



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA



ANA CAROLINA RODRIGUES SANTOS

**PROPRIEDADES FÍSICAS DAS RESINAS
COMPOSTAS: REVISÃO DE LITERATURA**

UBERLÂNDIA
2018

ANA CAROLINA RODRIGUES SANTOS

**PROPRIEDADES FÍSICAS DAS RESINAS
COMPOSTAS: REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Faculdade de Odontologia da UFU, como requisito parcial para obtenção do título de Graduado em Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Murilo de Sousa Menezes.

Co-orientadora: Ms. Ana Laura Rezende Vilela.

UBERLÂNDIA
2018

SUMÁRIO

Resumo	04
Introdução	05
Proposição	06
Materiais e Métodos	06
Revisão de Literatura	06
Discussão	11
Conclusão	13
Referências bibliográficas	14

RESUMO

Desde o início do século passado, vários materiais foram introduzidos na tentativa de devolver a função e principalmente a estética aos elementos dentais debilitados, porém grandes partes desses materiais desapareceram ou foram aperfeiçoados com resultado da evolução das pesquisas básicas em materiais dentários completadas por estudos clínicos¹. As soluções restauradoras mudam de cenário com o surgimento das resinas compostas, que foram introduzidos pela primeira vez há mais de 50 anos. Assim, este estudo tem como objetivo sistematizar o conhecimento disponível a respeito das resinas compostas, avaliando seu uso na odontologia atual, algumas de suas propriedades e a capacidade deste material em responder as expectativas da sua vasta empregabilidade. Foi realizada uma busca eletrônica por meio do banco de dados PubMed utilizando a combinação das seguintes palavras-chave: “*compositeresin*”, “*properties*”, “*finishingandpolishing*”, sem restrição de idioma ou data de publicação. Esta pesquisa resultou em 241 trabalhos de potencial interesse. Os artigos selecionados para inclusão no estudo com restrição de acordo com o objetivo proposto levou a seleção de 62 artigos relevantes para a revisão de literatura deste trabalho. Foi realizada também, uma busca manual tangencial que levou a seleção de 5 artigos. De acordo com essa revisão, os resultados das pesquisas a respeito das resinas compostas evidenciam que seu uso é de grande relevância na odontologia atual principalmente após as melhorias nas propriedades físicas, estéticas e mecânicas. Além de apresentarem vantagens quanto a indicações, custo, tempo clínico, facilidade de reparo e a preservação de estrutura dental hígida e a capacidade deste material em responder às expectativas dos pacientes.

PALAVRAS-CHAVE: resinas compostas, propriedades físicas, polimento dentário

INTRODUÇÃO

Desde quando os materiais resinosos foram introduzidos pela primeira vez à odontologia, as resinas compostas apresentaram grande evolução, proporcionando melhores propriedades e maiores longevidades². Os compósitos resinosos estão atualmente entre os materiais restauradores estéticos mais populares na prática clínica odontológica³, independentemente dessas melhorias, a expectativa de vida média de uma restauração composta é de apenas 10 anos⁶⁴.

O desenvolvimento e a implementação de materiais restauradores dentários compostos dependem da compreensão abrangente de cada componente do compósito e da tecnologia para alterar cada componente. Resinas compostas e as técnicas de hibridização representam dois grandes avanços na odontologia restauradora⁴.

As resinas compostas odontológicas convencionais possuíam tamanho médio de partícula que excedia 1 μm , tipicamente tinham cargas próximas ou superiores ao diâmetro de um cabelo humano (aproximadamente 50 μm). Esses compósitos macroparticulados eram muito resistentes, mas difíceis de polir e manter a superfície lisa. A fim de abordar a importante questão da longevidade estética, que estava faltando nas resinas macroparticuladas, os fabricantes começaram a formular compostos microparticulados. A inovação mais recente foi o desenvolvimento das resinas compostas de nanopartículas, contendo apenas partículas em nanoescala⁵. Melhorias foram feitas tornando as resinas compostas mais resistentes ao desgaste, menor contração de polimerização com maior estabilidade de cor e polimento nos últimos anos⁶.

Dentre as características importantes dos compósitos resinosos, destaca-se a facilidade de polimento, manutenção do polimento, a qualidade da superfície, biocompatibilidade, e a resistência a adesão da placa bacteriana⁶. Uma superfície lisa permite durabilidade clínica, boa aparência estética, biomimetismo com a estrutura dentária, bem como, a resistência a alteração de cor da restauração⁶.

O sucesso das restaurações dentárias depende, entre outras questões, das resistências à compressão, à tração diametral e à flexão, à resistência ao desgaste e à fratura³. Apesar das resinas compostas apresentarem propriedades mecânicas

adequadas para a realização de restaurações anteriores e posteriores, ainda apresentam deficiência em regiões de grande tensão, principalmente em pacientes com hábitos parafuncionais⁷.

PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de literatura sobre as propriedades físicas das resinas compostas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A revisão dos dados disponíveis publicados foi realizada utilizando o banco de dados eletrônico PubMed. Os termos de pesquisa empregados foram “*compositeresin*”, “*properties*”, “*finishingandpolishing*”, sem restrição de idioma ou data de publicação. Esta pesquisa resultou em 241 trabalhos de potencial interesse. Os artigos selecionados para inclusão para o estudo iniciaram com a triagem de títulos relacionados com as propriedades físico-mecânicas, cor, interações biológicas e acabamento e polimento das resinas compostas.

Depois de selecionados pela leitura dos títulos, os mesmos foram considerados para leitura do resumo. Considerando o objetivo proposto, após a leitura do resumo, um total de 103 artigos foram selecionados para leitura completa. No entanto, apenas 62 artigos foram encontrados disponíveis para obtenção pelo portal de Periódicos Capes. Foi realizada também, uma busca manual tangencial que levou a seleção de mais 5 artigos Sendo estes artigos utilizados na realização desta revisão de literatura.

REVISÃO DE LITERATURA

Devido ao aumento da demanda estética dos pacientes e a melhora das resinas compostas relacionada com as propriedades físicas, mecânicas e ópticas, seu uso clínico expandiu-se consideravelmente ao longo dos anos, independentemente do tipo e da localização da cavidade. Os compósitos foram classificados de acordo com várias características, como tamanho, conteúdo e tipos de carga, e as propriedades físicas e mecânicas dos materiais⁸.

Diferentes cargas e monômeros são modificados ou adicionados a materiais restauradores para aumentar a longevidade das restaurações. As resinas foram evoluindo com o passar do tempo, as melhorias em sua composição visam principalmente reduzir a contração da polimerização e aumentar a dureza, a resistência à compressão, a resistência à flexão e o módulo de flexão pela introdução de novas formulações de resina. Vários tipos de resinas compostas com diferentes tipos de partículas de carga surgiram no mercado denominadas de macropartículas (70 μm), micropartículas (0,01-0,05 μm), híbridas (8,0-12,0 μm), micro-híbridas (0,4-1 μm), nanopartículas (<100 nm) e nanohíbridas (0,04-3,0 μm)^{8, 9}.

As melhorias no módulo de elasticidade, maior resistência à flexão, resistência à compressão, dureza e resistência ao desgaste das resinas têm sido relatadas em vários estudos⁸⁻¹⁰. Constatou-se que as resinas nanopartículas, respondem muito melhor às tensões funcionais da mastigação quando comparadas às resinas micropartículas. As resinas nanohíbridas, que possuem menor quantidade de matriz orgânica e maior porcentagem de cargas, demonstram menos contração de polimerização que os compósitos nanopartículas^{8, 9,10}.

Um dos principais problemas relacionado às resinas compostas é a contração de polimerização que geram forças de tração e compressão que levam ao acúmulo de tensão nas paredes da cavidade. Entre as consequências da tensão de contração residual ocorre a formação de gaps e microinfiltração^{58, 61}, podendo causar cárie secundária, sensibilidade pós-operatória e irritação da polpa^{59,62}.

No início dos anos 2000, maior atenção foi focada no desenvolvimento da matriz orgânica, que até o momento tinha sido baseada exclusivamente nos monômeros a base de metacrilato, mais especificamente BisGMA (dimetacrilato de bisfenol A glicidil), TEGDMA (dimetacrilato trietilenoglicol), BisEMA (bisfenoletoxilado). -A dimetacrilato) e UDMA (dimetacrilato de uretano). Monômeros alternativos começaram a ser desenvolvidos com o objetivo comum de reduzir a tensão de contração de polimerização, já que a possível associação entre o desenvolvimento de tensão e a formação de fendas na interface adesiva estava sendo enfatizada⁶⁴.

Os novos monômeros foram baseados em porções polimerizáveis de abertura de anel ou em moléculas de maior peso molecular, com ambas as estratégias comprovando sucesso na redução do coeficiente de contração e, finalmente, a tensão de polimerização⁶⁴.

Técnicas de confecção de restaurações são universalmente reconhecidas como um fator considerável na modificação da tensão de contração. Dois fatores principais concorrem para reduzir a tensão de contração: uso de pequenos incrementos (menor ou igual a 2,0 mm de espessura), e um fator de configuração de cavidade mais baixa por meio do contato mínimo com as paredes adjacentes da cavidade durante a polimerização. É amplamente aceito que o preenchimento incremental diminui a tensão de contração como resultado do volume reduzido do material polimerizado⁶⁵.

O desgaste é uma preocupação comum quando resinas compostas são usadas em dentes posteriores, resultado de oclusão, mastigação, escovação e hábitos parafuncionais. Sinais clínicos de desgaste incluem perda de contorno, aumento da rugosidade da superfície, acúmulo de placa, mancha, e trincas na superfície. Foi demonstrado que estes fatores são afetados pela composição do material e a interação com os fatores externos e textura de superfície⁶⁰.

A matriz orgânica, a forma, o tamanho, o volume e a distribuição das partículas de carga, a silanização e o grau de conversão são fatores que influenciam no desgaste de compósitos. As partículas de cargas que apresentam menores tamanhos e maior porcentagem em volume das resinas compostas resultam em menores desgastes dos compósitos⁶⁰.

A estabilidade de cor está relacionada diretamente com a composição da resina composta, como pelo tamanho das partículas de carga e eficiência da polimerização. A cor inicial das restaurações podem sofrer alterações gerando pigmentação e descoloração marginal, devido às diferentes composições das resinas compostas, através da interação distinta da matriz resinosa e das partículas de carga com certos pigmentos^{13, 53}. Alterações de cor em restaurações de resina compostas são de causas multifatoriais, podendo ser geradas por fatores extrínsecos e intrínsecos, além de ser atribuída ao envelhecimento inerente a resina

composta. Os fatores intrínsecos constituem as alterações nas partículas de carga, matriz orgânica ou do agente de união, silano. Os fatores extrínsecos são gerados pela absorção de pigmentos, polimerização incompleta, dieta, higiene bucal e polimento da superfície das restaurações^{14, 15}.

Diversos estudos demonstram a susceptibilidade das resinas à alteração de cor através da ingestão de café, bebidas esportivas, suco de uva e vinho tinto. Entre os tipos de resina composta presentes no mercado as resinas microhíbridas são mais suscetíveis à descoloração externa do que as nanohíbridas. Alguns trabalhos ainda mostram que repolir após a pigmentação reduz significativamente os valores, chegando a resultados clinicamente aceitáveis^{16, 17}. A absorção dos fluidos orais também pode permitir que os fatores corantes penetrem ainda mais no compósito resinoso¹⁹. Valentini et al.²⁸ (2011) investigaram sobre o efeito da aplicação de selante na estabilidade da cor de restaurações de resina composta, imersas em café ou solução de café preto, os resultados indicaram que o uso de um selante superficial podem alterar a cor das restaurações.

Poggio⁵² et al (2012), estudaram a respeito da coloração da superfície de compósitos, investigando sua suscetibilidade a pigmentação pela dieta normal e corantes alimentares, bem como avaliando reações a várias condições físico-químicas de relevância clínica. Sob condições e dentro das limitações do presente estudo *in vitro*, concluíram que os procedimentos de coloração usados no estudo afetaram a estabilidade de cor das resinas compostas testadas. Diferentes resinas compostas (microhíbridas e nanohíbridas) reagiram da mesma maneira quando expostas *in vitro* ao chá por 7 dias e 14 dias⁵².

Além da cor, as características da superfície contribuem significativamente para a qualidade estética das restaurações. A rugosidade de uma restauração diz respeito às mais finas irregularidades de superfície que ocorrem devido às características do material e aos procedimentos restauradores e de polimento. A estrutura química do compósito de resina, tipo de oligômeros ou monômeros usados, concentração / tipos de ativadores, iniciadores, inibidores, oxidação de ligações de carbono duplo e o sistema de ligação matricial de partícula de resina e características de partículas de carga têm um impacto direto na rugosidade superficial e coloração do compósito de resina. A maior rugosidade da superfície tem

um efeito prejudicial na reflexão da luz, resultando em uma aparência opaca que se destaca do restante dos dentes. Além disso, superfícies ásperas promovem a adesão da placa bacteriana, com subsequente aumento da alteração de cor das restaurações^{15, 18}.

Marghalani²⁹ (2010) realizou um estudo sobre a relação entre as partículas de carga e rugosidade superficial de resinas compostas no qual foi possível observar que os valores aumentaram com o tamanho das partículas de carga e também foram influenciadas pelo formato irregular da partícula de carga. Além disso, partículas maiores, especialmente as irregulares, tenderam a se soltar na superfície, o que pode resultar em sua alta rugosidade²⁹.

Kameyama²⁴ et al (2018), compararam a rugosidade superficial média e o brilho superficial de duas resinas diferentes, uma resina com partículas suprananométricas esféricas monodispersas (EsteliteΣ | Tokuyama) e uma resinamicrohíbrida (Clearfil AP-X (AP-X) produzidos por diferentes procedimentos de acabamento / polimento. As interações entre a rugosidade média da superfície e o brilho foram avaliadas, encontrando o efeito dos procedimentos de acabamento e polimento²⁴.

Quanto maior a rugosidade da superfície, maior o efeito de dispersão da luz e menor o brilho. Uma superfície mais lisa possui maior brilho, indicando maior durabilidade clínica e melhor aparência estética, induzindo melhor compatibilidade óptica entre resina composta e o esmalte dental natural²⁵. O brilho é diretamente influenciado pela rugosidade superficial, mas também por outros fatores, como a diferença nos índices de refração da matriz de resina e das partículas de carga ⁶⁵.

A qualidade das restaurações depende muito da precisão das técnicas de acabamento e polimento usadas. Procedimentos de acabamento e polimento que se referem ao ajuste do contorno das restaurações para obter a anatomia desejada, para reduzir a aspereza e riscos, são essenciais para manutenção de um periodonto saudável, integridade marginal. Além do que, superfícies polidas minimizam o acúmulo de placa, irritação gengival, estética desfavorável, descoloração superficial e cáries secundárias²¹.

De acordo com a literatura^{23-27,30-45}, existem diversos sistemas disponíveis para a realização do acabamento e polimento de compósitos. O efeito dos sistemas de polimento e acabamento superficial foi relatado como material dependente, e a eficácia desses sistemas foram principalmente dependentes do produto²². Podem ser utilizados vários sistemas de polimento, como pastas de polimento, pedras, tungstênio, brocas de metal duro, brocas diamantadas finas e superfina, discos abrasivos, pontas abrasivas, pontas de borracha macia, discos de feltro, escovas com cerdas abrasivas e a combinação de todos esses instrumentos⁴³.

Um estudo utilizando cinco tipos diferentes de protocolos de acabamento e polimento, onde todos os instrumentos foram utilizados em trajetória circular e contínua sobre a amostra por um período de 30s, mostrou que tanto a rugosidade da superfície quanto o brilho dos compósitos resinosos utilizados na atual pesquisa são influenciados pelo tipo de protocolo utilizado e pelo tipo de resina. Em linhas gerais, entende-se que para se obter um material restaurador estético adequado e uma boa durabilidade da aparência estética é necessário garantir não apenas o uso de uma escolha adequada do biomaterial, mas também a preferência por um procedimento de polimento que resulte na textura da superfície mais perfeita²⁵.

Kamenya²⁴ et al (2018), realizaram um estudo evidenciando que em geral, os procedimentos de acabamento são realizados com instrumentos rotativos rígidos, como brocas de diamante de granulação super-fina ou brocas de acabamento de carboneto de tungstênio. O presente estudo usou brocas super-finas de diamante com uma média de 30 µm de diâmetro de partículas. Os resultados revelaram que o uso de pontas abrasivas com óxido de alumínio seguido dos instrumentos secundários de acabamento, sugere que a abrasão de superfícies ásperas criada pela broca de diamante de granulação superfina reduziria a aspereza, mas não contribuiria para a remoção de riscos.

DISCUSSÃO

Revisões de literatura são ferramentas úteis para avaliar materiais com potencial para serem utilizados em diversas áreas da odontologia. Os compósitos resinosos possuem diversas aplicações clínicas, pois permitem recuperar o comportamento estético e mecânico do elemento dental hígido⁴. Devido aos

diferentes pigmentos utilizados, os compósitos resinosos são materiais restauradores que possibilitam a confecção de restaurações com a cor semelhante à estrutura dentária de diversas matiz e cromas⁵⁶.

Os dentistas são rotineiramente questionados pelos pacientes sobre a longevidade das restaurações em resina composta e se hábitos alimentares podem interferir nesta longevidade. O consumo de café e refrigerantes, por exemplo, tem alta prevalência na sociedade contemporânea, principalmente nos países industrializados. Tem sido demonstrado que alterações de cor superficiais em resinas compostas estão relacionadas aos hábitos de higiene, hábitos alimentares e tabagismo. Sendo assim, o dentista deve orientar o paciente quanto aos hábitos deletérios, pois a manutenção da estética de uma restauração está relacionada ao estilo de vida¹³. É importante destacar, que diferentes resinas compostas apresentam composição diferente, o que irá interferir na textura superficial, estabilidade química e conseqüentemente na estabilidade de cor do material⁵⁵. A estabilidade de cor de resinas compostas sob várias condições físico-químicas melhora quando os materiais apresentam baixa sorção de água, alta relação carga-resina, tamanho reduzido de partículas e dureza, e um ótimo sistema de união de matriz de carga⁵⁷.

Vários estudos^{14-17, 28,57} avaliaram a mudança de cor das resinas compostas, evidenciando que esta alteração é multifatorial e inclui causas endógenas e exógenas. A mudança de cor geralmente ocorre devido a três razões: 1) descolorações externas devido ao acúmulo de placa e manchas; 2) alterações na superfície, promovendo degradação superficial e leve penetração e reação de agentes corantes com a superfície composta; e 3) descolorações intrínsecas devido a reações físico-químicas nas porções profundas da restauração¹³.

O brilho é uma característica desejável dos materiais restauradores para imitar a aparência do esmalte⁶⁶. Sua manutenção superficial é de grande importância e esta característica geralmente está relacionada à deterioração ou desgaste dos materiais. Isto torna a propriedades ópticas de restaurações inadequadas ao envelhecimento clínico e exige a necessidade de repolir, reparar ou substituir a restauração⁶⁷.

A rugosidade superficial dos compósitos pode reduzir algumas propriedades mecânicas, como a dureza e aumentar o desgaste das restaurações³². Nos procedimentos de restauração, um caráter de superfície, como a rugosidade, pode determinar a qualidade e o comportamento clínico do material restaurador. As superfícies ásperas não apenas aumentam a suscetibilidade à coloração, mas também aumentam o risco de cáries secundárias³⁶.

Considerando que o acabamento e polimento interferem na rugosidade da superfície, a eficácia deste procedimento interfere na manutenção das propriedades estética e conseqüentemente na longevidade da restauração. Desta forma, caso o polimento não seja executado de forma correta e que permita uma lisura adequada, a restauração irá apresentar maior rugosidade e a integridade superficial será afetada negativamente. Assim, as propriedades físicas e químicas do material, além da manutenção da cor das resinas compostas serão alteradas com o tempo⁵⁵.

O procedimento de acabamento e polimento pode ser um fator importante para o desempenho longo prazo. A cavidade oral é constantemente contaminada por diversas espécies microbianas. A maioria desses microrganismos, especialmente aqueles responsáveis pela cárie, só podem sobreviver na boca quando aderem a superfícies ásperas³⁶.

Vários protocolos de polimento são usados recentemente, desde os sistemas de “múltiplas etapas”, que requerem diferentes instrumentos, até os sistemas de “uma etapa”, baseados no uso de equipamentos exclusivos, como escovas de carboneto de silício ou pontas de borracha e pontas de diamante³⁶. Procedimentos de acabamento e polimento são etapas clínicas necessárias para estabelecer uma reconstrução adequada das coroas dentárias e restaurar uma forma anatômica e morfológica do dente⁴⁴. O polimento final com abrasivos extremamente finos reduz a rugosidade remanescente e é de especial importância, uma vez que superfícies ásperas acumulam mais placa e manchas³².

O acabamento e o polimento de restaurações dentárias são muito importantes para a estética e a longevidade dos dentes restaurados³². Uma superfície lisa permite durabilidade clínica, boa aparência estética, melhor compatibilidade óptica

com o tecido esmalte natural e brilho superficial, bem como, evitando a descoloração e coloração da restauração⁴⁴.

Conforme essa revisão, os resultados das pesquisas a respeito do uso das resinas compostas evidenciam suas inúmeras indicações, vantagens, maior longevidade, melhorias em sua composição e ressaltam a importância da realização de um acabamento e polimento bem feitos. A documentação científica disponível a respeito das resinas é abundante e diversa, com vasta experiência e clínica. Estudos biológicos, mecânicos e clínicos mostram que as resinas compostas são atualmente os materiais restauradores estéticos mais utilizados e recomendados na prática clínica odontológica.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a rugosidade, brilho e cor da resina composta são características importantes a serem observada nas restaurações em resina composta e influência diretamente na longevidade da restauração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANUSAVICE, K.J. Phillips science of dental materials, 10 ed. Saunders, 1997.
2. ZHANG, N.; MELO, A.M.; WEIR, M.D.; REYNOLDS, M.A.; BAI, Y. XU, H.K.H. Do Dental Resin Composites Accumulate More Oral Biofilms and Plaque than Amalgam and Glass Ionomer Materials? 2016 nov; 9. [PubMed].
3. FONTES, S.T.; FERNÁNDEZ, M.R.; MOURA, C.M.; MEIRELES, S.S. Color stability of nanofil composite: effect of different immersion media. 2009 Oct; 17(5): 388–391. [PubMed].
4. CRAMER, N.B.; STANSBURY, J.W.; BOWMAN, C.V. Avanços e Desenvolvimentos Recentes em Materiais Restauradores Dentais Compostos. J Dent Res . Abril de 2011; 90 (4): 402-416. [PubMed].
5. KUMARI, R.V.; NAGARI, H.; SIDDARAJU, K.; POLURI, R.K.. Avaliação do efeito do polimento superficial, bebidas orais e corantes alimentares na estabilidade de cor e rugosidade superficial de resinas nanocompósitos. [PubMed].
6. KUMARI, C.M.; BHAT, K.M.; BANSAL, R. Evaluation of surface roughness of different restorative composites after polishing using atomic force microscopy. J Conserv Dent. 2016 Jan-Feb; 19(1): 56–62. [PubMed].
7. FERRACANE, J.L. Resin composite – state of the art. Dent Mater. 2011 Jan; 27(1): 29-38. [PubMed].
8. ABZAL, M.S.; RATHAKRISHNAN, M.; VENKATACHALAM, P.; SUBBIYA, A.; SUKUMARAN, V.G. Evaluation of surface roughness of three different composite resins with three different polishing systems. 2016 Mar-Apr; 19(2): 171–174. [PubMed].
9. LEITE, M.L.A.S.; E SILVA, F.D.C.M.; DUARTE, R.M.; ANDRADE, A.K. The effect of drinks on color stability and surface roughness of nanocomposites. 2014 Jul; 8(3): 330-6. [PubMed].
10. MEENAKUMARI, C.; BHAT, M.R, K.; BANSAL, R.; SINGH, N. Evaluation of Mechanical Properties of Newer Nanoposterior Restorative Resin Composites: An In vitro Study. 2018 Jun; 9(Suppl 1): S142–S146. [PubMed].
11. MELODY, N.C.; JOHNSTON, W. M. Appearance Differences Between Lots and Brands of Similar Shade Designations of Dental Composite Resins. 2016 Sep 13. [PubMed].

12. CEKIC-NAGAS, I.; EGILMEZ, F.; ERGUN, G. The Effect of Irradiation Distance on Microhardness of Resin Composites Cured with Different Light Curing Units. 2010 Oct; 4(4): 440–446. [PubMed].
13. MUNDIM, F.M.; GARCIA, L.F.R.; PIRES-DE-SOUZA, F.C.P. Effect of staining solutions and repolishing on color stability of direct composites. 2010 May-Jun; 18(3): 249–254. [PubMed].
14. SARKIS, E. Color change of some aesthetic dental materials: Effect of immersion solutions and finishing of their surfaces. 2012 Mar; 24(2): 85–89. [PubMed].
15. HAFEZ, R.; AHMED, D.; YOUSY, M.; EL-BADRAWY, W.; EL-MOWAFY, O. Effect of In-Office Bleaching on Color and Surface Roughness of Composite Restoratives. 2010 Apr; 4(2): 118–127. [PubMed].
16. TASKINSEL, E.; OZEL, E.; OZTURK, E. Effects of sports beverages and polishing systems on color stability of different resin composites. 2014 Jul-Aug; 17(4): 325–329. [PubMed].
17. AWLIYA, W.Y.; AL-ALWANI, D.J.; GASHMER, E.S.; AL-AMDIL, H.B. The effect of commonly used types of coffee on surface microhardness and color stability of resin-based composite restorations. 2010 Oct; 22(4): 177–181. [PubMed].
18. ROSELINO, L. de M.; CHINELATTI, M.A.; ALANDIA-ROMÁN, C.C.; PIRES-DE-SOUZA, F. de C. Effect of Brushing Time and Dentifrice Abrasiveness on Color Change and Surface Roughness of Resin Composites. 2015 Oct; 26(5): 507–13. [PubMed].
19. KHALAJ, K.; TAYEFI-NASRABADI, M.; SOUDI, A. The evaluation of surface sealants' effect on the surface roughness of Nano-hybrid composite after polishing with One-Step system (*in-vitro*). 2018 Jul 1; 10(7): e635-e641. [PubMed].
20. MONTEIRO, B.; SPHOR, A.M. Surface Roughness of Composite Resins after Simulated Toothbrushing with Different Dentifrices. 2015 Jul; 7(7): 1–5. [PubMed].
21. BELTRAMI, R.; CECI, M.; DE PANI, G.; VIALBA, L.; FEDERICO, R.; POGGIO, C.; COLOMBO, M. Of different surface finishing/polishing procedures on color

- stability of esthetic restorative materials: A spectrophotometric evaluation. 2018 Jan-Mar; 12(1): 49–56. [PubMed].
22. YADAV, R.D.; RAISINGANI, D. JINDAL, D. A Comparative Analysis of Different Finishing and Polishing Devices on Nanofilled, Microfilled, and Hybrid Composite: A Scanning Electron Microscopy and Profilometric Stud. 2016 Jul-Sep; 9(3): 201–208. [PubMed].
 23. RAI, R.; GUPTA, R. *In vitro* evaluation of the effect of two finishing and polishing systems on four esthetic restorative materials. 2013 Nov-Dec; 16(6): 564–567. [PubMed].
 24. KAMEYAMA, A.; NAKAZAWA, T.; HARUYANA, A.; HARUYAMA, C.; HOSAKA, M.; HIRAI, Y. Influence of Finishing/Polishing Procedures on the Surface Texture of Two Resin Composites. 2018 Jul; 30(3): 197–207. [PubMed].
 25. LOPES, I. A. D.; MONTEIRO, P. J. V. C.; MENDES, J. J. B.; GONÇALVEZS, J. M. R.; CALDEIRA, F. J. F. The effect of different finishing and polishing techniques on surface roughness and gloss of two nanocomposites. [PubMed].
 26. NAIR, V. S.; SAINUDEEN, S.; PADMANABHAN, P. VIJAYASHANKAR, L. V.; SUJATHAN, U.; PILLAI, R. Three-dimensional evaluation of surface roughness of resin composites after finishing and polishing. 2016 Jan-Feb; 19(1): 91–95. [PubMed].
 27. PINTO, G. C.; DIAS, K. C.; GARCIA, L. F.; CONSANI, S.; PIRES-DE-SOUZA, F. C. Influence of finishing/polishing on color stability and surface roughness of composites submitted to accelerated artificial aging. 2013 May-Jun; 24(3): 363–8. [PubMed].
 28. VALENTINI, F.; OLIVEIRA, S.G.; GUIMARÃES, G.Z.; MORAES, R. R. Effect of surface sealant on the color stability of composite resin restorations. 2011; 22(5): 365–8. [PubMed].
 29. MARGHALANI, H.D. Effect of filler particles on surface roughness of experimental composite series. 2010 Jan-Feb; 18(1): 59–67. [PubMed].
 30. GULER, A.U.; GULER, E.; YUCEL, A. Ç. ERTA, E. Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. 2009 Apr; 17(2): 108–112. [PubMed].

31. GÜLER, A.U.; DURAN, I.; YÜCEL , A. Ç.; ÖZKAN , P. Effects of air-polishing powders on color stability of composite resins. 2011 Sep-Oct; 19(5): 505–510. [PubMed].
32. SCHEIBE, K. G. A.; ALMEIDA, K. G. B. MEDEIROS, I. S.; COSTA, J. F.; ALVES, C. M. C. EFFECT OF DIFFERENT POLISHING SYSTEMS ON THE SURFACE ROUGHNESS OF MICROHYBRID COMPOSITES. 2009 Feb; 17(1): 21–26. [PubMed].
33. UPPAL, M.; GANESH, A.; BALAGOPAL, S.; KAUR, G. Profilometric analysis of two composite resins' surface repolished after tooth brush abrasion with three polishing systems. 2013 Jul; 16(4): 309-13. [PubMed].
34. KOCAAGAOGLU, H.; ASLAN, T. GURBULAK, A.; ALBAYRAK, H. TASDEMIR, Z.; GUMUS, H. Efficacy of polishing kits on the surface roughness and color stability of different composite resins. 2017 May; 20(5): 557-565. [PubMed].
35. HASSAN, A. M.; NABIH, S. M.; MOSSA, H., M.; BAROUDI, K. The effect of three polishing systems on surface roughness of flowable, microhybrid, and packable resin composites. 2015 May-Jun; 5(3): 242–247. [PubMed].
36. GIACMOELLI, L.; DERCHI, G.; FRUSTACI, A.; BRUNO, O.; COVANI, U.; BARONE, A.; DE SANTIS, D.; CHIAPPELI, F. Surface Roughness of Commercial Composites after Different Polishing Protocols: An Analysis with Atomic Force Microscopy. 2010 Jan-Feb; 18(1): 59-67. [PubMed].
37. SAPRA, V.; TANEJA, S.; KUMAR, M. Surface geometry of various nanofiller composites using different polishing systems: A comparative study. 2013 Nov-Dec; 16(6): 559–563. [PubMed].
38. MAGDY, N. M.; KOLA, M. Z.; ALQAHTANI, H. H.; ALQAHTANI, M. D.; ALGHMLAS, A. S. Evaluation of Surface Roughness of Different Direct Resin-based Composites. 2017 May-Jun; 7(3): 104–109. [PubMed]
39. ABZAL, M. S.; RATHAKRISHNAN, M.; PRAKASH, V.; VIVEKANANDHAN, P. SUBBIYA, A.; SUKUMARAN, V. G. Evaluation of surface roughness of three different composite resins with three different polishing systems. 2016 Mar-Apr; 19(2): 171–174. [PubMed].
40. BASHETTY, K.; JOSHI, S. The effect of one-step and multi-step polishing systems on surface texture of two different resin composites. 2010 Jan-Mar; 13(1): 34–38. [PubMed].

41. ERDEMIR, U.; SANCAKLI, H. S.; YILDIZ, E. The effect of one-step and multi-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of novel resin composites. 2012 Apr; 6(2): 198–205. [PubMed].
42. CHIANG, Y. C.; LAI, E. H.; KUNZELMANN, K. H. Polishing mechanism of light-initiated dental composite: Geometric optics approach. 2016 Dec; 115(12): 1053-1060. [PubMed].
43. LIMA, M. O.; CATELAN, A.; HERNANDES, N. M. P.; GIORGI, M. C. C.; AMBROSANO, B. G. M.; LIMA, D. A. N. L. *In vitro* evaluation of the effect of different polishing techniques on the surface roughness of composite resins submitted to at-home and in-office bleaching procedures. 2015 Nov-Dec; 18(6): 483–487. [PubMed].
44. KUMARI, C. M.; BHAT, K. M.; BANSAL, R. Evaluation of surface roughness of different restorative composites after polishing using atomic force microscopy. 2016 Jan-Feb; 19(1): 56–62. [PubMed].
45. KUMARI, R. V.; NAGARI, H.; SIDDARAJU, K.; POLURI, R. K. Evaluation of the Effect of Surface Polishing, Oral Beverages and Food Colorants on Color Stability and Surface Roughness of Nanocomposite Resins. 2015 Jul; 7(7): 63–70. [PubMed].
46. HAFEZ, R.; AHMED, D.; YOUSRY, M.; EL-BADRAWY, W.; EL-MOWAFY, O. Effect of In-Office Bleaching on Color and Surface Roughness of Composite Restoratives. 2010 Apr; 4(2): 118–127. [PubMed].
47. GOUVEIA, T. H. N.; PÚBLIO, J. C.; AMBROSANO, G. M. B.; PAULILO, A. M. S.; AGUIAR, F. H. B.; LIMA, D. A. N. L. Effect of at-home bleaching with different thickeners and aging on physical properties of a nanocomposite. 2016 Jan-Mar; 10(1): 82–91. [PubMed].
48. ESMAELI, B.; ZENOUIZ, G. A.; KHAZAEI, F. DARYAKENARI, G.; BIZHANI, A. Effect of different concentrations of carbamide peroxide on the staining susceptibility of resin composites. 2018 Sep-Oct; 21(5): 500-504. [PubMed].
49. RATTACASO, R. M. B.; GARCIA, L. F. R.; AGUILAR, F. G.; CONSANI, S.; PIRES-DE-SOUZA, F. C. P. Bleaching Agent Action on Color Stability, Surface Roughness and Microhardness of Composites Submitted to Accelerated Artificial Aging. 2011 Apr; 5(2): 143–144. [PubMed].

50. FEIZ, A. SAMANIAN, N.; DAVOUDI, A.; BADRIAN, H. Effect of different bleaching regimens on the flexural strength of hybrid composite resin. 2016 Mar-Apr; 19(2): 157–166. [PubMed].
51. ANDRADE, I. C. G. B.; BASTING, R. T.; RODRIGUES, J. A. R.; AMARAL, F. L. B.; TURSSI, C. P.; FRANÇA, F. M. G.; Microhardness and color monitoring of nanofilled resin composite after bleaching and staining. 2014 Apr-Jun; 8(2): 160–165. [PubMed].
52. POGGIO, C.; BELTRAMI, R.; SCRIBANTE, A.; COLOMBO, M.; CHIESA, M. Surface discoloration of composite resins: Effects of staining and bleaching. 2012 Sep-Oct; 9(5): 567–573. [PubMed].
53. HOTWANI, K.; THOSAR, N.; BALIGA, S. Comparative *in vitro* assessment of color stability of hybrid esthetic restorative materials against various children's beverages. 2014 Jan-Feb; 17(1): 70–74. [PubMed].
54. OJEDA, G. D.; GUTIÉRREZ, I. H.; TISI, J. P.; ROSALES, A. B. A Novel Technique for Bulk-Fill Resin-Based Restorations: Achieving Function and Esthetics in Posterior Teeth. 2017 Nov 26. [PubMed].
55. MANOELA, H.; RÂCĂ, R.; PREOTU, G.; MĂRĂSESCU, P. Considerations regarding the optical properties of the composite resin restorative materials. 2011 Jul; 37(3): 140–4. [PubMed].
56. LAINOVIC, T.; VILOTIC, M.; BLAZIC, L. KAKAS, D. DUBRAVKA, M. IVANISEVIC, A. Determination of surface roughness and topography of dental resin-based nanocomposites using AFM analysis. 2013 Feb; 13(1): 34–43. [PubMed].
57. LEE, Y-K.; YU, B.; LIM, H-N.; LIM, J.I. Difference in the color stability of direct and indirect resin composites. 2011 Mar-Apr; 19(2): 154–160. [PubMed].
58. BECHTOLD, J.; SANTOS, P. J.; ANIDO-ANIDO, A.; DI HIPOLITO, V.; ALONSO, R. C. B.; D'ALPINO, P. H. P. Hardness, polymerization depth, and internal adaptation of Class II silorane composite restorations as a function of polymerization protocol. 2012 Apr; 6(2): 133–140. [PubMed].
59. KERMANSHAH, H.; YASINI, E.; HOSEINIFAR, R. Effect of cyclic loading on microleakage of silorane based composite compared with low shrinkage methacrylate-based composites. 2016 May-Jun; 13(3): 264–271. [PubMed].

60. TABATBAEI, M.; ARAMI, S.; FARAHAT, F. Effect of Mechanical Loads and Surface Roughness on Wear of Silorane and Methacrylate-Based Posterior Composites. 2016 Nov; 13(6): 407–414. [PubMed].
61. SHARAFEDDIN, F.; MORADIAN, M.; MOTAMEDI, M. Evaluation of Shear Bond Strength of Methacrylate- and Silorane-based Composite Resin Bonded to Resin-Modified Glass-ionomer Containing Micro- and Nano-hydroxyapatite. 2016 Jun; 17(2): 142–148. [PubMed].
62. HASHEMIKAMANGAR, S. S.; POURHASHEMI, S. J.; KHARAZIFARD, M. M. Effect of organic acids in dental biofilm on microhardness of a silorane-based composite. 2015 Jun 2. [PubMed].
63. FERRACANE, J. L. Resin Composite- state of art. Academy of Dental Materials. 27; p. 29-38; 2011.
64. FUGOLIN, A. P. P.; PFEIFER, C. S. New Resins for Dental Composites. 2017 Sep; 96(10): 1085–1091. [PubMed].
65. CHANDRASEKHAR, V.; RUDRAPAI, L.; BADAMI, V.; TUMMALA, M. Incremental techniques in direct composite restoration .2017 Nov-Dec; 20(6): 386–391. [PubMed].
66. YAZICI, A. R.; TUNCER, D.; ANTONSON, S.; ONEN, A.; KILINC, E. Effects of Delayed Finishing/Polishing on Surface Roughness, Hardness and Gloss of Tooth-Coloured Restorative Materials. 2010 Jan; 4(1): 50–56. [PubMed].
67. ROCHA, R. S.; OLIVEIRA, A. C.; CANEPPELE, T. M. F.; BRESCIANI, E. Effect of Artificial Aging Protocols on Surface Gloss of Resin Composites. 2017 May 22. [PubMed].