

Trabalho de Conclusão de Curso

**EFEITO DA ESPESSURA DA RESINA INDIRETA NA  
MICRODUREZA DE UMA RESINA COMPOSTA PRÉ-AQUECIDA**

LETICIA PERIN MORAES



**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação em Odontologia**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Leticia Perin Moraes

**EFEITO DA ESPESSURA DA RESINA INDIRETA NA MICRODUREZA DE  
UMA RESINA COMPOSTA PRÉ-AQUECIDA**

Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a conclusão do Curso de Graduação em odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Sylvio Monteiro Junior  
Coorientadora: Vanessa Carla Ruschel

Florianópolis

2014

Leticia Perin Moraes

**EFEITO DA ESPESSURA DA RESINA INDIRETA NA MICRODUREZA DE  
UMA RESINA COMPOSTA PRÉ-AQUECIDA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado, adequado para obtenção do título de cirurgião-dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 12 de novembro de 2014.

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Sylvio Monteiro Junior  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof., Dr. Sheila Cristina Stolf  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Beatriz Álvares Cabral De Barros  
Universidade Federal de Santa Catarina

A vocês pais, **Leonilda e Roseno**, não mais que com justiça, dedico esta vitória, pelo amor, incentivo, apoio incondicional e por serem sempre o meu porto mais seguro.

## AGRADECIMENTOS

A *Deus* por ter me dado saúde e força para trilhar meu caminho, me iluminando e abençoando por essa trajetória.

Ao meu orientador, *Sylvio Monteiro Junior*, pelo suporte, correções, pelas palavras de incentivo e apoio.

A minha Co-orientadora, *Vanessa Ruschel*, por todas as correções, os vários e-mails e mensagens de dúvidas sanadas, e pelas boas risadas que conseguíamos tirar de tudo isso. Obrigada pelas orientações acadêmicas, pelas conversas, pelos puxões de orelha, pelos conselhos, pelas oportunidades de trabalho, pelo crescimento intelectual, profissional e pessoal, pela confiança e pelo carinho.

Aos meus pais, *Léo e Roseno*. De vocês recebi o dom mais precioso do universo: a vida. Inspiraram-me a certeza de suas presenças e a segurança de seus passos guiando os meus. O carinho em cada palavra, a esperança em seus sorrisos, o brilho do o olhar de vocês me fez tão grande quanto o meu amor por vocês.

À minha irmã, *Gracielli* pelo apoio e por tudo que sempre fez por mim, pela simplicidade, exemplo, amizade, carinho e amor, fundamentais na construção do meu caráter, sem você eu não seria completa.

A minha dupla, amiga e irmã que ganhei nos primeiros dias de aula, *Virgínia Polli*. Agradeço cada dia por ter você na minha vida, sempre ao meu lado, me entendendo simplesmente pelo olhar, e eu sei que isso vai perdurar além da faculdade. Obrigada pela paciência e carinho, e por sempre ter uma palavra de apoio e incentivo. Não sei o que seria dessa faculdade, dessa graduação se você não estivesse comigo! Nesse trabalho mesmo, quantos dias, ou melhor, noites no laboratório, as vezes só pra me fazer companhia, fez com que fossem noites mais fáceis de trabalho, e claro, sempre acompanhadas com nossas ótimas risadas. Enfim, obrigada por tudo.

À meus amigos *Nanda e Léo*, por simplesmente saber que vocês estariam ao meu lado independente de qualquer coisa.

Àqueles meninos que me atazanaram a faculdade inteira, mas que sem eles não teria a mesma graça ir pra aula, transformaram meus dias mais felizes e mais leves de se viver.

À toda turma de odontologia da UFSC 10.1 pelo companheirismo durante esses cinco anos.

A esta universidade, seu corpo docente e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior de confiança e ética.

E a todos que de forma direta ou indireta fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“Se você quer ser bem sucedido precisa ter dedicação total, buscar seu ultimo limite e dar o melhor de si.”  
*Ayrton Senna*

“Aprender é a única coisa que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende.” *Leonardo da Vinci*

“Somos feitos de emoções, basicamente estamos procurando por emoções, é apenas uma questão de encontrarmos a maneira com que devemos vivenciá-las.”  
*Ayrton Senna*

Moraes, L.P. Efeito da espessura da resina indireta na microdureza de uma resina composta pré-aquecida. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Florianópolis: Curso de Graduação em Odontologia da UFSC; 2014.

## RESUMO

O objetivo da pesquisa foi avaliar a microdureza de uma resina composta pré-aquecida fotoativada através de discos de resina indireta com diferentes espessuras. Foi usada a resina composta nanoparticulada (Filtek Z350XT, 3M ESPE). As seringas de compósito foram pré-aquecidas com o dispositivo Calset (68 °C por 15 min). Foram confeccionados discos de resina indireta microparticulada (SR Adoro, Ivoclar Vivadent), nas espessuras de 2 mm, 3 mm e 4 mm, através dos quais os espécimes foram fotoativados utilizando uma unidade fotoativadora a base de LED (Translux Power Blue, Heraeus Kulzer). Foram formados 4 grupos (n=10), de acordo com a espessura do disco de resina indireta: GR0: resina pré-aquecida sem disco; GR2: resina pré-aquecida + disco 2 mm; GR3: resina pré-aquecida + disco 3 mm; GR4: resina pré-aquecida + disco 4 mm. O teste de microdureza foi executado com um indentador do tipo Vickers utilizando o Microdurômetro (HMV 2 versão 1.23, Shimadzu, Japão), realizando 5 identificações de 100g/10s na superfície de cada amostra. Para observar as diferenças de microdureza entre os grupos foi conduzida análise de variância ANOVA *one-way* e Tukey. A microdureza variou significativamente entre os grupos experimentais. O grupo GR0 ( $82,74 \pm 9,33$ ) foi estatisticamente semelhante ao grupo GR2 ( $80,19 \pm 8,39$ ) ( $p > 0,05$ ). Esses dois grupos mostraram valores significativamente maiores do que GR3 ( $52,87 \pm 7,53$ ) e GR4 ( $37,59 \pm 5,06$ ) ( $p < 0,05$ ). Concluiu-se que quanto maior a espessura da resina indireta, menor a microdureza da resina composta pré-aquecida.

**Palavras chave:** dureza, resinas compostas, aquecimento

Moraes, L.P. Effect of Indirect Resin Thickness on Microhardness of Preheated Composite. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Florianópolis: Curso de Graduação em Odontologia da UFSC; 2014.

### ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the effect the microhardness of a resin composite preheated photoactivated through indirect resin discs with different thicknesses. Nanoparticle composite resin (Filtek Z350XT, 3M ESPE) was used. The composite syringes were preheated with the CalSet (68 °C for 15 min). Discs of indirect microfilled resin (SR Adoro, Ivoclar Vivadent) were fabricated in 2 mm, 3 mm and 4 mm of thicknesses. Through these discs the specimens of preheated composite were photoactivated using a LED unit (Translux Power Blue, Heraeus Kulzer). Four study groups were formed according to the thickness of the indirect resin (n = 10): GR0: preheated without indirect resin disk; GR2: preheated resin + 2 mm disk; GR3: preheated resin + 3 mm disk; GR4: preheated resin + 4 mm disk. Microhardness test was performed with a Vickers indenter using a Microdurometer (HMV 2 version 1.23, Shimadzu, Japan). Five indentations were performed on random locations on surface of each specimen (100g / 10 s). Data were submitted to *one-way* ANOVA and Tukey analysis. The results showed that the microhardness values varied significantly between the experimental groups. The group GR0 ( $82.74 \pm 9.33$ ) was statistically similar to GR2 ( $80.19 \pm 8.39$ ) ( $p > 0.05$ ). These two groups showed significantly higher values than GR3 ( $52.87 \pm 7.53$ ) and GR4 ( $37.59 \pm 5.06$ ) ( $p < 0.05$ ). It was concluded that the thickness of the indirect resin composite influenced the microhardness resin composite preheated.

**Keywords:** hardness, composite resins, heating



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Estratificação dos discos de resina indireta. ....	27
<b>Tabela 2.</b> Composição dos materiais utilizados.....	28
<b>Tabela 3.</b> Médias Aritméticas ( $\bar{x}$ ), Desvios-Padrão (s), valores mínimo e máximo obtidos por meio da mensuração da microdureza (VHN) dos quatro grupos avaliados. 26	
<b>Tabela 4.</b> Análise de Variância one-way dos valores médios de microdureza dos quatro grupos avaliados. ....	27
<b>Tabela 5.</b> Tamanho da amostra (n), médias (VHN) com os respectivos resultados do teste Tukey obtidos da microdureza para os grupos avaliados.....	29

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Discos de resina indireta nas espessuras 2 mm,.....	29
Figura 2. Calset (AdDent, EUA). .....	29
Figura 3. Matriz de silicone com a resina. A - Posicionado tira de poliester e lâmina de vidro. B - pressão digital. ....	29
Figura 4. Posição de disco e fotopolimerizador. A - Disco de resina indireta sobre resina pré-aquecida. B - Ponteira de silicone para posicionar fotopolimerizador.....	29
Figura 5. Espécimes inclusos em resina acrílica. ....	30
Figura 6. Bloco de resina acrílica sobre a politriz com .....	30
Figura 7. Bloco de resina acrílica sobre a politriz com disco de feltro. ....	31
Figura 8. Bloco de resina acrílica no paralelômetro. ....	31
Figura 9. Representação esquemática do teste de microdureza. A - Área de mesuração no espécime. B - Identações da ponta Vickers .....	31
Figura 10. Gráfico de dispersão (Box-plot), mostrando a distribuição dos dados representativos da microdureza dos quatro grupos avaliados. ....	27
Figura 11. Representação gráfica, na forma de barras verticais, das médias aritméticas e desvio padrão de microdureza dos grupos avaliados.....	28

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1. Resina composta pré-aquecida</b> .....	14
<b>2.2. Grau de conversão de materiais resinosos: Microdureza x Espectroscopia</b> .....	18
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>26</b>
<b>3.1 Objetivo geral</b> .....	26
<b>3.2 Objetivo específico</b> .....	26
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>27</b>
<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>26</b>
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	<b>30</b>
<b>7. CONCLUSÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>35</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A busca pela estética, tanto em dentes anteriores como em posteriores, continua influenciando a evolução dos materiais restauradores e suas técnicas. As resinas indiretas passaram por melhorias desde que começaram a ser empregadas na década de 80. Atualmente, são utilizadas as resinas de segunda geração, as quais possuem maior quantidade de matriz inorgânica, o que melhora as suas propriedades físicas, associadas à matriz orgânica a base de Bis-GMA e monômeros funcionais. O material é basicamente o polímero (resina), melhorado pela incorporação de partículas cerâmicas (HIGASHI et al., [s.d.]). Para a cimentação adesiva é recomendado o uso de cimentos resinosos, uma vez que são mais resistentes e compatíveis com agentes adesivos e apresentam baixa solubilidade.

A cimentação é considerada o procedimento mais crítico da restauração indireta, pois além da complexidade e sensibilidade da técnica, o tempo de trabalho é limitado (MONTEMEZZO et al., 2010). A cimentação adesiva possibilitou uma união efetiva das restaurações indiretas ao substrato dental. Os cimentos resinosos duais apresentam a vantagem de possuírem um componente autopolimerizável, geralmente peróxido de benzoíla, que favorece a polimerização do cimento mesmo quando a densidade de energia é reduzida (KIM et al., 2013). Todavia, os cimentos duais são consideravelmente fluidos e necessitam da mistura de duas pastas, podendo ocorrer a incorporação de bolhas (ROSENSTIEL; LAND; CRISPIN, 1998). Os cimentos resinosos fotoativados são mais fáceis de manusear, porém seu uso é limitado na cimentação de restaurações indiretas em dentes posteriores devido à polimerização duvidosa ou ineficaz do cimento por causa da maior espessura da restauração na região posterior (O'KEEFE; POWERS, 1990).

O uso de cimentos resinosos duais favorece a adesão da restauração e por isso tem sido muito utilizado ultimamente. A dupla polimerização, química e fotoativada, proporciona uma melhor conversão dos monômeros em polímeros, beneficiando as suas propriedades mecânicas e biológicas (CEKIC-NAGAS; ERGUN, 2011). Outros fatores como a intensidade da unidade fotopolimerizadora, comprimento de onda da luz visível e o tempo de polimerização também influenciam no grau de conversão do cimento assim como a espessura e o tipo de material restaurador. Este atenua a passagem da luz do fotopolimerizador diminuindo a quantidade de luz que chega até o cimento, o que compromete a sua fotoativação (REGES et al., 2009).

Inúmeros estudos tem avaliado o efeito do pré-aquecimento da resina composta sobre a sua viscosidade, grau de conversão, propriedades ópticas e mecânicas (EL-KORASHY, 2010; SABATINI et al., 2010). Relatou-se que, em determinadas resinas compostas, o aumento da temperatura é capaz de reduzir temporariamente a viscosidade e aumentar o nível de escoamento de forma comparável aos cimentos resinosos (FRÓES-SALGADO et al., 2010; KARAARSLAN et al., 2012). Também, quando a resina composta é submetida ao aquecimento (54-68°C) a reação de polimerização é acelerada, elevando o grau de conversão dos monômeros em polímeros (MUNDIM et al., 2011). Isso proporciona melhora nas propriedades mecânicas e maior resistência ao desgaste, fatores que contribuem para a redução da degradação do cimento e da ocorrência de microinfiltração (WAGNER et al., 2008). Segundo Chung e Greener (1990) e Condon e Ferracane (1997), o comportamento mecânico das resinas compostas é superior ao dos cimentos resinosos, devido ao seu maior percentual de carga inorgânica. Diante disso, a utilização de resinas compostas pré-aquecidas pode ser uma boa alternativa na cimentação adesiva de restaurações indiretas.

Para avaliação de grau de conversão de um material resinoso existem diferentes métodos diretos ou indiretos. Um dos métodos de avaliação direta é a espectroscopia por infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), que avalia a quantidade de ligações duplas de carbono não reagidas, o que permite a obtenção de um valor objetivo do grau de conversão dos monômeros em polímeros. Isso ocorre por meio da comparação das respostas espectrais do material antes e após a polimerização (ACQUAVIVA et al., 2009; DARONCH; RUEGGEBERG; DE GOES, 2005). Um aumento da conversão de monômeros indica que há um maior número de ligação cruzada e, por conseguinte, podem produzir melhores propriedades mecânicas (FERRACANE, 1985 apud DARONCH; RUEGGEBERG; DE GOES, 2005). Caso não seja completa essa conversão o monômero residual pode causar alergia, se for lixiviado para a saliva, pode atuar como plastificante diminuindo a resistência da restauração e aumentar o seu volume, além de poder causar mudança de cor devido a oxidação dos metacrilatos insaturados (DARONCH; RUEGGEBERG; DE GOES, 2005).

A microdureza é considerada um método de avaliação indireta do grau de conversão e é uma propriedade que permite ao material resistir à deformação e promove resistência a abrasão (MAROVIC et al., 2013). O teste de microdureza, tem sido frequentemente utilizado para avaliar as propriedades mecânicas dos materiais restauradores, e essa propriedade apresenta correlação positiva com o grau de conversão

de resina composta. Estudos indicam que se o grau de conversão aumenta, a microdureza, por consequência, também aumenta (AYUB et al., 2014; DARONCH; RUEGGEBERG; DE GOES, 2005; ZHAO et. al., 2012). Diante disso, o presente estudo tem como objetivo avaliar a microdureza de uma resina composta pré-aquecida fotoativada através de restaurações de resina indireta com diferentes espessuras.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Resina composta pré-aquecida

O tipo de agente cimentante usado em restaurações indiretas influencia na longevidade da restauração. No estudo de D’Arcangelo et al. (2014), foi avaliado o desempenho clínico de 79 restaurações de resina composta indireta (57 onlays e 22 onlays) em 41 pacientes, cimentadas com resina composta pré-aquecida, no período de 5 anos. As restaurações foram avaliadas por meio de exame clínico usando espelho e sonda, sendo examinados rachaduras, fraturas, deslocamento, vitalidade, infiltração, cor, anatomia e retenção da restauração. O estudo apresentou elevada taxa de sucesso. Apenas dois pacientes, cada um com uma restauração, precisaram de endodontia após 36 e 60 meses respectivamente. Quatro cáries secundárias foram encontradas, aos 40, 48 e duas aos 60 meses, e uma única fratura no tempo de 36 meses. Houveram, ainda, três restaurações que apresentaram lascas, mas passíveis de reparo. Os autores concluíram que o uso de resina pré-aquecida como agente cimentante proporciona um bom resultado clínico se utilizada respeitando um protocolo clínico, com ajustes necessários na restauração e acabamento.

O pré-aquecimento da resina composta antes da fotopolimerização, além de ter um aumento significativo do grau de conversão, também aumenta a fluidez temporária do material, o que melhora a sua adaptação às paredes do preparo. No estudo de Daronch, Rueggeberg e De Goes (2005) foi testada uma resina composta híbrida (Esthet-X, Dentsply) em temperaturas de 3°-60°C, com tempo diversificado de fotopolimerização (5; 10; 20 e 40 s). O grau de conversão foi verificado através do FTIR. Verificou-se que com a resina pré-aquecida pode-se diminuir o tempo de exposição de luz atingindo um grau de conversão igual ou maior do que comparado com resinas em temperatura ambiente e que necessitam de exposições prolongadas.

A escolha do agente cimentante depende de alguns fatores como resistência ao desgaste, ao manchamento e a espessura de película formada pelo material. Sabe-se que resina composta apresenta melhor desempenho nos dois primeiros fatores devido maior quantidade de carga inorgânica e ausência de aminas terciárias. Contudo, Silva e Rossi (2011) avaliaram a espessura de película formada por duas resinas compostas pré-aquecidas, uma microhíbrida (Opallis A2/FGM) e uma nanoparticulada (Z350XT

A2/3M ESPE) comparando com um cimento resinoso dual utilizado como controle (AllCem A2/FGM). Foram formados cinco grupos (n=10), com as resinas em temperatura ambiente e pré-aquecidas (CalSet a 64°C) e o cimento em temperatura ambiente. Todas as amostras foram fotopolimerizadas por 40 s, e mensuradas três vezes em um micrômetro digital (Mitutoyo) em regiões aleatórias e diferentes entre si. Com os resultados os autores observaram que, no grupo das resinas, a espessura maior foi encontrada na temperatura ambiente. Na comparação com o cimento, todos os grupos apresentaram espessura superior ao controle e, entre as resinas, a nanoparticulada apresentou maiores espessuras do que a microhíbrida (tanto na temperatura ambiente quanto pré-aquecida). Com isso, pode-se concluir que o calor diminui a viscosidade da resina composta permitindo melhor escoamento e conseqüentemente menor espessura de película do que quando utilizada em temperatura ambiente. Além disso, a composição da resina composta é um fator determinante, já que a resina com menor tamanho de partícula (nanoparticulada) obteve maior espessura que a microhíbrida, mas ainda pode ser considerada uma alternativa para cimentação de restaurações indiretas quando for pré-aquecida.

O sucesso clínico de uma restauração de resina composta está relacionado com as características do material como contração de polimerização, grau de conversão e suas propriedades mecânicas. Com o objetivo de avaliar os perfis de conversão de monômero, contração de polimerização e as temperaturas intracavitárias de uma resina composta, Lohbauer et al. (2009) testaram uma resina composta híbrida Tetric EroCeram A3(Ivoclar Vivadent) para os três fatores citados. Para o grau de conversão foi realizada a espectroscopia de FTIR nas superfícies superior e inferior, no tempo imediato (após 5 min da fotoativação) e 24 h após a fotoativação. As temperaturas de pré-aquecimento foram utilizadas entre 10°C e 68°C. A contração de polimerização foi medida de acordo com princípios de Arquimedes da flutuabilidade após 5 min nas respectivas temperaturas de pré-aquecimento e após 24 h armazenados no escuro a 37°C. A temperatura intracavitária foi monitorizada usando um termopar tipo K. Os resultados mostraram que os maiores valores de contração de polimerização e grau de conversão foram encontrados na resina composta pré-aquecida (68°C). Com o aumento da contração de polimerização, ocorre a indução de tensões de polimerização mais elevadas, o que pode afetar o desempenho clínico. Assim, os autores repensam sobre o uso da resina composta pré-aquecida para restauração, pois ao mesmo tempo em que pode se tornar mais fluida, melhorando a manipulação, a sua maior contração pode



trazer prejuízo na adaptação marginal. A temperatura de pré-polimerização não influenciou significativamente na temperatura intracavitária, pois após retirar as seringas do aparelho de aquecimento, a temperatura da resina reduz em 50%, o que é biocompatível.

A temperatura de um material restaurador pode interferir na temperatura intrapulpar causando consequências desagradáveis à polpa. No estudo de Daronch et al. (2007), foi testada a hipótese de que a resina pré-aquecida (54°C e 60°C) aumentaria a temperatura intrapulpar mais que uma resina à temperatura ambiente (22°C). Para o teste foi usado um pré-molar superior humano, extraído, com uma Classe V divergente na face vestibular, o preparo deixou 1mm espessura de dentina remanescente na parede axial. Um termopar tipo K foi colocado na câmara pulpar desse dente, as raízes foram imersas em um termostático banho de água e submetido a perfusão com água a 1,25l/min, para simular a circulação fisiológico da câmara pulpar. Foi feita a leitura do termopar durante a restauração com as três temperaturas, em cinco estágios do processo restaurador: inserção da resina, termino da inserção, após modelagem, antes e depois da fotoativação de 20s. Cinco repetições foram feitas para cada condição de teste. Foi constatado que resinas pré-aquecidas não produzem aumento significativo da temperatura intrapulpar comparado com resinas a temperatura ambiente, pois pra cada temperatura houve mudança significativa apenas após fotopolimerização, onde aumentou a temperatura em aproximadamente 5°C.

Mundim et al. (2011) investigou o efeito da temperatura sobre a conversão monomérica e sobre as suas propriedades óticas (cor e opacidade) de uma resina nano-híbrida (Tetric NCeram, Ivoclar/Vivadent). Foram feitos três grupos com temperaturas diferentes: 8°C, 25°C (controle) e 60°C (n=9). Dessas amostras, 3 foram testadas para grau de polimerização por meio de espectroscopia infravermelho FTIR; e as outras 6 testadas para cor e opacidade no espectrofotômetro, em condições normais e com envelhecimento acelerado. Os resultados obtidos mostraram que não houve mudança significativa nas propriedades óticas entre as temperaturas. No entanto, o grau de conversão aumentou após o pré-aquecimento da resina composta.

Avaliou-se o efeito do pré-aquecimento de uma resina composta (Filtk Z350 – 3M ESPE) sob condições não-isotérmicas na adaptação marginal, no grau de conversão, na resistência a flexão e no polímero de ligação cruzada com duas diferentes densidades de energia (12 e 14 J/cm<sup>2</sup>) com a pesquisa de Fróes-Salgado et al.(2010). Foram utilizados 40 incisivos bovinos preparados com cavidades classe IV para avaliar a

adaptação marginal, através de microscopia eletrônica de varredura. Para avaliar o grau de conversão, foi utilizado o método de espectroscopia de FT-Raman com 128 análises, tanto de superfícies irradiadas quanto das não irradiadas. Para testar resistência flexural foram usados 10 espécimes de cada situação (duas temperaturas e duas densidades de energia diferentes) no paquímetro digital e, para polímero de ligação cruzada foi feito teste de microdureza com os mesmo espécimes usados para testa grau de conversão. Para todos os testes foram utilizados espécimes fotopolimerizados por 20 segundos (densidade de energia de 12 J/cm<sup>2</sup>) ou 40 segundos (densidade de energia de 24 J/cm<sup>2</sup>) em temperatura ambiente e pré-aquecidos 68°C. Os resultados não indicaram diferença significativa nas propriedades mecânicas da resina pré-aquecida, a não ser na adaptação marginal, que melhorou após pré-aquecimento. A partir desses resultados concluiu-se que o tempo entre tirar a resina do dispositivo que pré-aquece até a hora de polimerização (no estudo: 40 segundo) diminui a temperatura em 35-40%, o que explica porque não houve uma melhora significativa no grau de polimerização, resistência flexural e polímero de ligação cruzada. Mas essa temperatura foi suficiente para manter uma menor viscosidade da resina garantindo uma melhor adaptação marginal. Além disso, também foi observado que uma densidade de energia de 12 J/cm<sup>2</sup> é suficiente para se obter propriedade mecânicas adequadas quando uma resina é pré-aquecida.

O preparo cavitário para uma restauração também é um fator que influência no desempenho clínico de uma resina pré-aquecida. No estudo de Karaarslan et al. (2012) avaliou-se a infiltração de uma resina composta pré-aquecida associada a sistemas adesivos autocondicionantes em cavidades classe V preparadas por laser ou broca. Foram utilizados 62 molares preparados com cavidade classe V divididos em oito grupos (n=9). Do grupo 1 ao 4, as cavidades foram preparadas com broca, sendo, então, divididos por temperatura (24°C – controle, 37°C, 54°C e 68°C). Do grupo 5 ao 8, também subdivididos por temperatura, as cavidades foram preparadas com laser Er:YAG. As amostras foram submetidas ao teste de microinfiltração medindo a extensão vertical da infiltração por meio de estereoscópio (40x). A hipótese inicial do estudo era: ‘a resina com temperatura de pré-aquecimento maior teria a menor taxa de microinfiltração para cavidades preparadas a laser’, mas com os resultados obtidos, verificou-se que não era estatisticamente significativa, o que indica que o uso de laser Er:YAG não influencia no selamento marginal das restaurações. Mas, foi visto que valores de microinfiltração são maiores nas margens cervicais do que nas margens oclusais.

O pré-aquecimento da resina composta além de aprimorar as propriedades físicas e mecânicas do material faz com que diminua o tempo de fotopolimerização. El-Korashy (2010), em sua pesquisa, avaliou o estresse de contração da resina no estado pós-gel, o grau de conversão de uma resina híbrida (Tetric Ceram – Vivadent) pré-aquecida a três temperaturas (37°C, 54°C e 68°C) e fotopolimerizadas com uma unidade de LED usando dois tempos diferentes: 20 e 40 s. Foram confeccionados 60 espécimes agrupados em três grupos (n=20). As amostras foram agrupadas em (A) - fotopolimerização por 40 s de modo contínuo, (B) fotopolimerização por 20 s também de modo contínuo e (C) 40 s do modo de arranque suave (10 s a 400 mW/cm<sup>2</sup>, seguido por 30 s de 1.400 mW/cm<sup>2</sup>). Cada grupo foi subdividido em quatro grupos conforme as temperaturas, sendo uma delas o controle (23°C). O grau de conversão foi medido pelo espectrómetro FTIR. Observou-se um aumento significativo do grau de conversão conforme o aumento da temperatura. No que diz respeito aos diferentes tempos de fotopolimerização, os valores do grupo A foram significativamente maiores do que B à temperatura ambiente, 37°C e 68°C. Para o grupo C, assim como as amostras a 54°C, de todos os grupos, não houveram diferenças significativas. Em relação a contração pós-gel, houve aumento conforme o aumento da intensidade/tempo de luz. Concluiu-se que o pré-aquecimento aumenta o grau de conversão, mas também aumenta a contração pós-gel. E se for utilizada uma fotopolimerização com modo de partida suave, a tensão irá diminuir sem alterar o grau de conversão.

## **2.2. Grau de conversão de materiais resinosos: Microdureza x Espectroscopia**

O fotopolimerizador utilizado influencia na dureza de um material cimentante a base de resina. Um estudo foi feito para avaliar o uso de diferentes tipos de fotopolimerizador sobre a microdureza de resinas compostas pré-aquecidas. Saade et al. (2009) avaliou o efeito do pré-aquecimento em três temperaturas diferentes (37°C, 54°C e 60°C) e com dois fotopolimerizadores, um de LED e outro de QTH, ambos por 40 segundos. Com o teste de microdureza de Vickers nas duas superfícies dos discos, verificou-se que os valores, nas três temperaturas, de QTH foram ligeiramente maiores que o LED na superfície superior, porém 25% menores na superfície inferior. Nos grupos fotopolimerizados por LED houve um aumento sistemático da microdureza conforme foi aumentando a temperatura. Dessa forma concluíram que o LED mostra

bons resultados na polimerização de compósitos, pois além de apresentar polimerização homogênea tem bons resultados nos valores de microdureza de Vickers.

Foi realizada uma pesquisa para avaliar a dependência de diferentes unidades fotopolimerizadoras nas microdureza (VHN), sorção de água e solubilidade e resistência a tração diametral (DTS); assim como verificar a eficiência da polimerização com o fotopolimerizador com arco de plasma (CEKIC-NAGAS; ERGUN, 2011). Foram fotopolimerizados 5 cimentos resinosos (Duolink, Befix-QM, Nexus, RelyX Unicem e Panavia F) através de um disco de cerâmica (IPS Empress 2 – Ivoclar/Vivadent) utilizando três fontes de luz de alta potência: a de luz halógena, uma unidade à base de leds e um arco de plasma (PAC) (n=48). O teste para microdureza foi realizado pelo método de Vicker's através do penetrador de diamante. Após realização dos testes, verificou-se que PAC exige mais tempo de fotopolimerização que o recomendado pelo fabricante para atingir bons resultados nas propriedades do cimento. Em relação ao LED, a eficiência é semelhante ou superior do que as outras duas unidades testadas. E a relação entre DTS e VHN são positivas, mas indiretamente proporcionais a solubilidade de água e sorção, ou seja, se aumenta DTS e VHN, conseqüentemente diminui a solubilidade de água e sorção.

Rueggeberg, Caughman e Curtis Junior (1994) pesquisaram o efeito da variação do tempo de exposição e intensidade de luz sobre profundidade de polimerização da resina composta com uma unidade de luz adaptada em laboratório. Os tempos de exposição utilizados foram 20s, 40s, 60s, e 80s. Os valores de intensidade de luz foram padronizados em 800, 578, 400 e 233 mW/cm<sup>2</sup>. Foi realizado o teste de espectroscopia infravermelha em diferentes profundidades. Na profundidade de 1 mm, tanto intensidade de luz, quanto tempo de exposição foram significativos para determinar o grau de conversão. Nas profundidades de 2 e 3mm das resinas compostas, a polimerização é muito susceptível às alterações na intensidade de luz e duração da exposição. O tempo de 60s com intensidade de luz de 400mW/cm<sup>2</sup> é ideal para que ocorra adequada polimerização do material. Valores de intensidade abaixo de 233mW/cm<sup>2</sup> não devem ser usados devido às suas características de polimerização incompleta. Os autores concluíram que o tempo de exposição foi considerado fator importante para o processo de polimerização, porém a variação da intensidade de luz não afetou a conversão dos monômeros das resinas.

O estudo de Pick et al. (2010), verificou o efeito da interposição de diferentes materiais restauradores indiretos na resistência a flexão, microdureza Knoop e grau de

conversão FT-Raman de um cimento resinoso de dupla polimerização: Nexus 2 (SDR Kerr). Os materiais restauradores utilizados foram: vitrocerâmica IPS Eris (Ivoclar Vivadent), cerâmica IPS Empress2 (Ivoclar Vivadent recoberta por IPS Eris, Resina composta microhíbrida Sinfony (3M ESPE) e a resina composta microparticulada SR Adoro (Ivoclar Vivadent) todos usados na forma de disco de 2 mm de espessura. Primeiramente foi determinada a transmitância destes materiais, posteriormente foram feitas amostra do cimento resinoso tanto dual quanto sem a pasta catalizadora (apenas fotoativado), e fotopolimerizados sob os discos de material restaurador indireto utilizando dois tipos de aparelho fotoativador, um a base de LED e outro de QTH (quartzo de tungstênio). Com os resultados verificou-se que a técnica de espectroscopia foi mais sensível em detectar diferença entre os materiais. O Grau de conversão foi menos nas amostra de cimento sem a pasta catalizadora, assim como a microdureza. A resistência foi maior para os grupos fotopolimerizados por QTH. Dessa forma os autores concluíram que as diferentes transmitância entre os materiais restauradores influenciados significativamente nas propriedades do cimento, independentemente do modo de fotoativação. A microdureza não foi prejudicada pelos materiais interpostos quando o cimento resinoso foi utilizado no modo dual (com a pasta catalizadora).

A microdureza avalia as propriedades físicas dos materiais restauradores e se correlaciona bem com o grau de conversão das resinas compostas. Ayub et al. (2014) avaliou o efeito do pré-aquecimento na microdureza e viscosidade de quatro resinas diferentes, são elas: Vit-I-Escene (Ultradent), Tetric Ceram HB (Ivoclar Vivadent), Filtek Supreme Ultra (3M ESPE) e Filtek Low Shrink (3M ESPE). O teste de microdureza (tanto imediatamente, como depois de 24 h) utilizado foi o Knoop, e foram feitos 20 discos de 2 mm de espessura de cada resina, sendo 10 a temperatura ambiente e 10 pré-aquecidas a 68°C no CalSet. Foram feitos cinco pontos em cada superfície (superior inferior) e calculado a média, dando um resultado, já esperado, em que os maiores valores de microdureza foram encontrados nas resinas pré-aquecidas e na medidas feitas após 24h. A viscosidade foi testada pelo método de compressão com 0,5 de cada resina (n=15) antes da fotopolimerização, e resultou em resinas mais fluidas as que foram pré-aquecidas. Os autores concluíram que o pré-aquecimento aumenta a dureza e a fluidez das resinas, facilitando a sua colocação e melhorando suas propriedades físicas.

Costa (2011) avaliou a influência da translucidez e do tipo de partículas da resina composta nos valores de microdureza Vickers. Foram utilizadas a resina

composta micro-híbrida 4 Seasons (Ivoclar Vivaden) e a nanoparticulada Filtek Z350 XT(3M ESPE), nas cores A2 (esmalte e dentina) e efeito translúcido. Para cada cor, foram confeccionados 7 corpos-de-prova. A fotoativação foi realizada com uma unidade de LED por 40s. No teste de microdureza foi realizando 5 edentações de 100g/10s na superfície de cada corpo-de-prova. O teste foi realizado 24h após a confecção dos espécimes e após 14 dias de armazenamento. Com os resultados observou-se que em às partículas, não houve uma relação proporcional entre microdureza e tipo de carga. Nos grupos de nanopartículas e no grupo A2 de dentina da resina micro-híbrida houve um aumento dos valores de microdureza após 14 dias. Dessa forma o autor concluiu que para resinas nanoparticuladas, é essencial a fotopolimerização adequada das resinas com menor translucidez (esmalte e dentina) para garantir a microdureza inicial. As resinas nanoparticuladas tendem a apresentar menor dureza inicial, porém, aumentam consideravelmente a sua resistência após um período de duas semanas.

Na pesquisa de Marovic et al. (2013), a correlação entre microdureza e grau de conversão não foi totalmente aceita. O objetivo do estudo era medir grau de conversão e microdureza de três resinas a base de Bis-GMA, e determinar se os valores de microdureza poderiam ser usados em vez dos valores de FTIR para determinar o grau de conversão. As resinas utilizadas foram Tetric EvoCeram - TEC (ivoclar Vivadent), Empress Direct - ED (ivoclar Vivadent) e Charismas Opal -CO (Heraeus Kulzer). Foram feitas 20 amostras de cada resina, 10 para o teste de microdureza com Vikcers e 10 para mensurar grau de conversão com FTIR. A resina que obteve maior grau de conversão foi CO (62,20%), mas sua microdureza foi a menor (17,81), em comparação com as outras. Com os resultados, pode-se concluir que os valores para grau de conversão não podem ser estimados exclusivamente a partir dos dados de microdureza.

No estudo de Price et al. (2011) foi examinado a fotopolimerização da resina composta RC Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent) nas temperaturas: 22°C, 26°C, 30°C e 36°C, usando infravermelho FTIR e microdureza de Knoop como monitores da polimerização, testadas após 5 min e 2 h da fotopolimerização. Os resultados mostraram que, para ambos os testes, após 2 h o resultado era melhor que após 5 min, sendo que na maior temperatura teve-se os melhores resultados. Dessa forma, concluiu-se que pequenas mudanças na temperatura inicial da resina afetam significativamente o grau conversão, microdureza Knoop e a taxa de polimerização e o tempo, que se torna mais rápida quando aquecida. Verificou-se ainda, uma correlação linear positiva entre o grau de conversão da resina e microdureza Knoop.

No estudo de Lucey et al. (2010), foram realizadas comparações entre a viscosidade de uma resina composta híbrida, na cor C3 (Spectrum THP, Dentsply) em temperatura ambiente (24°C) e aquecida a 60°C antes da fotopolimerização. Foi comparada também a microdureza das superfícies inferior e superior, e microdureza geral do material. No teste de viscosidade, foram feitas leituras em quatro tempos diferentes (30, 60, 90 e 120 s) em um reômetro com temperatura variável e o teste de microdureza Vickers foi realizado em um microdurômetro. Com os resultados, observou-se que com o aquecimento da resina a sua viscosidade reduziu em um fator de 2.5, indicando uma melhor adaptação e inserção da resina composta em cavidades. Os valores de microdureza das superfícies superior e inferior dos discos de resina pré-aquecida não apresentou diferença entre si, porém foram proporcionalmente maiores do que os discos não pré-aquecidos, refletindo os aspectos benéficos da polimerização a uma temperatura adequadamente elevada.

Borges, Chasqueira, e Portugal (2009) avaliaram a influência do método de polimerização no grau de conversão de 4 resinas compostas: Suprafil (R&S), Natural Elegance (Henry Schein), Proclinic Composite PM (Madespa), e Filtek Z250 (3M ESPE).. Foram confeccionados 40 espécimes de resina composta com espessura de 2mm, os quais foram divididos em 8 grupos (n=5), conforme as combinações possíveis entre 2 métodos de fotopolimerização: fonte de lâmpada halógena (400 mW/cm<sup>2</sup>) por 40s e LED (800mW/cm<sup>2</sup>) por 20s. A fotopolimerização foi realizada apenas no topo de cada corpo-de-prova. Foram realizados os testes de microdureza Vickers no topo e base dos espécimes. Um valor mínimo de 0,80 de microdureza foi considerado como polimerização adequada. Os autores concluíram que embora a resina composta Z250 tenha apresentado maiores valores de microdureza, verificou-se correta polimerização em todos os grupos, exceto o grupo Proclinic/luz halógena (0,79). Além disso, verificou-se que a utilização do LED (800 mW/cm<sup>2</sup>) permitiu reduzir o tempo de exposição, não comprometendo a correta polimerização dos compósitos.

A fotopolimerização acontece devido a presença de foto-iniciadores na composição da resina composta. Com a presença da luz, esses foto-iniciadores se transformam em radicais livres. Devido o movimento molecular, há colisão entre radicais livres e foto-iniciadores o que ativam os monômeros que, por sua vez ativa outros monômeros fazendo uma reação em cadeia, formando longas cadeias de polímeros (ZHAO et. al., 2012). Para avaliar as propriedades mecânicas das resinas pré-aquecidas os autores fizeram testes de resistência a compressão, dureza de Vickers, grau

de conversão (FTIR) e microinfiltração, com a ideia de que com o aumento da temperatura, aumentaria o movimento molecular, aumentando assim as propriedades citadas. Foram testadas seis resinas a temperatura ambiente e pré-aquecidas a 60°C. Somente uma resina apresentou diferença estatística no teste de microdureza e conversão sendo melhor com o pré-aquecimento, duas no teste de grau de conversão, e cinco na microinfiltração. Isso pode ser justificado pela queda de temperatura entre o pré-aquecimento e a fotopolimerização (tempo de 60s no estudo), não aumentando, assim, o movimento molecular. Conclui-se que o pré-aquecimento pode melhorar o escoamento da resina garantindo um bom selamento marginal, e que esse pré-aquecimento não traz influência negativa no desempenho mecânico e no grau de polimerização, mas pode ser influenciada pelo tempo de trabalho clínico.

Acquaviva et al. (2009) analisou o grau de conversão de materiais resinosos na cimentação de restaurações indiretas através de análise de Micro-Raman, avaliando a influência da espessura do material restaurador, o modo de polimerização e a temperatura do material. Foram confeccionados 180 onlays com espessuras de 2, 3 e 4mm que foram cimentadas com três diferentes materiais: dois cimentos resinosos a temperatura ambiente – Calibra, Dentsply e Variolink II, Ivoclar/Vivadent – e uma resina composta (Venus, Heraeus) a temperatura ambiente e pré-aquecida a 54°C. Foi visto que resina composta pré-aquecida tem um aumento no grau de conversão, melhorando suas propriedades como agente de cimentação. Os resultados também mostraram que a espessura da restauração afeta o grau de conversão do monômero, foram encontrados menores valores em cimentação sob restauração de 4mm. A composição do material, associado ao tempo e intensidade da luz fotoativadora, também apresentou interferência no grau de polimerização. Em relação a resina micro-híbrida pré-aquecida, a influência da espessura da restauração no grau de conversão diminuiu significativamente, quanto mais espessa menor o grau de polimerização. Apesar de o resultado ter sido superior em comparação com as outras resinas em temperatura ambiente, houve variação do grau de conversão entre a parte externa e a porção interna, tendo a superfície maiores valores de grau de polimerização do que a parte interna, devido a difusão de oxigênio na camada superficial da resina, inibindo parcialmente ou totalmente a polimerização.

No estudo de Kim et al. (2013), foi quantificado o grau de conversão de dois cimentos resinosos duais (com luz irradiada através de discos de zircônia com três espessuras diferentes [1 mm, 2 mm e 4mm]) comparando as amostras com a



fotopolimerização direta. A fotopolimerização foi realizada com dois fotopolimerizadores, um de quartzo de tungstênio nos tempos TS-40s e TS-120s, e um de LED nos tempos BH-40s e BH-120s. A análise do grau de polimerização foi realizada com o espectroscópio de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR). Os resultados mostraram que nos cimentos fotoativados através do disco de 1 mm, os valores foram equivalentes aos espécimes sem o disco (0 mm). Isso sugere que o mecanismo de polimerização química compensa o que não foi fotopolimerizado, mantendo o mesmo grau de conversão nas duas situações. Entretanto, conforme foi aumentando da espessura do disco de zircônia, o valor do grau de conversão foi diminuindo. Houve uma variação conforme os tempos de polimerização, o fotopolimerizador e o cimento, os resultados com maior tempo de fotopolimerização foram melhores no mesmo grupo de espessura. O grau de polimerização de cimentos resinosos duais pode variar muito, dependendo da técnica de fotoativação, assim como a espessura da restauração.

A luz quando atenuada pela distância até o cimento, devido à presença de uma restauração indireta, pode afetar o grau de conversão de um cimento resino. E esse foi o objetivo da pesquisa de Arrais et al. (2008), onde foi mensurado o grau de conversão de sistemas de cimentos resinosos duais unidos/sistemas adesivos de 4ª e 5ª geração com quatro diferentes métodos de fotopolimerização: DLE – fotopolimerizado através de uma lâmina de vidro; A2 – através de um disco de resina composta (Filtek Z250 – 3M ESPE) cor A2 de 2 mm; A4 – disco de resina composta cor A4 de 2 mm; e SC – somente com auto-polimerização, sem a interferência de luz. Os espécimes foram analisados por espectroscopia de infravermelho ATR após 5 e 10 min. A hipótese de que a conversão através do método DLE (luz direta) seria maior do que os sistemas polimerizados apenas pela SC (auto-polimerização) foi aceita para ambos os sistemas de cimentação e ambos os tempos. Para os grupos com sistema de 4ª geração não houve diferença estatística no grau de conversão entre grupos com disco de resina e DLE, indicando que a presença de componentes comuns aos adesivos e cimentos (peróxido de benzoíla) aumenta o teor de componente de auto-polimerização, capazes de compensar a menor intensidade de luz que atinge o cimento através do disco. Porém, para os grupos com sistemas de 5ª geração o grau de polimerização das amostras com disco de resina foi menor do que as com luz direta (DLE), já que o componente peróxido de benzoíla se encontra apenas nos cimentos, diminuindo assim o teor de componentes de auto-polimerização, não compensando a ausência de luz.

Mendes et al. (2010) avaliaram o grau de conversão e microdureza de um cimento resinoso dual autoadesivo (RelyX Unicem – 3M ESPE). O material foi polimerizado usando protocolos diferentes considerando o modo de polimerização, o tempo de irradiação e a interposição de um disco de cerâmica de 2 mm de espessura. Foram realizados quatro grupos: G1 - fotopolimerizado através de uma placa de vidro por 20 s; G2 - fotopolimerizado através do disco de cerâmica por 20 s; G3 - fotopolimerizado através do disco por 40 s e; G4 - somente polimerização química. Após os testes com FTIR para grau de conversão e Vicker para microdureza, verificou-se que os valores de grau de conversão foram 4 vezes maiores para os cimentos fotopolimerizados comparados com a polimerização química, não havendo diferença significativa conforme o aumento do tempo de fotopolimerização. No entanto, para microdureza, o tempo de fotoativação teve uma pequena influência, pois maiores valores foram encontrados no G3 em comparação com G2. Além disso, a presença do disco de cerâmica também influenciou considerando que o G1 teve maiores valores que G2 e G3, e o G4 após 24 h teve valores similares aos outros grupos com o mesmo tempo de armazenamento. Concluiu-se que o disco de cerâmica não afetou o grau de conversão, mas reduziu a microdureza do cimento autoadesivo, e a microdureza mostrou-se mais dependente da quantidade de luz incidente do que o grau de conversão.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar a microdureza de uma resina composta pré-aquecida fotoativada através de discos de resina indireta com diferentes espessuras.

#### **3.2 Objetivo específico**

- Avaliar a microdureza de uma resina composta pré-aquecida fotoativada através de discos de resina indireta nas espessuras de 2 mm, 3 mm e 4 mm;
- Avaliar a microdureza da resina composta pré-aquecida por meio do teste de microdureza de Vickers

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para simular as restaurações indiretas com diferentes espessuras foram confeccionados três discos da resina indireta microparticulada (SR Adoro - Ivoclar Vivadent) nas espessuras de 2 mm, 3 mm e 4 mm (Figura 1). Foram usadas duas cores da resina indireta para confeccionar discos e simular a estratificação de uma restauração indireta. Nos três discos, foram feitos 1 mm com resina mais translúcida (Incisal TS1, Ivoclar Vivadent) simulando a estratificação para o esmalte, e o restante foi preenchido com resina de dentina (Dentin/Body A2, Ivoclar Vivadent), completando a espessura de cada disco (Tabela 1). Na confecção dos discos, cada incremento foi fotoativado por 20 s. Posteriormente foram submetidos a uma polimerização adicional em uma unidade específica (Targis Power Upgrade, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) a uma temperatura de 104°C por 15 min. Através dos discos de resina composta indireta foi realizada a fotoativação dos espécimes de resina composta pré-aquecida. A composição dos materiais utilizados estão descritos na Tabela 2.

**Tabela 1.** Estratificação dos discos de resina indireta.

<b>Espessura DISCO</b>	<b>Espessura SR Adoro Incisal TS1</b>	<b>Espessura SR Adoro Dentin A2</b>
<b>2 mm</b>	1 mm	1 mm
<b>3 mm</b>	1 mm	2 mm
<b>4 mm</b>	1 mm	3 mm

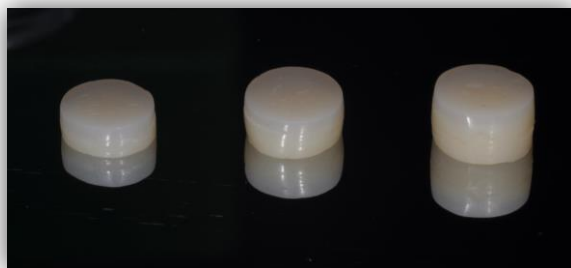
Quatro grupos experimentais foram formados de acordo com a associação entre a resina e espessura do disco de resina indireta (n=10): GR0: resina pré-aquecida sem disco (controle); GR2: resina pré-aquecida + disco 2 mm; GR3: resina pré-aquecida + disco 3 mm; GR4: resina pré-aquecida + disco 4 mm.

Os discos de resina composta pré-aquecida foram confeccionados em uma matriz de silicona com um molde interno com dimensões de 6 mm de diâmetro e 0,4 mm de altura, totalizando 40 discos.

**Tabela 2.** Composição dos materiais utilizados.

<b>Material</b>	<b>Sr Adoro</b>	<b>Filtek Z350 XT</b>
<b>Cor</b>	TS 1 A2	A2B
<b>Tipo de partícula</b>	microparticulada	nanoparticulada
<b>Percentual de cargas inorgânicas (por peso)</b>	65	72,5
<b>Composição</b>	Bis-GMA (20-42%); TEGDMA (6-10%); UDMA (1-20%); DM-DMA (0-7%); SiO <sub>2</sub> altamente disperso (19,8%); Copolímero (62,9%) Estabilizadores e catalizadores (0,4%); Pigmentos (0,1-0,3%)	Partículas de cerâmica tratada com silano (60-80%); Bis-GMA (1-10%); Bis-EMA (1-10%); sílica tratada com silano (1-10%); Sílica – óxido de zircônia tratado com silano (1-10%); diuretano dimetacrilato (5-10%); dimetacrilato polietilenoglicol (<5%); TEG-DMA (<5%); 2,6 – (BHT) (<1%).
<b>Fabricante</b>	Ivoclar Vivadent, AG, Schaan, Liechtenstein	3M ESPE, St. Paul, EUA

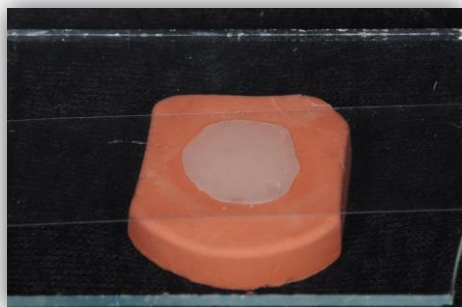
A viscosidade do compósito foi reduzida, permitindo a sua utilização como agente cimentante, por meio do pré-aquecimento das seringas no dispositivo Calset (AdDent, EUA) com uma temperatura de 68°C pelo tempo de 15 min (Figura 2). Após a remoção das seringas do dispositivo, foi inserido um incremento compatível com as dimensões do molde. Uma tira de poliéster foi posicionada sobre sua superfície e sobre ela foi posicionada e pressionada uma lâmina de vidro, com uma leve pressão digital para extravasamento dos excessos de material (Figura 3). Em seguida, o disco de resina indireta foi posicionado sobre o disco de resina pré-aquecida e realizada a fotoativação com a ponteira do fotopolimerizador posicionada sobre o disco de resina indireta (Figura 4 A e B). A fotoativação dos espécimes foi realizada com uma unidade fotoativadora a base de LED (Translux Power Blue, Heraeus Kulzer, Alemanha) com intensidade luz de 843 mW/cm<sup>2</sup>. No grupo controle (GR0) foi posicionada a tira de poliéster e uma lâmina de vidro de 1,1 mm e realizada a fotopolimerização.



**Figura 1.** Discos de resina indireta nas espessuras 2 mm, 3 mm e 4mm (esquerda para direita).



**Figura 2.** Calset (AdDent, EUA).



A



B

**Figura 3.** Matriz de silicone com a resina. **A** - Posicionado tira de poliéster e lâmina de vidro. **B** - pressão digital.



A



B

**Figura 4.** Posição de disco e fotopolimerizador. **A** - Disco de resina indireta sobre resina pré-aquecida. **B** - Ponteira de silicone para posicionar fotopolimerizador.

Para assegurar uma correta centralização da ponteira do fotopolimerizador sobre o disco de resina indireta foi utilizada uma guia de silicone de adição (Express STD, 3M ESPE, AG, USA) para minimizar a dispersão da luz fotopolimerizadora (Figura 4B). O

tempo de fotoativação foi padronizado em 120 s. Os excessos de compósito presente além dos limites definidos pelo molde foram removidos com uma lâmina de bisturi. O tempo entre a remoção da seringa do dispositivo e a fotoativação foi padronizado em 1 min para todos os espécimes.

Todos os espécimes foram armazenados por 24 h em água destilada a 37°C. Na sequência, as amostras foram incluídas em resina acrílica para facilitar a apreensão dos espécimes (Figura 5). Os espécimes passaram pelo processo de lixamento mecânico rotativo, a fim de remover qualquer desnivelamento da superfície da amostra. Cada bloco foi posicionado sobre uma Politriz (Panambra Struers DP-10, São Paulo, Brasil). Foram utilizadas lixas de carbeto de silício nas granulações de 600 e 1200 por 10 s cada (Figura 6). Em seguida, os espécimes foram lavados com jato de ar/água por 10 s e colocados no ultra-som por 5 min. O polimento foi realizado com um disco de feltro (1,0 µm), e utilizadas pastas abrasivas à base de alumina com partículas de tamanho de 1,0 µm e 0,3 µm (Figura 7). O polimento foi realizado por 20 s com cada pasta e, na troca das pastas, os espécimes foram lavados com jato de ar/água por 10s e colocados no ultra-som por 10 min. Antes da análise no microdurometro, o bloco de resina acrílica contendo as amostras foram submetidas ao paralelômetro para padronizar o paralelismo dos espécimes (Figura 8). Os espécimes foram submetidos ao teste de microdureza 24 h após o lixamento e polimento mecânico



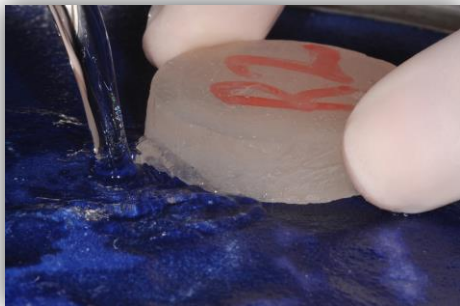
**Figura 5.** Espécimes inclusos em resina acrílica. Politriz com

600 e 1200.

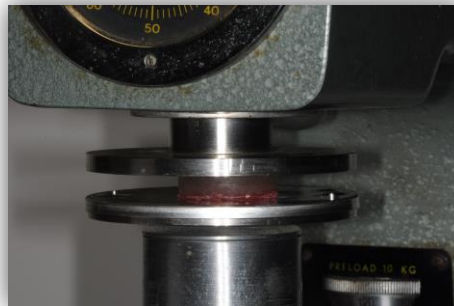


**Figura 6.** Bloco de resina acrílica sobre a

lixas de carbeto de silício nas granulações de

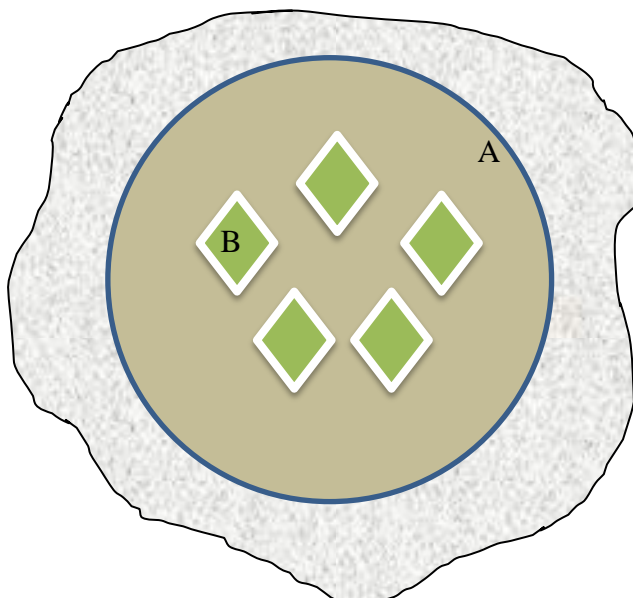


**Figura 7.** Bloco de resina acrílica sobre a politriz com disco de feltro.



**Figura 8.** Bloco de resina acrílica no paralelômetro.

A microdureza foi avaliada em um Microdurômetro (HMV 2 versão 1.23, Shimadzu, Japão) com um indentador Vickers. Foram realizadas cinco indentações, por um mesmo operador, em diferentes regiões de cada espécime, com carga de 100g aplicada por 10 s (Figura 9). O valor de dureza conferida pelo microdurômetro foi registrada por um software (CAMSTM\_WIN, Newage Testing Instruments, Inc.). Para cada corpo de prova foi calculada a média aritmética das cinco medições e que foi utilizada para a análise estatística.



**Figura 9.** Representação esquemática do teste de microdureza. A - Área de mesuração no espécime. B - Indentações da ponta Vickers



## 5. RESULTADOS

Para observar as diferenças de microdureza entre os grupos, foi conduzida a análise de variância (ANOVA) *one-way*. A normalidade dos dados de microdureza foi aceita para todos os grupos pelo teste de Shapiro-Wilk. O teste de Levene confirmou a homogeneidade das variâncias. Como o teste ANOVA não indica onde estão localizadas as diferenças estatísticas utilizou-se o teste *post hoc* de Tukey para identificar quais médias dos grupos diferem entre si. O nível de significância adotado nas análises foi de 5% ( $p \leq 0,05$ ). A análise foi realizada com auxílio dos programas Microsoft Excel 2011 (Microsoft Office system for Mac 2011) e SPSS 21 (SPSS Inc., Chicago, Il, EUA).

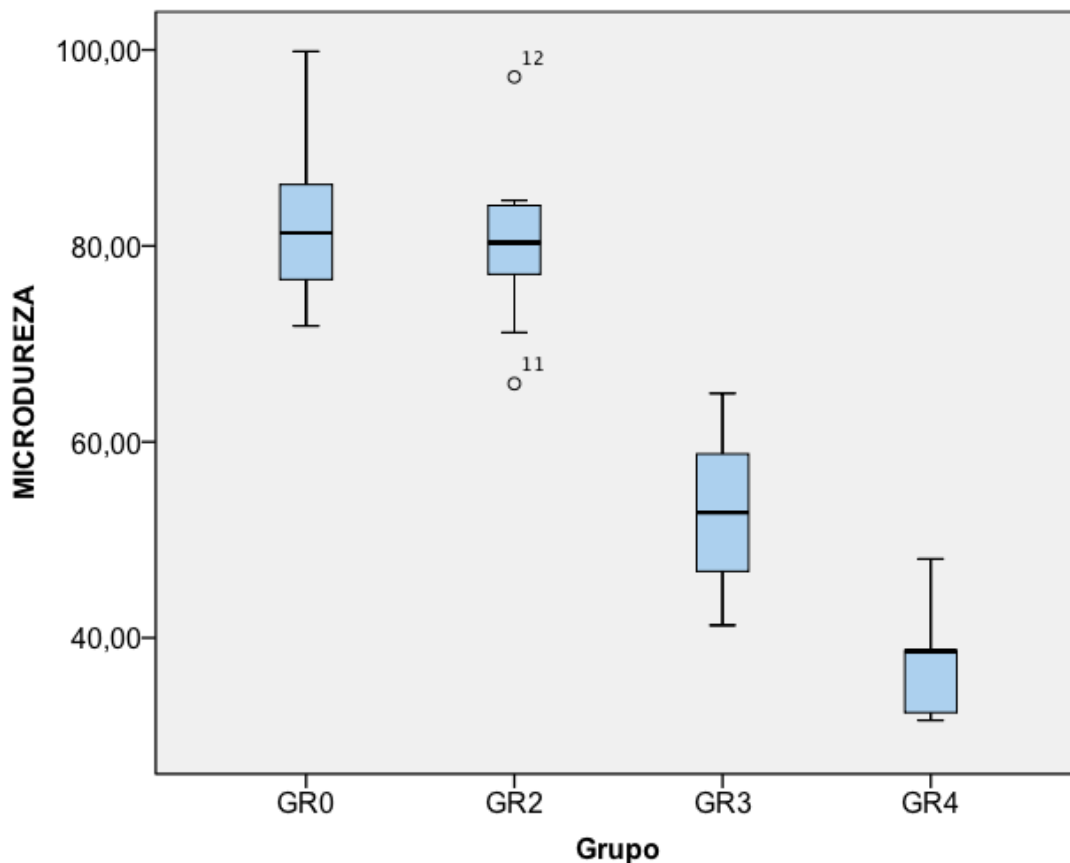
A estatística descritiva da dispersão dos valores da microdureza (VHN) está disposta na Tabela 4, e foram utilizados a média aritmética ( $\bar{x}$ ), o desvio-padrão ( $s$ ) e os valores mínimos e máximos. Também, o Figura 10 mostra os dados de microdureza apresentados na Tabela 3, e pode-se observar a variabilidade no comportamento dos quatro grupos avaliados. Pode-se afirmar que, quanto menor a “caixa”, mais concentrados são os dados representativos desse grupo.

**Tabela 3.** Médias Aritméticas ( $\bar{x}$ ), Desvios-Padrão ( $s$ ), valores mínimo e máximo obtidos por meio da mensuração da microdureza (VHN) dos quatro grupos avaliados.

GRUPOS	$\bar{x}$	$s$	Mínimo	Máximo
GR0	82,74	9,33	71,84	99,86
GR2	80,19	8,39	65,94	97,24
GR3	52,87	7,53	41,28	64,94
GR4	37,59	5,06	31,58	48,06

Notas:  
n = 10 em cada grupo

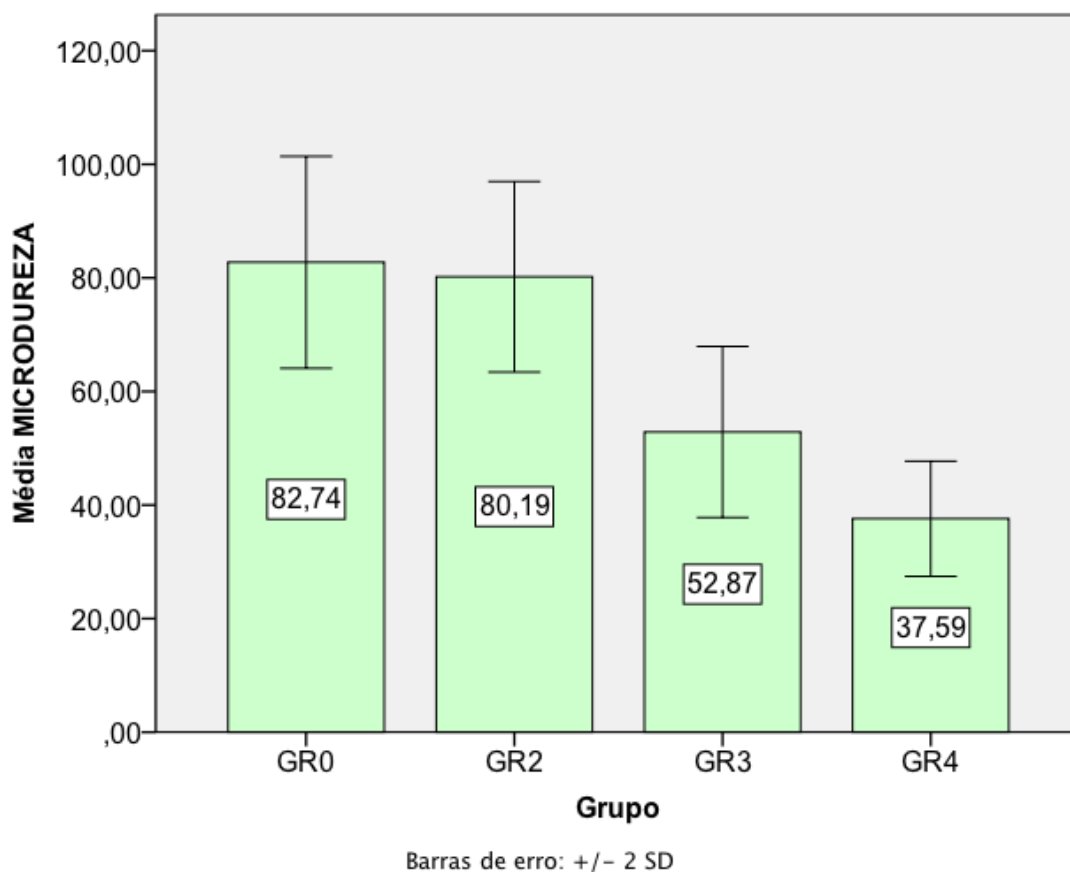
A análise de variância (ANOVA) mostrou que houve diferença estatística significativa entre os grupos (Tabela 4). A Figura 11 demonstra as médias da microdureza dos grupos avaliados.



**Figura 10.** Gráfico de dispersão (Box-plot), mostrando a distribuição dos dados representativos da microdureza dos quatro grupos avaliados.

**Tabela 4.** Análise de Variância one-way dos valores médios de microdureza dos quatro grupos avaliados.

Variáveis analisadas	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Entre Grupos	14331,632	3	4777,211	79,740	,000
Nos grupos	2156,762	36	59,910		
Total	16488,394	39			



**Figura 11.** Representação gráfica, na forma de barras verticais, das médias aritméticas e desvio padrão de microdureza dos grupos avaliados.

No entanto, com o objetivo de verificar quais grupos diferem entre si foi realizado o teste *post hoc* Tukey (Tabela 5). Foi observado que para a resina composta pré-aquecida os valores de microdureza foram semelhantes estatisticamente entre GR0 e GR2 ( $p=0,00$ ), os quais foram significativamente maiores do que o grupo GR3 ( $p<0,05$ ). O grupo GR4 apresentou valores estatisticamente menores de microdureza em comparação com GR0, GR2 e GR3 ( $p<0,05$ ).

**Tabela 5.** Tamanho da amostra (n), médias (VHN) com os respectivos resultados do teste Tukey obtidos da microdureza para os grupos avaliados.

<b>GRUPO</b>	<b>n</b>	<b>MICRODUREZA (VHN)</b>
<b>GR0</b>	10	82,74 a
<b>GR2</b>	10	80,19 a
<b>GR3</b>	10	52,87 b
<b>GR4</b>	10	37,59 c

Notas:

letras minúsculas iguais significam que não há diferença estatística ( $p > 0,05$ )

letras minúsculas diferentes significam diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ )

Assim, após análise estatística, a microdureza variou significativamente entre os grupos experimentais, sendo que: GR0 ( $82,74 \pm 9,33$ ) = GR2 ( $80,19 \pm 8,39$ ) > GR3 ( $52,87 \pm 7,53$ ) > GR4 ( $37,59 \pm 5,06$ ).

## 6. DISCUSSÃO

Um aumento da taxa de conversão de ligação duplas de carbono, grau de conversão, está relacionado com o aumento dos valores de dureza de acordo com o estudo de Zhao et al, (2012). Também, estudos observaram que os valores de dureza e de grau de conversão são diretamente proporcionais (AYUB et al., 2014; DARONCH; RUEGGEBERG; DE GOES, 2005). O teste de microdureza foi desenvolvido para poder refletir o estado da reação de presa do material e a polimerização do mesmo (COSTA, 2011). O teste de microdureza foi selecionado para este estudo pois pode ser um método de avaliação indireta do grau de conversão de compósitos (FERRACANE, 1985 apud DARONCH; RUEGGEBERG; DE GOES, 2005).

A resina composta indireta foi escolhida para o estudo, pois constituem hoje uma parte substancial de tratamentos restauradores estéticos contemporâneo para grandes restaurações de dentes severamente destruídos (D'ARCANGELO et al., 2014). Para a estratificação dos discos de resina indireta, foram utilizadas duas cores. Para estratificar o esmalte, foi utilizada uma resina mais translúcida (Incisal TS1, Ivoclar Vivadent) com 1 mm de espessura, e o restante foi preenchido com resina de dentina (Dentin/Body A2, Ivoclar Vivadent), para simular a dentina, completando a espessura de cada disco: 2 mm, 3 mm e 4 mm. A cor do material restaurador, croma e valor, influenciam sobre as propriedades mecânicas do agente cimentante (PICK et al., 2010). Devido essa influência da cor do material restaurador, também encontrada no estudo de Arrais et al. (2008), optou-se, nesse estudo, por confeccionar discos de resina indireta pela técnica de estratificação. A cor utilizada para o esmalte apresenta um maior grau de translucidez do que a cor de dentina, o que proporciona aumento da transmissão de luz. Além disso, resina ou cerâmica com croma baixo e alto valor transmite maior quantidade de luz, melhorando assim, a polimerização do agente cimentante.(PICK et al., 2010).

A transmissão da luz através do material restaurador varia conforme a quantidade de partículas dispersas que este apresenta e que corresponde as partículas de carga com índice de refração diferentes (CALLISTER, 2002 apud PICK et al., 2010). Resinas indiretas possuem dois ou mais tipos de partículas de carga e quando um feixe de luz incide desencadeia um espalhamento da luz devido as reflexão e refração que acontecem nos limites dessas partículas Quanto maior esse espalhamento menor a

translucidez do material (KIM et al., 2013). O grau de espalhamento está diretamente relacionado com a composição do material, sua porosidade, o tamanho das partículas e o comprimento de onda da luz incidente (PICK et al., 2010). Na composição da resina indireta utilizada nesta pesquisa há um alto percentual de carga inorgânica (66% do peso) e o tamanho das suas micropartículas varia entre 1 e 10  $\mu\text{m}$ . Esse fator pode ter influência no índice de transmissão de luz através do material.

No presente estudo foi observado que a espessura de 2 mm do disco de resina indireta foi estatisticamente semelhante ao grupo GR0 (controle), mostrando que a presença de uma restauração de até 2 mm de espessura não influi na polimerização do agente cimentante. Porém o GR2 apresentou valores estatisticamente maiores de microdureza (VHN  $76,44 \pm 19,12$ ) comparando com o disco de 3 mm (VHN  $46,91 \pm 8,43$ ) e 4 mm (VHN  $33,39 \pm 7,88$ ). Essa diferença vem de acordo com outros estudos que confirmam que a presença de um interposto com baixa translucidez ou o aumento da distância entre espécime e fotopolimerizador causa variação do grau de polimerização, e conseqüentemente da microdureza do agente cimentante (ARRAIS et al., 2008; KIM et al., 2013; MENDES et al., 2010).

Acquaviva et al. (2009) e Kim et al. (2013) também utilizaram discos de material restaurador em diferentes espessura para avaliar a sua influencia sobre as propriedades mecânicas do agente cimentante. Observaram que a espessura da restauração influencia de modo inverso o grau de conversão do monômero, quanto maior a espessura da restauração menor será o seu valor, e conseqüentemente menor os valores para microdureza. Alguns autores entram em acordo dizendo que o pré-aquecimento aumenta o grau de conversão, porém aumenta também a contração polimérica, trazendo um prejuízo quanto a possíveis falhas na microinfiltração pós fotopolimerização (EL-KORASHY, 2010), pois quanto mais alto for o grau de conversão maior será o estresse de contração (TARLE et al., 2002 apud SAADE et al., 2009).

As vantagens de compósitos de pré-aquecimento pode ter um impacto sobre os procedimentos de reparação diários assim como para cimentação de restaurações indiretas. A resina por si só apresenta melhores propriedade mecânicas em relação ao cimento resinoso; forma um corpo restaurador único, sem interfaces; não apresenta amina terciária na composição evitando possíveis manchamento na linha de cimentação além de baixo custo (SILVA E ROSSI, 2011). Com o pré-aquecimento, a resina mantem as propriedades mecânicas e aumenta a sua fluidez que , por sua vez, pode

melhorar a adaptação de resina não polimerizada as paredes do dente preparado, e, potencialmente, reduzir a infiltração (KARAARSLAN et al., 2012). Com o aumento da temperatura da resina antes da fotopolimerização a aplicação da luz de exposição pode ter ser usada por tempos mais curtos para proporcionar valores de conversão semelhantes aos observados em condições não aquecidos (LOHBAUER et al., 2009). Além disso, o pré-aquecimento pode aumentar significativamente a conversão de monômero acima dos níveis vistos com os métodos atuais, possivelmente melhorando as propriedades de restauração, pois a resina estando mais fluída resulta numa reação de polimerização mais completa, devido a um aumento na mobilidade radical havendo polimerização adicional (DARONCH; RUEGGERBERG; DE GOES, 2005; KARAARSLAN et al., 2012; MUNDIM et al., 2011).

Outro ponto pertinente ao pré-aquecimento da resina composta, é o fato da temperatura da resina atingir a polpa e trazer danos à mesma. Porém, vários estudos, como de Lohbauer et al (2009) e Daronch et al. (2007) comprovam por meio de acompanhamento da temperatura, que mesmo aquecendo a resina na mais alta temperatura (68°C), o material não chega com essa temperatura no dente. A temperatura diminui cerca de 35-50% desde o momento que a seringa é retirada do dispositivo de aquecimento até o processo de fotopolimerização, procedimento que leva em torno de 40 segundos a 1 minuto. Dessa forma, pode-se fazer o uso da resina pré-aquecida sem danos à polpa, sendo totalmente biocompatível. Porém, essa queda de temperatura durante o procedimento pode não trazer uma melhora significativa nas propriedades mecânicas e grau de conversão das resinas (FRÓES-SALGADO et al., 2010).

Entre os fatores que influenciam na microdureza do compósito estão: a unidade fotopolimerizadora, a intensidade da luz, o tempo de polimerização, a composição do material entre outros (PICK et al., 2010; COSTA, 2011). Devido a polimerização incompleta, monômeros residuais podem causar o aumento da toxicidade, além da redução da dureza (CEKIC-NAGAS; ERGUN, 2011), aumento de falha marginal (FRÓES-SALGADO et al., 2010) e redução da resistência de união (PRICE et al., 2011). No presente estudo optou-se pelo uso do fotopolimerizador de LED Translux Power Blue (Heraeus Kulzer) com 843 mW/cm<sup>2</sup> de potência, pois segundo Saade et al. (2009), o LED proporciona uma maior densidade de potência, maior profundidade de penetração de luz, promovendo uma polimerização mais homogênea. No estudo de Borges; Chasqueira; Portugal (2009) verificou-se, ainda, que a utilização do LED (800

mW/cm<sup>2</sup>) permitiu reduzir o tempo de exposição, não comprometendo a correta polimerização das resinas compostas.

O tempo de exposição é considerado um fator importante para o processo de polimerização (RUEGGEBERG; CAUGHMAN; CURTIS, 1994) que, conseqüentemente, influencia na microdureza (MENDES et al., 2010). Com os resultados obtidos nas pesquisas de Kim et al. (2013) e Lucey et al. (2010) em que as propriedades mecânicas dos agentes cimentantes foram melhoradas no tempo máximo de polimerização proposto (de 120 segundos), no presente estudo, o tempo de fotoativação foi padronizado em 120 segundos.

O grau de polimerização é influenciado pela natureza e quantidade de monômeros na composição do material. Nas resinas atuais, que foi utilizada no estudo, a matriz orgânica é a base de Bis-GMA (MAROVIC et al., 2013). O Bis-GMA possui um grande tamanho molecular que aumenta a densidade das ligações cruzadas, de alta viscosidade que fazem as resinas diminuir a contração de polimerização, proporcionando resinas mais resistentes que endurecem mais rapidamente (SAADE et al., 2009). Porém devido a alta viscosidade a mobilidade dos radicais e monômeros é diminuída não permitindo altos valores de grau de conversão. Por isso foi adicionado, na composição das resinas, monômeros diluentes de baixa viscosidade (TEG-DMA, UDMA, Bis-EMA) para atingir níveis aceitáveis de polimerização (FERRACANE, 2011 apud MAROVIC et al., 2013). Essa composição básica da resina utilizada no estudo pode ter influenciado nos valores de microdureza da resina composta pré-aquecida.



## 7. CONCLUSÃO

Diante das limitações deste estudo, concluiu-se:

-A espessura da resina indireta influencia na microdureza de uma resina composta pré-aquecida;

-Quanto maior a espessura da restauração de resina indireta, menor foi a microdureza do agente cimentante.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACQUAVIVA, P. A. et al. Degree of conversion of three composite materials employed in the adhesive cementation of indirect restorations: a micro-Raman analysis. **Journal of dentistry**, v. 37, n. 8, p. 610–615, ago. 2009.

ARRAIS, C. A. G. et al. Effect of curing mode on the polymerization characteristics of dual-cured resin cement systems. **Journal of Dentistry**, v. 36, n. 6, p. 418–426, jun. 2008.

AYUB, K. V. et al. Effect of preheating on microhardness and viscosity of 4 resin composites. **Journal (Canadian Dental Association)**, v. 80, p. e12–e12, 2014.

BORGES, A.; CHASQUEIRA, F.; PORTUGAL, J. Grau de conversão de resinas compostas. Influência do método de fotopolimerização. **Rev. Port. Estomatol. Cir. Maxilofac.**, v.50, p. 197-203, 2009.

CEKIC-NAGAS, I.; ERGUN, G. Effect of different light curing methods on mechanical and physical properties of resin-cements polymerized through ceramic discs. **Journal of Applied Oral Science**, v. 19, n. 4, p. 403–412, ago. 2011.

CHUNG, K. H.; GREENER, E. H. Correlation between degree of conversion, filler concentration and mechanical properties of posterior composite resins. **Journal of oral rehabilitation**, v. 17, n. 5, p. 487–494, set. 1990.

CONDON, J. R.; FERRACANE, J. L. In vitro wear of composite with varied cure, filler level, and filler treatment. **Journal of dental research**, v. 76, n. 7, p. 1405–1411, jul. 1997.

COSTA, Débora Delai. Influência da translucidez e do tipo de partículas da resina composta na microdureza. 2011. 73 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Graduação em Odontologia, Florianópolis, 2011.

D'ARCANGELO, C. et al. Five-year retrospective clinical study of indirect composite restorations luted with a light-cured composite in posterior teeth. **Clinical oral investigations**, v. 18, n. 2, p. 615–624, mar. 2014.

DARONCH, M. et al. Effect of composite temperature on in vitro intrapulpal temperature rise. **Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials**, v. 23, n. 10, p. 1283–1288, out. 2007.

DARONCH, M.; RUEGGEBERG, F. A.; DE GOES, M. F. Monomer conversion of pre-heated composite. **Journal of dental research**, v. 84, n. 7, p. 663–667, jul. 2005.

EL-KORASHY, D. I. Post-gel Shrinkage Strain and Degree of Conversion of Preheated Resin Composite Cured Using Different Regimens. **Operative Dentistry**, v. 35, n. 2, p. 172–179, mar. 2010.

FRÓES-SALGADO, N. R. et al. Composite pre-heating: effects on marginal adaptation, degree of conversion and mechanical properties. **Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials**, v. 26, n. 9, p. 908–914, set. 2010.

HIGASHI, C. et al. Estágio atual das resinas indiretas. **Pro-odonto/Estetica-Programa de Atualização em Odontologia Estética. ciclo**, p. 1–48, [s.d.].

KARAARSLAN, E. S. et al. Effect of cavity preparation techniques and different preheating procedures on microleakage of class V resin restorations. **European journal of dentistry**, v. 6, n. 1, p. 87–94, jan. 2012.

KIM, M.-J. et al. Degree of conversion of two dual-cured resin cements light-irradiated through zirconia ceramic disks. **The Journal of Advanced Prosthodontics**, v. 5, n. 4, p. 464, 2013.

LOHBAUER, U. et al. The effect of resin composite pre-heating on monomer conversion and polymerization shrinkage. **Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials**, v. 25, n. 4, p. 514–519, abr. 2009.

LUCEY, S. et al. Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness of a resin composite. **Journal of oral rehabilitation**, v. 37, n. 4, p. 278–282, abr. 2010.

MAROVIC, D. et al. Degree of conversion and microhardness of dental composite resin materials. **Journal of Molecular Structure**, v. 1044, p. 299–302, jul. 2013.

MENDES, L. C. et al. Dual-curing, self-adhesive resin cement: Influence of the polymerization modes on the degree of conversion and microhardness. **Materials Research**, v. 13, n. 2, p. 171–176, 2010.

MONTEMEZZO, S. E. et al. Onlay em Cerômero—uma Revisão Aplicada à Clínica. **Revista Íbero-americana de Prótese Clínica & Laboratical**, v. 6, n. 32, 2010.

MUNDIM, F. M. et al. Color stability, opacity and degree of conversion of pre-heated composites. **Journal of dentistry**, v. 39 Suppl 1, p. e25–29, jul. 2011.

O'KEEFE, K.; POWERS, J. M. Light-cured resin cements for cementation of esthetic restorations. **Journal of esthetic dentistry**, v. 2, n. 5, p. 129–133, out. 1990.

PICK, B. et al. Influence of curing light attenuation caused by aesthetic indirect restorative materials on resin cement polymerization. **European journal of dentistry**, v. 4, n. 3, p. 314, 2010.

PRICE, R. B. et al. The effect of specimen temperature on the polymerization of a resin-composite. **Dental Materials**, v. 27, n. 10, p. 983–989, out. 2011.

REGES, R. V. et al. Effect of light-curing units, post-cured time and shade of resin cement on knoop hardness. **Brazilian Dental Journal**, v. 20, n. 5, p. 410–413, jan. 2009.

ROSENSTIEL, S. F.; LAND, M. F.; CRISPIN, B. J. Dental luting agents: A review of the current literature. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 80, n. 3, p. 280–301, set. 1998.

- PICK, B. et al. Influence of curing light attenuation caused by aesthetic indirect restorative materials on resin cement polymerization. **European journal of dentistry**, v. 4, n. 3, p. 314, 2010.
- RUEGGEBERG, F. A.; CAUGHMAN, W. F.; CURTIS, J. W. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. **Operative Dentistry**, v. 19, n. 1, p. 26–32, fev. 1994.
- SAADE, E. G. et al. Influence of pre-heat treatment and different light-curing units on Vickers hardness of a microhybrid composite resin. **Laser physics**, v. 19, n. 6, p. 1276–1281, 2009.
- SAADE, E. G. et al. Influence of pre-heat treatment and different light-curing units on Vickers hardness of a microhybrid composite resin. **Laser physics**, v. 19, n. 6, p. 1276–1281, 2009.
- SABATINI, C. et al. Effect of pre-heated composites and flowable liners on Class II gingival margin gap formation. **Operative dentistry**, v. 35, n. 6, p. 663–671, dez. 2010.
- SILVA, M.G.R; ROSSI, D. **Avaliação da influência do aquecimento da resina composta na espessura de película para cimentação de restaurações indiretas.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Odontologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.
- WAGNER, W. C. et al. Effect of Pre-heating Resin Composite on Restoration Microleakage. **Operative Dentistry**, v. 33, n. 1, p. 72–78, jan. 2008.
- ZHAO, S. et al. The effect of preheating on light cured resin composites. **Journal of Hard Tissue Biology**, vol 21, n 3, p273-278. 2012.