

EFEITO DO POLIMENTO E DO USO DE BARREIRA DE PROTEÇÃO EM PONTEIRAS CONDUTORAS DE LUZ SOBRE A IRRADIÂNCIA DE FOTOPOLIMERIZADOR A BASE DE LED

EFFECT OF POLISHING PROCEDURE AND USE OF BARRIERS PROTECTION IN THE LIGHT GUIDING TIPS ON THE IRRADIANCE OF LED BASED CURING UNIT

Aline Procópio*
Renato Voss Rosa**
Ivana Froede Neiva***
Andresa Carla Obici****

Unitermos:

RESUMO

Polimerização;
Luz visível;
Biossegurança

Objetivos: Mensurar a quantidade de resíduos impregnados nas ponteiras condutoras de luz utilizadas nos fotopolimerizadores; aferir a irradiância antes e após a realização de limpeza e polimento das ponteiras; avaliar o efeito do uso de barreiras de proteção nos valores de irradiância. **Materiais e métodos:** A quantidade de resíduos nas ponteiras foi avaliada a partir de fotografias, nas quais foi sobreposta uma grade quadriculada, de modo a se calcular a porcentagem de resíduos em cada ponteira. A irradiância foi mensurada com auxílio de um radiômetro RD-7 (Exel[®]), antes e após seu polimento. Cada ponteira foi polida utilizando discos de pedra montada de granulação fina e extra-fina, seguido de ponta chama Optimize (TDV[®]), escova de pêlo de cabra com pasta de polimento Universal Polishing (Ivoclar[®]) e disco de feltro com pasta Enamelize (Cosmedent[®]). Por fim, a irradiância foi novamente aferida utilizando dois protetores distintos: incolor e amarelado. Os dados foram analisados estatisticamente pelo programa BioEstat 5.0. **Resultados:** Os resultados mostraram que a quantidade média de resíduos foi de 23,67%, estando localizados, predominantemente, na periferia da área circunferencial das ponteiras. Após o polimento, houve aumento significativo da irradiância ($p < 0,05$). O protetor incolor não causou redução estatisticamente significativa nos valores de irradiância ($p > 0,05$), enquanto o protetor amarelado promoveu significativa diminuição ($p < 0,05$). **Conclusão:** A emissão de luz através das ponteiras é reduzida pela presença de resíduos, porém aumenta após a limpeza e polimento. O uso de barreiras de proteção pode afetar a quantidade de luz que é emitida pela ponteira, dependendo de sua coloração.

* Graduada do Curso de Odontologia da Universidade Federal do Paraná – UFPR. Especialista em Prótese Dentária pela ABO-PR, Curitiba - Paraná, Brasil.

** Graduado do Curso de Odontologia da Universidade Positivo. Especializando em Prótese pela FACSETE. Mestrando em Odontologia pela Universidade Positivo, Curitiba - Paraná, Brasil.

*** Professora do Curso de Odontologia da Universidade Federal do Paraná – UFPR, Departamento de Odontologia Restauradora. Doutora em Biotecnologia, Curitiba - Paraná, Brasil.

**** Professora do Curso de Odontologia da Universidade Federal do Paraná – UFPR, Departamento de Odontologia Restauradora. Doutora em Materiais Dentários, Curitiba - Paraná, Brasil.

Uniterms:

Polymerization;
Visible light;
Biosafety

ABSTRACT

Purpose: This study analyzed the amount of debris impregnated on the tips used in light-curing units and, measured the irradiance before and after cleaning and polishing procedures and; evaluated the effect of the use of barriers protection on the irradiance values. **Methods:** The amount of debris was evaluated from pictures superposed by a gridded screen to calculate the percentage in each tip. The emitted irradiance was measured with a RD-7 (Ecel®) radiometer, before and after the cleaning and polishing procedures. The tips was polished using fine and extra fine-grained mounted stone discs, followed by the Optimize shape-flame tip (TDV®), goat hair brush with Universal Polishing paste (Ivoclar®) and felt disc with Enamelize paste (Cosmedent®). Finally, the irradiance was measured using two different barriers: colorless and yellowish. The data were analyzed statistically using the BioEstat 5.0 program. **Results:** The results showed that the average amount of debris was 23.67%, being located, predominantly, on the periphery of the circumferential area of the tips. After polishing, there was a significant increase in irradiance ($p < 0.05$). The colorless protector did not cause a statistically significant reduction in the irradiance values ($p > 0.05$), while the yellowish protector promoted a significant decrease ($p < 0.05$). **Conclusion:** The light emission through the tips is reduced by the presence of debris, however it increases after cleaning and polishing procedures. The use of barriers can affect the amount of light that is emitted from the curing light tips, according to their coloration.

INTRODUÇÃO

A busca por uma odontologia estética é crescente nas atividades clínicas diárias, sendo a resina composta o material restaurador direto mais utilizado, tanto para dentes anteriores quanto posteriores devido as suas propriedades satisfatórias como cor, adequada resistência mecânica, adaptação marginal e união ao substrato dental com mínima remoção de tecido sadio¹⁻³. Contudo a longevidade das restaurações de resina composta depende de fatores intrínsecos relacionados a sua composição e características; e, extrínsecos, dentre os quais se destacam a manipulação adequada do material, o que inclui uma polimerização eficaz e fatores relacionados ao paciente como risco de cárie, posição do dente na arcada e existência de parafunção⁴⁻⁹.

A composição da resina composta desempenha um papel importante na determinação de suas propriedades físicas e mecânicas. Fatores relacionados à composição

da matriz orgânica e do sistema fotoiniciador, quantidade de carga, tamanho e morfologia das partículas interferem na efetividade de polimerização e, portanto, no desempenho clínico do material^{6,10,11}. O fotoiniciador mais comumente utilizado nas resinas compostas é a canforoquinona (CQ), que apresenta pico de absorção no comprimento de onda em torno de 470nm¹². Deste modo, para que a CQ seja ativada e inicie o processo de polimerização é fundamental que receba energia luminosa suficiente e no comprimento de onda correto e, portanto, as características do aparelho fotopolimerizador devem ser criteriosamente consideradas^{13,14}.

No que se refere ao processo de polimerização, devem ser considerados tanto fatores inerentes à fonte de luz, como aqueles relacionados com os cuidados durante a entrega de luz para a resina composta. Dentre as características intrínsecas do fotopolimerizador,

destacam-se o tipo e formato da ponteira, bem como seu diâmetro em relação ao tamanho da restauração e o volume de material fotoativado simultaneamente; o espectro de emissão de luz; a irradiância e; o perfil do feixe de luz¹⁴⁻¹⁸.

Dentre os fatores extrínsecos destaca-se a técnica operatória, a qual inclui o volume de material polimerizado em cada incremento, a distância e/ou angulação da ponteira em relação a resina composta, o tempo de exposição empregado e os cuidados de manutenção com o equipamento^{14,18-20}. Resíduos de materiais odontológicos como resina composta e barreiras gengivais podem impregnar na ponta condutora e afetar a quantidade de luz que chega ao material que está sendo polimerizado²⁰. Utilizar barreiras protetoras sobre as ponteiras é uma alternativa que além de evitar o contato com os materiais que estão sendo fotoativados, diminui o risco de contaminação cruzada²¹⁻²³.

Dentro desse contexto, os objetivos do presente trabalho foram: 1). avaliar a condição clínica das pontas condutoras de luz utilizadas nos aparelhos fotopolimerizadores da UFPR quanto à quantidade de resíduos impregnados; 2). mensurar a irradiância emitida através das ponteiras antes e após os procedimentos de limpeza e polimento, e; 3). analisar o efeito do uso de barreiras de proteção nos valores de irradiância.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliadas 37 pontas condutoras de luz utilizadas nas Clínica Integrada e Clínica I do curso de odontologia da UFPR. As ponteiras foram encaixadas em suporte fixo de bancada para a obtenção de fotografias de sua extremidade final, mantendo padronizada a angulação (90°), a distância e a iluminação. Foi utilizada máquina fotográfica digital Canon 70 D com lente macro 100 mm Canon, montada em tripé. Todas as fotografias foram realizadas pelo mesmo operador e nas mesmas condições.

Inicialmente foi determinada a quantidade de resíduos presentes nas ponteiras a partir da sobreposição de uma tela graduada vertical e horizontalmente, formando quadrados de 1 x 1 mm na imagem digital obtida (Figura 1). A fotografia de cada ponteira e com a tela

graduada sobreposta foi avaliada em tela de computador de 20 polegadas e alta definição, por dois avaliadores previamente treinados. Foram contadas quantas intersecções estavam contidas no diâmetro da ponteira, e após isso, quantas delas apresentavam resíduos e, por fim, foi calculada a porcentagem de sujeira presente em cada ponteira.

Na sequência foi realizada a primeira mensuração da irradiância (mW/cm^2) emitida a partir de cada ponteira utilizando o radiômetro RD-7 (Ecel®, Ribeirão Preto, SP, Brasil) nas condições em que se encontravam.

A remoção dos resíduos de resina composta e outros materiais aderidos à extremidade da ponteira e o polimento subsequente foram realizadas pelo mesmo operador como se segue: 1). remoção dos resíduos, acabamento e polimento inicial utilizando discos de pedra montados DHPro (DHPro, Paranaguá, PR, Brasil) com granulação fina e extra fina; 2). polimento com ponta chama Optimize (TDV, Pomerode, SC, Brasil); 3). utilização da pasta de polimento Universal Polishing Paste (Ivoclar Vivadent, Barueri, SP, Brasil), em escova de pêlo de cabra DHPro; 4). finalização do polimento com a pasta Enamelize (Cosmedent, Chicago, IL, EUA) no disco de feltro DHPro.

A irradiância foi então novamente mensurada, considerando três situações diferentes: ponteiras limpas e sem utilização de barreira de proteção, e utilizando duas barreiras de proteção de filme de PVC, sendo um transparente (protetor 1) e outro amarelado (protetor 2).

Todas as aferições foram realizadas com as ponteiras montadas sempre no mesmo aparelho fotopolimerizador à base de LED do modelo Optilight LD Max (Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil), os quais são acoplados ao equipo odontológico. As ponteiras foram posicionadas perpendicularmente à janela de leitura do radiômetro, sendo o tempo de exposição definido em 40 segundos e a mensuração da irradiância anotada após os 20 segundos iniciais.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva e inferencial, com nível de significância de 5%, usando o programa BioEstat 5.0 (Instituto Mamirauá, Tefé, AM, Brasil).

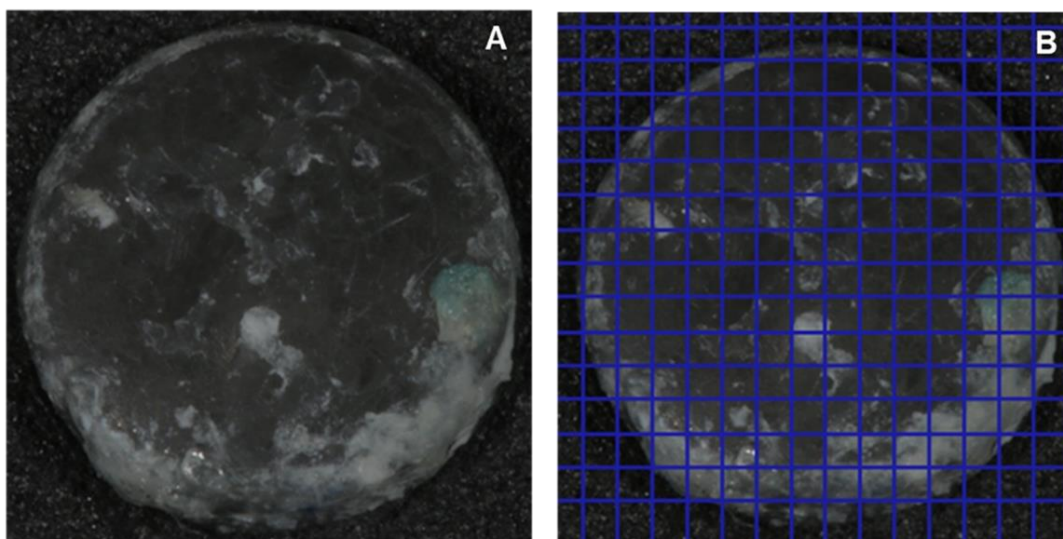


Figura 1. A). Imagem representativa da ponteira com a presença de resíduos; B). Grade quadriculada sobreposta à imagem.

RESULTADOS

Os resultados da estatística descritiva referente às 37 ponteiras avaliadas são apresentados na tabela 1.

Ao aplicar o teste t pareado, observou-se diferença estatística entre ponteira limpa e ponteira suja ($p < 0,05$), mostrando que a quantidade de resíduos presente nas ponteiras faz com que exista redução significativa nos valores de irradiância.

Para a comparação entre as ponteiras limpas com o protetor 1 e com o protetor 2 foi aplicado ANOVA um critério seguido pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$). Os resultados demonstraram que não houve diferença estatística entre a ponteira limpa e o protetor 1 ou entre o protetor 1 e o protetor 2, porém foi encontrada diferença

significativa entre a ponteira limpa e o protetor 2 (Figura 2).

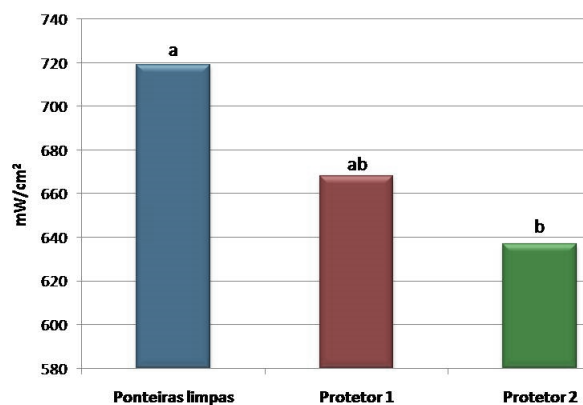


Figura 2. Valores médios de irradiância (mW/cm²), comparando ponteiras limpas, protetor 1 e protetor 2 (* as letras demonstram diferenças estatísticas).

Tabela 1. Estatística descritiva dos valores de irradiância (mW/cm²) das ponteiras antes e após o polimento e, com a utilização dos dois protetores.

Parâmetro	Ponteiras sujas	Ponteiras limpas	Protetor 1	Protetor 2
Média	650,6	719,1	667,8	637,2
Desvio Padrão	100,8	94,5	104,2	100,1
Mediana	645	727	675	636
Mínimo	362	371	351	354
Máximo	831	874	863	808
IC 95%	615,95 – 685,25	686,62 – 751,58	631,98 – 703,6	602,79 – 671,61

A partir dos valores de irradiância aferidos, foi possível estabelecer a quantidade percentual de redução de luz para as seguintes situações: 1). Ponteira suja em relação à ponteira limpa (P. Suja/P. Limpa); 2). Protetor 1 em relação à ponteira limpa (Prot. 1/P. Limpa);

Protetor 2 em relação à ponteira limpa (Prot. 2/P. Limpa). A quantidade percentual de resíduos presentes nas ponteiras, bem como as relações acima descritas são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2. Estatística descritiva da quantidade de resíduos (%) presentes nas ponteiras e da redução percentual da irradiância das ponteiras sujas/ponteiras limpas, protetor 1/ponteira limpa e protetor 2/ponteira limpa.

Parâmetro	Quantidade de Resíduo	P. Suja/P. Limpa	Prot. 1/P. Limpa	Prot. 2/P. Limpa
Média	23,67	9,86	7,29	11,4
Desvio Padrão	7,17	6,98	5,51	6,53
Mediana	23,6	7,87	5,39	9,72
Mínimo	7,84	0,38	1,26	1,38
Máximo	34,14	24,44	23,81	26,89
IC 95%	21,2 – 26,13	7,46 – 12,26	5,39 – 9,18	9,16 – 13,64

DISCUSSÃO

Para que a resina composta alcance suas propriedades ideais é necessário uma polimerização adequada e, portanto, deve receber quantidade de luz suficiente e no correto comprimento de onda, o que depende das características inerentes e das condições de uso do aparelho fotopolimerizador, o correto posicionamento da ponteira em relação ao material, o valor de irradiância e o tempo de exposição, bem como da espessura dos incrementos de resina, de tal forma que possibilitem a chegada de luz até sua porção mais profunda^{6,13-15,17,22}. Diante disso, um dos objetivos do presente estudo foi avaliar a porcentagem de resíduos aderidos à superfície das pontas condutoras de luz de aparelhos fotopolimerizadores usados no curso de Odontologia da UFPR. Observou-se que as ponteiras apresentaram em média 23,67% de resíduos aderidos à sua superfície, o que resultou em uma redução nos valores de irradiância de 9,86%. Estes resultados vão de encontro com outros trabalhos da literatura que mostraram que a presença de resíduos nas ponteiras é bastante frequente, o que compromete a capacidade de transmissão de luz e, conseqüentemente, reduz os valores de

irradiância^{20,24,25}.

Entretanto, apesar da quantidade de resíduos acumulados nas ponteiras não foi possível observar um aumento correspondente da irradiância após a limpeza e polimento das mesmas, o que pode ser explicado com base em alguns fatores. O primeiro refere-se ao perfil de distribuição do feixe de luz a partir da ponteira, que pode mostrar-se não homogêneo através de sua extremidade^{14,16,17,26}. No trabalho de Magalhães Filho et al.²⁶ os maiores valores da irradiância foram observados na área central da circunferência da ponteira. Como no presente estudo foi observado que os resíduos estavam aderidos predominantemente na área periférica das ponteiras, isto possibilitou a passagem de maior quantidade de luz pela região central no momento da mensuração da irradiância antes da sua limpeza e polimento, o que explicaria, em parte, a variação nos valores de irradiância, antes e após o polimento, não ser proporcional à quantidade de resíduos presentes nas ponteiras.

Outro fator que contribuiu para este achado foram as características de translucidez do material que se encontrava aderido à superfície

da ponteira. Como eram em grande parte resíduos de sistemas adesivos e resinas compostas, tanto as características ópticas do material quanto sua espessura influenciam diretamente na quantidade de luz que o atravessa^{6,27,28}. Isto fez com que a simples presença dos resíduos não impedisse completamente a passagem da luz que foi apenas atenuada pelo material. É importante ressaltar que as resinas compostas já polimerizadas permitem maior transmissão de luz que as não polimerizada²⁹, sendo que as primeiras representam o material predominantemente aderido na ponteira.

Para a remoção dos detritos presentes nas pontas condutoras o presente estudo realizou o polimento das superfícies das ponteiras, de modo que a atenuação de luz decorrente da presença destes resíduos não resultasse em uma polimerização insuficiente, o que pode levar a problemas como redução das propriedades físicas e mecânica da resina composta, bem como sensibilidade pós-operatória pela presença de monômeros residuais^{6,22,28}. Assim, após o polimento foi possível observar um aumento na média da irradiância de 650,6 mW/cm², para 719,1 mW/cm², o que representou um aumento de 9,5%. Entretanto, é importante ressaltar que polimentos frequentes podem causar danos permanentes nas ponteiras e devem ser evitados³⁰.

Devido à grande proximidade dos aparelhos fotopolimerizadores em relação à cavidade bucal dos pacientes e da possibilidade de contato direto das ponteiras com as mucosas e fluidos orais, sabe-se que estes equipamentos estão propensos a serem contaminados tanto por microorganismos e causar contaminação cruzada quanto por resíduos de materiais, conforme demonstrado pelos achados deste e de outros trabalhos^{20,24,25}. Isto faz com que seja importante a adoção de meios para dificultar ou impedir que a contaminação ocorra. Atualmente, um dos métodos mais aceitos e difundidos é a utilização de barreiras de proteção transparentes e descartáveis²¹⁻²³. Segundo Ajaj et al.²³, o uso de barreiras de proteção possui baixo custo e demanda menor tempo clínico para a utilização do que outros métodos, tais como a esterilização e polimento frequente das ponteiras. É possível adquirir barreiras de diversos materiais como:

polietileno, polietileno de baixa densidade, cloreto de polivinil (PVC) ou poliuretano^{22,30}.

Diversos trabalhos na literatura têm avaliado os diferentes tipos de barreiras de proteção e mostraram que o filme de PVC obteve os melhores resultados^{21,22,30}. Este foi um dos motivos que levou o presente trabalho a escolher duas barreiras de filme de PVC, bem como o fato de ser de baixo custo e utilizado por um grande número de dentistas³¹. Assim, foram avaliadas uma barreira de filme PVC incolor (protetor 1) e outra amarelada (protetor 2) sobre os valores de irradiância, utilizando todas as ponteiras após sua limpeza e polimento e no mesmo aparelho fotopolimerizador. Os resultados mostraram que ambas promoveram redução nos valores de irradiância, sendo que o protetor 1 reduziu menos (7,29%) e não mostrou diferença estatística em relação à ponteira limpa sem o uso da barreira. Contudo, o protetor 2 demonstrou reduzir significativamente os valores de irradiância (11,4%). Estes achados corroboram com os encontrados por McAndrews et al.²¹, que verificaram uma redução entre 7 e 13% nos valores de irradiância com o uso de filme de PVC como barreira de proteção.

Tradicionalmente na literatura, uma irradiância entre 300 e 400mW/cm² é considerada como o valor mínimo para uma adequada polimerização de incrementos de resina composta com 1,5 a 2,0mm de espessura¹³. Mais recentemente, Soares et al.¹⁸ consideraram que a irradiância mínima aceitável clinicamente era de 500mW/cm², devido aos menores tempos de exposição utilizados pelos dentistas para a fotoativação das resinas compostas. Deste modo, embora o uso das barreiras de proteção testadas em nosso estudo promoveu uma redução nos valores de irradiância, estes mantiveram-se superiores aos preconizados na literatura^{13,18}. Contudo, é importante ressaltar que para os aparelhos que apresentem baixos valores de irradiância, o uso de barreiras pode reduzi-los abaixo do mínimo recomendado.

Quando comparada a redução promovida pelos dois protetores, foi possível perceber que eles mostraram resultados diferentes. Supõe-se que a coloração mais amarelada do protetor 2 poderia ter filtrado parte da luz emitida, resultando em menores valores de irradiância.

Isto demonstra que os dentistas precisam estar atentos ao escolher o filme de PVC para uso como protetor de ponteiras de aparelhos fotopolimerizadores. Ainda, é preciso cuidado em relação à colocação do protetor na ponteira, pois a presença de dobras ou bolhas de ar aprisionadas podem resultar em uma diminuição ainda mais significativa nos valores de irradiância²².

O radiômetro utilizado nesta pesquisa estava calibrado para aferir a irradiância dentro do intervalo de comprimento de onda entre 400 e 500nm. Embora este tipo de equipamento seja menos preciso e não forneça dados qualitativos sobre a distribuição da luz emitida através da ponteira, são frequentemente empregados para monitorar o desempenho de fontes de luz ao longo do tempo permitindo, desta forma, sua manutenção periódica e, a determinação de diversos fatores que podem interferir nos valores de irradiância emitidos^{13,20-23}. Deste modo o uso do radiômetro permitiu que o presente trabalho detectasse os efeitos causados pelo acúmulo de resíduos nas ponteiras condutoras de luz e sua posterior remoção através do polimento, bem como mostrou a atenuação causada pelo uso de barreiras de proteção. Cabe ressaltar ainda, que a aferição da irradiância foi realizada com a ponteira justaposta à janela de leitura do radiômetro, ou seja, sem que houvesse distanciamento, o qual leva a perda de luz^{6,13,22} e, a mesma foi posicionada perpendicularmente, de modo que toda a extremidade da ponteira estava sobre o sensor do radiômetro e, portanto, sem perda de luz devido a angulação^{18,19}.

Com base nos resultados obtidos, recomenda-se que as barreiras de proteção de filme de PVC sejam utilizadas para evitar a contaminação das ponteiras com resíduos de materiais resinosos, bem como infecção cruzada. Contudo, atenção deve ser dada para a escolha do filme de PVC, preferindo os transparentes àqueles de coloração amarelada, bem como cuidar durante sua colocação, evitando dobras e aprisionamento de bolhas de ar. Os procedimentos de monitoramento e manutenção preventiva devem fazer parte da rotina tanto de clínicas de cursos de odontologia como de consultórios particulares de modo a detectar precocemente problemas relacionados às fontes de luz, evitando assim

falhas na polimerização das resinas compostas, o que resulta em redução na longevidade das restaurações.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados e discutidos neste estudo pode-se concluir que as ponteiras condutoras utilizadas nas clínicas de odontologia da UFPR apresentaram em média 23,15% de resíduos aderidos, o que resultou em redução nos valores de irradiância. Após os procedimentos de limpeza e polimento foi possível observar um aumento significativo nos valores de irradiância. A utilização de barreiras protetoras mostrou reduzir os valores de irradiância e que sua coloração pode interferir de modo significativo na passagem da luz. Diante do estudo, reforça-se a necessidade de conscientização dos alunos e profissionais sobre os cuidados com a manutenção das ponteiras, sua utilização, bem como atenção na escolha do tipo de barreira de proteção.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

A.P. realizou o experimento, busca bibliográfica e participou da redação do trabalho. R.V.R realizou o experimento e participou da redação do trabalho. I.F.N. supervisionou o experimento, realizou busca bibliográfica e atuou na redação e correção do trabalho. A.C.O. auxiliou na supervisão do experimento, realizou a análise estatística, busca bibliográfica e atuou na redação, correção e edição final do trabalho.

AGRADECIMENTOS

Os autores gentilmente agradecem ao Prof. Dr. Renato Leite Rosa pelo auxílio na obtenção das fotografias das ponteiras.

REFERÊNCIAS

1. Demarco FF, Corrêa MB, Cenci MS, Moraes RR, Opdam NJ. Longevity of posterior composite restorations: not only a matter of materials. Dent Mater 2012; 28(1):87-101.

2. Rasines Alcaraz MG, Veitz-Keenan A, Sahrman P, Schmidlin PR, Davis D, Iheozor-Ejiofor Z. Direct composite resin fillings versus amalgam fillings for permanent or adult posterior teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; (3):CD005620.
3. Demarco FF, Collares K, Coelho-de-Souza FH, Correa MB, Cenci MS, Moraes RR, et al. Anterior composite restorations: A systematic review on long-term survival and reasons for failure. *Dent Mater* 2015; 31(10):1214-24.
4. Opdam NJ, Bronkhorst EM, Cenci MS, Huysmans MC, Wilson NH. Age of failed restorations: a deceptive longevity parameter. *J Dent* 2011; 39(3):225-30.
5. Opdam NJ, van de Sande FH, Bronkhorst E, Cenci MS, Bottenberg P, Pallesen U, et al. Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res* 2014; 93(10):943-9.
6. Leprince JG, Palin WM, Hadis MA, Devaux J, Leloup G. Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency. *Dent Mater* 2013; 29(2):139-56.
7. Pallesen U, van Dijken JW. A randomized controlled 30 years follow up of three conventional resin composites in Class II restorations. *Dent Mater* 2015; 31(10):1232-44.
8. Demarco FF, Collares K, Correa MB, Cenci MS, Moraes RR, Opdam NJ. Should my composite restorations last forever? Why are they failing? *Braz Oral Res* 2017; 31(suppl 1):e56.
9. Soto-Montero J, Nima G, Rueggeberg FA, Dias C, Giannini M. Influence of multiple peak light-emitting-diode curing unit beam homogenization tips on microhardness of resin composites. *Oper Dent* 2020; 45(3):327-38.
10. de Oliveira DC, Rocha MG, Gatti A, Correr AB, Ferracane JL, Sinhorette MA. Effect of different photoinitiators and reducing agents on cure efficiency and color stability of resin-based composites using different LED wavelengths. *J Dent* 2015; 43(12):565-72.
11. Shimokawa C, Sullivan B, Turbino ML, Soares CJ, Price RB. Influence of emission spectrum and irradiance on light curing of resin-based composites. *Oper Dent* 2017; 42(5):537-47.
12. Jandt KD, Mills RW. A brief history of LED photopolymerization. *Dent Mater* 2013; 29(6): 605-17.
13. Price RB, Shortall AC, Palin WM. Contemporary issues in light curing. *Oper Dent* 2014; 39(1):4-14.
14. Shimokawa C, Turbino ML, Giannini M, Braga RR, Price RB. Effect of curing light and exposure time on the polymerization of bulk-fill resin-based composites in molar teeth. *Oper Dent* 2020; 45(3):E141-E155.
15. Dobrovolski M, Busato PMR, Mendonça MJ, Bosquirolli V, Santos RA, Camilotti V. Influência do tipo de ponteira condutora de luz na microdureza de uma resina composta. *Polímeros* 2010; 20(nº esp):327-30.
16. Price RB, Labrie D, Rueggeberg FA, Sullivan B, Kostylev I, Fahey J. Correlation between the beam profile from a curing light and the microhardness of four resins. *Dent Mater* 2014; 30(12):1345-57.
17. Magalhães Filho TR, Weig KM, Costa MF, Werneck MM, Barthem RB, Costa Neto CA. Effect of LED-LCU light irradiance distribution on mechanical properties of resin based materials. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl* 2016; 63:301-7.
18. Soares CJ, Rodrigues MP, Oliveira LRS, Braga SSL, Barcelos LM, da Silva GR et al. An Evaluation of the Light Output from 22 Contemporary Light Curing Units. *Braz Dent J* 2017; 28(3):362-71.
19. Konerding KL, Heyder M, Kranz S, Guellmar A, Voelpel A, Watts DC, et al. Study of energy transfer by different light curing units into a class III restoration as a function of tilt angle and distance, using a MARC Patient Simulator (PS). *Dent Mater* 2016; 32(5):676-86.
20. Praciz A, Farias TI, Neiva IF, Obici AC. Avaliação de pontas condutoras de luz utilizadas em aparelhos fotopolimerizadores. *Rev Bras Pesq Saúde* 2018; 20(4):17-24.
21. McAndrew R, Lynch CD, Pavli M, Bannon A, Milward P. The effect of disposable infection control barriers and physical damage on the power output of light curing

- units and light curing tips. *Br Dent J* 2011; 210(8):E12.
22. Sword RJ, Do UN, Chang JH, Rueggeberg FA. Effect of curing light barriers and light types on radiant exposure and composite conversion. *J Esthet Restor Dent* 2016; 28(1):29-42.
 23. Ajaj RA, Nassar HM, Hasanain FA. Infection control barrier and curing time as factors affecting the irradiance of light-cure units. *J Int Soc Prev Community Dent* 2018; 8(6):523-8.
 24. Beltrani FC, Caldarelli PG, Kossatz S, Hoepfner MG. Avaliação da intensidade de luz e dos componentes dos aparelhos fotopolimerizadores da clínica odontológica da Universidade Estadual de Londrina. *Rev Bras Pesq Saúde*. 2012; 14(1):5-11.
 25. Ribeiro RAO, Lima FFC, Lima IM, Nascimento ABL, Teixeira HM. Avaliação da intensidade de luz e da manutenção dos aparelhos fotopolimerizadores utilizados em clínicas odontológicas da cidade do Recife-PE. *Rev Odontol UNESP* 2016; 45(6):351-5.
 26. Magalhães Filho TR, Weig KM, Werneck MM, Costa Neto CA, Costa MF. Odontological light-emitting diode light-curing unit beam quality. *J Biomed Opt* 2015; 20(5):55005.
 27. Gaglianone LA, Lima AF, Araújo LS, Cavalcanti AN, Marchi GM. Influence of different shades and LED irradiance on the degree of conversion of composite resins. *Braz Oral Res* 2012; 26(2):165-9.
 28. Welang JFG, Dalfovo RJ, Neiva IF, Obici AC. Atenuação da intensidade de luz e profundidade de polimerização de resinas compostas. *Arq Odont* 2013; 49(1):12-8.
 29. Santos GB, Alto RVM, Sampaio Filho HR, Silva EM, Fellows CE. Light transmission on dental resin composites. *Dent Mater*. 2008; 24(5):571-6.
 30. Scott BA, Felix CA, Price RBT. Effect of disposable infection control barriers on light output from dental curing lights. *J Can Dent Assoc* 2004; 70(2):105–10.
 31. Bruzanga FFB, Santa-Rosa TTA, Braga NMA, Popoff DAV, Paula ACF, Ferreira RC. Fatores relacionados à intensidade da luz de aparelhos fotopolimerizadores, Montes Claros, MG. *EFDeportes.com, Revista Digital* 2014; 19(197).

Endereço para correspondência

Andresa Carla Obici
E-mail: obici@ufpr.br