

# **Trabalho de Conclusão de Curso**

**Influência da translucidez e do tipo de  
partículas da resina composta na  
microdureza.**

**Débora Delai Costa**



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



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

Débora Delai Costa

**INFLUÊNCIA DA TRANSLUCIDEZ E DO TIPO DE  
PARTÍCULAS DA RESINA COMPOSTA NA MICRODUREZA**

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

Orientador: Prof. Dr. Luiz Narciso  
Baratieri

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Renata  
Gondo Machado

Florianópolis

2011



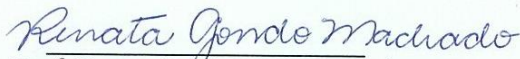
Débora Delai Costa

**INFLUÊNCIA DA TRANSLUCIDEZ E DO TIPO DE  
PARTÍCULAS DA RESINA COMPOSTA NA  
MICRODUREZA**

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.

Florianópolis, 04 de Outubro de 2011.

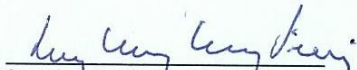
**Banca Examinadora:**



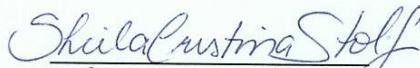
Prof.<sup>a</sup> Renata Gondo Machado, Dr.<sup>a</sup>.

Co-orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Luiz Clovis Cardoso Vieira, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.<sup>a</sup> Sheila Cristina Stolf, Me.  
Universidade Federal de Santa Catarina



Especialmente aos meus pais,  
**Marisete e Luiz Antônio**,  
obrigada por sempre acreditarem em  
mim e nos meus sonhos. Vocês são a  
inspiração dos meus dias, meu  
exemplo de força, dedicação e  
honestidade. Obrigada por sempre me  
apoiarem em absolutamente tudo o  
que faço. Amo e respeito vocês com  
todo o meu coração, vocês são a  
minha vida.

Aos meus queridos avós,  
**Luiza e Antônio**, por entenderem  
minha ausência. Amo vocês e sinto  
muita saudade, queria poder estar  
perto.





## AGRADECIMENTOS

*Agradeço à **DEUS**, que guia meus passos e me faz sentir Sua presença diariamente, me direcionando no caminho da justiça e do bem.*

*"Um professor afeta a eternidade; é impossível dizer até onde vai sua influência." (Henry Adams)*

Ao meu orientador, professor **Dr. Luiz Narciso Baratieri**, pelos ensinamentos de humildade e simplicidade. Obrigada por sempre lutar pela Odontologia da UFSC, na busca de melhores materiais e na formação de bons professores. Obrigada por nos ensinar a honrar e valorizar a nossa "casa".

À minha co-orientadora, **Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata Gondo Machado**, por estar sempre presente, resolvendo minhas dúvidas, me aconselhando, e direcionando meu caminho. Obrigada pela paciência, e por me receber sempre com alegria, fazendo tudo se tornar mais fácil. Faltam-me palavras para agradecer sua dedicação. Sua paixão por ensinar está nos seus olhos, representas para mim o real significado do que é ser "professor". Muito obrigada por tudo!!

À minha amiga e professora, **Greciana Bruzi**, pela amizade sincera, pelos conselhos, por se preocupar comigo e sempre me ouvir. Você foi a primeira pessoa a se dispor a me ensinar a pesquisar. Conviver com você é uma bênção, não consigo hoje imaginar a minha rotina sem a sua presença.

Aos **demais professores** do curso de graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

À Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina, na pessoa da coordenadora do curso **Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>a</sup>. Graziela de Luca Canto**.



*"Não caminhe na minha frente; eu não posso segui-lo. Não caminhe atrás de mim; eu não posso conduzi-lo. Apenas caminhe a meu lado e seja meu amigo." (Albert Camus)*

À minha amiga **Ana Carolina Colla**, pelo amor e amizade sinceros que me deram muita força. Agradeço a Deus por ter te colocado no meu caminho, eu não poderia ter escolhido pessoa melhor para morar comigo. Obrigada por cuidar de mim e fazer do nosso apartamento o nosso "lar". Amo você para sempre.

À minha amiga **Larissa Fernanda Pottmaier**, por compartilhar comigo todos os momentos destes cinco anos de faculdade, pelas conversas, conselhos, "fofocas". Te amo muito e te admiro amiga, és a irmã que não tive.

À minha dupla desde o início da faculdade, **Daiana Lopes Bunn**. Obrigada pelo exemplo de simplicidade, honestidade, lealdade, e amizade. Não tenho palavras para dizer o quanto aprendi com você!

Aos meus amigos **André Melo Viana Dias e Gustavo Santaella**. Obrigada pela amizade, por sempre estarem dispostos a ajudar quando precisei, em todos os aspectos.

À minha querida **turma 2007.1** pelos infinitos momentos de alegria e descontração que tive, não teria sido tão bom se não fosse com vocês.

Às minhas amigas desde sempre, **Morjana e Marcela**, obrigada pela amizade de tantos anos. Obrigada por entenderem minha ausência, quando nos encontramos sinto como se o tempo não tivesse passado. Tenho muito orgulho da nossa amizade. Amo vocês.

Ao doutorando em Denstística da UFSC **Neimar Sartori**, pela análise estatística que realizou com competência e seriedade. Obrigada por prontamente responder às minhas dúvidas.

Ao funcionário Seu **Lauro**, muito obrigada por estar sempre disposto a ajudar e facilitar meu trabalho no laboratório de pesquisa.

Ao funcionário **Luis**, obrigada pela paciência durante as tardes intermináveis no laboratório, e por sempre facilitar nosso trabalho.

À funcionária **Nilcéia**, pelos abraços de conforto nas horas difíceis. Obrigada por todo o carinho comigo.

À **todos** que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e para a minha formação.



"Renda-se, como eu me rendi. Mergulhe no que você não conhece como eu mergulhei. Não se preocupe em entender, viver ultrapassa qualquer entendimento."

(Clarice Lispector)



## RESUMO

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.

**Objetivo:** Avaliar *in vitro* a influência da translucidez e do tipo de partículas da resina composta nos valores de microdureza. **Material e método:** Foram selecionadas uma resina composta micro-híbrida (4 Seasons, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Alemanha) e uma nanoparticulada (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), nas cores A2 (esmalte e dentina) e efeito translúcido. Para cada cor, foram confeccionados 7 corpos-de-prova, com auxílio de uma matriz metálica circular (6mmx2mm), preenchida com um incremento único. A fotoativação foi realizada com uma unidade de luz halógena (Ultralux eletronic, Dabi Atlante) por 40s. O teste de microdureza foi executado com um penetrador do tipo Vickers, realizando 5 edentações de 100g/10s na superfície de cada corpo-de-prova (microdurômetro HMV, Shimadzu, Japão). O teste foi realizado 24h após a confecção dos espécimes e após 14 dias de armazenamento. **Resultados:** Em relação à cor, houve diferença entre as resinas  $A2EN(25,36) \leq A2DN(42,60) < ATN(73,79)$  na avaliação inicial. Em relação às partículas, não houve uma relação proporcional entre microdureza e tipo de carga. Nos grupos de nanopartículas e no grupo A2DMH, houve um aumento dos valores de microdureza após 14 dias. **Conclusão:** Nas 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 14 dias.

Palavras-chave: Resina composta, dureza, cor.





## ABSTRACT

COSTA, Débora Delai. **Influence of translucency and resin filler of the composite resin microhardness.** 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.

**Objectives:** To evaluate *in vitro* the influence of translucency and resin filler on microhardness. **Methods:** A microhybrid composite (4 Seasons, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Germany) and a nanofilled composite (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), color A2 (enamel and dentin) and translucent effect were selected. For each color, were made 7 specimens with the aid of a circular metal matrix (6mmx2mm), which was filled with a single increment. The polymerization was performed with a halogen light unit (Ultralux Electronic, Dabi Atlante) for 40s. Microhardness testing was performed with a Vickers indenter type (microhardness HMV, Shimadzu, Japan). Each specimen was examined in 5 different areas on its surface, in time of 10s of application of load 100g. The test was performed 24h after the preparation of specimens and after 14 days of storage. **Results:** Regarding the color, statistically significant difference was found between the resins A2EN (25.36) ≤ A2DN (42.60) < ATN (73.79) at baseline. In relation to the resin filler, there was not a proportional relationship between hardness and type of load. In groups of nanofilled and A2DMH, there was an increase in microhardness values after 14 days. **Conclusion:** In nanofilled composites, the initial hardness influences the translucency, so it is essential care for the curing of the resins with less translucency (enamel and dentin). Nanofilled resins tend to have lower initial hardness, however, significantly increase their resistance after 14 days.

Keywords: Composite resin, hardness, color.



## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Médias dos valores de microdureza das resinas compostas avaliadas no momento inicial	56
Gráfico 2 – Médias dos valores de microdureza das resinas compostas avaliadas após 14 dias	57



## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Composição e classificação das resinas compostas utilizadas no estudo	47
--	----



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Médias, desvios-padrão e resultados dos testes estatísticos para a comparação entre as resinas compostas nos dois momentos avaliados

55





## LISTA DE FIGURAS

Fig.1 – Matriz metálica	48
Fig.2 – Matriz posicionada sobre placa de vidro	48
Fig.3 – Preenchimento da matriz	48
Fig.4 – Posicionamento da tira de poliéster	48
Fig.5 – Fotoativação do espécime	49
Fig.6 – Espécimes confeccionados	49
Fig.7 – Fita adesiva e tubo plástico posicionados para inclusão dos espécimes	50
Fig.8 – Espécimes posicionados	50
Fig.9-10 – Inclusão dos espécimes com resina epóxica	50
Fig.11 – Espécimes incluídos	51
Fig.12 – Lixa elétrica rotativa	51
Fig.13 – Peso de 400g sobre cada espécime	51
Fig.14 – Lixamento mecânico	52
Fig.15 – Polimento mecânico	52
Fig.16-17 – Execução do teste de microdureza Vickers	52



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

Atm – Atmosférica  
°C – Graus Celsius (graus centígrados)  
cm - Centímetro  
cm<sup>2</sup> - Centímetro quadrado  
g – Grama  
gf – Grama força  
h - Horas  
LED – Light Emitting Diode ou luz emitida por diodo  
mW – MiliWatts  
mW/cm<sup>2</sup> - MiliWatts por centímetro quadrado  
µm – Micrômetro  
mm – Milímetro  
mm<sup>3</sup> –Milímetro ao cubo  
min – Minutos  
µg/mm<sup>3</sup> – Micrograma por milímetro ao cubo  
nm - Nanômetro  
N – Newton  
J/cm<sup>2</sup> – Joule por centímetro quadrado  
kg – Quilograma  
Kgf – Quilograma força  
rpm – Rotações por minuto  
seg – Segundos  
V – Volts  
W – Watts  
% - Porcentagem  
≤ - Menor ou igual  
< - Menor  
BIS – GMA – Bisfenol glicidil metacrilato  
TEG DMA – Trietilenoglicol dimetacrilato  
UDMA – Dimetacrilato de uretano



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>29</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>31</b>
2.1 Resinas compostas	31
2.2 Polimerização	31
2.3 Influência da Cor	35
2.4 Influência das Partículas	41
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>45</b>
3.1 Objetivo Geral	45
3.2 Objetivos Específicos	45
<b>4. MATERIAL E MÉTODO</b>	<b>47</b>
4.1 Material	47
4.2 Método	47
4.2.1 Obtenção dos espécimes	48
4.2.2 Inclusão dos espécimes	49
4.2.3 Lixamento mecânico rotativo	50
4.2.4 Polimento mecânico rotativo	51
4.2.5 Ensaio de microdureza Vickers	52
4.2.6 Análise Estatística	53
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>55</b>
<b>6. DISCUSSÃO</b>	<b>59</b>
<b>7. CONCLUSÃO</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	



## 1 INTRODUÇÃO

As resinas compostas fotopolimerizáveis revolucionaram a Odontologia, melhorando o tempo e a qualidade do trabalho (YAP; SENEVIRATNE, 2001), e cada vez mais têm sido utilizadas para a realização de restaurações. Esse material restaurador apresenta como principais vantagens a adesão à estrutura dental e excelentes propriedades ópticas e mecânicas.

Para agradar pacientes e profissionais, tem-se desenvolvido resinas compostas com opções diversas de cores e com uma larga variação de translucidez, que permitem quase que uma ilimitada possibilidade de o material imitar a estrutura dental, para obtenção de resultados cada vez mais naturais. Isso é importante, já que o dente é uma estrutura policromática determinada pela interação do esmalte e dentina. Uma vez que estes sistemas tornaram-se cada vez mais completos, é interessante verificar se o método de polimerização é igualmente adequado, pois um maior grau de translucidez infere em maior propagação de luz.

Além das propriedades ópticas, esses materiais vêm modificando a sua composição e característica das partículas, a fim de garantir melhores propriedades físicas e mecânicas. Os compósitos são formados por uma matriz orgânica (monômeros, iniciadores, modificadores de cor, entre outros), uma matriz inorgânica (carga), e um agente de união. A morfologia e o tamanho das partículas têm muita influência nas propriedades do material, como lisura superficial, viscosidade, resistência à fratura, desgaste, contração e profundidade de polimerização (KAWAGUCHI, 1994).

Para que a resina composta tenha um desempenho excelente, não basta que as propriedades ópticas e mecânicas sejam ótimas se a polimerização não for o mais completa possível. Essa conversão de monômeros em polímeros pode ser influenciada pelo tipo de unidade fotoativadora (PILO; CARDASH, 1992), pela intensidade da luz e penetração de luz no material (RUEGGBERG; CAUGHMAN; CURTIS, 1994), tempo de polimerização, cor da resina composta (BROSH *et al.*, 1997), dentre outros fatores, que juntos garantem a melhora das propriedades. Caso contrário, vários problemas podem surgir, tais como o aumento da toxicidade, a redução da dureza, aumento de pigmentação, diminuição do módulo de elasticidade,

aumento do desgaste, aumento de falha marginal, e adesão fraca entre dente e restauração (PRICE *et al.*, 2002).

Com o intuito de avaliar o grau de polimerização das resinas compostas, diversas metodologias foram desenvolvidas, dentre elas o teste de microdureza, que pode refletir o estado da reação de presa do material e a polimerização do mesmo. Embora a microdureza de resinas compostas seja um assunto amplamente estudado, o tema ainda apresenta resultados conflitantes, havendo a necessidade do desenvolvimento de mais pesquisas na área.

Tendo em vista o exposto, o presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito da translucidez e do tipo de partículas da resina composta na microdureza.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 RESINAS COMPOSTAS

As resinas compostas são materiais poliméricos repletos de ligações cruzadas, reforçados por uma dispersão de vidro, cristais ou partículas de carga orgânica de resina e/ou pequenas fibras, unidos a matriz por agentes de união silanos. A incorporação de partículas de carga em uma matriz resinosa melhora as propriedades do material, desde que as partículas estejam bem unidas à matriz orgânica. (ANUSAVICE, 2005)

Mecanicamente, de acordo com as partículas, as resinas compostas poderiam ser divididas, em micro-partículas, micro-híbridas e híbridas. As resinas de micro-partículas, com carga de aproximadamente 0,04 micrômetros de diâmetro (sílica coloidal) e cerca de 50% de concentração por peso, se caracterizam por serem extremamente políveis, vítreas e estéticas, mas com a imprópriedade quanto à fragilidade e pequena resistência à fratura e desgaste em processo de fadiga. As resinas híbridas se caracterizam por possuírem uma maior quantidade de carga, sendo pelo menos uma delas a sílica coloidal, chegando a uma concentração de 70 a 90% (híbridas do tipo *flow* podem chegar a concentrações menores), por peso. Comportam-se mecanicamente com mais eficiência, sendo indicadas para situações de stress oclusal, mas pecam no quesito manutenção do polimento superficial (HIRATA, AMPESSAN, LIU; 2001). Atualmente, encontram-se disponíveis as resinas nanoparticuladas com partículas que variam de 0,04 à 0,1µm associadas à carga com tamanho de 0,4 a 1 µm. Estes materiais representam uma evolução no sentido de equilibrar estética e propriedades mecânicas, configurando uma resina Universal, tanto para dentes anteriores quanto para posteriores.

### 2.2 POLIMERIZAÇÃO

Mandarino e Porto (1989) avaliaram a microdureza de 3 resinas compostas, fotoativadas por 3 aparelhos, variando a intensidade luminosa e o comprimento de onda. As unidades de luz selecionadas

foram Translux, Heliomat e Primelite. As resinas compostas selecionadas foram Durafill (cor U), Heliosit (cor 20) e Herculite (cor L). Os espécimes foram confeccionados com o auxílio de matrizes de aço inoxidável (10x5mm), fotoativadas durante 40s para confecção dos corpos-de-prova. Após a polimerização, realizada com cada uma das unidades, a resina composta que não havia polimerizado era desprezada e os corpos-de-prova removidos do interior da matriz e seccionados no sentido de seu longo eixo para análise da microdureza Vickers. Os autores concluíram que os materiais avaliados apresentaram valores de microdureza diferentes entre si, sendo que a resina composta Herculite apresentou maiores valores. Até a profundidade de 3mm, a microdureza não foi alterada e, a partir deste ponto, houve relação inversa entre microdureza e espessura do material. Quanto aos aparelhos utilizados, os 3 proporcionaram o mesmo nível de microdureza para os materiais.

Rueggeberg; Caughman; 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, contendo filtros de densidade neutra para reduzir emissão de luz. 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>. Após armazenagem dos corpos-de-prova em recipiente opaco por 24h, foi realizado o teste de espectroscopia infravermelha em diferentes profundidades. 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 compostas no topo. Na profundidade de 1mm, 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.

Machado *et al.* (2005) verificaram a capacidade de polimerização de 2 tipos de aparelhos (LED e luz halógena), através da avaliação da dureza de uma resina composta (Charisma, Heraeus Kulzer, cor A3), variando a profundidade de polimerização. Foram confeccionados 5 espécimes para cada aparelho. A resina composta foi inserida em uma matriz (4mm de diâmetro e 5mm de altura) em incremento único, e

exposta à luz por 40s. Com auxílio de uma régua milimetrada e uma lâmina de bisturi n.15, foi traçada uma linha no sentido do longo eixo do corpo-de-prova, o qual foi dividido em cada milímetro. Os espécimes foram mantidos em estufa a 37°C durante 24h, e então foram submetidos ao teste de microdureza Vickers, com uma carga de 300g por 15s. Os autores verificaram que no grupo de luz halógena não houve influência da profundidade de polimerização na microdureza. Por outro lado, para o LED, o primeiro milímetro apresentou maiores valores de dureza, ao passo que o terceiro milímetro apontou menores valores. Em se tratando dos aparelhos fotopolimerizadores, o aparelho à base de LED levou a menores valores de dureza quando comparado ao aparelho com luz halógena.

Almeida *et al.* (2006) avaliaram a microdureza de uma resina composta micro-híbrida, Z250 (3M ESPE) na cor A3, fotoativada em diferentes espessuras. Foram confeccionados 20 corpos-de-prova utilizando uma matriz de teflon branca, constituída de duas partes, onde a parte inferior é uma peça única (suporte), e a superior é dividida em 2 segmentos, com um semi-círculo em ambas as partes, unidas por parafusos, com dimensões internas de 7mm de diâmetro e 3mm de espessura. Outros 20 espécimes foram confeccionados em uma matriz semelhante porém com 5mm de espessura. A matriz foi apoiada em uma placa de vidro, e a resina foi inserida em incremento único, sendo a face irradiada comprimida com uma lamínula de vidro. As 40 amostras foram divididas em 4 grupos: 10 amostras de 3mm e 10 amostras de 5mm de espessura fotoativadas por luz halógena progressiva (comprimento de onda entre 400-500nm, potência de 240mW, e ponta de diâmetro 8mm), 10 amostras de 3mm e 10 amostras de 5mm fotoativadas por luz LED progressiva (13 leds com comprimento de onda em 470nm, diâmetro do feixe de 10mm, potência de 35mW). Os espécimes foram incluídos para facilitar a manipulação e análise da microdureza Vickers. Foram realizadas 3 edentações em cada espécime, com distância entre elas de 47,5µm, com carga estática de 50 Kgf por 7s. Os autores concluíram que os grupos ativados com luz LED progressiva obtiveram um resultado de microdureza inferior aos grupos fotoativados com luz halógena progressiva, independente da espessura de resina composta estudada nesse experimento.

Borges; Chasqueira; Portugal (2009) avaliaram a influência do método de polimerização no grau de conversão de 4 resinas compostas. 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 ( $400 \text{ mW/cm}^2$ ) por 40s e LED ( $800 \text{ mW/cm}^2$ ) por 20s. As resinas compostas selecionadas foram: Suprafil (R&S), Natural Elegance (Henry Schein), Proclinc Composite PM (Madespa), e Filtek Z250 (3M ESPE). A fotopolimerização foi realizada apenas no topo de cada corpo-de-prova, e foi usado esmalte humano como material refletor. Após 24h de armazenamento em meio seco e escuro, 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 Proclinc/luz halógena (0,79). Além disso, verificou-se que a utilização do LED ( $800 \text{ mW/cm}^2$ ) permitiu reduzir o tempo de exposição, não comprometendo a correta polimerização dos compósitos.

Cekic-Nagas; Egilmez; Ergun (2010) avaliaram o efeito de diferentes distâncias de fotoativação (2mm e 9mm) nos valores de microdureza de resinas compostas fotoativadas com luz halógena por 20s (QTH,  $1000 \text{ mW/cm}^2$ , Blue Swan Digital, Dentanet, Ankara, Turkey), LED por 20s ( $1200 \text{ mW/cm}^2$ , Elipar Freelight 2, 3M ESPE, USA) e arco de plasma por 10s ( $2250 \pm 50 \text{ mW/cm}^2$ , PlasmaStar, SP-2000, Monitex, Taiwan). Foram selecionadas 5 materiais na cor A2: Simile (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, USA); Clearfil AP-X (Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japan); Aelite Aesthetic Enamel (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA); Grandio caps (Voco GmbH Cuxhaven, Germany); e Filtek Z250 Universal Restorative (3M ESPE, St. Paul, MN, USA). Foram confeccionados espécimes circulares de dimensões  $2 \times 6 \text{ mm}$ , com auxílio de uma matriz. Após fotoativação, os espécimes foram armazenados em ambiente seco e escuro a  $37^\circ\text{C}$  por 24h. Para o teste de microdureza (Shimadzu HMV; Shimadzu Corporation, Tokyo, Japan) foram realizadas 3 edentações no topo de cada espécime, com carga de 200g por 15 seg. Foi concluído que a alta potência dos LEDs pode ser considerado mais efetiva que as unidades de luz halógena e arco de plasma no que diz respeito à polimerização de resinas compostas. Os valores de microdureza Vickers de quase todas as resinas diminuíram com o aumento da distância unidade fotoativadora/resina composta, exceto a Filtek Z250 e Grandio Caps fotoativadas com arco de plasma, e Aelite Aesthetic para esmalte fotoativada com luz halógena. As resinas compostas apresentaram

diferentes valores de microdureza, dependendo da sua composição, partículas de carga, e método de polimerização.

## 2.3 INFLUÊNCIA DA COR

Pereira *et al.* (1999) avaliaram a influência da intensidade de luz, tempo de exposição, cor e profundidade da resina composta, na dureza superficial. Foram confeccionados 144 corpos-de-prova da resina composta Charisma (Heraeus-Kulzer, Wehrheim, Germany), nas cores A1 e C4. Foi utilizado um aparelho fotopolimerizador CU-100R (DMC LTDA) conectado a um autotransformador, que produziu 12 alterações na intensidade de luz. Foram utilizados tempos de exposição de 40s e 60s com cada uma das cores de resina composta, e com cada valor de intensidade de luz. Com os resultados obtidos, foi possível concluir que, quando submetida à polimerização com diferentes intensidades de luz, a dureza superficial da resina composta é alterada. Ainda, o tempo de 60s promoveu maior dureza do que o tempo de 40s, e a cor C4 proporcionou resultados superiores aos da cor A1. Foi sugerido, então, que possivelmente o pigmento cinza da cor C4 pudesse transmitir a luz através do material de forma mais satisfatória do que o pigmento marrom empregado na cor A1.

Martins *et al.* (2002) avaliaram a influência da intensidade da luz e cor de uma resina composta no grau de microdureza Knoop. Uma resina composta (Fill Magic, Vigodent) foi utilizada nos matizes A, B, C, D e I, cromas 3. Um incremento único foi utilizado para a confecção dos corpos-de-prova, através de matrizes de poliéster envoltas por anel de cobre, que continham no centro uma cavidade de 2mm de espessura por 6mm de diâmetro. Utilizou-se o aparelho fotopolimerizador Elipar Trilight (ESPE), durante 40s, o qual foi calibrado para emitir 3 intensidades de luz: MED – 450 mW/cm<sup>2</sup>, STD – 800 mW/cm<sup>2</sup>, e uma intensidade de luz gradativa EXP de 100 mW/cm<sup>2</sup> a 800 mW/cm<sup>2</sup>. Foram confeccionados 18 espécimes para cada cor (6 espécimes por intensidade de luz), totalizando 90 corpos-de-prova. Após 24h em estufa a 37°C, foram realizados os testes de microdureza Knoop (HMV-200 Shimadzu Microhardness Tester – Japão) nas regiões de superfície e fundo, utilizando a carga de 100g durante 10s, totalizando 10 penetrações por amostra (distância de 1mm entre as penetrações), sendo 5 na superfície de incidência de luz e 5 na região oposta à esta

incidência, perfazendo 900 medições no total. Foi possível observar que a cor da resina composta utilizada não influenciou o grau de microdureza Knoop. Em relação à intensidade de luz, foi obtido maior grau de microdureza utilizando a intensidade de luz progressiva, associada ao tempo de exposição de 40s. Os menores valores de microdureza foram obtidos no grupo em que foi utilizada a intensidade MED de 450 mW/cm<sup>2</sup>, e valores intermediários foram obtidos nos espécimes em que a intensidade de luz utilizada foi de 800 mW/cm<sup>2</sup>.

Aguiar *et al.* (2005) avaliaram a influência da cor dos compósitos na dureza da superfície e fundo, com variação da distância da ponta do aparelho de fotoativação (2, 4 e 8mm) para o compósito. Foi utilizada uma resina composta híbrida (Z250, 3M ESPE) para confecção dos espécimes cujas dimensões correspondiam a 2mm de espessura por 4mm de diâmetro. Os corpos-de-prova foram pressionados por uma carga estática de 500g, e a cavidade da matriz foi então preenchida com incremento único de resina composta polimerizada de acordo com 9 grupos experimentais: 3 distâncias de fotoativação (2mm, 4mm e 8mm) e 3 cores de resina composta (A1; A3,5 e C2). Todas as amostras foram polimerizadas por 20s, com uma intensidade de 550 mW/cm<sup>2</sup>. Os autores concluíram que muitas variáveis afetam a microdureza do compósito, e conseqüentemente a polimerização. Os autores demonstraram ainda, que matizes mais escuros diminuem a capacidade de penetração da luz dentro da massa do compósito. A distância da ponta do aparelho fotoativador e a cor da resina composta são fatores importantes a serem considerados em se tratando da obtenção de uma polimerização adequada.

Strang (2005) avaliou a microdureza de uma resina composta nanoparticulada (Filtek Supreme – 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) utilizando diferentes cores (A1E e B1E), submetida à polimerização por LED (789 mW/cm<sup>2</sup>) e luz halógena (450 mW/cm<sup>2</sup>) e variando o tempo de exposição de 20s para 40s. Foram confeccionados 10 espécimes para cada grupo, com auxílio de matriz de sílica (4x6mm), divididos em 8 grupos (cada resina composta foi fotoativada com luz halógena por 20s e 40s, e por LED também por 20s e 40s). Após fotoativação e armazenagem por 24h, os corpos-de-prova foram incluídos e o teste de microdureza Vickers (Digital Microhardness Tester) foi realizado com 3 edentações no topo de cada espécime, com carga de 100g por 7s. Com base nos resultados, a autora concluiu que houve diferença estatística apenas quanto ao tempo de fotoativação, onde os grupos com 20s de fotoativação apresentaram menor microdureza. A cor não exerceu

influência na microdureza quanto ao tipo de fotoativação. Também não houve diferença entre os tipos de fotoativação convencional ou LED.

Della Bona *et al.* (2007) avaliaram a influência da cor e tempo de irradiação na microdureza de resinas compostas testando duas hipóteses: 1 – O aumento do tempo de fotopolimerização produz maior dureza superficial em diferentes profundidades (0 e 3mm) de resina composta; e 2 – Um compósito mais escuro (A3) necessita de maior tempo de irradiação do que um compósito mais claro (A1). Foram confeccionados 24 espécimes (5x3mm) de forma circular, em incremento único de 3mm, para cada cor (A1 e A3) de uma resina composta (Z100, 3M/ESPE, St. Paul, MN, USA). Os grupos foram divididos em 3 (n=8), de acordo com os tempos de fotoativação (10s, 20s, 40s). Foi utilizada uma unidade de luz halógena (Ultra Lux 200; Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) a 400 mW/cm<sup>2</sup>, posicionada a 1mm da superfície do espécime, amparada sobre uma lâmina de vidro. Após a fotopolimerização, os corpos-de-prova foram armazenados por 24h a 37°C em um recipiente à prova de luz. O teste de microdureza Vickers (Duramin; Struers A/S, Rodovre, Denmark) foi realizado com 3 edentações na base e na superfície de cada espécime, com carga de 100g durante 15s. Os autores concluíram que ocorreram diferenças significativas entre o topo e a base para cada combinação de cor/tempo de fotoativação (p=0,0001) e também entre os tempos de fotoativação de mesma combinação cor/superfície (p=0,0001), exceto entre A1S20 e A1S40. A hipótese 1 foi confirmada, e a hipótese 2 foi parcialmente rejeitada. Para alcançar adequada dureza em restaurações de até 3mm de espessura, o clínico deve fotoativar a resina composta por 40s.

Thomé *et al.* (2007) pesquisaram a influência do tamanho dos incrementos de resina composta, cor, e distância da fonte de luz no grau de polimerização e microdureza superficial de resinas compostas. Foi selecionada uma resina composta micro-híbrida (Filtek Z250 – 3M, Dental Products Division, St. Paul, MN, USA; cores A1 e A3,5) e uma nanoparticulada (Filtek Supreme – 3M, Dental Products Division, St. Paul, MN, USA; cores A1B e A3.5B). Para cada cor, foram confeccionados 21 espécimes, sendo 7 espécimes para cada distância de fotoativação (0mm, 6mm, 12mm), totalizando 84 espécimes. Os corpos-de-prova foram obtidos com auxílio de uma matriz de teflon preta, de dimensões 5x2mm. A resina foi inserida em incremento único e, após fotoativação por 20s utilizando uma unidade de luz halógena (XL 3000 – 3M), os espécimes foram armazenados por 24h. A microdureza Vickers (HMV-2000; Shimadzu Corporation, Japan) foi obtida com

carga de 50g aplicada por 45s. Foram realizados 5 edentações na superfície e outras 5 na base de cada espécime, totalizando 10 edentações. Os autores concluíram que todos os fatores analisados (cor, distância e tipo de resina composta) exerceram influência na microdureza. Portanto, um maior tempo de exposição e incrementos menores (em torno de 1mm) devem ser usados em resinas mais escuras e/ou em resinas com pequenas partículas de carga. A distância entre a ponta do aparelho fotoativador e a superfície da resina composta deve ser a mais próxima possível.

Anfê *et al.* (2008) avaliaram a microdureza de diferentes marcas comerciais de resinas compostas com diferentes graus de translucidez. Para a realização da pesquisa, foram selecionadas 7 resinas compostas: Charisma, Haraeus-Kulzer (Wehrheim, Germany); Fill Magic, Vigodent (Rio de Janeiro, RJ, Brazil); Master Fill, Biodinâmica (Ibiporã, PR, Brazil); Natural Look, DFL (Rio de Janeiro, RJ, Brazil); Opallis, FGM (Joinville, SC, Brazil); Tetric Ceram, Ivoclar Vivadent (Schaan, Liechtenstein); e Z250, 3M ESPE (St. Paul, MN, USA). Para cada marca, foram selecionadas 3 cores (esmalte B2, dentina B2, e efeito translúcido), perfazendo um total de 21 grupos, com 5 espécimes para cada grupo. Para a confecção dos espécimes foi utilizada uma matriz de Teflon, com 5mm de diâmetro e 2mm de espessura. A resina composta foi fotoativada (JetLite 4000 Plus, J. Morita USA Inc., Mason Irvine, CA, USA) por 40s, através da lâmina de vidro. Os corpos-de-prova foram armazenados por 7 dias em água destilada a 37°C. As mensurações de microdureza foram realizadas com um penetrador do tipo Vickers (HMV 2000, Shimadzu, Kyoto, Japan), com carga de 50g por 45s. Em cada espécime, foram realizadas 5 edentações. A resina Z250 foi a que demonstrou melhores resultados de microdureza. Quando comparados os 3 grupos pesquisados em uma mesma marca comercial, apenas a Master Fill e a Fill Magic apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos. Charisma, Opallis, Tetric Ceram e Z250 mostraram diferença estatisticamente significativa entre alguns dos grupos testados. Baseados nos resultados, os autores concluíram que não foi possível estabelecer uma relação entre translucidez e os valores de microdureza obtidos nas resinas compostas. Entretanto, dependendo da marca comercial, a variação de translucidez afetou os valores de microdureza das resinas compostas.

Souza *et al.* (2009) avaliaram a microdureza de resinas compostas frente à influência da cor e diferentes intensidades de luz halógena e LED. Para a realização deste estudo, foram utilizadas as resinas



compostas Concept (Vigodente), MasterFill (Biodinâmica), e Z100 (3M ESPE), nas cores A1 e A2. A fotopolimerização foi realizada por 40s, utilizando os aparelhos fotopolimerizadores Optilight 600 (Gnatus – 350 mW/cm<sup>2</sup>), Ultraluz (Dabi Atlante – 450 mW/cm<sup>2</sup>), Optilight LD III (Gnatus – 350 mW/cm<sup>2</sup>) e UltraLED (Ivoclar-Vivadent – 600mW/cm<sup>2</sup>). Foram confeccionados 24 espécimes para cada cor das resinas compostas selecionadas, ou seja, 6 corpos-de-prova por intensidade de luz, totalizando 144 corpos-de-prova. Os espécimes foram confeccionados com auxílio de uma matriz de aço inoxidável (8mm de diâmetro e 2mm de espessura), e foi realizada fotopolimerização por 40s com a ponteira em contato com a tira de poliéster. O teste de microdureza Knoop (HMV-2000 Shimadzu Microhardness Tester, Japão) foi realizado após 24h de armazenamento, empregando uma carga de 100g por 10s, com 5 edentações na superfície de incidência de luz e 5 edentações na região oposta, com distância de 1mm entre elas, totalizando 1440 edentações. Considerando as condições experimentais, foi possível concluir que, independente do tipo de compósito, a microdureza na região de superfície foi maior do que na região de fundo. A cor da resina composta não exerceu influência estatisticamente significativa no grau de microdureza Knoop.

Jeong *et al.* (2009) investigaram a influência da cor no grau de polimerização das resinas compostas. Para tal, foi realizada a avaliação da microdureza, contração de polimerização e mudança de cor, das diferentes tonalidades de 2 resinas compostas. As resinas compostas selecionadas foram: Z250 (3M ESPE), nas cores A3, A3.5, B3 e C3, e Solitaire 2 (Heraeus Kulzer), nas cores A3, A3.5, B3, e B4. Para a fotopolimerização, foi selecionada uma unidade de luz halógena (Optilux 501, Kerr, Dansbury, CT, USA). A fim de mensurar o número de fótons transmitidos pelos espécimes, foram empregados o detector de arranjos de diodos e o espectrômetro. A resina composta foi inserida em uma matriz circular de acrílico (7mm de diâmetro e 2mm de espessura), e fotoativada por 40s, e após foi posicionada no centro do disco de Teflon. Para mensurar a microdureza (MVK-H1, Akashi Co., Tokyo, Japan) de superfície (edentador tipo Vickers), a resina foi inserida em uma matriz metálica (4x2x3mm), fotoativada por 40s, e então removida da matriz. Após 24h de armazenamento, foi testada a microdureza de topo (z=0mm), lateral (z=1mm e 2mm), e fundo (z=3mm). Foi possível concluir que os espécimes de um mesmo fabricante mostraram distribuição de reflexão similares, apesar das diferenças de tonalidade. Entre os dois produtos testados, espécimes da mesma cor apresentaram

valores similares de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Não obstante, uma vez que a cor A3.5 da Z250 e a cor A3 da Solitaire 2 mostraram os maiores e menores valores, respectivamente, de distribuição de absorção, seus valores de microdureza foram os menores e maiores, correspondentemente. Quanto à mudança de cor, uma leve descoloração foi observada para ambos os produtos, independentemente da cor. A conclusão macroscópica deste estudo é que as diferentes tonalidades das resinas compostas testadas têm mínima diferença na microdureza, contração de polimerização, e mudança de cor.

Guiraldo *et al.* (2009) investigaram a influência de diferentes cores de resina composta na correlação entre a transmissão de energia da luz pelo compósito, dureza e densidade de ligação cruzada (CLD). Foi utilizada a resina composta Filtek Z250 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) nas cores A1, A2, A3, A3.5 e A4. Para a fotoativação foi selecionada uma unidade de luz halógena (XL 2500; 3M ESPE) na intensidade de  $900 \text{ mW/cm}^2$ . O diâmetro da ponta da unidade fotoativadora foi mensurado com um paquímetro digital (digital caliper; model CD-15C; Mitutoyo, Kawasaki, Japan) a fim de determinar a área da ponta. A irradiação foi calculada dividindo a intensidade da luz pela área da ponta da unidade fotoativadora. Trinta espécimes cilíndricos foram confeccionados para cada cor, com auxílio de uma matriz circular de elastômero (2x7mm), e a fotoativação realizada por 20s. Teste da transmissão de energia de luz - Dez espécimes aleatoriamente selecionados de cada cor foram conectados à ponta da unidade fotoativadora em um papel adesivo preto. A luz que ultrapassava pelo espécime foi mensurada com um medidor de energia (Ophir Optronics). Os valores de distribuição espectral foram obtidos utilizando um espectrômetro (USB 2000). Após fotoativação e armazenamento a  $37^\circ\text{C}$  por 24h, 10 espécimes foram aleatoriamente selecionados para o teste de microdureza e outros 10 para o teste de CLD. Foi realizado o teste de microdureza Knoop (HMV 2; Shimadzu, Kyoto, Japan) com 3 edentações no topo e outras 3 na base, com carga de 50gf por 15s. Teste de CLD – O polimento e as edentações foram realizados do mesmo modo que o teste de microdureza. Os espécimes foram mergulhados em etanol puro por 24h a fim de amolecer o material, e o teste de microdureza foi novamente realizado. O CLD foi estimado pelo efeito de amolecimento produzido pelo etanol. A porcentagem de decréscimo da microdureza do segundo teste em relação ao primeiro foi calculada para as duas superfícies. Baseados nos resultados dos testes, os autores concluíram que a transmissão de energia da luz é influenciada pela cor

da resina composta. A dureza do compósito também é influenciada pela cor da resina. Entretanto, a cor da resina não exerceu influência no CLD.

## 2.4 INFLUÊNCIA DAS PARTÍCULAS

Kim; Ong; Okuno (2002) avaliaram o efeito da morfologia das partículas de carga na microdureza, resistência flexural, módulo flexural e resistência à fratura de resinas compostas. Foram confeccionados espécimes para o teste de resistência à fratura (teste de 3 pontos), microdureza Vickers, resistência e módulo flexural. Os espécimes resultantes do teste de resistência à fratura foram analisados por microscopia eletrônica de varredura-Field emission, para classificar diferentes compósitos em 4 grupos, de acordo com a morfologia da partícula. O conteúdo de carga em peso e volume também foi determinado por métodos padronizados. Os compósitos foram classificados em 4 categorias: pré-polimerizados, formato irregular, pré-polimerizados com formato irregular, e partículas arredondadas. A porcentagem de carga foi influenciada pela morfologia da partícula. Assim como as propriedades mecânicas tiveram relação com o conteúdo de carga. Compósitos com maior volume de carga exibiram maior resistência flexural, módulo flexural e microdureza. A resistência à fratura também foi afetada pelo volume de carga. Os autores concluíram que a morfologia da partícula influenciou o conteúdo de carga e as propriedades mecânicas.

Kwon *et al.* (2006) avaliaram a qualidade da polimerização, através da microdureza, contração de polimerização, coeficiente de expansão térmica e morfologia de superfície de resinas compostas híbridas, durante e após fotopolimerização associado à termociclagem. Em relação à microdureza, os materiais apresentaram diferentes valores, não sendo influenciados pelo estímulo térmico. Houve uma correlação linear entre o conteúdo de carga (vol. %) e a microdureza dos espécimes. Em relação à contração de polimerização, houve um aumento apenas durante a fotopolimerização. O coeficiente de expansão térmica demonstrou uma correlação inversa com o conteúdo de carga. Partículas maiores apresentaram maior deslocamento do que as partículas pequenas.

Herbstrith Segundo *et al.* (2007) estudaram a influência do método de polimerização na microdureza de um compósito restaurador

micro-híbrido. Foram confeccionados 30 espécimes (6mmx3mm) com a resina Charisma na cor B1, para cada regime de ativação: luz halógena (Optilight plus, Gnatus, São Paulo, Brasil); LED (RadII, SDI, Bayswater, Victória, Austrália); e compósito fotopolimerizado (Optilight plus, Gnatus, São Paulo, Brasil) com ciclo adicional de polimerização em autoclave (Cristófoli, 121, Paraná, Campo Mourão, Brasil, 120°C por 20 min a 2 atm). Após o armazenamento em água destilada a 37°C, foram realizados os testes de microdureza Vickers (Shimadzu HMV, Shimadzu, Kyoto, Japan), o qual foi repetido 7 e 14 dias após a imersão na solução. Foram realizadas duas edentações em cada corpo-de-prova, com intervalo de 1mm entre elas, utilizando carga de 100g por 15s, perfazendo 180 edentações. Foi possível concluir que os valores de microdureza entre os grupos que foram polimerizados com LED e luz halógena, não apresentaram diferença estatisticamente significativa, para os 3 tempos de armazenagem. Por outro lado, observou-se diferença estatisticamente significativa nos espécimes polimerizados com luz halógena, ao comparar os tempos de armazenagem de 24h com 7 e 14 dias. Os maiores valores de microdureza foram obtidos no regime de polimerização com ciclo adicional de autoclave, quando comparado com os outros dois tipos de polimerização utilizados nesta pesquisa.

Papadogiannis *et al.* (2008) analisaram as propriedades viscoelásticas de resinas compostas através de testes dinâmicos e estáticos para determinar a influencia da temperatura, meio e tempo de armazenagem. Três compósitos nanoparticulados foram testados quanto ao módulo de cisalhamento, módulo de elasticidade, coeficiente de Poisson e outros parâmetros viscoelásticos. Todos os materiais apresentaram uma diminuição significativa nos módulos com o aumento de temperatura, enquanto o efeito do armazenagem em água proporcionou diferença entre os compósitos. Os autores concluíram que o tamanho das partículas não é o único fator que afeta o comportamento elástico dos compósitos.

Santos *et al.* (2008) avaliaram a transmissão de luz através de uma resina composta híbrida (Filtek Z250) e uma nanoparticulada (Filtek Supreme XT). A hipótese testada foi que o tamanho das partículas de carga influenciam a transmissão de luz. Espécimes de diferentes espessuras (0.15, 0.25, 0.30, 0.36, 0.47 e 0.75 mm) de ambas as resinas foram confeccionados (n=3). A transmissão de comprimentos de onda de 400 a 800nm foi mensurada utilizando um espectrofotômetro, antes e depois da polimerização. Uma diferença

significante foi encontrada entre os dois materiais e entre os estágios das resinas compostas (antes e após fotopolimerização). Nos comprimentos de onda menores, a transmissão de luz na Filtek Supreme foi menor do que na Z250. Nos comprimentos de onda maiores, entretanto, a Filtek Supreme XT apresentou maior transmissão de luz. As resinas compostas híbridas apresentaram maior profundidade de penetração da luz no comprimento de onda baixo, próximo do pico de absorção da canforoquinona.

Silva *et al.* (2008) estudaram a correlação entre o grau de conversão (GC), solubilidade (S) e sorção salivar (SS) de uma resina composta híbrida (Filtek P60, cor A3 – 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) e uma nanoparticulada (Filtek Supreme, cor A3B – 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) com similares matrizes poliméricas (Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA e UDMA), e avaliaram a influência do modo de ativação nessas propriedades. Foi utilizada uma unidade de luz halógena (Optilux 501; Kerr, Danbury, CT, USA) para fotoativação das resinas compostas, em dois modos: grupo 1, Convencional (C): 850 mW/cm<sup>2</sup> por 10s (17J/cm<sup>2</sup>), grupo 2, *Soft-start*: de 100 para 1000 mW/cm<sup>2</sup> por 10s, e 1000 por 20s (aprox. 17J/cm<sup>2</sup>). O grau de conversão das amostras não-fotoativadas e fotoativadas de cada resina composta foram gravadas por um espectrômetro Raman (Nicolet FT-Raman 950, Thermo Nicolet Inc., Madison, WI, USA). Foram produzidos 5 filmes de cada material, fotoativados de acordo com os 2 modos. O espectro Raman foi gravado após 24h de armazenamento a seco a 37°C, quando foi calculado o GC (%). Em relação à solubilidade, espécimes circulares (1x6mm) foram confeccionados com auxílio de matriz de alumínio, com preenchimento em incremento único de resina, coberta com tira de poliéster e lâmina de vidro, comprimindo com 500g por 20s para evitar porosidades, e fotoativados. Foram preparados 10 discos para cada material estudado. Os espécimes foram alocados em um dessecador contendo sílica gel recentemente desidratada, e transferidos para um forno a 37°C. Após 24h, os discos foram repetidamente pesados (AX 220 Shimadzu, Tokyo, Japan) até que uma massa constante foi obtida. Os discos foram imersos em saliva artificial (KCL, NaCl, MgCl, CaCl, Nipagin, CNC, Sorbitol e água deionizada), em pH neutro, a 37°C, por 7 dias, e então removidos, lavados em água destilada, secados a temperatura ambiente por 15 min, e pesados. A espessura e diâmetro dos discos foram medidas em 4 pontos com um espessímetro (MPI/E-101 Mitutoyo, Tokyo, Japan), e o volume foi calculado em mm<sup>3</sup>. Os valores de S e SS foram obtidos em µg/mm<sup>3</sup> utilizando equações. Foi concluído que o modo de ativação *soft*

*start* produz menor GC, indicando que a baixa intensidade inicial pode afetar o GC das resinas compostas. A resina composta nanoparticulada apresentou maior S e SS do que a híbrida, sugerindo que a área total de superfície do sistema de partícula de carga desempenha um papel fundamental nas propriedades do material. Modos de ativação que levam a maiores GC podem diminuir a solubilidade das resinas compostas. Tais resultados sugerem que as resinas compostas nanoparticuladas podem apresentar maior degradação na cavidade oral do que as híbridas.

Rodrigues *et al.* (2010) avaliaram a microdureza, *in vitro*, de diferentes tipos de resinas compostas (micro-híbridas, nanoparticuladas e de alta viscosidade). As resinas compostas selecionadas foram: Filtek P60, Filtek Z350, Filtek Z250 e Filtek Z100 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA). Foram confeccionados 6 discos de 2mm de altura por 5mm de diâmetro para cada resina, com o auxílio de uma matriz. O tempo de fotoativação, segundo instruções do fabricante, foi de 20s para as resinas P60, Z350 e Z250, e 40s para a Z100. Os testes de microdureza Knoop foram realizados através do aparelho microdurômetro HCS-1000 (Pantec), com edentações sob carga de 0,49N por 5s para cada análise. Foi possível concluir que as resinas convencionais apresentam dureza superior às resinas nanoparticuladas, e que as resinas micro-híbridas e as resinas de alta viscosidade apresentam microdureza similar. Os autores ressaltaram que são necessários mais estudos para a comprovação de tais achados.

### **3 OBJETIVO**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a influência da translucidez e do tipo de partículas da resina composta na microdureza.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Comparar a microdureza de diferentes resinas compostas utilizadas para confecção de esmalte, dentina e efeitos translúcidos artificiais.

Comparar a microdureza de uma resina micro-híbrida e uma resina nanoparticulada.

Verificar a influência do tempo de armazenamento na microdureza.





## 4 MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 MATERIAL

As resinas compostas selecionadas para pesquisa encontram-se descritas no QUADRO 1.

Material	Composição	Lote	Tipo de Partícula
<b>4 Seasons</b> (Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha).	Bis-GMA (7-9%); Dimetacrilato de uretano (UDMA) (3-4%); Trietilenoglicoldimetacrilato (TEGDMA) (9-11%); vidro de fluorsilicato de bario; trifluoreto de itérbio; óxidos misturados; ativadores; estabilizadores; catalizadores; pigmentos.	A2E – KO4448 A2D – K36326 Blue – K28980	Micro-híbrida
<b>Filtek Z350 XT</b> (3M ESPE, St. Paul, MN, USA).	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%); dimetracrilato de trietilenoglicol (TEG-DMA) (<5%); 2,6 – DI – TERC – BUTIL – T – CRESOL (BHT) (<1%).	A2E – N153808 A2D – N164638 AT – N167017	Nanoparticulada

Quadro 1 – Composição e classificação das resinas compostas utilizadas no estudo.

### 4.2 MÉTODO

Para o estudo, foram selecionadas 02 resinas compostas: uma resina micro-híbrida (4Seasons) e uma resina nanoparticulada (Filtek Z350 XT). Para cada tipo de resina, foram utilizadas as seguintes

cores: A2 esmalte, A2 dentina e efeito translúcido (Blue – 4 Seasons; AT – Z350 XT).

#### 4.2.1 Obtenção dos espécimes

Os espécimes foram confeccionados com auxílio de uma matriz metálica circunferencial, de 6mm de diâmetro e 2mm de espessura (Fig.1). A matriz foi posicionada sobre uma lâmina de vidro de 1mm de espessura, e preenchida em incremento único de resina composta (Fig.2-3). Antes da fotoativação, foram posicionadas uma tira de poliéster e outra lâmina de vidro, para garantir a lisura superficial de ambos os lados do corpo-de-prova (Fig.4).



Fig.1 - Matriz metálica



Fig.2 - Matriz sobre placa de vidro



Fig.3 - Preenchimento da matriz



Fig.4 - Posicionamento da tira de poliéster

A fotoativação foi realizada com um aparelho de luz halógena (Ultralux eletrônico, Dabi Atlante), aplicando a ponta ativa do aparelho diretamente sobre a tira que cobria a matriz, por 40s (Fig.5). A intensidade, aferida por um radiômetro (ECEL RD-7, Brasil), e variou de  $720 \text{ mW/cm}^2$  a  $735 \text{ mW/cm}^2$ . Foram confeccionados 7 corpos-de-prova para cada cor, totalizando 42 corpos-de-prova (Fig.6).

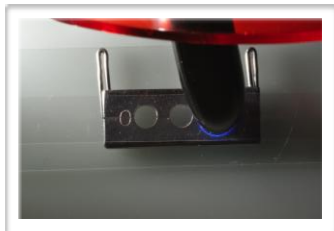


Fig.5 - Fotoativação do espécime

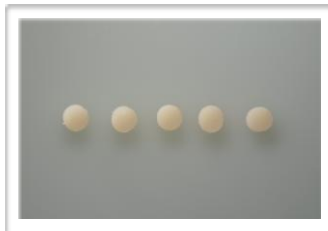


Fig.6 - Espécimes confeccionados

#### 4.2.2 Inclusão dos espécimes

Os espécimes foram incluídos em resina epóxica, para facilitar a manipulação durante a execução do teste. Uma fita auto-adesiva foi posicionada sobre uma placa de vidro. Foi aplicada vaselina no interior de um tubo plástico, colocado sobre a fita adesiva (Fig.7). Os 7 espécimes de uma mesma resina composta foram posicionados, com a superfície a ser avaliada voltada para baixo, de modo equidistante (Fig.8). A resina epóxica foi preparada, seguindo as instruções do fabricante, e foi vertida, sobre as amostras, no interior do tubo plástico (Fig.9-10). As amostras incluídas foram mantidas em estufa, por 24h, a fim de aguardar o tempo de cura da resina epóxica. Os espécimes foram armazenados e identificados de acordo com os grupos, em recipiente opaco, em esponja embebida em água destilada.



Fig.7 - Fita adesiva e tubo plástico posicionados para inclusão dos espécimes



Fig.8 - Espécimes posicionados



Fig.9-10 - Inclusão dos espécimes em resina epóxica.

### 4.2.3 Lixamento Mecânico Rotativo

Após 24h, os espécimes incluídos foram removidos do tubo plástico (Fig.11), e foram acoplados a um dispositivo e posicionados em uma lixadeira elétrica automática rotativa (Fig.12), de unidade simples, com apenas um prato circular (Panambra Struers DP-10, Panambra, São Paulo, Brasil), com 400g sobre cada bloco (Fig.13). Foram utilizadas lixas de carbetto de silício nas granulações 600 e 1200, com a seguinte seqüência: 10s na menor rotação (300 rpm) (Fig.14), remoção, lavagem com jato de ar/água por 10s, colocação no ultra-som por 5 min, e secagem com ar. Na troca das lixas de acabamento, os espécimes foram girados em 90 graus, a fim de eliminar os riscos da lixa anterior.

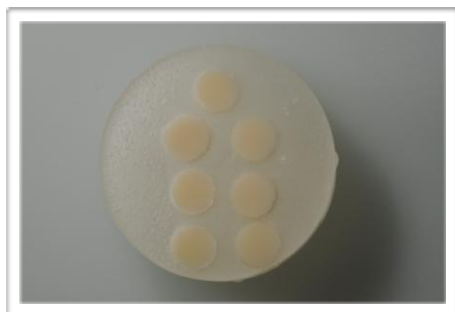


Fig.11 - Espécimes incluídos



Fig.12 - Lixa elétrica rotativa



Fig.13 - Peso de 400g sobre cada espécime

#### 4.2.4 Polimento mecânico rotativo

Para a realização desta etapa, um disco de feltro fino ( $1,0\mu\text{m}$ ) foi fixado ao prato da Politriz, e foram utilizadas pastas abrasivas à base de alumina ( $1,0\mu\text{m}$  e  $0,3\mu\text{m}$ ), com o mesmo peso (Fig.15). O polimento foi realizado por 20s 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. O pano de polimento foi lavado com sabão neutro e água corrente.

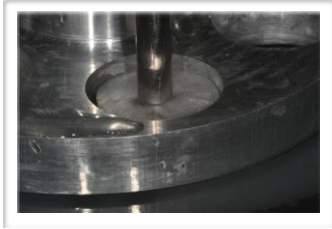


Fig.14 - Lixamento mecânico



Fig.15 - Polimento mecânico

#### 4.2.5 Ensaio de Microdureza Vickers

Os espécimes foram submetidos ao teste de microdureza com um penetrador do tipo Vickers, acoplado a um sistema de análise que utiliza um programa de imagem, perfazendo um total de 5 edentações de 100g/10s por amostra (microdurômetro HMV, Shimadzu, Japão), realizadas por um mesmo operador (Fig.16-17).



Fig.16-17 - Execução do teste de microdureza Vickers

O teste de microdureza foi realizado 24h após a confecção dos espécimes e após 14 dias de armazenamento. Para cada superfície, foi

calculada a média aritmética das 5 medições, para obtenção de um valor único. Durante toda a pesquisa, os espécimes foram armazenados em estufa, em temperatura ambiente (37°C), separados segundo a cor, em um recipiente protegido da luz externa, contendo uma esponja umedecida em água destilada, a fim de simular a cavidade oral. Os valores de dureza Vickers foram convertidos em valores de microdureza pela máquina.

#### **4.2.6 Análise estatística**

A análise estatística dos grupos foi realizada considerando os valores da dureza Vickers analisados com um aumento de 40 vezes. Inicialmente, os dados foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar se a distribuição dos dados ocorria de forma normal. Constatada a normalidade na distribuição, as possíveis diferenças estatísticas entre os momentos avaliados (inicial e 14 dias) foram analisadas por meio da Análise de Variância para medidas repetidas. As possíveis diferenças estatísticas entre as 6 resinas compostas foram analisadas pelo teste de ANOVA com um fator em cada momento. O detalhamento das duas análises foi realizado pelo teste de Bonferroni. Consideraram-se significativos os valores de  $p \leq 0,05$ , ou seja, nível de significância de no mínimo 5%.

Esta análise foi realizada com auxílio dos programas Microsoft Excel 2008 (Microsoft Office system 2008) e SPSS 19 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).





## 5 RESULTADOS

A Análise de Variância para medidas repetidas mostrou que há diferença significativamente estatística na comparação entre os dois momentos ( $p < 0,001$ ). Como há diferença estatística entre as resinas e os momentos avaliados, foi necessário aplicar o teste de comparação múltipla (Bonferroni), para identificar quais grupos diferem entre si.

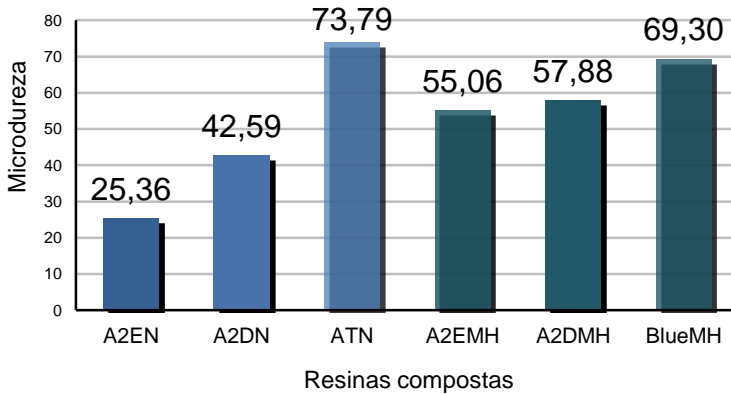
**Tabela 1:** Médias, desvios-padrão e resultados dos testes estatísticos para a comparação entre as resinas compostas nos dois momentos avaliados.

Momentos Avaliados		
	Inicial	14 dias
A2E nanopartículas (A2EN)	25.36±5.73aA	66.22±20.75abB
A2D nanopartículas (A2DN)	42.60±15.94abA	85.62±14.89bB
Efeito AT nanopartículas (ATN)	73.79±11.03cA	69.74±10.84abB
A2E micro-híbrida (A2EMH)	55.07±11.58bcA	56.53±10.01aA
A2D micro-híbrida (A2DMH)	57.89±9.34bcA	68.00±14.98abB
Efeito Blue micro-híbrida (BlueMH)	69.31±17.59cA	62.29±9.79abA

Médias seguidas por letras MINÚSCULAS iguais, nas colunas (para as resinas), não diferem estatisticamente pelo teste Bonferroni ( $p > 0,05$ ). Médias seguidas por letras MAIÚSCULAS iguais, nas linhas (para os momentos), não diferem estatisticamente pelo teste Bonferroni ( $p > 0,05$ ).

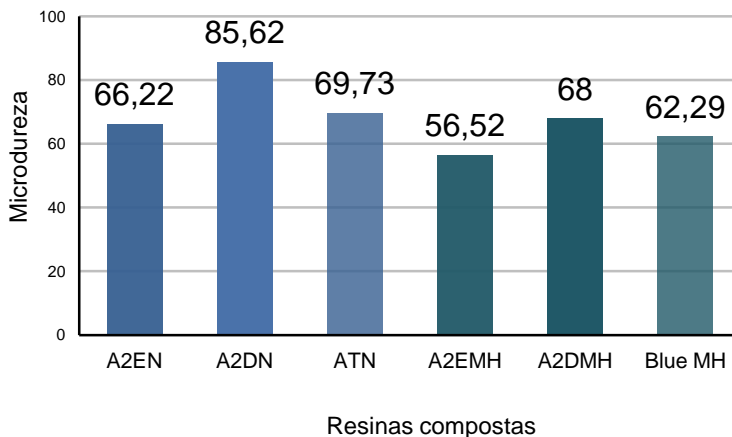
Na avaliação inicial, a resina composta A2E nanopartículas (A2EN) apresentou diferença estatística das demais resinas compostas, exceto da resina A2D nanopartículas (A2DN). Observou-se ainda, que as resinas A2DN, A2E micro-híbrida (A2EMH) e A2D micro-híbrida (A2DMH) são estatisticamente iguais. As resinas compostas de efeito BlueMH e ATN não diferem estatisticamente entre si e das resinas

A2EMH e A2DMH, porém, são diferentes estatisticamente das resinas A2EN e A2DN. Esses dados podem ser visualizados no Gráfico 1.



**Gráfico 1** - Médias das seis resinas compostas avaliadas no momento inicial.

Na avaliação de 14 dias as resinas A2DN e A2EMH são estatisticamente diferentes entre si, porém não diferem das demais resinas compostas avaliadas. Esses dados podem ser visualizados no Gráfico 2.



**Gráfico 2** - Médias das seis resinas compostas avaliadas após 14 dias.

Após 14 dias, houve diferença estatística entre os dois momentos avaliados para a resina composta A2EN A2DN e efeito ATN. A dureza da avaliação inicial e 14 dias é estatisticamente igual para a resina composta A2EMH e efeito BlueMH. Houve diferença estatística entre as avaliações inicial e 14 dias para a resina A2DMH.



## 6 DISCUSSÃO

A grande variabilidade de sistemas de resinas compostas disponíveis gera dúvidas sobre sua efetividade e longevidade. Sabe-se que a conversão de polimerização é condição primordial para a qualidade das restaurações e sucesso clínico. Muitas variáveis podem influenciar em uma polimerização, dentre elas, a cor da resina composta e composição do material (PRICE *et al.*, 2002; YAP, 2000).

Uma polimerização inadequada pode promover: estabilidade de cor insatisfatória, maior susceptibilidade à absorção de corantes, risco de agressão à polpa por monômeros não-polimerizados, e porções de material com diferentes valores de módulo de Young, promovendo deslocamento, fratura marginal, deflexão de cúspide e desgaste (SHORTALL; WILSON; HARRINGTON, 1995). Sabe-se que se a resina composta mal polimerizada entrar em contato com a parede pulpar ou axial da cavidade, os monômeros remanescentes podem causar sensibilidade pós-operatória, por causa da sua toxicidade. Se esse processo não for verificado a tempo, o processo inflamatório pode causar inclusive a necrose pulpar (BRANNSTROM, 1986). Por isso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da cor e do tipo de partículas da resina composta na microdureza superficial.

Em relação à influência da translucidez, verificou-se diferença estatística entre as cores A2 (esmalte e dentina) e efeito translúcido da resina nanoparticulada na avaliação inicial, com maior valor de microdureza para esta última. Após 14 dias, essa diferença não foi verificada. Na resina micro-híbrida, não houve diferença estatística entre as cores em nenhum momento da avaliação.

De acordo com Mandarino; Porto (1989); Aguiar *et al.* (2005); Guiraldo *et al.* (2009) e Kawaguchi *et al.* (1994), a cor tem influência significativa no grau de microdureza das resinas compostas. Estudos têm demonstrado que a cor pode influenciar o processo de polimerização atenuando a energia que passa através do espécime, diminuindo a transmissão de luz, o que pode ser verificado com a diminuição dos valores de microdureza.

No estudo de Aguiar *et al.* (2005), houve diferença entre os grupos de acordo com o matiz e croma, concluindo que os fatores cor do compósito e distância da unidade polimerizadora são importantes para a obtenção de adequada polimerização. Da mesma forma, de acordo com Guiraldo *et al.* (2009), as cores escuras influenciaram significativamente

a transmissão de luz através do compósito, e, conseqüentemente, a microdureza. Tem sido relatado que os tons escuros apresentam um menor grau de polimerização em relação à tons claros de resina composta, resultando em menores valores de dureza média (SWARTZ; PHILLIPS; RHODES, 1983).

No estudo de Pereira *et al.* (1999), a diferença de cor influenciou na microdureza, sendo que a cor C4 proporcionou resultados superiores aos da cor A1. Foi sugerido, então, que possivelmente o pigmento cinza da cor C4 pudesse transmitir a luz através do material de forma mais satisfatória do que o pigmento marrom empregado na cor A1. Esses resultados estão de acordo com a afirmativa de que pigmentos usados para dar tonalidade escura à resina podem atenuar a transmissão de luz durante a fotopolimerização. Resinas compostas com tonalidades escuras têm tendência à absorver luz, e, por isso, é necessário um maior tempo de exposição e incrementos de 1mm.

Por outro lado, de acordo com Della Bona; Rosa; Cechetti (2007) ao avaliar resinas compostas com cores A1 e A3, não houve diferença entre os valores médios de microdureza. Da mesma forma, Jeong *et al.* (2009) relataram que a cor das resinas compostas têm mínima influência na microdureza. Devido a essa controvérsia, no presente estudo, foram selecionadas para as duas resinas compostas testadas, um mesmo matiz (A), e mesmo croma (2), a fim de evitar variáveis que pudessem interferir nos resultados de microdureza, ao comparar os diferentes graus de translucidez.

É importante considerar que a influência da cor é diferente da translucidez. Resinas compostas avaliadas com a mesma cor da escala VITA apresentaram uma diferença quantitativa no grau de translucidez (SHORTALL; WILSON; HARRINGTON, 1995). De acordo com Bagis e Rueggeberg (1997), as características de translucência podem afetar a microdureza das resinas compostas. Kawaguchi *et al.* (1994) já afirmavam que resinas com composição similar podem apresentar diferentes valores de microdureza devido às suas características de maior ou menor translucidez.

Não está bem sedimentado na literatura, se em uma mesma marca comercial, uma resina composta translúcida suporta a mesma carga que uma resina de esmalte e dentina (ANFE *et al.*, 2008). Por isso, compararam-se nesse estudo as resinas A2 (esmalte e dentina) e efeito.

A translucidez, ainda mais do que a cor, pode ser um fator limitante no que diz respeito à profundidade de polimerização de alguns sistemas resinosos (FERRACANE *et al.*, 1986; SHORTALL, 2005).

Um material mais translúcido permite uma melhor transmissão da luz, o que resulta em um melhor grau de conversão e conseqüentemente maior dureza (LELOUP *et al.*, 2002). Segundo Sakagushi *et al.* (1992), a transmissão da luz através de cores escuras é diminuída por causa da opacidade. Durante o processo de polimerização, a luz passa através da resina composta e é absorvida ou dispersa (SANTOS *et al.*, 2008; SAKAGUCHI; DOUGLAS; PETERS, 1992). No presente estudo, foi verificado que as resinas translúcidas apresentaram um valor de microdureza inicial maior do que as resinas de esmalte e dentina (menos translúcidas) nas resinas nanoparticuladas, o que pode ser explicado pelo estudo de Swartz *et al.* (1983). Segundo os autores, a adição de componentes na matriz orgânica é um processo comum para produzir diferentes tons de resina composta. Tem sido relatado que a concentração de pigmentos dificulta consideravelmente a transmissão da luz através do volume das resinas compostas devido à intensificação da densidade óptica e, conseqüentemente, há uma diminuição na profundidade de polimerização (SWARTZ; PHILLIPS; RHODES; 1983).

No estudo de Strang (2005) não houve influência da cor na microdureza de resina composta nanoparticulada. Da mesma forma, no estudo de Souza *et al.* (2009), ao avaliar 3 marcas comerciais de resina composta nas cores A1 e A2, verificou-se que a cor não exerceu influência estatisticamente significativa na microdureza. Por sua vez, de acordo com o trabalho de Aguiar *et al.* (2005) e Anfe *et al.* (2008), os valores de microdureza não variaram significativamente em função do grau de translucidez das resinas compostas, ou seja, a translucidez da resina não é um fator determinante no resultado de dureza superficial. Della Bona *et al.* (2007) sugeriram que estudos futuros investigassem o efeito da translucidez, ao invés de cor, na profundidade de cura e dureza de resinas compostas.

No presente trabalho, a avaliação após 14 dias da resina micro-híbrida e da resina nanoparticulada, está de acordo com os achados de Martins *et al.* (2002) que verificaram que a cor do compósito não influenciou o grau de microdureza em corpos-de-prova com 2mm de espessura. Isso porque ambas as resinas apresentaram um aumento no valor de microdureza após 14 dias, devido à pós- polimerização. Tem sido relatado que os resultados de microdureza em resinas compostas fotopolimerizáveis são variados. De acordo com Lange *et al.* (1980), a pós-polimerização aumenta a microdureza através da exposição à luz visível, entre 1h e 24h. Além disso, os autores indicaram que ainda há

algum aumento de microdureza dentro de 1 e 3 dias. Por outro lado, o estudo de Cook (1980) não encontrou mudanças significativas nos valores de microdureza para resinas compostas fotopolimerizáveis entre 1 e 12 dias. Todas estas variações de resultados podem ser explicadas pela diferença na composição dos materiais estudados e condições de armazenamento, como exposição à luz, temperatura e umidade. Foi sugerido que em certo período de tempo, ocorre a exaustão do iniciador, o que finaliza o processo de polimerização.

A polimerização depende de outros fatores inerentes à resina composta, como sua composição química, tipo e tamanho de carga. Este último tem um papel fundamental na dispersão da luz (RUYTER; OYSAED, 1982). Segundo Guiraldo *et al.* (2009), é possível presumir que a perda de energia da luz de polimerização está relacionada à absorção da luz pela matriz resinosa e dispersão da luz pelas partículas de carga. Por isso, foi realizada a comparação entre as resinas micro-híbridas e nanoparticuladas no presente estudo.

As resinas compostas mais tradicionais para procedimentos restauradores, de acordo com as partículas, são as micro-híbridas, geralmente com partículas de carga variando de 0,5 a 4µm. Mais recentemente, os compósitos nanoparticulados e nanohíbridos foram introduzidos com partículas variando de 5 a 100nm com objetivo de melhorar as propriedades estéticas e mecânicas (PAPADOGIANNIS *et al.*, 2008). O desenvolvimento das nanopartículas foi um dos avanços mais significativos nos últimos anos no que se refere à resinas compostas. Os compósitos nanoparticulados apresentam propriedades mecânicas pelo menos tão boas quanto aos compósitos híbridos e podem ser usados com as mesmas indicações clínicas. Podem promover resultados estéticos bem como apresentar as propriedades mecânicas necessárias. Além disso, promovem alta qualidade de superfície e retenção de polimento.

A resina composta nanoparticulada (78,5% de peso de carga) deveria ter apresentado maiores valores de microdureza Vickers neste estudo, já que quanto mais carga maior é a microdureza, o que não ocorreu na avaliação inicial. Ao contrário, inicialmente, a resina nanoparticulada apresentou os menores valores de microdureza, (KWON *et al.*, 2006; PEREIRA *et al.*, 2005; KIM; ONG; OKUNO, 2002; NEVES *et al.*, 2002; XU *et al.*, 1999; KNOBLOCH *et al.*, 2004).

Em seu estudo, Thomé *et al.* (2007) verificaram menores valores de microdureza para a resina nanoparticulada em comparação à micro-híbrida. Houve maior atenuação de luz para este compósito. Os



autores citaram que tal atenuação pode ser explicada pela absorção de luz, maior quantidade de pigmentos, e maior porcentagem de partículas de carga, em relação à micro-híbrida. Ainda, a resina composta nanoparticulada tem um complexo sistema de partículas de carga, e não há informação disponível quanto ao diâmetro dessas partículas. Ainda que as resinas compostas nanoparticuladas tenham sido lançadas no mercado com a intenção de oferecer melhor profundidade de polimerização, isto não foi observado.

No estudo de Rodrigues *et al.* (2010) que avaliou 4 tipos de resinas compostas de um mesmo fabricante, esperava-se que o compósito nanoparticulado tivesse apresentado maiores valores de microdureza Knoop. Da mesma forma, não ocorreu. Foi justificado devido ao fato de que as propriedades físicas e mecânicas do material envolvem outras variáveis, como o tamanho, volume, distribuição das partículas de carga na matriz, e meio de imersão e pH salivar.

Por outro lado, no estudo de Da Silva *et al.* (2008), o compósito híbrido apresentou maior resistência flexural e módulo flexural do que a nanoparticulada ( $p < 0.0001$ ). Nenhuma diferença significativa foi encontrada na microdureza entre os dois compósitos ( $p = 0.1605$ ). Nessa pesquisa, após 14 dias, verificou-se que não houve influência das partículas de carga inorgânica na microdureza.

Neste estudo, para avaliar o grau de polimerização, foi utilizado o teste de microdureza. A dureza pode ser explicada como a resistência dos sólidos à penetração, quando uma carga específica e constante é aplicada, e suas alterações podem refletir o grau de polimerização do material. Segundo Kwon *et al.* (2006) e Pereira *et al.* (2005), a microdureza da resina composta é um indicativo indireto da qualidade de polimerização. Devido à relação que existe entre a microdureza e outras propriedades físicas, esse teste encontra aplicação Universal (BARATIERI *et al.*, 2001).

Em relação à fonte de luz utilizada para a pesquisa, no estudo de Herbstrith Segundo *et al.* (2007) e Strang (2005) não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes nos valores de microdureza entre os grupos polimerizados com LED e luz halógena. Por sua vez, Machado *et al.* (2005) avaliaram a dureza de uma resina composta polimerizada por LED e luz halógena, e concluíram que aparelhos com luz halógena proporcionaram maiores valores de dureza do que o aparelho à base de LED. Do mesmo modo, Almeida *et al.* (2006) concluíram em seu trabalho que os grupos ativados com luz LED progressiva obtiveram um resultado de microdureza inferior aos grupos

fotoativados com luz halógena progressiva, independente da espessura. Por isso, no presente estudo foi utilizado um aparelho de luz halógena.

É válido ressaltar que há estudos que relatam que a utilização de LED não compromete a correta polimerização dos compósitos. Cekic-Nagas; Egilmenez; Ergun (2010) concluíram em seu estudo que a alta potência dos LEDs pode ser considerada mais efetiva que as unidades de luz halógena e arco de plasma no que diz respeito à polimerização de resinas compostas. Do mesmo modo, no estudo de Borges; Chasqueira; Portugal (2009) 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.

No que diz respeito à intensidade de luz, de acordo com os achados de Santos *et al.* (2000), verificou-se melhores achados de microdureza com intensidade de luz superior a 400 mW/cm<sup>2</sup>. Alguns autores citam que tempo de 60s com intensidade de luz de 400mW/cm<sup>2</sup> é ideal para que ocorra adequada polimerização do material, e que valores de intensidade abaixo de 233mW/cm<sup>2</sup> não devem ser usados devido às suas características de polimerização incompleta (RUEGGERBERG; CAUGHMAN; CURTIS JUNIOR, 1994). No presente estudo, as amostras foram fotoativadas de acordo com as instruções dos fabricantes, a fim de obter adequada polimerização.

## 7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados, foi possível concluir:

- As resinas translúcidas tendem a apresentar maior microdureza inicial no caso das resinas nanoparticuladas. Cuidados devem ser tomados na polimerização das resinas para esmalte e dentina.

- Não houve uma correlação entre os valores de microdureza e o tipo de partículas. Houve uma tendência para as resinas nanoparticuladas apresentarem microdureza superficial menor do que as micro-híbridas, na avaliação inicial.

- O tempo influenciou no resultado. No caso de nanopartículas, há uma maior microdureza após 14 dias.



## REFERÊNCIAS

AGUIAR, F.H.B.; LAZZARI, C.R.; LIMA, D.A.N.L.; AMBROSANO, G.M.B.; LOVADINO, J.R. Effect of curing tip distance and resin shade on microhardness of a hybrid resin composite. **Braz. Oral Res.**, v.19, n.4, p.302-306, 2005.

ALMEIDA, L.A.A.; SALES, A.M.; MUNIN, E.; LIPORONI, P.C.; CESAR, I.C.R. Disponível em: <http://biblioteca.univap.br/dados/INIC/cd/epg/epg4/epg4-36.pdf>. Acesso em: 13 de Abril de 2011.

ANFE, T.E.A.; CANEPPELE, T.M.F.; AGRA, C.M.; VIEIRA, G.F. Microhardness assessment of different commercial brands of resin composites with different degrees of translucence. **Braz. Oral Res.**, v.22, n.4, p.358-63, 2008.

ANUSAVICE K.J. Phillips, materiais dentários. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 379p.

BAGIS, Y.H.; RUEGGERBERG, F.A. Effect of post-cure temperature and heat duration on monomer conversion on photo-activated dental resin composite. **Dent. Mater.**, v.13, p. 228-232, 1997.

BARATIERI, L.N. *et al.* **Dentística Procedimentos preventivos restauradores**, 2 edição, São Paulo, Santos, 2001, 509p.

BRANNSTROM, M. The cause of post-restorative sensitivity and its prevention. **J. Endod.**, v.12, p. 475-481, 1986.

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.

BROSH, T.;BAHARAV, H.; GROSS, O.; LAUFER, B.Z. The influence of surface loading and irritation time during curing on mechanical properties of a composite. **J. Prosthet. Dent.**, v.77, n.6, p.573-577, 1997.

CEKIC-NAGAS, I.; EGILMEZ, F.; ERGUN, G. The effect of irradiation distance on microhardness of resin composites cured with different light curing units. **Eur. J. of Dent.**, v.4, p.440-446, oct.2010.

COOK, W.D. Factors affecting depth of cure of UV polymerized composites. **J Dent Res**, v. 59, p. 800-808, 1980.

DELLA BONA, A.; ROSA, V.; CECHETTI, D. Influence of shade and irradiation time on the hardness of composite resins. **Braz. Dent. J.**, v.18, n.3, p.231-234, 2007.

DE LANGE, C.; BAUSCH, J.R.; DAVIDSON, C.L. The curing pattern of photo-initiated dental composite. **J. Oral. Rehabil.**, v.7, p. 369-377, 1980.

DOS SANTOS, G.B. et al. Light transmission on dental resin composite. **Dent. Mater.**, v. 24, p. 571-576, 2008.

FERRACANE, J.L.; ADAY, P.; MATSUMOTO, H.; MARKER, V.A. Relationship between shade and depth of cure for light-activated dental composite resins. **Dent. Mater.**, v.2, n.2, p.80-84, 1986.

FERREIRA, M.C. **Preparo de amostras para a realização do teste de microdureza. Florianópolis:** [s.n.], 2004. 32p.

GUIRALDO, R.D.; CONSANI, S.; CONSANI, R.L.X.; BERGER, S.B.; MENDES, W.B.; SINHORETI, M.A.C. Light energy transmission through composite influenced by material shades. **Bull Tokyo Dent Coll.**, v.50, n.4, p.183-190, 2009.

HIRATA, H.; AMPESSAN, R.L.; LIU, J. Reconstrução de dentes anteriores com resina composta – Uma seqüência de escolha e aplicação de resinas. **Jornal Brasileiro de clínica & estética em odontologia.**, v.5, n.25, p.15-25, jan./fev. 2001.

HERBSTTRITH SEGUNDO, R.M.; MOTA, E.G.; OSHIMA, H.M.S.; BALBINOT, C.A.; BONDAN, J.L.; COELHO, L.F.B. Influência do método de polimerização na microdureza de compósitos microhíbridos armazenados em água destilada. **Ver. Odonto Ciênc.**, v.22, n.58, p.317-320, out./dez. 2007.

JEONG, T.S.; KANG, H.S.; KIM, S.K.; KIM, S.; KIM, H.; KWON, Y.H. The effect of resin shades on microhardness, polymerization shrinkage, and color change of dental composite resins. **Dent. Mater. J.**, v.28, n.4, p.438-455, 2009.

KAWAGUGHI, M. et al. The relationship between cure depth and transmission coefficient of visible-light-activated resin composites. **J. Dent. Res.**, v. 73, n. 2, p. 516-521, Feb. 1994.

KIM, K.H.; ONG, J.L.; OKUNO, O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. **J. Prosthet. Dent.**, v.87, n.6, p.642-649, 2002.

KNOBLOCH, L.A.; KERBY, R.E.; CLELLAND, N. LEE, J. Hardness and degree of conversion of posterior packable composites. **Oper. Dent.**, v.29, n.6, p.642-649, 2004.

KWON, Y.H.; JEON, G.H.; JANG, C.M.; SEOL, H.J.; DIM, H.I. Evaluation of polymerization of light-curing hybrid composite resins. **J. Biomed. Mater. Res. Part B. Appl. Biomater.**, v.76, n.1, p.106-113, 2006.

LELOUP, G. et al., Raman scattering determination of the depth of cure of lightactivated composites: influence of different clinically relevant parameters. **J Oral Rehabil**, v.29, p.510-515, 2002.

MACHADO, C.T.; NASCIMENTO, A.B.L.; SALDANHA, C.H.C.; GUIMARÃES, L.M.; SERGUIZ, R.N. Avaliação da dureza de uma resina composta polimerizada por diferentes fontes de ativação (LED e luz halógena). **Odontol. Clín.-Científ.**, v.4, n.2, p.107-113, mai.ago., 2005.

MANDARINO, F.; PORTO, C.L.A. Microdureza das resinas compostas fotoativadas em diferentes profundidades de polimerização: efeito de fonte de luz e materiais. **RGO.**, v.27, n.4, p.314-318, 1989.

MARTINS, F.; DELBEM, A.C.B.; SANTOS, L.R.A.; SOARES, H.L.A.; MARTINS, E.O.B. Microdureza de resinas em função da cor e luz halógena. **Pesq. Odontol. Bras.**, v.16, n.3, p.246-250, 2002.

NEVES, A.D.; DISCACCIATI, J.A.C.; ORÉFICE, R.L.; JANSEN, W.C. Correlação entre grau de conversão, microdureza e conteúdo inorgânico em compósitos. **Pesqui. Odontol. Bras.**, v. 16, n.4, p. 349-354, 2002.



PAPADOGIANNIS, D.Y.; LAKES, R.S.; PAPADOGIANNIS, Y.; PALAGUIAS, G; HELVATJOGLU-ANTONIADES, M. The effect of temperature on the viscoelastic properties of nano-hybrid composites. **Dent. Mater.**, v.24, p.257-266, 2008.

PEREIRA, S.G.; OSÓRIO, R. TOLEDANO, M. NUNES, T.G. Evaluation of two Bis-GMA analogues as potential monomer diluents to improve the mechanical properties of light-cured composite resins. **Dent. Mater.**, v.21, n.9, p. 823-830, 2005.

PILO, R.; CARDASH, H.S. Pos irradiation polymerization of different interior and posterior visible light-activated resin composites. **Dent. Mater.**, v.8, n.5, p. 299-304, 1992.

PRICE, R.B.; DÉRAND, T.; LONEV, R.W.; ANDREOU, P. Effect of light source and specimen thickness on the surface hardness of resin composite. **Am. J. Dent.**, v.15, p.47-53, 2002.

RODRIGUES, R.A.; REBELLATO, C.; BASTOS, R.A.; SANTOS, D.F.S.; DUARTE FILHO, E.S.D. Análise da microdureza Knoop de quatro tipos de resina composta através do microdurômetro HVS-1000. **Odontol. Clín.-Científ.**, v.9, n.1, p.55-58, jul./dez. 2010.

RUEGGBERG, F.A.; CAUGHMAN, W.F.; CURTIS, J.W.Jr. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. **Oper. Dent.**, v.19, n.1-3, p. 26-32, 1994.

SAKAGUCHI, R.L. et al. Curing light performance and polymerization of composite restorative materials. **J. Dent.**, v. 20, p.183-188, 1992.

SAKAGUCHI, R.L.; DOUGLAS, W.H.; PETERS, M.C.R.B Curing light performance and polymerization of composite restorative materials. **J. Dent.**, v.20, p. 183-188, 1992

SOUZA, L.F.; BANDEIRA, M.F.C.L.B.; GAYNETT, L.F.; GONDIN, L.C.C.; PARENTE, R.C.P. Disponível em: <http://www.gbpd.com.br/index.php?sec=eventos&funcao=detalheevento&realizado&id=19>. Acesso em: 15 de março de 2011.

SHORTALL, A.C. How light source and product shade influence cure depth for a contemporary composite. **J. Oral. Rehabil.**, v.32, n.12, p.906-911, 2005.

SHORTALL, A.C.; WILSON, H.J. HARRINGTON, E. Depth of cure of radiation-activated composite restoratives - influence of shade and opacity. **J. Oral. Rehab.**, v.22, p.337-342, 1995.

SILVA, E.M.; ALMEIDA, G.S.; POSKUS, L.T.; GUIMARÃES, J.G.A. Relationship between the degree of conversion, solubility and salivary sorption of a hybrid and a nanofilled resin composite: influence of the light-activation mode. **J. Appl. Oral. Sci.**, v.16, n.2, p.161-166, 2008.

SWARTZ, M.L.; PHILLIPS, R.W.; RHODES, B. Visible light-activated resins - depth of cure. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.106, p.634-637, 1983.

STRANG, A.L.V.B. **Avaliação da microdureza de uma resina composta nanoparticulada variando-se o matiz, o sistema de fotoativação e o tempo de aplicação.** 2005. 74f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Departamento de Odontologia, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2005.

THOMÉ, T.; STEAGALL Jr., W.; TACHIBANA, A.; BRAGA, S.R.M.; TURBINO, M.L. Influence of the distance of the curing light source and composite shade on hardness of two composites. **J. Appl. Oral. Sci.**, v.15, n.6, p.486-491, 2007.

XU, H.H. Dental composite resins containing silica-fused ceramic single-crystalline whiskers with various filler levels. **J. Dent. Res.**, v.78, p.1304-1311, 1999.

YAP, A.U.J, SENEVIRATNE, C. Influence of light energy density on effectiveness of composite cure. **Oper. Dent.**, v.26, p.460-466, 2001.

YAP, A.U.J. Effectiveness of polymerization in composite restoratives claiming bulk placement: impact of cavity depth and exposure time. **Oper. Dent.**, v.25, p. 113-120, 2000.