

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS  
BIOLÓGICAS CURSO DE GRADUAÇÃO EM  
ODONTOLOGIA**

**DAYANE DE SOUZA SIQUEIRA**

**AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA VICKERS DE UM COMPÓSITO  
VARIANDO A DISTÂNCIA E A UNIDADE DE  
FOTOPOLIMERIZAÇÃO**

**PATOS-PB**

**2015**

**DAYANE DE SOUZA SIQUEIRA**

**AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA VICKERS DE UM COMPÓSITO  
VARIANDO A DISTÂNCIA E A UNIDADE DE  
FOTOPOLIMERIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à Coordenação do Curso de Odontologia da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Odontologia.

**Orientador:** Prof. Dr. Rodrigo Araújo Rodrigues

**PATOS – PB**

**2015**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSRT DA UFCG

S618a

*Siqueira, Dayane de Souza*

*Avaliação da microdureza Vickers de um compósito variando a distância e a unidade de fotopolimerização / Dayane de Souza Siqueira. – Patos, 2015.*

*46f.: il. color.*

*Trabalho de Conclusão de Curso (Odontologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2015.*

*“Orientação: Prof. Dr. Rodrigo Araújo Rodrigues”.*

*Referências.*

- 1. Resinas compostas. 2. Propriedades físicas. 3. Propriedades químicas.*
- 4. Microdureza. I.Título.*

CDU 616.314:615.46

**DAYANE DE SOUZA SIQUEIRA**

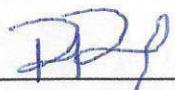
**AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA VICKERS DE UM COMPÓSITO  
VARIANDO A DISTÂNCIA E A UNIDADE DE FOTOPOLIMERIZAÇÃO**

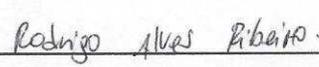
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à Coordenação do Curso de Odontologia da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Odontologia.

Aprovado em: 3/11/15

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Rodrigo Araújo Rodrigues - Orientador  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

  
\_\_\_\_\_  
Profª Dra. Rachel de Queiroz de Ferreira Rodrigues – 1º Membro  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

  
\_\_\_\_\_  
Profª Dr. Rodrigo Alves Ribeiro – 2º Membro  
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

*Dedico este trabalho,  
A Deus, quem faz de meu caminho luz,  
À minha família, meus pais e irmãos, que estão juntos comigo desde sempre e  
nunca me deixaram cair sozinha.*

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço ao meu Deus por ter me dado o dom da vida, ao redor de pessoas que são essenciais à minha, ter me permitido conquistar tantas bênçãos e nunca ter me desamparado.*

*Aos meus amados pais, Egito Siqueira e Avaneide Luiz, minha eterna gratidão, por estarem presentes em cada passo, iluminando meu caminho e me dando coragem para seguir, por serem maravilhosos, exemplos de marido e mulher, quem nos criaram com toda honestidade e dignidade. Poderia viver mil anos, mas nunca compensaria tanto amor e dedicação.*

*Aos meus queridos irmãos, Bruno, Daniele e Isabele, que fazem parte de mim, sou grata a painha e mainha por terem me presenteado com meus três melhores amigos, sempre unidos, somos um só coração batendo num só compasso.*

*Aos meus avós paternos José Clementino (in memoria) e Luzia Siqueira e maternos, José Luiz e Naide Luiz, em quem eu me espelho e tenho como exemplo para minha vida.*

*Aos meus tios e primos que me incentivam, me aconselham, me alegram e preenchem minha vida, me faltam palavras para descrever tamanho carinho, obrigada por se fazerem tão presentes.*

*A todos os meus amigos, que torcem por mim e se alegram com minhas conquistas. À minha querida parceira de quarto, Yasmin Veras, por quem eu sinto um carinho enorme, às minhas amigas de infância, Érika, Bruna, Dany e Flavinha, pela amizade verdadeira e que supera a distância, à minha dupla e amigo que ganhei na universidade e que vou levar para o resto da vida, Diogo Andrade, à minha querida amiga que Deus colocou em minha jornada acadêmica mas que pretendo levar pra sempre, Luana Balduino, à minha adorada Nelmara, que deixou meus dias mais animados e com certeza vou sentir muitas saudades de tudo que vivemos, à Mayanna*

*e Kyara que apesar de termos nos afastado foram presentes desde o início.*

*À minha turma querida, com quem aprendi muito, compartilhei experiências, dividi alegrias e tristezas e vivi os cinco melhores anos, os da universidade. Às minhas amadas meninas da clínica, que estão lá todos os dias, fazendo de tudo para que possamos desempenhar bem o nosso trabalho e, ao querido Damião, que não há palavras para definir tamanha competência, simplicidade e amor pelo que faz, ao meu amigo Soró, que me "quebrou tantos galhos", sempre gentil comigo e ao nosso adorado motorista, "Seu Manoel", com quem compartilhamos tantas risadas e por quem tenho enorme admiração pela sua pessoa e sou grata por todas as viagens até a faculdade.*

*À minha adorada prima Dra. Sibelly Siqueira, que desde o início da faculdade se mostrou disponível para o que eu precisasse e isso foi essencial para a minha formação acadêmica.*

*A todos os meus professores, que foram essenciais para minha formação acadêmica, que me passaram tanto conhecimento, os quais busquei aprender e espero que perdure ao longo da minha vida profissional.*

*Ao meu professor e orientador de monitoria, Pibic e TCC, Rodrigo Rodrigues, que me faltam palavras para agradecer tanta oportunidade e confiança, obrigada por ter me ajudado a chegar até aqui, à sua esposa e minha professora Rachel Rodrigues, por ter aceito participar da minha banca e principalmente, por ter me motivado e dito palavras de incentivo quando pensei em desistir e que nunca vou esquecer e, aos meus querido professor, Rodrigo Alves, por ter me passado seu conhecimento no decorrer do curso e ter aceito participar da minha banca de defesa.*

*"Cantai, mesmo que o pranto  
teime em abafar a voz...vivei  
as multidões, quando vos  
encontrardes sós...lutai,  
ousai ser laço forte, em meio  
a tantos nós...gritai, quando  
o silêncio ameaçar falar por  
vós" (Lamartine Passos)*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b>	Matriz de aço sobre a lâmina de vidro e, sob a tira de poliéster para escoamento da resina	31
<b>Figura 2</b>	Distâncias 0mm (D1), 1mm (D2) e 3mm (D3)	32
<b>Figura 3</b>	Corpos de prova.	32
<b>Figura 4</b>	Corpos de prova no recipiente.	32

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** – Valores das medianas e “p” nas comparações entre a relação entre as unidades de fotopolimerização e as distâncias 36

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIS-GMA	Bisfenol Glicidil Metacrilato
CQ	Canforoquinona
D	Distância
DEGDMA	Dietileno glicol -dimetacrílico
EGDMA	Etileno glicol-dimetilacrilato
F	Fotopolimerizador
FTIR	Espectroscopia em infravermelho com transformação de Fourier
H	Horas
ISO	International Standards Organization (Organização de Normas Internacionais)
LED	Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)
N	Newton
SSPS	Statistical Package for the Social Sciences ( Pacote Estatístico para as Ciências Sociais)
USA	United States of America (Estados Unidos da América)
UDMA	Uretano Dimetacrilato
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UV-Vis	Espectrometria no ultravioleta visível
TEGDMA	Trietileno glicol-dimetacrilato

## LISTA DE SÍMBOLOS

<	Menor que
=	Reação
$\mu\text{m}$	Micrômetro
Mm	Milímetro
Nm	Nanômetro
C	Carbono

## RESUMO

As resinas compostas ou compósitos representam os materiais restauradores mais utilizados para reabilitação de cavidades dentárias em dentes anteriores. Para tal necessitam em sua composição de partículas de carga que proporcionem melhor lisura superficial, facilitando os procedimentos de polimento, ao mesmo tempo que contribuem para o aumento na resistência mecânica. O objetivo deste estudo foi comparar duas unidades de fotopolimerização (LED Optilight<sup>®</sup> - Gnatus – e LED Olsen) de compósitos utilizadas na Clínica-Escola de Odontologia da UFCG/Patos através da mensuração da resistência à compressão, variando a distância de fotopolimerização. Foram confeccionados 60 corpos de prova, sendo 30 de cada unidade estudada usando distâncias pré-determinadas, de acordo com ISO 4049, e estes foram submetidos a mensuração da Dureza Vickers, após a polimerização, variando a distância da ponteira do fotopolimerizador em relação ao corpo de prova. Os dados foram tabulados e analisados no software SPSS (versão 21) e após as análises não paramétricas de Kruskal-Wallis e testes de Mann-whitney, aceitou-se como significativo um  $p \leq 0,05$ . Após a análise estatística, foi observada diferença estatística significativa para a unidade de fotopolimerização do tipo LED Optilight<sup>®</sup> (Gnatus), nos casos em que foi empregada para a distância de 3mm (D3), nas comparações com D1 e D2. Sendo assim, pode-se concluir que o afastamento da ponteira da unidade de fotopolimerização pode interferir negativamente na dureza dos compósitos utilizados para procedimentos restauradores.

**Palavras-chave:** Resinas Compostas; Propriedades físicas e químicas, Microdureza

## ABSTRACT

Composite or composite resin restorative materials represent the most commonly used for rehabilitation of dental cavities in anterior teeth. To this need in the composition of filler particles which provide improved surface smoothness, making the polishing procedure, while contributing to the increase in the mechanical strength. The aim of this study was to compare two units ((LED Optilight<sup>®</sup> - Gnatus – e LED Olsen) curing of composites used in the School Clinic of Dentistry UFCG / Ducks by measuring the compressive strength, varying the distance curing. 60 specimens, each being studied unit 30 using predetermined distances were prepared according to ISO 4049, and these were subjected to measurement of Vickers hardness after polymerization, varying the distance of the tip from curing to the body proof. Data were analyzed with SPSS software (version 21) and after the nonparametric Kruskal-Wallis analysis and Mann-Whitney tests, was accepted as significant,  $p \leq 0.05$ . After statistical analysis, statistically significant differences for unit type LED curing Optilight<sup>®</sup> (Gnatus), where it was used for the distance of 3mm (D3), in comparison with D1 and D2 was observed. Thus, it can be concluded that removal of the probe unit photopolymerization can adversely affect the hardness of the composites used in dentistry procedures.

**Keywords:** Composite Resins; Physical and Chemical Properties, Microhardness.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	18
REFERÊNCIAS.....	22
3. ARTIGO .....	27
REFERÊNCIAS .....	39
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	43
ANEXO A- NORMAS DA REVISTA SAÚDE E CIÊNCIA .....	44

## INTRODUÇÃO

A Odontologia atualmente tem estimulado fortemente o desenvolvimento de materiais restauradores verdadeiramente adesivos ao esmalte e à dentina, uma vez que uma adesão eficaz, ou seja, resistente e duradoura, mesmo nas condições adversas de variações térmicas e umidade da cavidade bucal, é necessária para que seja minimizado o sacrifício da estrutura dentária em relação à retenção.(RIBEIRO,1999).

Sempre buscou-se criar compósitos que atendessem os requisitos exigidos pela complexidade da cavidade oral, utilizando materiais com características químicas e mecânicas apropriadas, e para proporcionar a recuperação da estética, forma e função dos elementos dentários, as resinas compostas foram desenvolvidas. (IMAZATO et al. 1995).

Inicialmente os compósitos foram criados por Bowen, em 1963, e são basicamente formados por uma matriz orgânica, carga inorgânica e por um agente silano de ligação, que conecta a partícula e a matriz (POLYDOROU et al., 2007). A matriz orgânica é composta por um ou mais monômeros de base, o BIS-GMA (Bisfenol Glicidil Metacrilato) e/ ou UDMA (Uretano Dimetacrilato), diluente com monômero (EGDMA, DEGDMA, TEGDMA) e aditivos como, inibidores de polimerização, fotoestabilizadores, fotoiniciadores (ex: canforoquinona) e co-iniciadores. Já a matriz inorgânica, contém partículas de carga e são essenciais para o comportamento mecânico (POLYDOROU et al., 2007).

A incorporação de partículas inorgânicas à matriz orgânica favorece de forma significativa as propriedades mecânicas e físicas das resinas compostas, elevando a resistência a abrasão e a compressão e colaborando para que haja uma diminuição na contração de polimerização e no coeficiente de expansão térmica. A forma e o tamanho das partículas têm grande influência no desgaste, dureza, profundidade de polimerização nas propriedades, lisura superficial, viscosidade e resistência à fratura (BACKER, DERMAUT, 1986; BASSIOUNY , GRANT, 1978; BEATTY et al., 1998) As partículas inorgânicas mais usadas são as de vidros, de bário, boro, zinco, estrôncio, quartzo, zircônia, sílica pirolítica e o silicato-lítio-alumínio (BUSATO et al., 2007)

A reação de polimerização dos compósitos inicia-se quando o fotoiniciador,

contido na matriz orgânica, é exposto à luz, em um comprimento de onda específico (450 a 500 nm), em que se torna altamente energizada ficando em estado de excitação, nesse instante, o fotoiniciador reage com uma amina terciária (agente redutor) para formar um complexo que vai quebrar as duplas ligações C=C e formar radicais livres, os quais buscarão estabelecer novas ligações, iniciando, assim, o processo de polimerização (RUEGGERBERG, 1999). Para que a polimerização tenha bons resultados, sua eficiência dependerá de fatores relacionados à fonte de luz, que incluem tempo de irradiação, a densidade de potência, espectro de irradiação (ARAÚJO et al., 2008; LINDBERG, PEUTZFELDT, VAN DIJKEN, 2005; TATE, PORTER, DOSCH, 1999;) e distância existente entre a extremidade do aparelho e a superfície do compósito (ABATE et al., 2001; AGUIAR et al., 2005; ASMUSSEN, 2003; CORCIOLANI et al., 2008; PIRES et al., 1993; PRICE et al., 2004; MOON et al., 2004; SANTOS et al., 2000; RODE et al., 2007)

A polimerização dos compósitos pode ser avaliada de forma direta ou indireta. A análise do grau de conversão é considerada a técnica direta mais confiável (HUBBEZOGLU et al., 2007; CICCONE-NOGUEIRA et al., 2007; RODE et al., 2007;), podendo ser analisado por espectroscopia em infravermelho com transformação de Fourier (FTIR), espectroscopia Raman e espectrometria no ultravioleta visível (UV-Vis). Por outro lado, o teste de microdureza é um método indireto bastante utilizado devido à correlação existente entre dureza e grau de conversão (RODE et al., 2007; CICCONE-NOGUEIRA et al., 2007).

Uma das mais importantes propriedades mecânicas das resinas compostas é a dureza que, pode ser definida como uma resistência à penetração permanente na superfície e à deformação plástica e, que serve de indicativo para facilidade de acabamento da estrutura e de sua resistência ao uso, no que se refere aos riscos, do qual podem comprometer a resistência à fadiga e levar à falha prematura, sendo mensurada como uma força por unidade de uma determinada área e, seu teste é um dos mais importantes para a Odontologia (CRAIG , POWERS, 2004).

Existem diversos métodos de teste de dureza que são utilizados, os mais comuns são Vickers, Knoop, Brinell, Barcol e Rockwell. No presente estudo, optou-se pela utilização do teste Vickers, que é capaz de registrar altos valores de dureza em larga opção de materiais e que realizam medição de microdureza com cargas inferiores a 9,8N, usados para materiais dúcteis e de alta dureza, necessitando

somente de uma pequena área para endentação, com penetração pequena e limitada (menor que 19  $\mu\text{m}$ ), visto que a ponta do diamante apresenta aproximadamente 0,001 mm, capaz de medir pequenas espessuras de materiais. (CRAIG, POWERS, 2004)

É extremamente importante a função que o grau de polimerização dos compósitos causam sobre as propriedades físicas e mecânicas das resinas compostas, podendo influenciar na dureza, na sorção de água, na solubilidade, na estabilidade da cor, dentre outras propriedades (ARAVAMUDHA et al. 2006; CICCONE-NOGUEIRA et al., 2007; IMAZATO et al. 1995; PEARSON & LOGMAN 1989).

Essa profundidade de polimerização tem sido muito estudada e, no que se diz respeito a distância entre a fonte de luz e a superfície da resina, observou-se que, houve interferência direta na intensidade da luz que atinge a superfície do compósito (RODE, et al., 2007), impedindo uma polimerização uniforme da base até o topo da resina, pois a dispersão de luz, gera a diminuição da conversão dos monômero em polímeros, afetando a qualidade dele (ASMUSSEN, 2003).

Diante da importância clínica das resinas, justifica-se a relevância da pesquisa laboratorial no que se diz respeito às características e, os fatores que irão influenciar diretamente no seu efeito na cavidade oral, sendo esse, um estudo que busca abranger as propriedades do material e, como o modo que trabalhamos com ele vai refletir no resultado final. O objetivo desse estudo foi comparar dois aparelhos de fotoativação de resinas compostas utilizados na Clínica-Escola de Odontologia da UFCG e, verificar qual a distância de polimerização proporciona maiores resultados de microdureza para os dois tipos de aparelhos estudados;

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As resinas compostas fotopolimerizadas com luz visível são bastante utilizadas na prática odontológica, devido a facilidade de manipulação e por proporcionarem um bom resultado estético. Apresentam propriedades mecânicas muitas vezes similares às do amálgama e das cerâmicas odontológicas, que são influenciadas pela quantidade e forma geométrica das partículas de carga presente, como também pela estrutura química dos monômeros da matriz orgânica. Em sua grande maioria, são formadas por uma matriz orgânica, obtida a partir de um metacrilato multifuncional, um diluente do metacrilato, por um sistema foto-iniciador e por carga inorgânica (AMIROUCHE-KORICHI, MOUZALI, M, WATTS, D.C, 2009).

Cada vez mais, estão substituindo o amálgama em muitas situações clínicas devido à facilidade de manipulação, à sua não toxicidade e polimerização *in situ*, adesão à estrutura do dente e excelentes resultados estéticos (BRACKET et al., 2007).

Existem dois tipos de mecanismos de desgaste que podem ser identificados: abrasão e atrito. O atrito ocorre a partir do contato com o dente antagonista, por outro lado, a abrasão é causada principalmente pelas interações da superfície com o creme dental, bolo alimentar e componentes fluidos durante a mastigação.(LAMBRECHT et al., 2006; MAYWORM, CAMARGO, BASTIANI, 2008).

Os avanços tecnológicos verificados para as resinas compostas ultimamente podem ser atribuídos as melhorias obtidas pelas partículas inorgânicas utilizadas como reforço. A matriz inorgânica é formada por partículas com diâmetros microscópicos, cuja finalidade é melhorar as propriedades físico-químicas, principalmente a instabilidade dimensional da matriz. Os materiais mais comuns de reforço são: quartzo, sílica coloidal e vitro-cerâmicas (PEUTZFEDLT, 1997)

Desses três materiais, o quartzo foi o primeiro tipo de carga incorporado aos materiais resinosos, e que são utilizados até hoje, mas, com o aperfeiçoamento dos compósitos odontológicos, outros tipos de carga foram incorporados, como a sílica coloidal, o vidro de fluorsilicato de alumínio, o bário e o estrôncio, sendo os últimos adicionados para conferir radiopacidade ao material (CONCEIÇÃO, 2002).

As propriedades das resinas compostas se tornam mais eficientes devido ao

aumento na quantidade de carga, que permitem aumento da dureza e resistência mecânica; resistência ao desgaste; redução da contração de polimerização; da expansão térmica; diminuição da sorção de água, amolecimento, manchamento, fixação da forma geométrica e radiopacidade (capacidade de tornar-se visível aos raios-X). (ANUSAVICE, 2005). Para igual quantidade de carga, a resistência do material será afetada pela geometria e tamanho das partículas (RUDELL, et al., 2002).

As resinas compostas polimerizadas por luz visível possuem um mecanismo de polimerização por radicais livres, sendo o sistema fotoiniciador canforaquinona (CQ)/amina terciária amplamente empregado. Sem exposição à luz, esses elementos não produzem nenhuma reação, mas se houver a exposição à luz com um comprimento de onda de 468nm, produzem um estado de excitação. No exato momento em que a molécula de canforaquinona absorve um fóton de energia, ela é excitada para um nível energético superior, que chamamos de estado triplet. A canforaquinona absorve um hidrogênio da amina terciária gerando o radical livre que desencadeia o processo de polimerização, unindo os monômeros e formando o polímero (TESHIMA et al., 2003).

O processo de fotopolimerização desses materiais vem se desenvolvendo cada vez mais, passando pelas resinas quimicamente ativadas para a mais moderna forma de ativação, por meio da luz que, devido à essa forma de polimerização, e tipo da fonte de radiação empregada, acredita-se que a melhor maneira para se obter propriedades adequadas na restauração final é a melhoria dos aparelhos fotoativadores, com isso, novos tipos de fontes de luz vêm sendo estudadas para verificar sua eficiência na prática clínica (CUNHA et al. 2006, KURACHI et al 2001).

Há, no mercado, diversos tipos de aparelhos fotoativadores, desde àqueles que usam uma de luz de quartzo-tungstênio-halogênio (convencional-QTH) até o sistema mais atual, baseado em uma lâmpada de diodo emissor de luz (os LEDs), eles diferenciam-se pelo tipo de intensidade de luz, maior durabilidade, luz fria, fonte de luz azul utilizada, variação no intervalo do comprimento de onda e tipo de pulso (PEREIRA et al., 2004).

Os aparelhos fotopolimerizadores bastante utilizados ainda hoje em dia, são aqueles que usam a lâmpada halógena como fonte de calor e, sua geração acontece através do aquecimento pela passagem da corrente elétrica, de um filamento de tungstênio que gera luz branca e, que passa por uma espécie de filtro ótico que

permite apenas a passagem de luz em um comprimento de onda que varia entre 400 e 520 nm resultando em uma luz azul (STRASSLER, 1992). Esses tipos de aparelhos apresentam desvantagens em relação ao que se diz respeito à vida útil das lâmpadas, durando cerca de 30 a 50 horas de uso contínuo (RUEGGEBERG, 1999), e com o tempo podem apresentar oscilações na voltagem da corrente elétrica (TAKAMIZU, 1988), danificações que afetam o bulbo e o refletor (FRIEDMAN, 1989), filtros quebrados ou degradados, contaminação das pontas refletoras e geração extrema de calor (FRIEDMAN, 1991), diminuindo assim, a eficiência da polimerização e gerando resultados indesejáveis que aumentam o risco de falhas prematuras na prática clínica (RUEGGEBERG 1999).

Devido à essas séries de desvantagens, as unidades de fotoativação que utilizam como fonte de luz Light Emitting Diodes (Leds), que são diodos emissores de luz, foram desenvolvidos como forma de aparelhos alternativos para a polimerização das resinas compostas e, introduzidos no mercado odontológico (MILLS, 1999)

Os LEDs são semicondutores que transformam energia elétrica em luz azul pura, com comprimento de onda específico que é denominado pelo semicondutor de Nitreto de Gálio, não havendo a necessidade de filtros bloqueadores. (UHL, SIGUSCH, JANDT, 2004) e que apresentam várias vantagens quando comparadas às unidades convencionais, atuando em uma faixa mais estreita do comprimento de luz, entre 450 e 490 nm, com pico próximo a 470 nm (MILLS; JANDT; ASHWORTH, 1999). Estas unidades ainda produzem menos calor, dispensando a necessidade de um ventilador, possuem vida útil de aproximadamente 10.000 h, além de não se degradarem com o tempo e com a utilização contínua, são portáteis, mais leves e mais silenciosos, constituindo-se em uma alternativa promissora para a fotoativação das resinas compostas sem apresentar as desvantagens inerentes às unidades convencionais de luz halógena. (MILLS, 1999).

Em termos de verificação de microdureza, um dos métodos “in vitro” mais utilizados é, a avaliação da dureza do material em profundidades específicas para a análise da profundidade de polimerização (ARAÚJO et al., 2008), no entanto, outros métodos indiretos existentes são o visual e o de raspagem (DAVIDSON & GEE, 2000). Porém, esses dois últimos são considerados métodos subjetivos e não oferecem uma imagem real do grau de conversão do material (DAVIDSON & GEE,

2000). Os testes de dureza mais utilizados em Odontologia são os de macrodureza Brinell e Rockwell e os de microdureza Knoop e Vickers, sendo este, o método utilizado no presente estudo.

O grau de polimerização da resina composta pode ser observado através do teste de microdureza e este está associado à intensidade de luz dos aparelhos de polimerização (SANTOS et al., 2000), percebe-se então, a existência de uma relação direta entre intensidade de luz e profundidade de polimerização em resinas compostas fotopolimerizáveis (DUNNE & MILLAR, 2008; PRICE et al. 2004; RUEGGEBERG et al. 1994). Segundo Dunne e Millar (2008), a profundidade de polimerização do compósito está diretamente relacionada à intensidade e duração da exposição à luz, mas inversamente relacionada à distância entre a fonte de luz e a superfície do material.

Em estudos nos quais esse efeito foi avaliado pelo método indireto (microdureza), alguns autores encontraram que a distância entre a fonte de luz e a superfície da resina composta não interferiu nos valores de dureza (ABATE et al., 2001). Outros trabalhos mostraram que o aumento da distância diminuiu a intensidade de energia luminosa, a profundidade de polimerização e os valores de microdureza (RODE et al., 2007).

## REFERÊNCIAS

ABATE, P.F.; ZAHRA, V.N.; MACCHI, R.L. Effect of photopolymerization variables on composite hardness. **J Prosth Dent.**: v.86, n.6, p.632-5, 2001.

AGUIAR, F.H.B.; LAZZARI, C.R.; LIMA, D.A.N.L.; AMBROSANO, G.M.B.; LOVADINO, J.R. Effect of light curing tip distance and resin shade on microhardness of a hybrid resin composite. **Braz Oral Res**: v.19, n.4, p.302-6, 2005.

AMIROUCHE-KORICHI, A.; MOUZALI, M.; WATTS, D.C.; Effects of monomer ratios and highly radiopaque fillers on degree of conversion and shrinkage-strain of dental resin composites. **Dent Mater**: v.25, n.11, p.1411-8. 2009.

ANUSAVICE, K.J. Propriedades mecânicas dos materiais dentários. **In:Anusavice KJ. Phillips, materiais dentários**. Rio de Janeiro: Elsevier: p.69-97. 2005, 501p.

ARAÚJO, C.S.; SCHEIN, M.T.; ZANCHI, C.H.; RODRIGUES, S.A.; DEMARCO, F.F. Composite resin microhardness: the influence of light curing method, composite shade, and depth of cure. **J Contemp Dent Pract.**; v.9, n.4, p.43-50, 2008.

ARAVAMUDHAN, K.; RAKOWSKI, D.; FAN, P. L. Variation of depth of cure and intensity with distance using LED curing light. **Dent. Mater**: v.22, p.988-994, 2006.

ASMUSSEN, E; PEUTZFELDT, A. Polymer structure of a light-cured resin composite in relation to distance from the surface. **Eur J Oral Sci**: v.111, n.3, p. 277-9, 2003.

BACKER, J.; DERMAUT, L. Visible light sources and posterior light cures resins: a practical mixture. **Quintessence Int**: v.17, n.10, p.635-41, 1986.

BASSIOUNY, M.A. GRANT, A.A. A visible light-cured composite restorative: clinical open assessment. **Br Dent J**: v.145, n.11, p.327-30, 1978.

BEATTY, M.W.; SWARTZ, M.L.; MOORE, B.K.; PHILLIPS, R.W.; ROBERTS, T.A. Effect of

microfiller fraction and silane treatment on resin composite properties. **J Biomed Mater Res:** v.40, n.1, p.12-23, 1998.

BRACKETT, MG.; BOUILLAGUET, S.; LOCKWOOD, PE.; ROTENBERG, S.; LEWIS, J.B.; MESSER, R.L.W.; WATAHA, J.C. In vitro cytotoxicity of dental composites based on new and traditional polymerization chemistries. **J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater:** v.81, p 397-402,2007.

BUSATO, A.L.S.; LUIS, A.; VALIN, R.R.; GUILHERME, A.; LEANDRO, R.; QUELI, S.;GLAURA, M. Métodos de fotopolimerização. **Stomato:** v.13,n.24, p. 45-52, 2007.

CICCONE-NOGUEIRA, J.C., BORSATTO, M.C., SOUZA-ZARON, W.C., RAMOS, R.P.. Microhardness of composite resins at different depths varying the post-irradiation time. **J Appl Oral Sci:** v.15, n.4, p.305-9, 2007.

CORCIOLANI, G.; VICHI, A.; DAVIDSON, C.L.; FERRARI, M. The influence of tip geometry and distance on light-curing efficacy. **Oper Dent.** v.33, n.3, p.325-31, 2008.

CONCEIÇÃO, E.N. Dentística: Saúde e estética. São Paulo: **Artes Médicas**, 2002.

CUNHA LG, ALONSO RC, SOBRINHO LC, SINHORETI MA. Effect of resin liners and photoactivation methods on the shrinkage stress of a resin composite. **J Esthet Restor Dent:**v.18, n.1, p.29-36, 2006.

CORRER – SOBRINHO L, LIMA AA, CONSANI S, SINHORETI MAC, KNOWLES JC. Influence of curing tip distance on composite knoop hardness values. **Braz Dent J.** v.11, n.1, p.11-17, 2000.

CRAIG, R.G.; POWER, J.M. **Materiais dentários restauradores.** 11ª ed. São Paulo: Santos, 2004.

DAVIDSON, C.L.; GEE, A.J. Light-curing units, polymerization, and clinical implications. **J Adhes Dent:** v.2, n.3, p.167-73, 2000.

DUNNE, S.M.; MILLAR, B.J. Effect of distance from curing light tip to restoration surface on depth of cure of composite resin. **Prim Dent Care:** v.15, n.4, p.147-52, 2008.

FRIEDMAN, J. Variability of lamp characteristics in dental curing lights. **J. Esthet. Dent., Hamilton:** v.1, n.6, p.189-190, 1989.

FRIEDMAN, J. Care and maintenance of dental curing lights. **Dent. Today, Fairfield:** v.10, n.1, p.40-41, 1991.

HUBBEZOGLU, I.; BOLAYIR, G.; DOGAN, O.M.; DOGAN, A.; OZER, A.; BEK, B. Microhardness evaluation of resin composites polymerized by three different light sources. **Dent Mater J:** v.26, n.6, p.845-53, 2007.

IMAZATO, S.; TARUMI, H.; KOBAYASHI, K.; HIRAGURI, H.; ODA, K.; TSUCHITANI, Y. Relationship between the degree of conversion and internal discoloration of light-activated composite. **Dent Mater J:** v.14, n.1, p.23-30, 1995.

KURACHI, C.; TUBOY, A.M.; MAGALHAES, D.V.; BAGNATO, V.S. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED based devices. **Dent Mater:** v.17, n.4, p. 309-15, 2001.

LAMBRECHT, P.; GOOVAERTS, K.; BHARADWAJ, D.; DE MUNCK, J.; BERGMANS, L.; PEUMASNS, M.; VAN MEERBEEK, B. Degradation of tooth structure and restorative material: A review. Department of Operative Dentistry and Dental Materials. **BIOMAT Research Cluster:** v.261, n.9, p 980-986, 2006.

LINDBERG, A.; PEUTZFELDT, A.; VAN DIJKEN, J.W.V. Effect of power density of curing unit, exposure duration, and light guide distance on composite depth of cure. **Clin Oral Investig:** v.9, n.2, p.71-6, 2005.

MAYWORM, C.; CAMARGO, S.; BASTIANI, F. Influence of artificial saliva on abrasive wear microhardness of dental composites fillers with nanoparticle. **SCIENCE DIRECT:** v.36, n.9, p 703-710, 2008.

MILLS, R.W.; JANDET, K.D. ASHWORTH, S.H. Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology. **Br. Dent. J., London,** v.186, n.8, p.388- 391, 1999.

MOON, H.J.; LEE, Y.K.; LIM, B.S.; KIM, C.W. Effects of various light curing methods on the

leachability of uncured substances and hardness of a composite resin. **J Oral Rehab**: v.31,n.3, p.258-64, 2004.

PEARSON, G.J.; LONGMAN, M. Water sorption and solubility of resin-based materials following inadequate polymerization by a visible-light curing system. **J Oral Rehabil**: v.16, n.1, p.57-61, 1989.

PEUTZFELDT, A. Resins composites in dentistry: the monomer systems. **European Journal Oral Sciences, Copenhagen**, v.105, p.97-116, 1997.

PEREIRA, S.K.; RASTELLI, A.N.S.; SOUZA, C.D.; BORTOLI, D. Novas fontes de polimerização. **RGO** , v.52, n.1, p. 7-12, 2004.

PIRES, J.A.F.; CVITKO, E.; DENEHY, G.E. et al. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. **Quintessence Int**: v.24, n.7, p.517-21, 1993.

POLYDOROU, O.; TRITTLER, R.; HELLWIG, E.; KÜMMERER, K. Elution of monomers from two conventional dental composite materials. **Dent Mater**: v.23, n.12 , p.1535–41, 2007.

PRICE, R.B.T.; FELIX, C.A.; ANDREOU, P. Effects of resin composite composition and irradiation distance on the performance of curing lights. **Biomaterials**: v.25, n.18, p.65-77, 2004.

RIBEIRO, L.L.; SÁ, F.C.; FRANCO, E.B; NAVARRO, M.F.L. Avaliação da interação entre resina composta e diferentes adesivos dentinários. . **Rev Odontol Univ São Paulo**: v. 13, n. 1, p. 31-36, jan./mar. 1999.

RODE, K.M.; KAWANO, Y.; TURBINO, M.L. Evaluation of curing light distance on resin composite microhardness and polymerization. **Oper Dent**: v.32, n.6, p.571-8, 2007.

RUDELL, D.E.; MALONEY, M.M.; THOMPSON, J.Y. Effect of novel filler particles on the mechanical and wear properties of dental composites. **Dental Materials**. v.18, n. 1, p. 72-80, Jan., 2002.

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

RUEGGEBERG, F. Contemporary issues in photocuring. **Compend Contin Educ Dent Suppl**: v.20, n. 25, p.S4-15, 1999.

SANTOS, L.A.; TURBINO, M.L.; YOUSSEF, M.N.; MATSON, E. Microdureza de resina composta: efeito de aparelhos e tempos de polimerização em diferentes profundidades. **Pesqui Odontol Bras**: v.14, n.1, p.65-70, 2000.

STRASSLER, H. Checking the reliability of your curing light. **J. Esthet. Dent. Hamilton**: v.4, n. 3, p.102-104, 1992.

TAKAMIZU, M. Efficiency of visible – light generators with changes in voltage. **Oper Dent**: v.13, n .4, p.173-180, 1988.

TATE, W.H.; PORTER, K.H.; DOSCH, R.O. Successful photocuring: don't restore without it. **Oper Dent**: v.24, n.2, p.109-14, 1999.

TESHIMA, W.; NOMURA, Y.; TANAKA, N.; URABE, H.; OKAZAKI,

M.; NAHARA, Y. Study of camphorquinone/amine photoinitiator systems using blue light-emitting diodes. **Biomaterials**. v. 24, n. 12, p. 2097-2103, May 2003.

UHL, A.; SIGUSCH, B.W.; JANDT, K.D. Second generation LEDs for the polymerization of oral biomaterials. **Dent Mat**: v.20, n.1, p. 80-7, 2004.

### 3. ARTIGO

## **AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA VICKERS DE UM COMPÓSITO VARIANDO A DISTÂNCIA E A UNIDADE DE FOTOPOLIMERIZAÇÃO**

*RODRIGO ARAÚJO RODRIGUES<sup>1</sup> DAYANE DE SOUZA SIQUEIRA<sup>2</sup>*

*RACHEL DE QUEIROZ FERREIRA RODRIGUES<sup>3</sup>*

*RODRIGO ALVES RIBEIRO<sup>4</sup> ISABELLA CAVALCANTI MEDEIROS<sup>5</sup>*

*ROSANA ARAÚJO ROSENDO<sup>6</sup>*

1 Prof<sup>o</sup> Doutor, Docente Adjunto da Universidade Federal de Campina Grande

2 Graduanda em Odontologia pela Universidade Federal de Campina Grande – Correspondência:  
Rua Marechal Rondon; n.257; São José do Egito- PE – dayanedesouzasiiqueira@gmail.com)

3 Prof<sup>a</sup> Doutora, Docente Adjunta da Universidade Federal de Campina Grande

4 Prof<sup>o</sup> Doutor , Docente Adjunto da Universidade Federal de Campina Grande

5 Msc pela Universidade Federal da Paraíba

6 Prof<sup>a</sup> Msc, Docente Adjunto da Universidade Federal de Campina Grande

### **RESUMO**

As resinas compostas ou compósitos representam os materiais restauradores mais utilizados para reabilitação de cavidades dentárias em dentes anteriores. Para tal necessitam em sua composição de partículas de carga que proporcionem melhor lisura superficial, facilitando os procedimentos de polimento, ao mesmo tempo que contribuem para o aumento na resistência mecânica. O objetivo deste estudo foi comparar duas unidades de fotopolimerização (LED Optilight<sup>®</sup> - Gnatus – e LED Olsen) de compósitos utilizadas na Clínica-Escola de Odontologia da UFCG/Patos através da mensuração da resistência à compressão, variando a distância de fotopolimerização. Foram confeccionados 60 corpos de prova, sendo 30 de cada unidade estudada usando distâncias pré-determinadas, de acordo com ISO 4049, e estes foram submetidos a mensuração da Dureza Vickers, após a polimerização, variando a

distância da ponteira do fotopolimerizador em relação ao corpo de prova. Os dados foram tabulados e analisados no software SPSS (versão 21) e após as análises não paramétricas de Kruskal-Wallis e testes de Mann-Whitney, aceitou-se como significativo um  $p \leq 0,05$ . Após a análise estatística, foi observada diferença estatística significativa para a unidade de fotopolimerização do tipo LED Optilight® (Gnatus), nos casos em que foi empregada para a distância de 3mm (D3), nas comparações com D1 e D2. Sendo assim, pode-se concluir que o afastamento da ponteira da unidade de fotopolimerização pode interferir negativamente na dureza dos compósitos utilizados para procedimentos restauradores.

**Palavras-chave:** Resinas Compostas; Propriedades físicas e químicas, Microdureza

## EVALUATION OF A COMPOSITE MICROHARDNESS VARYING THE DISTANCE AND UNIT CURING

### ABSTRACT

Composite or composite resin restorative materials represent the most commonly used for rehabilitation of dental cavities in anterior teeth. To this need in the composition of filler particles which provide improved surface smoothness, making the polishing procedure, while contributing to the increase in the mechanical strength. The aim of this study was to compare two units (LED Optilight® - Gnatus – e LED Olsen) curing of composites used in the School Clinic of Dentistry UFCG / Ducks by measuring the compressive strength, varying the distance curing. 60 specimens, each being studied unit 30 using predetermined distances were prepared according to ISO 4049, and these were subjected to measurement of Vickers hardness after polymerization, varying the distance of the tip from curing to the body proof. Data were analyzed with SPSS software (version 21) and after the nonparametric Kruskal-Wallis analysis and Mann-Whitney tests, was accepted as significant,  $p \leq 0.05$ . After statistical analysis, statistically significant differences for unit type LED curing Optilight® (Gnatus), where it was used for the distance of 3mm (D3), in comparison with D1 and D2 was observed. Thus, it can be concluded that removal of the probe unit photopolymerization can adversely affect the hardness of the composites used in dentistry procedures.

**Keywords:** Composite Resins; Physical and Chemical Properties, Microhardness.

## INTRODUÇÃO

A Odontologia tem estimulado fortemente o desenvolvimento de materiais restauradores verdadeiramente adesivos ao esmalte e à dentina, uma vez que uma adesão eficaz, ou seja, resistente e duradoura, mesmo nas condições adversas de variações térmicas e umidade da cavidade bucal, é necessária para que seja minimizado o sacrifício da estrutura dentária em relação à retenção (1).

Sempre buscou-se criar compósitos que atendessem os requisitos exigidos pela complexidade da cavidade oral, utilizando materiais com características químicas e mecânicas apropriadas, e para proporcionar a recuperação da estética, forma e função dos elementos dentários, as resinas compostas foram desenvolvidas (2).

Inicialmente os compósitos foram criados por Bowen, em 1963, e são basicamente formados por uma matriz orgânica, carga inorgânica e por um agente silano de ligação, que conecta a partícula e a matriz (3). A matriz orgânica é composta por um ou mais monômeros de base, o BIS-GMA (Bisfenol Glicidil Metacrilato) e/ ou UDMA (Uretano Dimetacrilato), diluente com monômero (EGDMA, DEGDMA, TEGDMA) e aditivos como, inibidores de polimerização, fotoestabilizadores, fotoiniciadores (ex: canforoquinona) e co-iniciadores. Já a matriz inorgânica, contém partículas de carga e são essenciais para o comportamento mecânico (3).

A incorporação de partículas inorgânicas à matriz orgânica favorece de forma significativa as propriedades mecânicas e físicas das resinas compostas, elevando a resistência a abrasão e a compressão e colaborando para que haja uma diminuição na contração de polimerização e no coeficiente de expansão térmica. A forma e o tamanho das partículas têm grande influência no desgaste, dureza, profundidade de polimerização nas propriedades, lisura superficial, viscosidade e resistência à fratura (4-6) As partículas inorgânicas mais usadas são as de vidros, de bário, boro, zinco, estrôncio, quartzo, zircônia, sílica pirolítica e o silicato-lítio-alumínio (7)

A reação de polimerização dos compósitos inicia-se quando o fotoiniciador, contido na matriz orgânica, é exposto à luz, em um comprimento de onda específico (450 a 500 nm), em que se torna altamente energizada ficando em estado de excitação, nesse instante, o fotoiniciador reage com uma amina terciária (agente redutor) para formar um complexo que vai quebrar as duplas ligações C=C e formar radicais livres, os quais buscarão estabelecer novas ligações, iniciando, assim, o processo de polimerização (8).

Para que a polimerização tenha bons resultados, sua eficiência dependerá de fatores relacionados à fonte de luz, que incluem tempo de irradiação, a densidade de potência, espectro de irradiação (9-11) e distância existente entre a extremidade do

aparelho e a superfície do compósito( 12-.20)

A polimerização dos compósitos pode ser avaliada de forma direta ou indireta. A análise do grau de conversão é considerada a técnica direta mais confiável , podendo ser analisado por espectroscopia em infravermelho com transformação de Fourier (FTIR), espectroscopia Raman e espectrometria no ultravioleta visível (UV-Vis). Por outro lado, o teste de microdureza é um método indireto bastante utilizado devido à correlação existente entre dureza e grau de conversão (20-23)

Uma das mais importantes propriedades mecânicas das resinas compostas é a dureza que, pode ser definida como uma resistência à penetração permanente na superfície e à deformação plástica e, que serve de indicativo para facilidade de acabamento da estrutura e de sua resistência ao uso, no que se refere aos riscos, do qual podem comprometer a resistência à fadiga e levar à falha prematura, sendo mensurada como uma força por unidade de uma determinada área e, seu teste é um dos mais importantes para a Odontologia (24).

Existem diversos métodos de teste de dureza que são utilizados, os mais comuns são Vickers, Knoop, Brinell, Barcol e Rockwell. No presente estudo, optou-se pela utilização do teste Vickers, que é capaz de registrar altos valores de dureza em larga opção de materiais e que realizam medição de microdureza com cargas inferiores a 9,8N, usados para materiais dúcteis e de alta dureza, necessitando somente de uma pequena área para endentação, com penetração pequena e limitada (menor que 19  $\mu\text{m}$ ), visto que a ponta do diamante apresenta aproximadamente 0,001 mm, capaz de medir pequenas espessuras de materiais (24).

É extremamente importante a função que o grau de polimerização dos compósitos causam sobre as propriedades físicas e mecânicas das resinas compostas, podendo influenciar na dureza, na sorção de água, na solubilidade, na estabilidade da cor, dentre outras propriedades (2,22,25,26). Essa profundidade de polimerização tem sido muito estudada e, no que se diz respeito a distância entre a fonte de luz e a superfície da resina, observou-se que, houve interferência direta na intensidade da luz que atinge a superfície do compósito (20), impedindo uma polimerização uniforme da base até o topo da resina, pois a dispersão de luz, gera a diminuição da conversão dos monômero em polímeros, afetando a qualidade dele (14).

Este estudo tem o propósito de verificar qual a unidade de fotoativação possibilita obtenção de corpos de prova de um compósito utilizado na Clínica-Escola de odontologia da UFCG – Patos, com maior resistência a compressão, variando a distância de polimerização, visando obter restaurações com melhores propriedades mecânicas frente aos esforços mastigatórios. Pode-se comparar dois aparelhos de

fotoativação de resinas compostas utilizados na Clínica-Escola de odontologia da UFCG e verificar qual a distância de polimerização proporciona maiores resultados de microdureza para os dois tipos de aparelhos estudados.

Diante da importância clínica das resinas, justifica-se a relevância da pesquisa laboratorial no que se diz respeito às características e, os fatores que irão influenciar diretamente no seu efeito na cavidade oral, sendo esse, um estudo que busca abranger as propriedades do material e, como o modo que trabalhamos com ele vai refletir no resultado final.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área e Amostra do Estudo**

O estudo foi realizado nos laboratórios de Pré-Clínica odontológica da Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas do Campus de Patos da UFCG e de Engenharia Mecânica do campus de Campina Grande da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. A amostra foi composta por 60 corpos de prova de um compósito, confeccionados de acordo com a ISO 4049.

### **Processo de Seleção**

#### Critérios de inclusão

Foram incluídas na amostra os corpos de prova da resina estudada que tiverem as dimensões equivalentes às exigidas na ISO 4049 para análise de microdureza Vickers de resinas compostas.

#### Critérios de exclusão

Foram excluídos da pesquisa os corpos de prova que tiverem dimensões diferentes das preconizadas pela ISO 4049.

## Coleta e Processamento de Dados

Foram confeccionadas matrizes em aço contendo cavidades circulares de diâmetro 4mm e espessura 6mm, para receber a resina composta. Sob as matrizes foi posicionada uma lâmina de vidro e a resina composta microparticulada FillMagic® (Vigodent - SP), chamada nesse estudo de R1, foi aplicada na cavidade, com auxílio de uma espátula de nitreto de titânio da marca ByBulls®, em incremento único. Em seguida o conjunto foi coberto por uma tira transparente de poliéster, permitindo bom acabamento superficial, realizando pressão, promovendo o escoamento da resina composta. Este procedimento garantiu que não ficasse ar aprisionado durante a confecção dos corpos de prova. Metade dos corpos de prova foram fotopolimerizados sob luz de um fotopolimerizador do tipo LED Optilight® (Gnatus) e a outra metade através de um fotopolimerizador do tipo LED Olsen, com ciclo de polimerização de luz constante pelo intervalo de tempo de 40 segundos.

Para cada unidade de fotoativação foram determinadas 03 distâncias da ponteira do aparelho. Foram formados Grupos contendo 10 corpos de prova cada, fotopolimerizados nas distâncias 0mm (D1), 1mm (D2) e 3mm (D3), através da utilização de espaçadores de acrílico, confeccionados especificamente para este estudo. No total, foram confeccionados 60 corpos de provas, que foram para avaliação em recipientes contendo identificação. Então, estes seguiram para análise de microdureza Vickers através do aparelho Shimadzu, modelo HMV 2000, acoplado a um computador no laboratório de Engenharia Mecânica da UFCG que contem um endentador capaz de transmitir a carga aplicada à superfície do corpo de prova. Os dados obtidos foram analisados através do software SPSS (versão 21) e estes foram submetidos a testes estatísticos que determinaram qual a unidade de fotoativação mais efetiva e a distância mais correta para obtenção de resinas mais resistentes.

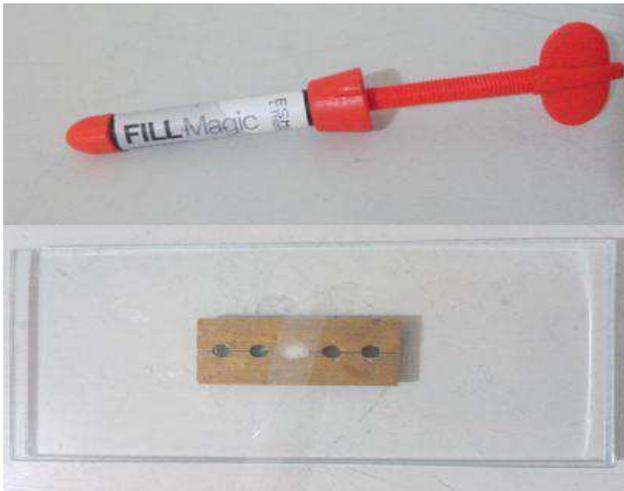


Figura 1: Matriz de aço sobre a lâmina de vidro e, sob a tira de poliéster para escoamento da resina

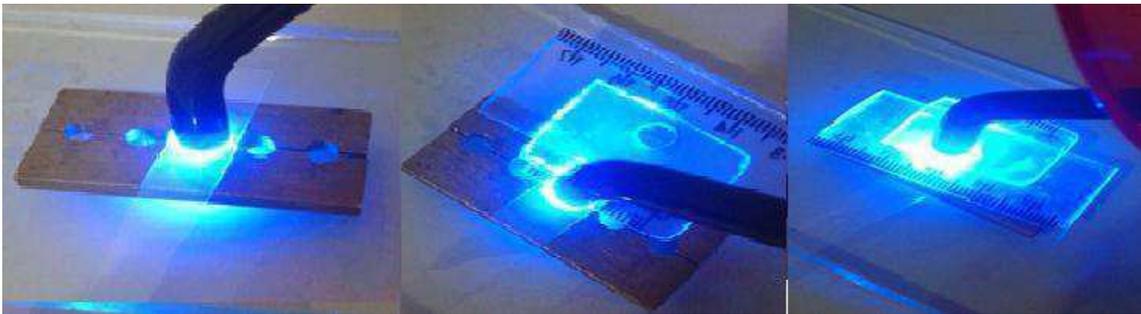


Figura 2: Distâncias 0mm (D1), 1mm (D2) e 3mm (D3).



Figura 3: Corpos de prova.



Figura 4: Corpos de prova no recipiente

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram tabulados e analisados mediante software SPSS (versão 21). Considerando o tamanho amostral optou-se por utilizar análises não paramétricas de Kruskal-Wallis e testes de Mann-Whitney. Aceitou-se como significativo um  $p < 0,05$ .

Após a análise estatística, foi observada diferença estatística significativa para a unidade de fotopolimerização do tipo LED Optilight® (Gnatus), reconhecida como F1, nos casos em que foi empregada para a distância de 3mm (D3), nas comparações com D1 e D2. Sendo assim, pode-se afirmar que o afastamento da ponteira da unidade de fotopolimerização pode interferir negativamente na dureza dos compósitos utilizados para procedimentos restauradores.

A intensidade de luz emitida pelos fotopolimerizadores tem sido considerada um fator indispensável no grau de polimerização dos compósitos, já que, a mudança destes valores, poderia causar danos relevantes na taxa de polimerização, promovendo deficiência de adaptação marginal, na resistência da união do compósito ao dente e na dureza de superfície (27).

Estudos mostram que, a distância entre a superfície do compósito e a ponta da fonte de luz, interfere diretamente na intensidade de luz que atinge o compósito e, conseqüentemente, na profundidade de polimerização e microdureza (13,15,16,25). A intensidade da luz diminui à medida que a ponta do aparelho fotoativador é distanciada da superfície do compósito (15,16, 17,25, 28) logo, a quantidade de energia luminosa disponível para excitar o fotoiniciador diminui drasticamente do topo em direção à base da restauração (8,29)

A literatura têm mostrado que não há mudança relevantes no que diz respeito aos valores de dureza no topo, quando variam as distâncias de fotoativação (12, 13, 30), mas na base, a dureza apresenta-se menor e a polimerização da resina composta mostrou-se depender da distância (13) da ponta da fonte da luz, pois quanto maior a distância, menor a profundidade de polimerização (9,10,22,25,28,30;31) Entretanto, o efeito da distância entre a fonte de luz e a superfície do material, causa ainda controvérsia na literatura. Em estudos nos quais este efeito foi avaliado pelo método indireto (microdureza), alguns autores encontraram que a distância não interferiu nos fatores de dureza (12). Outros trabalhos mostraram que o aumento da distância diminui a intensidade de energia luminosa, a profundidade de polimerização e os valores de microdureza ( 20,27,31,32).

A intensidade de luz irradiada pelos fotopolimerizadores pode interferir na profundidade de polimerização da resina composta e apresentar uma relação direta com os valores de microdureza superficial (31). Hansen e Asmussen (29) (1993) não

concordam com essa teoria e deixam evidente que não existe relação alguma entre a profundidade de polimerização e microdureza em função da fonte de luz.

Cruz, Mai e Shellard (33) (2000) estudaram o grau de polimerização de dois equipamentos de fotopolimerização, Optilux 500 e Optilux 501 (alta potência), por meio dos testes de dureza Rockwel, e notaram resultados semelhantes, porém o Optilux mostrou-se mais eficiente, pois reduziu o tempo de exposição, sendo esse, um dos fatores que motivou o desenvolvimento de aparelhos fotoativadores mais eficientes.

NEVES et al, (23) (2002) avaliaram a relação entre grau de conversão e microdureza em resinas compostas, o efeito do conteúdo de partículas e do tipo de unidade fotoativadora, sendo essas, de três diferentes tipos de aparelhos de fotopolimerização (UniXS<sup>®</sup>, Solidilite<sup>®</sup> e unidade Experimental) e observou-se que, o uso das diferentes unidades resultou em variações dos valores de conversão em função das características específicas de cada unidade, sendo a unidade experimental, o aparelho fotopolimerizador que apresentou melhores resultados. O emprego de diferentes tipo de aparelhos de fotoativação, resultou em variações nos valores de conversão, devido as diferenças nas características de cada unidade, como tipo, número e disposição das lâmpadas, potência e calor gerado no interior dos aparelhos (23). Essas mudanças relevantes foram também analisadas em outros estudos (34-35), através da profundidade de polimerização, análises do grau de conversão, e das propriedades físicas de resinas polimerizadas por diferentes unidades.

Pires, Cvitko, Denehy (16) (1993) analisaram por meio do teste de dureza Knoop, a influência da distância do aparelho de fotopolimerização, em uma resina composta ( Silux Plus) em quatro distâncias diferentes (0, 2, 6 e 12 mm) e observaram que a dureza do topo foi superior à base em todas as distâncias utilizadas, sendo ainda maior, com o aumento da distância. Shimokawa et.al (36) (2012) concordaram com esse estudo, pois em suas pesquisas, notou-se uma diferença significativa nas superfícies irradiadas em profundidade de 1mm, porém nas de 2mm os valores não atingiram o mínimo da dureza máxima, com esse resultado, concluíram que, a medida que a distância aumentava a dureza diminuía.

Baggio et al. (2008) observou a interferência na dureza, da distância entre a ponta do aparelho fotopolimerizador e a resina composta e concluíram que o aumento da distância da ponta do aparelho fotopolimerizador teve interferência direta na dureza superficial da resina composta.

Ciccone-Nogueira et al. (2007) observaram uma diminuição gradual da microdureza com o aumento da profundidade quando utilizados diferentes compósitos para dentes posteriores e essa queda mostrou-se mais acentuada em profundidades maiores que 2 mm. Rode, et al., (2007) avaliaram a influência da distância de

fotoativação (0, 3, 6 e 9 mm) na profundidade de polimerização da resina composta Z-250, através do teste de microdureza e determinação do grau de conversão. Observaram que o aumento da distância da fonte de luz causou a diminuição nos valores de microdureza e no grau de conversão, quando utilizados diferentes aparelhos fotoativadores. Não foram observadas diferenças significantes nas distâncias de 0 mm e 3 mm, quando utilizados incrementos de até 2 mm de espessura; no entanto, distâncias de 6 mm e 9 mm mostraram menores valores de dureza em espessuras similares.

**Tabela 1.** Valores das medianas e “p” nas comparações entre a relação entre as unidades de fotopolimerização e as distâncias

Fotopolimerizador/ Distância	Ranking médio	Mediana	P
F1D1	8,80	44,08	0,21
F1D2	12,20	45,45	
F1D1	13,80	44,08	< 0,01
F1D3	7,20	41,06	
F1D2	14,10	45,45	< 0,01
F1D3	6,90	41,06	
F2D1	8,95	44,01	0,24
F2D2	12,05	45,68	
F2D1	10,90	44,01	0,79
F2D3	10,10	42,18	
F2D2	12,10	45,68	0,24
F2D3	8,90	42,18	
F1D1	11,00	44,08	0,73
F2D1	10,00	44,01	
F1D2	10,90	45,45	0,79
F2D2	10,10	45,68	
F1D3	9,90	41,06	0,68
F2D3	11,10	42,18	

Kruskal-wallis = 10,90;  $p < 0,05$

## **CONCLUSÃO**

Baseado em diversos estudos e pesquisas, pode-se perceber que a distância influencia no processo de polimerização das resinas compostas, sendo inversamente proporcionais, ou seja, conforme aumenta-se a distância, diminui o grau de polimerização, e essa diferença é amplamente observada quando as áreas de topo e base das resinas são comparadas. Em relação à eficiência dos aparelhos fotopolimerizadores, dependerá dos tipo da unidade, já que, elas tem características próprias.

## REFERÊNCIAS

1. Ribeiro LL, Sá FC, Franco EB, Navarro MFL. Avaliação da interação entre resina composta e diferentes adesivos dentinários. *Rev Odontol Univ São Paulo*.1999; 13(1): 31-36.
- 2.Imazato S, Tarumi H, Kobayashi K, Hiraguri H, Oda K, Tsuchitani Y. Relationship between the degree of conversion and internal discoloration of light-activated composite. *Dent Mater J*. 1995; 14(1) :23-30.
- 3.Polydorou O, Trittler R, Hellwig E, Kümmerer K. Elution of monomers from two conventional dental composite materials. *Dent Mater*. 2007; 23(12):1535–41.
- 4.Backer J, Dermaut L. Visible light sources and posterior light cures resins: a practical mixture. *Quintessence Int*. 1986; 17(10): 635-41.
- 5.Bassiouny MA, Grant AA. A visible light-cured composite restorative: clinical open assessment. *Br Dent J*. 1978; 145(11): 327-30.
- 6.Beatty MW, Swartz ML, Moore BK, Phillips RW, Roberts TA. Effect of microfiller fraction and silane treatment on resin composite properties. *J Biomed Mater Res*. 1998; 40(1);12-23.
- 7.Busato ALS,Luis A, Valin RR, Guilherme A, Leandro R, Queli S,Glaura M. Métodos de fotopolimerização. *Stomatol*. 2007; 13(24)45-52.
- 8.Rueggeberg, F. Contemporary issues in photocuring. *Compend Contin Educ Dent Suppl*. 1999; 20 (25): S4-15.
- 9.Araújo CS, Schein MT, Zanchi CH, Rodrigues AS, Demarco FF. Composite resin microhardness: the influence of light curing method, composite shade, and depth of cure. *J Contemp Dent Pract*. 2008; 9(4):43-50.
- 10.Lindberg A, Peutzfeldt A, Van Dijken JWV. Effect of power densityof curing unit, exposure duration, and light guide distance on composite depth of cure. *Clin Oral Investig*. 2005; 9(2):71-6.
- 11.Tate WH, Porter KH, Dosch RO. Successful photocuring: don't restore without it.

Oper Dent: v.24, n.2, p.109-14, 1999.

12. Abate PF, Zahra VN, Macchi RL. Effect of photopolymerization variables on composite hardness. *J Prost Dent*. 2001; 86(6): 632-5.

13. Aguiar FHB, Lazzari CR, Lima, DANL, Ambrosano GMB, Lovadino JR. Effect of light curing tip distance and resin shade on microhardness of a hybrid resin composite. *Braz Oral Res*. 2005;19(4):302-6.

14. Asmussen E, Peutzfeldt A. Polymer structure of a light-cured resin composite in relation to distance from the surface. *Eur J Oral Sci*. 2003; 111(3): 277-9.

15. Corciolani G, Vichi A, Davidson CL, Ferrari M. The influence of tip geometry and distance on light-curing efficacy. *Oper Dent*. 2008; 33 (3):325-31.

16. Pires JAF, Cvitko E, Denehy GE. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. *Quintessence Int*. 1993; 24(7):517-21.

17. Price RBT, Felix CA, Andreou P. Effects of resin composite composition and irradiation distance on the performance of curing lights. *Biomaterials*. 2004; 25(18):65-77.

18. Moon HJ, Lee YK, Lim BS, Kim CW. Effects of various light curing methods on the leachability of uncured substances and hardness of a composite resin. *J Oral Rehab*. 2004; 31(3):258-64.

19. Santos LA., Turbino ML, Youssef MN, Matson E. Microdureza de resina composta: efeito de aparelhos e tempos de polimerização em diferentes profundidades. *Pesqui Odontol Bras*. 2000; 14(1):65-70.

20. Rode K M, Kawano Y, Turbino ML. Evaluation of curing light distance on resin composite microhardness and polymerization. *Oper Dent*. 2007; 32(6):571-8.

21. Hubbezoglu I, Bolayir G, Dogan OM, Dogan A, Ozer A, Bek B. Microhardness evaluation of resin composites polymerized by three different light sources. *Dent Mater J*. 2007; 26(6): 845-53.

22. Ciccone-Nogueira JC, Borsatto MC, Souza-Zaron WC, Ramos RP. Microhardness of composite resins at different depths varying the post-irradiation time. *J Appl Oral Sci*. 2007; 15(4): 305-9.

23. Neves AD, Discacciati JAC, Oréfica RL, Jansen WC. Correlação entre grau de conversão, microdureza e conteúdo inorgânico em compósitos. *Pesqui Odontol Bras.* 2002; 16(4): 349-54.
24. Craig RG, Power JM. *Materiais dentários restauradores.* 11<sup>a</sup> ed. São Paulo: Santos; 2004.
25. Aravamudhan K, Rakowski D, Fan PL. Variation of depth of cure and intensity with distance using LED curing lights. *Dent. Mater.* 2006; 9: 988-994.
26. Pearson GJ, Longman M. Water sorption and solubility of resin-based materials following inadequate polymerization by a visible-light curing system. *J Oral Rehabil.* 1989; 16(1): 57-61.
27. Koran P, Kürschner R. Effect of sequential versus continuous irradiation of a light-cure resin composite on shrinkage, viscosity, adhesion and degree of polymerization. *Am J Dent.* 1998; 11(1): 17-22.
28. Thomé T, Steagall JRW, Tachibana A, Braga SRM, Turbino ML. Influence of the distance of the curing light source and composite shade on hardness of two composites. *J Appl Oral Sc.* 2007; 15(6) :486-91.
29. Hansen EK, ASMUSSEN E. Correlation between depth of cure and surface hardness of a light-activated resin. *Scand J Dent Res.* 1993; 101(1):62-4.
30. Aguiar FHB, Oliveira TRV, Lima DANL, Ambrosano GMB, Lovadino JR. Microhardness of different thicknesses of resin composite polymerized by conventional photocuring at different distances. *Gen Dent.* 2008; 56(2): 144-8.
31. Correr – Sobrinho L, Lima AA, Consani S, Sinhoreti MAC, Knowles JC. Influence of curing tip distance on composite knoop hardness values. *Braz Dent J.* 2000; 11(1): 11-17.
32. Moore BK, Platt JA, Borges G, Chu TMG, Katsilieri I. Depth of cure of dental resin composites: ISO 4049 depth and microhardness of types of materials and shades. *Oper Dent.* 2008; 33(4):408-12.
33. Cruz J, Mai H, Shellard E. Rockwell hardness of hybrid composites with the Optilux 501. Abstract n 2420. *J. dent. Res.* 2000; 779: 446.
34. Freiberg RS, Ferracane JL. Evaluation of cure, properties and wear resistance of Artglass dental composite. *Am J Dent.* 1998; 11(5):214-8

35. Matsumura H, Tanoue N, Atsuda M. Depth of cure of prosthetic composite materials polymerized with laboratory and handheld photo-curing units. *J Oral Rehabil* 1999; 26(9):698-703.

36. Shimokawa CA, Bengston CRG, Youssel MN, Turbino ML. Effect of the reduction of the initial light intensity on the polymerization of a composite resin photoactivated with halogen light and distancing of the activator point. *RPG rev. pos-grad.* 2012; 19(2): 64-68

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As análises estatísticas evidenciaram que a unidade de fotopolimerização do tipo LED Optilight® (Gnatus) apresentou-se mais ineficiente em comparação com o LED Olsen para as distâncias de 3mm em comparação com as distâncias de 0m e 1mm.

Apesar dos recentes avanços das resinas compostas, o aumento da distância de fotoativação pode refletir negativamente nas suas propriedades e no seu desempenho clínico, enfatizando que a ponta do aparelho deve, de preferência, estar em contato direto com o compósito durante a fotoativação para que haja um melhor grau de polimerização e, conseqüentemente, melhores propriedades físico-mecânicas. No entanto, torna-se importante ressaltar que é difícil correlacionar os achados laboratoriais com o comportamento clínico das restaurações de resina composta, uma vez que muitos fatores estão envolvidos no ambiente bucal e não podem ser completamente simulados em laboratório. Assim, avaliações clínicas devem ser realizadas para o melhor entendimento de todos os fatores analisados nesse trabalho.

## ANEXO A- NORMAS DA REVISTA SAÚDE E CIÊNCIA

### DIRETRIZES PARA AUTORES

#### APRESENTAÇÃO GERAL:

Os textos devem ser apresentados como arquivo elaborado no programa *Word for Windows*, escritos em língua portuguesa, em fonte Arial, tamanho 11, espaçamento de 1,5 entre linhas, recuo de 1,0 cm em primeira linha de parágrafo, margens de 3,0 cm em cada lado. Os textos devem ter no máximo 20 laudas, incluindo os anexos. Os trabalhos devem conter as seguintes partes:

#### Título

Deve vir em negrito, centralizado, fonte 12 e em caixa alta. Os trabalhos devem conter a versão em inglês do título (*title*), logo abaixo do resumo.

#### Autores e Vínculo Institucional

A Revista receberá artigos apenas de autoria de pesquisadores doutores. Excepcionalmente, aceitar-se-á textos de autoria de professores da UFCG, com mestrado. Profissionais com outras titulações, pós-graduandos e graduandos, poderão figurar como coautores, em um máximo de 8 nomes por artigo.

O nome completo do (s) autor (es) deve vir logo abaixo do título, centralizados, em itálico e com indicação de titulação e instituição a que pertence (em). Também junto com essas informações, deve constar o endereço completo (inclusive eletrônico) do autor responsável pela correspondência.

#### Resumo e Descritores

O resumo, posicionado logo abaixo do nome do (s) autor (es), deve conter, em no máximo 250 palavras, as informações mais relevantes sobre objetivos, métodos, resultados e conclusões do trabalho. Logo após o resumo podem ser listados até 4 descritores.

#### *Abstract e Keywords*

Correspondem à versão para a língua inglesa do resumo e dos descritores, respectivamente, posicionados logo abaixo desses.

Os descritores e as *keywords* devem, obrigatoriamente, ser extraídos entre os disponíveis em <http://decs.bvs.br>.

Além disso, os artigos originais de natureza clínica ou experimental devem conter também: Introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências bibliográficas. Na metodologia de trabalhos experimentais com animais e de trabalhos envolvendo seres humanos, deve ser citado o número do processo de aprovação do projeto de pesquisa na comissão de ética no uso de animais (CEUA) ou no comitê de ética em pesquisa (CEP) da respectiva instituição, sendo que um documento comprobatório pode ser solicitado pelo Comitê Editorial como requisito para a publicação. As ilustrações (desenhos, gráficos, fotografias, plantas, mapas, entre outras) são consideradas figuras e devem ser limitadas a um máximo de quatro por artigo. As figuras serão apresentadas no corpo do texto, com legendas numeradas em sequência mediante algarismos arábicos precedidos do nome "Figura", logo abaixo da figura a que se refere.

#### NORMAS BIBLIOGRÁFICAS:

##### Citações no Texto:

A revista adota a citação numérica. NÃO É PERMITIDA A CITAÇÃO DO NOME DO AUTOR NO TEXTO. As referências devem ser numeradas por ordem de aparecimento no texto e citadas entre parênteses. Números sequenciais devem ser separados por hífen (1-4); números aleatórios devem ser separados por vírgula (1,3,4,8).

### **Referências Bibliográficas:**

Devem ser numeradas e normatizadas de acordo com o estilo *Vancouver*, conforme orientações fornecidas pelo *International Committee of Medical Journal Editors* no *Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals*. A lista de referências deve ser escrita em espaço simples, em sequência numérica. A referência deverá ser completa, incluindo o nome de todos os autores (até seis), seguido de “et al.”. Os sobrenomes dos autores devem ser seguidos pelos seus prenomes abreviados sem ponto ou vírgula. Usar a vírgula somente entre os nomes dos diferentes autores. As abreviaturas dos títulos dos periódicos internacionais citados deverão estar de acordo com o *Index Medicus / MEDLINE* e para os títulos nacionais, com LILACS e BBO. Referências a comunicação pessoal e artigos submetidos à publicação não devem constar da listagem de Referências.

### **ALGUNS EXEMPLOS:**

#### **Artigo de Periódico:**

Ahrar K, Madoff DC, Gupta S, Wallace MJ, Price RE, Wright KC. Development of a large animal model for lung tumors. *J Vasc Interv Radiol*. 2002; 13(9 Pt 1):923-8.

Banit DM, Kaufer H, Hartford JM. Intraoperative frozen section analysis in revision total joint arthroplasty. *Clin. Orthop*. 2002 ;(401):230-8.

#### **Artigo em periódicos em meio eletrônico:**

Kaeriyama E, Imai S, Usui Y, Hanada N, Takagi Y. Effect of bovine lactoferrin on enamel demineralization and acid fermentation by *Streptococcus mutans*. *Ped Dent J* [serial on the Internet]. 2007 Dec [cited 2008 Jan 15 12]; 17:2:118-26; Available from: [http://www.jstae.jst.go.jp/browse/pdj/17/2/\\_contents](http://www.jstae.jst.go.jp/browse/pdj/17/2/_contents).

#### **Livro:**

Murray PR, Rosenthal KS, Kobayashi GS, Pfaller MA. *Medical microbiology*. 4ª ed. St. Louis: Mosby; 2002.

#### **Capítulo de Livro:**

Meltzer PS, Kallioniemi A, Trent JM. Chromosome alterations in human solid tumors. In: Vogelstein B, Kinzler KW, editores. *The genetic basis of human cancer*. New York: McGraw-Hill; 2002. p. 93-113.

#### **Dissertações e Teses:**

Rubira CMF. Estudo longitudinal sobre similaridade, transmissão e estabilidade de colonização de *Streptococcus mutans* em famílias brasileiras. [Tese]. Bauru: Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo; 2007.

#### **Os Editores**

## **CONDIÇÕES PARA SUBMISSÃO**

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da

submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista; caso contrário, deve-se justificar em "Comentários ao editor".
2. O arquivo da submissão está em formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF.
3. URLs para as referências foram informadas quando possível.
4. O texto está em espaço simples; usa uma fonte de 12-pontos; emprega itálico em vez de sublinhado (exceto em endereços URL); as figuras e tabelas estão inseridas no texto, não no final do documento na forma de anexos.
5. O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em [Diretrizes para Autores](#), na página Sobre a Revista.
6. Em caso de submissão a uma seção com avaliação pelos pares (ex.: artigos), as instruções disponíveis em [Assegurando a avaliação pelos pares cega](#) foram seguidas.

## POLÍTICA DE PRIVACIDADE

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades.