese (Doutorado em Materiais Dentários) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2004.

PRAKKI, A; CARVALHO, R.M. Cimentos resinosos dual: características e considerações clínicas. **Pós-Grad. Rev. Fac. Odontol. São José dos Campos**, São Paulo, v. 4, n. 1, p.22-7, Jan./Abr. 2001.

RASETTO, F.H. et al. Light transmission through all-ceramic dental materials: a pilot study. **J. Prosthet. Dent.**, [S. I], v. 91, n. 5, p. 441-6, Maio. 2004.

RASETTO, F.H.; DRISCOLL, C.F.; FRAUNHOFER, J.A. Effect of Light Source and Time on the Polymerization of Resin Cement Through Ceramic Veneers. **J. Prosth.**, [S. I], v. 10, n. 3, p.133-139, Set. 2001.

REGES, R.V. **Influência da cor de cimentos resinosos ativados por diferentes fontes de luz na dureza Knoop.** 2005. 70f. Tese (Doutorado em Materiais Dentários) -

Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2005.

RUEGGERBERG, F.A; CRAIG, R.G. Correlation of parameters used to estimate monomer conversion in a light-cured composite. **J. Dental Res.**, [S. l], v .67, n. 6, p.932-937, Jun. 1988.

SANTOS, G.C. et al. Hardening of dual-cure resin cements and a resin composite restorative cured with QTH and LED curing units. **J. Can. Dent. Assoc.**, Canadá, v. 70, n. 5, p.323-8, Maio. 2004.

SHIMURA, R. et al. Influence of curing method and storage condition on microhardness of dual-cure resin cements. **Dent. Mater. J.**, [S. l], v. 24, n. 1, p.70-5, Mar. 2005.

SILVEIRA, M.R. **Avaliação da resistência flexural de um cimento resinoso dual submetido a diferentes simulações clínicas.** 2005. 74f. Dissertação (Mestrado em Odontologia - Área de Concentração Materiais Dentários) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SOARES, C.J.; DA SILVA, N.R.; FONSECA, R.B. Influence of the feldspathic ceramic thickness and shade on the microhardness of dual resin cement. **Oper. Dent.**, [S. l], v. 31, n. 3, p.384-9, Maio/Jun. 2006.

TANGO, R.N. **Profundidade de polimerização de cimentos resinosos: efeito de aparelhos fotoativadores e de materiais restauradores indiretos.** 2006. 156f. Tese (Doutorado em Materiais Dentários - Área de Concentração Materiais Dentários) - Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2006

UCTASLI, S.; HASANREISOGLU, U.; WILSON, H.J. The attenuation of radiation by porcelain and its effect on polymerization of resin cements. **J. Oral Rehabil.**, Reino Unido, v. 21, n. 5, p.565-75, Set. 1994.

WITZEL, M.F. **Influência do modo de ativação do cimento resinoso e de cargas cíclicas imediatas na resistência de união entre porcelana e dentina.** 2001. 88f. Dissertação (Mestrado em Odontologia - Área de Concentração Materiais Dentários) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

YOSHIDA, K.; ATSUTA, M. Post-irradiation hardening of dual-cured and light-cured resin cements through machinable ceramics. **Am. J. Dent.**, [S. l], v. 19, n. 5, p.303-7, Out. 2006.

ANEXOS**GRUPO I**

Leitura Durômetro Shimadzu (50 g /15 s), após 24 h.

1) CORPO-DE-PROVA 1

Fotoativador: Luz Halógena / Interposição: Solidex

TOPO			MÉDIA
31,7	34,5	31,8	32,7
FUNDO			MÉDIA
25,3	28,8	23,8	26

2) CORPO-DE-PROVA 2

Fotoativador: LED / Interposição: Porcelana

TOPO			MÉDIA
33,7	30,2	30,0	31,3
FUNDO			MÉDIA
26,2	26,7	31,4	28,1

3) CORPO-DE-PROVA 3

Fotoativador: Luz Halógena / Sem Interposição

TOPO			MÉDIA
31,7	32,7	32,0	32,1
FUNDO			MÉDIA
32,8	32,9	31,4	32,4

4) CORPO-DE-PROVA 4

Fotoativador: Luz Halógena / Interposição: Solidex

TOPO			MÉDIA
30,8	31,3	29,3	30,5
FUNDO			MÉDIA
23,0	24,1	24,4	23,8

5) CORPO-DE-PROVA 5

Fotoativador: LED / Interposição: Porcelana

TOPO			MÉDIA
29,8	29,5	30,4	29,9
FUNDO			MÉDIA
23,0	22,4	24,6	23,3

6) CORPO-DE-PROVA 6

Fotoativador: Luz Halógena / Sem Interposição

TOPO			MÉDIA
30,3	32,6	33,8	32,2
FUNDO			MÉDIA
30,8	28,6	33,3	30,9

7) CORPO-DE-PROVA 7

Fotoativador: Luz Halógena / Interposição: Solidex

TOPO			MÉDIA
30,7	29,2	29,7	29,9
FUNDO			MÉDIA
24,0	21,9	22,7	22,9

8) CORPO-DE-PROVA 8

Fotoativador: LED / Interposição: Porcelana

TOPO			MÉDIA
29,8	32,4	28,3	30,2
FUNDO			MÉDIA
24,8	22,4	26,1	24,4

9) CORPO-DE-PROVA 9

Fotoativador: Luz Halógena / Sem Interposição

TOPO			MÉDIA
29,8	32,9	32,6	31,8
FUNDO			MÉDIA
24,0	24,8	25,9	24,9

GRUPO II

Leitura Durômetro Shimadzu (50 g /15 s), após 24 h.

10) CORPO-DE-PROVA 10

Fotoativador: Luz Halógena / Interposição: Solidex

TOPO			MÉDIA
32,5	34,5	34,0	33,7
FUNDO			MÉDIA
20,3	22,6	22,1	21,7

11) CORPO-DE-PROVA 11

Fotoativador: LED / Interposição: Porcelana

TOPO			MÉDIA
31,5	29,9	32,9	31,4
FUNDO			MÉDIA
26,2	24,0	27,2	25,8

12) CORPO-DE-PROVA 12

Fotoativador: Luz Halógena / Sem Interposição

TOPO			MÉDIA
32,1	32,0	33,8	32,6
FUNDO			MÉDIA
31,0	30,7	31,3	31,0

13) CORPO-DE-PROVA 13

Fotoativador: Luz Halógena / Interposição: Solidex

TOPO			MÉDIA
30,5	29,9	30,3	30,2
FUNDO			MÉDIA
20,7	23,7	22,5	22,3

14) CORPO-DE-PROVA 14

Fotoativador: LED / Interposição: Porcelana

TOPO			MÉDIA
27,5	31,9	30,2	29,9
FUNDO			MÉDIA
25,8	23,5	25,5	24,9

15) CORPO-DE-PROVA 15

Fotoativador: Luz Halógena / Sem Interposição

TOPO			MÉDIA
37,1	32,8	34,0	34,6
FUNDO			MÉDIA
29,1	30,4	29,7	29,7

16) CORPO-DE-PROVA 16

Fotoativador: Luz Halógena / Interposição: Solidex

TOPO			MÉDIA
30,9	31,3	30,3	30,8
FUNDO			MÉDIA
20,9	21,4	23,9	22,1

17) CORPO-DE-PROVA 17

Fotoativador: LED / Interposição: Porcelana

TOPO			MÉDIA
31,3	30,7	31,0	31,0
FUNDO			MÉDIA
26,8	26,2	24,6	25,9

18) CORPO-DE-PROVA 18

Fotoativador: Luz Halógena / Sem Interposição

TOPO			MÉDIA
31,0	31,9	34,0	32,3
FUNDO			MÉDIA
29,9	31,0	30,7	30,5

GRUPO III

Leitura Durômetro Shimadzu (50 g /15 s), após 24 h.

1) CORPO-DE-PROVA 1

Fotoativador: LED / Interposição: Solidex

TOPO			MÉDIA
28,9	28,9	30,9	29,6
FUNDO			MÉDIA
24,0	25,0	23,8	24,3

2) CORPO-DE-PROVA 2

Fotoativador: Luz Halógena / Interposição: Porcelana

SUPERFÍCIE			MÉDIA
28,1	27,5	27,9	27,8
FUNDO			MÉDIA
20,1	20,2	27,8	22,7

3) CORPO-DE-PROVA 3

Fotoativador: LED / Sem Interposição

TOPO			MÉDIA
31,2	30,2	30,6	30,7
FUNDO			MÉDIA
29,4	30,6	28,9	29,6

4) CORPO-DE-PROVA 4

Fotoativador: LED / Interposição: Solidex

TOPO			MÉDIA
29,7	30,8	30,4	30,3
FUNDO			MÉDIA
24,4	26,6	24,1	25,0

5) CORPO-DE-PROVA 5

Fotoativador: Luz Halógena / Interposição: Porcelana

TOPO			MÉDIA
28,7	28,4	39,4	32,2
FUNDO			MÉDIA
21,2	19,4	20,2	20,3

6) CORPO-DE-PROVA 6

Fotoativador: LED / Sem Interposição

TOPO			MÉDIA
30,2	31,9	31,7	31,3
FUNDO			MÉDIA
29,7	29,7	33,6	31,0

7) CORPO-DE-PROVA 7

Fotoativador: LED / Interposição: Solidex

TOPO			MÉDIA
31,1	34,0	29,4	31,5
FUNDO			MÉDIA
30,8	22,4	24,7	26,0

8) CORPO-DE-PROVA 8

Fotoativador: Luz Halógena / Interposição: Porcelana

TOPO			MÉDIA
32,9	25,6	29,9	29,5
FUNDO			MÉDIA
20,7	22,2	23,2	22,0

9) CORPO-DE-PROVA 9

Fotoativador: LED / Sem Interposição

TOPO			MÉDIA
31,7	30,4	31,5	31,2
FUNDO			MÉDIA
29,1	31,4	30,6	30,4

GRUPO IV

Leitura Durômetro Shimadzu (50 g /15 s), após 24 h.

10) CORPO-DE-PROVA 10

Fotoativador: LED / Interposição: Solidex

TOPO			MÉDIA
26,9	32,5	30,0	29,8
FUNDO			MÉDIA
22,4	17,5	32,5	24,1

11) CORPO-DE-PROVA 11

Fotoativador: Luz Halógena / Interposição: Porcelana

TOPO			MÉDIA
23,5	30,7	27,3	27,2
FUNDO			MÉDIA
19,7	28,7	25,3	24,6

12) CORPO-DE-PROVA 12

Fotoativador: LED / Sem Interposição

TOPO			MÉDIA
31,0	35,8	29,5	32,1
FUNDO			MÉDIA
29,4	27,4	30,0	28,9

13) CORPO-DE-PROVA 13

Fotoativador: LED / Interposição: Solidex

TOPO			MÉDIA
30,6	37,2	34,4	34,1
FUNDO			MÉDIA
24,7	22,8	22,5	23,3

14) CORPO-DE-PROVA 14

Fotoativador: Luz Halógena / Interposição: Porcelana

TOPO			MÉDIA
27,7	30,6	30,4	29,6
FUNDO			MÉDIA
20,6	21,9	18,5	20,3

15) CORPO-DE-PROVA 15

Fotoativador: LED / Sem Interposição

TOPO			MÉDIA
33,5	30,7	33,6	32,6
FUNDO			MÉDIA
30,4	31,2	31,4	31,0

16) CORPO-DE-PROVA 16

Fotoativador: LED / Interposição: Solidex

TOPO			MÉDIA
28,2	29,9	30,9	29,7
FUNDO			MÉDIA
19,3	21,5	19,6	20,1

17) CORPO-DE-PROVA 17

Fotoativador: Luz Halógena / Interposição: Porcelana

TOPO			MÉDIA
28,0	30,1	38,8	32,3
FUNDO			MÉDIA
18,8	19,0	19,4	19,1

18) CORPO-DE-PROVA 18

Fotoativador: LED / Sem Interposição

TOPO			MÉDIA
30,3	34,2	31,7	32,1
FUNDO			MÉDIA
31,2	32,4	30,3	31,3

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)