

UNIVERSIDADE DE UBERABA
ALINE BEATRIZ SOUZA SILVA
LUDMILA ROSA DE OLIVEIRA

**INFLUÊNCIA DO USO DE FONTE LUMINOSA SOBRE A DUREZA DA
RESINA COMPOSTA: REVISÃO DE LITERATURA**

UBERABA - MG
2021

ALINE BEATRIZ SOUZA SILVA
LUDMILA ROSA DE OLIVEIRA

**INFLUÊNCIA DO USO DE FONTE LUMINOSA SOBRE A DUREZA DA
RESINA COMPOSTA: REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Odontologia da
Universidade de Uberaba como parte dos
requisitos para a conclusão do curso de
graduação.

Orientador: Prof Dr. Vinicius Rangel Geraldo
Martins

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Vinicius Rangel Geraldo Martins – Orientador
Universidade de Uberaba

Prof. Dr. César Pennazo Lepri
Universidade de Uberaba

RESUMO

Com o passar dos anos, a odontologia estética passou por diversas evoluções, tornando imprescindível o uso das resinas compostas em restaurações de dentes anteriores e posteriores. Para obter o sucesso clínico e a longevidade das restaurações de resina composta, é essencial a polimerização efetiva do material, incluindo a exposição de luz em sua superfície, desde que o comprimento de onda esteja dentro do espectro 450 – 480 nm para a ativação da canforoquinona. Dentre os fotoativadores mais utilizados nos dias de hoje, destacam-se os diodo emissor de luz (light emitting diode - LED) de 2ª e 3ª gerações, podendo ser de amplo e pequeno espectro, evidenciando suas características e sua importância na clínica restauradora. O objetivo deste trabalho foi discutir, por meio de revisão de literatura, a influência que a fonte luminosa tem sobre a resina composta, levando em consideração o tipo de fonte, o tempo e a potência que estão sendo empregados sobre a superfície do compósito. A revisão de literatura foi baseada em artigos científicos publicados entre 2011 e 2021 sobre a influência do uso de fonte luminosa sobre a dureza da resina composta. Foi utilizada a base de dados Pubmed e selecionados artigos de maior relevância para o tema a ser estudado. Para a busca foi pesquisado os seguintes termos: resinas compostas (resin composite), fotopolimerização (curing light), diodo emissor de luz (light emitting diode – LED), dureza (hardness) e microdureza (microhardness). No total, foram selecionados 22 artigos. Os dados obtidos através desta revisão de literatura mostraram que os aparelhos fotopolimerizadores tem significativa relevância na dureza da resina composta, uma vez que o tempo de exposição, a intensidade e o comprimento de onda do aparelho influenciam no processo final de polimerização do material restaurador. Com isso, as restaurações que apresentam menores valores de dureza indicam maiores riscos de insucesso clínico na prática odontológica.

Palavras chave: Resinas Compostas. Fotopolimerização. Diodo emissor de luz. Microdureza.

ABSTRACT

Over the years, cosmetic dentistry has gone through several evolutions, making the use of composite resins essential in restorations of anterior and posterior teeth. To achieve the clinical success and longevity of composite resin restorations, effective polymerization of the material, including light exposure on its surface, is essential, as long as the wavelength is within the 450 – 480 nm spectrum for camphorquinone activation. Among the most commonly used photoactivators today, the light emitting diode (LED) of the 2nd and 3rd generations stands out, which can be of broad and small spectrum, showing their characteristics and their importance in the restorative clinic. The objective of this work was to discuss, through a literature review, the influence that the light source has on the composite resin, taking into account the type of source, the time and the power that are being used on the composite surface. The literature review was based on scientific articles published between 2011 and 2021 on the influence of the use of a light source on the hardness of composite resin. The Pubmed database was used and articles of greater relevance to the topic to be studied were selected. For the search, the following terms were searched: composite resins, curing light, light emitting diode (LED), hardness and microhardness. In total, 22 articles were selected. The data obtained through this literature review showed that light curing devices have a significant relevance in the hardness of composite resin, since the exposure time, intensity and wavelength of the device influence the final polymerization process of the restorative material. Thus, restorations with lower hardness values indicate greater risks of clinical failure in dental practice.

Keywords: Composite Resins. Light curing. Light emitting diode. Microhardness

SUMÁRIO

| | | |
|---|-----------------------------|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 | JUSTIFICATIVA | 4 |
| 3 | OBJETIVO | 5 |
| 4 | MATERIAL E MÉTODO | 6 |
| 5 | REVISÃO DA LITERATURA | 7 |
| | RESINA COMPOSTA | 7 |
| | GRAU DE CONVERSÃO | 8 |
| | FOTOINICIADOR | 9 |
| | FONTES DE LUZ | 10 |
| | DUREZA DAS RESINAS COMPOSTA | 11 |
| 6 | CONCLUSÃO | 13 |
| | REFERÊNCIAS | 14 |

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a odontologia passou por diversas modificações, e, atualmente, a estética e busca por tratamentos mais conservadores fazem parte do ambiente odontológico. O avanço tecnológico é um grande aliado ao tratamento estético, que se mostra cada vez menos traumático e invasivo, sendo assim, as resinas compostas têm ganhado cada vez mais espaço substituindo o uso de amalgama nas restaurações diretas e indiretas, possibilitando ênfase nesse âmbito. (ALQAHTANI, et al, 2015)

As resinas compostas são formadas por uma matriz resinosa com monômeros *dimetacrilato aromático e ou alifáticos como bis-GMA e uretano dimetacrilato* (UDMA) que formam as estruturas poliméricas resistentes e duráveis, partículas de carga mineral de vidro ou resinosas e agentes de união silânicos. Elas podem ser classificadas quanto ao tamanho das partículas de carga e quanto ao sistema de ativação. Dessa forma, elas podem ser macro particuladas, microparticuladas, híbridas, microhíbridas, nanoparticuladas e nanohíbridas e quanto ao sistema de ativação elas podem ser fotoativadas, quimicamente ativada ou dual. (ANUSAVICE, K.J; SHEN, C; RAWLS, H.R., 2013)

O processo de cura das resinas compostas fotopolimerizáveis ou fotoativadas dependem da exposição de luz na sua superfície, e é importante que o comprimento de onda da luz esteja dentro do espectro 450 – 480 nanômetros (nm) para a ativação da canforoquinona, que é o iniciador da reação de polimerização. Essa reação acontece quando os monômeros são convertidos em polímero, o que leva à redução dos espaços moleculares e, conseqüentemente, à contração do compósito. Portanto, uma polimerização efetiva é essencial para o sucesso das restaurações e ativação das propriedades físicas e mecânicas das resinas compostas (RUEGGEBERG et. al. 2019).

Para iniciar a fotopolimerização dos compósitos, o uso de fotopolimerizadores de alta e baixa intensidade têm sido utilizados. Esses aparelhos podem ser classificados de acordo com o tipo de luz emitida e da amplitude do espectro de emissão de luz, sendo eles de amplo e pequeno espectro. Os equipamentos mais utilizados nos dias de hoje são os convencionais (lâmpada halógena) e os diodos emissores de luz (light emitting

diode - LED) (TORRES, 2013).

Esses aparelhos fotopolimerizadores são fundamentais para a polimerização efetiva da resina composta, por isso é importante uma análise geral dos aparelhos. As lâmpadas halógenas, apesar da popularidade, apresentam algumas desvantagens, possuindo uma vida útil limitada, devido a quantidade de calor produzida e a elevação de temperatura. Em contra partida, os diodos emissores de luz azul (LEDs) têm uma vida útil mais longa e sofrem pouca degradação com o tempo. Além disso, os diodos emissores de luz possuem um espectro mais próximo a ativação da canforoquinona (KUKIATTRAKOON; TANTHANUCH, 2019).

Tendo em vista esses critérios para polimerização efetiva e longevidade das restaurações, são feitos testes para avaliar a qualidade de polimerização da resina composta, visto que a análise superficial não é suficiente para avaliar a restauração como um todo. (DIAS et. al., 2020)

Um dos métodos mais utilizados para verificar o grau de polimerização de uma resina composta é o teste de microdureza, que indica a resistência sob carga de compressão. Existem diferentes tipos de testes para avaliação da dureza da resina, no entanto o teste Vickers é o mais indicado devido a sua maior estabilidade. Segundo esse teste, um valor de dureza alto está diretamente ligado ao êxito da restauração, visto que possui maior resistência ao desgaste, estabelecendo uma relação entre dureza e desgaste. (DIAS et. al., 2020)

Quando os resultados de microdureza são baixos, aumenta-se o risco de dissolução da matriz orgânica da resina, da exposição das partículas inorgânicas e da rugosidade da restauração, o que pode levar ao acúmulo de biofilme, o que contribui para o manchamento e para a diminuição da longevidade da restauração. (DIAS et. al., 2020)

Diversos fatores influenciam no aumento e diminuição da microdureza da resina composta e é importante avaliá-los. Os principais fatores são os tipos de luz, o tempo de exposição e a intensidade de luz aplicada. Em um estudo de 1993, Pires et. al. observou que quando ocorre a redução da intensidade, os valores de microdureza da restauração também são reduzidos. Outro fator importante é o tempo de exposição, tendo em vista que, quando expostos a períodos mais longos, a dureza superficial da resina composta aumenta significativamente. (BRISO et. al. 2019)

Estudos afirmam que a tonalidade, translucidez e o tipo de resina composta também influenciam nos valores de microdureza, visto que a coloração mais clara permite maiores índices de dureza, considerando que os pigmentos usados na tonalização absorvem a luz que passa pela resina prejudicando a polimerização (BRISO et. al. 2019). Além disso, resinas tipo microhíbrida apresentam valores de dureza maiores quando comparada a nanoparticuladas, bulk fill e nano híbrida (DIAS et. al., 2020).

Sendo assim, o objetivo desse trabalho é avaliar através de análise qualitativa bibliográfica, as características das resinas compostas e os tipos de luz, levando em consideração a potência, tempo de exposição e temperatura para observar a influência que esses aparelhos possuem sobre a microdureza da resina composta.

2 JUSTIFICATIVA

O que impulsionou a realização desse trabalho foi analisar os efeitos da luz sobre a resina composta, comparar os tipos de luz e as alterações que podem causar na microdureza da restauração quando não atingem os valores ideais, indicando os fatores que podem levar ao fracasso da restauração e apresentando as características dos aparelhos fotopolimerizados mais utilizados, além de expor as características da resina composta.

3 OBJETIVO

Objetivo geral:

- O objetivo deste trabalho é encontrar, por meio de revisão de literatura, a influência que a fonte luminosa tem sobre a resina composta, levando em consideração o tipo de fonte, o tempo, temperatura e a potência que estão sendo empregados sobre a superfície do compósito resinoso

Objetivos específicos:

- Identificar qual fonte de luz oferece maior dureza para as resinas composta;
- Comparar os diferentes tipos de resinas e a ação dos fotopolimerizados sobre cada material restaurador;
- Determinar o aparelho, o tempo de exposição e a potência ideal para a polimerização efetiva da resina composta;

4 MATERIAL E MÉTODO

A revisão de literatura foi baseada em artigos científicos publicados entre 2011 e 2021 sobre a influência do uso de fonte luminosa sobre a dureza da resina composta. Foram utilizadas as base de dados Pubmed. Foram selecionados os 20 artigos de maior relevância para o tema a ser estudado. Para a busca foram usados os seguintes termos: resin composite, curing light, light emitting diode – LED, hardness e microhardness.

5 REVISÃO DA LITERATURA

RESINA COMPOSTA

Atualmente as resinas compostas vem sendo cada vez mais utilizadas na odontologia, devido a sua excelente estética e funcionalidade, além das qualidades físicas e mecânicas. Elas podem ser utilizadas em diversas situações clínicas seja restauração, forramento ou cimentação. As resinas são formadas por componentes orgânicos e inorgânicos que vão influenciar na sua utilização clínica, visto que sua capacidade estética está ligada com sua composição e estrutura. (Alzraikat, et al. 2018)

Apesar da excelente aplicabilidade clínica das resinas composta, suas propriedades mecânicas também dependem do tipo e da quantidade dos monômeros, e isso pode influenciar técnica restauradora, influenciando a sensibilidade pós-operatória, a microinfiltração e a deflexão de cúspides. (BOARO, et al. 2019).

Com o passar dos anos foram feitas várias alterações na composição das resinas para melhorar a contração de polimerização, a resistência ao desgaste, a radiopacidade e todas as propriedades mecânicas do material. Sendo assim, a matriz resinosa, que antes eram formada por monômeros *dimetacrilato aromático e ou alifáticos como bis-GMA e uretano dimetacrilato (UDMA)* foram modificadas para formar monômeros com viscosidade mais baixa e monômeros de alto peso molecular como dímero dimetacrilato à base de ácido. (ILIE; HICKEL.2011)

Entretanto, para aprimorar as características mecânicas e biológicas do composto resinoso é importante observar também o tamanho e formas das partículas de cargas que foram adicionadas na estrutura do monômero. Essas partículas podem ser classificadas como macroparticuladas, microparticuladas, híbridas, microhíbridas, nanoparticuladas e nanohíbridas. (ILIE; HICKEL.2011)

Os tipos de resinas mais utilizadas atualmente são as microhíbridas e as nanoparticuladas, devido a redução das partículas de carga que foram incorporadas na matriz resinosa para conferir a estes materiais uma combinação de resistência e polibilidade, o que é ideal para restaurações diretas posteriores e anteriores. As resinas nanoparticuladas são compostas por partículas nanométricas que variam de 1 a 100 nanômetros em toda a matriz resinosa e foi

desenvolvida principalmente por conta da crescente busca pela estética, uma vez que oferece maior resistência mecânica, além de excelente estética e melhor capacidade de polimento. Já os compósitos microhíbridos possui partículas finas com tamanho médio que varia de 0,4-1,0 μm misturadas com sílica micro fina. (Tuncer, S. et al. 2017).

Os materiais com nanopartículas aglomeradas apresentam maior volume de área superficial, o que tende absorver mais água e, logo em seguida, maior degradação da interface matriz orgânica/partícula de carga. Esse tipo de resina composta possui em sua composição dois ou mais tipos de partículas com tamanho entre 0,2 e 3 μm , juntamente com 5 a 15% de partículas bem menores. A quantidade de partículas inorgânicas e sua distribuição no compósito traz as vantagens de menor contração de polimerização, alta dureza e menor absorção de água. (Dias et al. 2020).

Com relação à dureza do material, as resinas nanoparticulas quando comparada a outros tipos, como as microhíbridadas, apresentam menores valores de dureza Vickers, isso por conta do tamanho das partículas inorgânicas. Resinas que apresentam menores valores de dureza superficial apresentam maior risco de dissolução da matriz orgânica e das partículas inorgânicas, além de aumentar a rugosidade superficial da restauração, causando acúmulo de placa bacteriana, o que diminui a longevidade da restauração. (DIAS, *et al.* 2020).

GRAU DE CONVERSÃO

A longevidade das restaurações de resina composta depende de vários fatores, entre eles o grau de conversão do monômero, que está relacionado com a composição do monomero utilizado no material e representa o grau de polimerização da resina composta, além disso afeta diretamente o desempenho clínico e mecânico das restaurações. A força, solubilidade e dureza das resinas compostas também estão diretamente ligados ao grau de conversão desses monomeros, visto que para garantir as propriedades físicas e mecânicas das restaurações é necessária uma polimerização efetiva. (TANTHANUCH; KUKIATTRAKOON. 2019).

O grau de conversão das resinas compostas está intimamente

relacionado à quantidade de monômero da resina composta que se converteu na cadeia polimérica, ou seja, é associado ao processo de polimerização do compósito. A baixa conversão do compósito pode resultar em monômeros livres, não reagentes, que pode ter como consequência, a dissolução em ambientes úmidos, tendo como resultado final a degradação da resina e o insucesso da restauração. (LIMA *et al.*, 2016)

A conversão acontece durante o processo de polimerização do material onde as ligações alifáticas (C=C) são quebradas e convertidas em ligações covalentes (CC) entre os monômeros de metacrilato. No entanto, conforme a polimerização acontece, a taxa de radicais livres em propagação sofre uma redução. Sendo assim, a conversão não é completa e permanece como ligações duplas ou monômeros não reagidos presos na matriz polimérica. (RIBEIRO *et al.*, 2012)

O grau de conversão varia de 52% a 75%, entretanto valores abaixo desse índice resulta em restaurações com propriedades mecânicas inferiores, o que causa maior degradação do material e conseqüentemente diminuição de resistência mecânica e da estabilidade de cor. Sendo assim, a resina composta ideal deve possuir contração de polimerização mais baixa e grau de conversão de monômero mais elevado. (XU *et al.*, 2020)

Para determinar o grau de conversão, a espectroscopia de infravermelho com transformador de Fourier (FTIR) é o método mais confiável e indicado atualmente, visto que ele detecta as vibrações de alongamento diretamente antes e depois da polimerização dos materiais. No entanto, por ser um procedimento demorado, o teste de microdureza de Vickers é o método mais utilizado por conta da relação direta entre o grau de conversão e a microdureza do compósito resinoso. (TANTHANUCH; KUKIATTRAKOON. 2019).

Diversos fatores influenciam no grau de conversão e, conseqüentemente, na microdureza das resinas compostas, entre eles a fonte de luz utilizada, a potência, o comprimento de onda, tempo de irradiação, tamanho da ponta de luz. A composição do material também tem forte influência na conversão dos monômeros, assim como o método de fotoativação o tipo e quantidade do fotoiniciador usado. (GALVÃO *et al.*, 2013)

FOTOINICIADOR

Os fotoiniciadores são divididos em dois tipos, sendo o tipo 1 o trimetilbenzoi-difenilfosfinaóxido (TPO) e o peróxido de benzoíla (BPO), onde o processo de polimerização é iniciado por clivagem e o tipo 2 a canforoquinona (CQ), a fenan-trenequinona (PQ) e a benzofenona (BP) cujo processo é iniciado por abstração. (KOWALSKA; SOKOLOWSKI; BOCIONG, 2021)

O fotoiniciador mais utilizado na resina composta é a canforoquinona (CQ) que absorve luz no comprimento de onda 360-510 nm e possui absorção máxima de 468 nm. A canforoquinona é um pó amarelo intenso que adiciona tonalidade amarela ao compósito resinoso por conta do co-iniciador amina terciária aromática que sobre oxidação com o tempo, o que promove a mudança de cor da resina. As concentrações de CQ na resina composta variam de 0,3% a 0,9%, por conta da amina, sendo que as resinas microparticuladas apresentam menores valores do que as convencionais, devido a penetração de luz. (KOWALSKA; SOKOLOWSKI; BOCIONG, 2021)

As concentrações de CQ e co-iniciadores são importantes para obter um alto grau de conversão visto que um aumento da quantidade de CQ na resina composta causa um aumento no grau de conversão e nas propriedades mecânicas do material. Esse aumento não pode ultrapassar o valor ideal, visto que uma concentração excessiva de canforoquinona pode comprometer a estética, por conta de partículas residuais que não reagiram, a biocompatibilidade, as características biomecânicas, e causar um desgaste precoce nas obturações. Todavia, essa concentração também não pode ser insuficiente, para que não haja enfraquecimento das propriedades mecânicas do compósito. (KOWALSKA; SOKOLOWSKI; BOCIONG, 2021)

FONTES DE LUZ

Os aparelhos fotopolimerizadores são de extrema importância na polimerização da resina composta e esses aparelhos podem ser classificados de acordo com o tipo de luz emitida e da amplitude do espectro de emissão de luz, sendo eles de amplo e pequeno espectro. Os equipamentos mais utilizados são os convencionais (lâmpada halógena) e os diodos emissores de luz (light emitting diode - LED), que são os mais utilizados na clínica odontológica

contemporânea. (RUEGGEBERG et. al. 2017)

A luz de LED azul foi criada para superar as desvantagens das lâmpadas convencionais na polimerização da resina composta. Essa unidade apresenta faixas espectrais muito estreitas de cerca de 470 nm, mais próximo do espectro de ativação da canforoquinona, principal fotoiniciador da resina composta, e possui uma vida útil mais longa. Além disso, sofrem pouca degradação com o tempo, pois são resistentes a choques, vibrações e o consumo de energia é considerado baixo quando comparado a outras fontes de luz. As unidades de fotopolimerização de LED apresentam bom desempenho na profundidade adequada de polimerização, resistência à flexão e microdureza de superfície. (TANTHANUCH; KUKIATTRAKOON)

Entretanto, nem todas as unidades de fotopolimerização apresentam intensidade suficiente para garantir uma polimerização completa da resina composta, e essa diminuição de emissão de luz pode ser causada por vários fatores, como contaminação do guia de luz, danos à fibra feixe óptico, saída de luz reduzida após esterilizações repetidas, e diminuição de energia da bateria. (STRAZZI-SAHYON, H. B. et al).

As diferentes intensidades de luz influenciam na estabilidade da cor e microdureza da resina composta. Sendo assim, para garantir uma polimerização adequada é necessária uma intensidade mínima de luz de 400 mw/cm² com uma exposição por cerca de 40 segundos para ter adequada polimerização de um incremento de 1,5 mm a 2 mm de resina composta, porque valores inferiores a esses podem levar a polimerização insuficiente do material e, conseqüentemente, a diminuição das propriedades físicas e mecânicas, alteração de cor e degradação da resina. Desta forma, quanto mais eficiente for a unidade fotopolimerizadora, mais fótons estarão disponíveis para absorção, tendo em consequência, mais moléculas de canforoquinona (fotoiniciador) ficarão excitadas, favorecendo assim um dos fatores necessários para uma maior polimerização (STRAZZI-SAHYON, H. B. et al).

DUREZA DAS RESINAS COMPOSTA

A dureza das resinas compostas pode ser definida como a capacidade de resistência ao desgaste e capacidade de manter a estabilidade da forma do material, além de prever sua capacidade de abrasão. O valor da dureza do

material está diretamente associado a durabilidade da restauração, pois proporciona maior resistência ao desgaste, estabelecendo uma correlação direta entre dureza e desgaste. (DIAS et. al., 2020)

Existem diferentes tipos de testes para avaliação da dureza da resina, no entanto o teste Vickers é o mais indicado devido a sua maior estabilidade. Segundo esse teste, um valor de dureza alto está diretamente ligado ao êxito da restauração, visto que possui maior resistência ao desgaste, estabelecendo uma relação entre dureza e desgaste. (DIAS et. al., 2020)

Quando os resultados de microdureza são baixos, aumenta-se o risco de dissolução da matriz orgânica da resina, da exposição das partículas inorgânicas e da rugosidade da restauração, o que pode levar ao acúmulo de biofilme, o que contribui para o manchamento e para a diminuição da longevidade da restauração (DIAS et. al., 2020)

Diversos fatores influenciam na dureza do material, incluindo a cor da resina composta, quantidade de fotoiniciadores e matrizes orgânicas, entretanto, os fotopolimerizadores desempenham um papel importante, visto que o espectro de emissão e associação entre intensidade luminosa, tempo de exposição e estado geral do equipamento influenciam na polimerização efetiva do compósito resinoso. (JAFARZADEH *et al.*, 2015)

As unidades de fotopolimerização com diodo emissor de luz (LED) são capazes de realizar uma polimerização efetiva dos materiais resinosos, devido à emissão de luz em comprimento de onda ser o mais próximo para ativação da canforquinona (450 a 480nm). No entanto, o tempo de exposição também desempenha um papel importante no processo, uma vez que a dureza superficial da resina composta aumenta significativamente quando exposta por períodos mais longos. (BRISO et. al. 2019)

Ja em relação a intensidade de luz, as unidades de LED que emitem intensidades luminosas mais altas possuem maior capacidade de cura e, portanto, permitem atingir maiores valores de dureza. Sendo assim, deve-se analisar o tipo de aparelho fotopolimerizador usado no ambiente odontológico, visto que emissão de luz em baixa intensidade produz fotopolimerização inadequada das resinas compostas, influenciando negativamente nas propriedades físicas e no desempenho clínico desses materiais. (JAFARZADEH *et al.*, 2015)

6 CONCLUSÃO

Com base nos dados obtidos através dessa revisão de literatura, pode-se concluir que a dureza da resina composta está diretamente associada ao sucesso da restauração, sendo assim é de extrema importância a seleção do aparelho fotopolimerizador ideal, visto que o tempo de exposição, a intensidade e o comprimento de onda do aparelho influenciam no processo de polimerização do material. Os aparelhos de LED com baixa intensidade de luz fornecem valores de dureza mais baixos do que as unidades de alta intensidade e períodos mais longos aumentam significativamente a dureza do material. As resinas que apresentam menores valores de dureza superficial apresentam maior risco de dissolução da matriz orgânica e das partículas inorgânicas, além de aumentar a rugosidade superficial da restauração, causando acúmulo de placa bacteriana, o que diminuiu a longevidade da restauração.

REFERÊNCIAS

1. ALQAHTANI, M.Q. et al. **“Effect of High Irradiance on Depth of Cure Of a Conventional and a Bulk Fill Resin-based Composite”**. Operative dentistry vol. 40,6. 2015. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26237638/>>. Acesso em: 15. Set. 2020.
2. ALZRAIKAT, H *et al.* **Nanofilled Resin Composite Properties and Clinical Performance: a review. Operative Dentistry**, [S.L.], v. 43, n. 4, p. 173-190, 1 jul. 2018. Operative Dentistry. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29570020/> . Acesso em: 18 mar. 2021.
3. ANUSAVICE, K. J. **Phillips materiais dentários**. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.765 p
4. BOARO, Leticia Cristina Cidreira. et al. **Clinical performance and chemical-physical properties of bulk fill composites resin —a systematic review and meta-analysis. Dental Materials**, [S.L.], v. 35, n. 10, p. 249-264, out. 2019. Elsevier BV. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31421957/> . Acesso em: 23 mar. 2021.
5. BRISO, A.L. et. al. **Influence of Light-curing Units on Surface Microhardness and Color Change of Composite Resins after Challenge**. J Contemp Dent Pract. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31058636/>. Acesso em: 20. Set. 2020.
6. CRAMER, N.B; STANSBURY, J.W.; BOWMAN, Cn. **Recent advances and developments in composite dental restorative materials. Journal Of Dental Research**, [s. l], v. 90, n. 4, p. 402-416, abr. 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20924063/> . Acesso em: 16 set. 2020
7. DIAS, Marlon Ferreira *et al.* **Influence of different thermopolymerization methods on composite resin microhardness. Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, [s. l], v. 12, p. 335-341, 1 abr. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32382382/> . Acesso em: 16 set. 2020.

8. FERRACANE, Jack L. **Resin composite—State of the art. Dental Materials**, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 29-38, jan. 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21093034/> . Acesso em: 15 mar. 2021.
9. GALVÃO, Marília Regalado *et al.* **Evaluation of degree of conversion and hardness of dental composites photo-activated with different light guide tips**. Eur J Dent, p. 86-93, jan. 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23407620/>. Acesso em: 15 abr. 2021.
10. ILIE, N; HICKEL, R. **Resin composite restorative materials**. Australian Dental Journal, [s. l], v. 56, p. 59-66, jun. 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21564116/> . Acesso em: 20 mar. 2021.
11. JAFARZADEH, Tahereh-Sadat *et al.* **Evaluation of Polymerization Efficacy in Composite Resins via FT-IR Spectroscopy and Vickers Microhardness Test**. Journal Of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects, [S.L.], v. 9, n. 4, p. 226-232, 30 dez. 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26889359/> . Acesso em: 01 jun. 2021.
12. KOWALSKA, Andrea; SOKOLOWSKI, Jerzy; BOCIONG, Kinga. **The Photoinitiators Used in Resin Based Dental Composite—A Review and Future Perspectives**. Polymers, [S.L.], v. 13, n. 3, p. 470, 2 fev. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/polym13030470>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33540697/> . Acesso em: 25 abr. 2021.
13. LOMBARDINI, Marco *et al.* **Influence of polymerization time and depth of cure of resin composites determined by Vickers hardness**. Dent Res J, [s. l], v. 9, n. 6, p. 735-740, nov. 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23559951/>. Acesso em: 22 maio 2021.
14. LIMA, Anna Letícia Xavier de *et al.* **Avaliação do grau de conversão de resinas compostas fotoativadas em diferentes tempos e potências**. Revista da Faculdade de Odontologia - Upf, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 219-223, 21 dez. 2016. UPF Editora. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5335/rfo.v21i2.6132>>. Acesso em: 02 mai. 2021.

15. POGGIO, C; LOMBARDINI, M; GAVIATI, S; CHIESA, M. **Evaluation of Vickers hardness and depth of cure of six composite resins photo-activated with different polymerization modes.** *Journal Of Conservative Dentistry*, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 237, 2012. Medknow. <http://dx.doi.org/10.4103/0972-0707.97946>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22876009/>. Acesso em: 15 maio 2021.
16. RIBEIRO, Benicia Carolina Iaskieviscz *et al.* **Degree of conversion of nanofilled and microhybrid composite resins photo-activated by different generations of LEDs.** *Journal of Applied Oral Science*, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 212-217, abr. 2012. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22666839/>. Acesso em: 18 abr. 2021
17. RUEGGERBERG, Frederick Allen *et al.* **Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review.** *Brazilian Oral Research*, São Paulo, v. 31, p. 61, 28 ago. 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28902241/> Acesso em: 15 set. 2020.
18. STRAZZI-SAHYON, H. B. *et al.* **Influence of Light-Curing Intensity on Color Stability and Microhardness of Composite Resins.** *The International journal of periodontics & restorative dentistry* vol. 40,1 (2020). Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31815983/>>. Acesso em: 15. Set. 2020.
19. TANTHANUCH, Saijai; KUKIATTRAKOON, Boonlert. **The effect of curing time by conventional quartz tungsten halogens and new light-emitting diodes light curing units on degree of conversion and microhardness of a nanohybrid resin composite.** *Journal of Conservative Dentistry*, [s. l.], v. 22, p. 196-200, mar. /abr. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31142993/> . Acesso em: 15 set. 2020
20. TORRES, C.R.G. *et al.* **Odontologia Restauradora Estética e Funcional: Princípios para a prática clínica.** São Paulo: Santos, 2013.
21. TUNCER, Safa *et al.* **Microhybrid versus nanofill composite in combination with a three step etch and rinse adhesive in occlusal cavities: five year results.** *Restorative Dentistry & Endodontics*, [s. l.],

v. 42, n. 4, p. 253-263, 21 ago. 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29142873/> . Acesso em: 18 mar. 2021.

22.XU, Tong *et al.* **Polymerization shrinkage kinetics and degree of conversion of resin composites.** Journal of Oral Science, [S.L.], v. 62, n. 3, p. 275-280, 2020. Nihon University School of Dentistry. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32493864/>. Acesso em: 15 abr. 2021.