



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
DISCIPLINA TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO I

BRUNO ABREU DE OLIVEIRA

REVISÃO NARRATIVA DE FORMAS ALTERNATIVAS DE POLIMERIZAÇÃO
DE RESTAURAÇÕES INDIRETAS EM RESINA COMPOSTA.

Porto Alegre

2021

BRUNO ABREU DE OLIVEIRA

**REVISÃO NARRATIVA DE FORMAS ALTERNATIVAS DE POLIMERIZAÇÃO DE
RESTAURAÇÕES INDIRETAS EM RESINA COMPOSTA.**

Trabalho de Conclusão de Curso de Odontologia da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul como
requisito básico para a formação de cirurgião-dentista.

Orientador: Prof Dr Lucas Silveira Machado

Porto Alegre

2021

BRUNO ABREU DE OLIVEIRA

**REVISÃO NARRATIVA DE FORMAS ALTERNATIVAS DE POLIMERIZAÇÃO DE
RESTAURAÇÕES INDIRETAS EM RESINA COMPOSTA.**

Trabalho de Conclusão de Curso de Odontologia da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul como
requisito básico para a formação de cirurgiã-dentista.

Orientador: Prof Dr Lucas Silveira Machado

Porto Alegre, 23 de Novembro de 2021

Prof. Dr. Lucas Silveira Machado

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Leandro Azambuja Reichert

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Eliseu Aldrighi Münchow

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao grande arquiteto do universo pela vida, pela família que me proporcionou e também por ter me possibilitado em meio a tantos obstáculos a escolha da Odontologia.

Agradeço a minha família, que esteve sempre ao meu lado, apoiando-me nos momentos mais difíceis dessa jornada. Em especial a minha mãe Simone e ao meu pai Marcos, que sempre me apoiaram e vibraram com minhas conquistas. Ao meu irmão João Gabriel e à minha avó Marlene, minha eterna gratidão.

À minha namorada Natalia, a qual foi meu amparo em grande parte dessa jornada. À minha sogra Terezinha, cunhados e sogro, que sempre torceram pelo meu sucesso.

Aos meus queridos professores, em especial ao meu orientador Lucas Machado que me mostrou durante a graduação o quanto a odontologia estética restauradora é fascinante.

REVISÃO NARRATIVA DE FORMAS ALTERNATIVAS DE POLIMERIZAÇÃO DE RESTAURAÇÕES INDIRETAS EM RESINA COMPOSTA.

RESUMO

O objetivo desta revisão narrativa da literatura foi realizar uma busca a respeito das restaurações indiretas realizadas em resina composta, concentrando as buscas nos métodos adicionais de polimerização da resina composta. A técnica de restauração direta-indireta em resina composta, possibilita alguns benefícios com relação à confecção da restauração e o tempo clínico com o paciente. Além disso, o contato com o paciente reduz-se apenas ao tempo necessário de preparo, moldagem e cimentação. Possibilita também melhor controle e distribuição dos estresses residuais gerados na fotopolimerização. Diante disso, sabe-se que o fato de realizar restaurações fora da boca possibilita métodos adicionais de polimerização dos compósitos para melhorar as propriedades mecânicas destes materiais. Sendo assim, o objetivo desta revisão de literatura foi encontrar possíveis evidências a respeito da polimerização adicional, de restaurações indiretas em resina composta, tentando compreender quais são as melhores estratégias para garantir uma efetiva taxa de conversão monomérica. A narrativa foi subdividida em alguns fatores, todos confluentes com o tema de polimerização adicional de restaurações indiretas em resina composta. A presente revisão narrativa da literatura teve como bases de dados para levantamento bibliográfico o PubMed e Lilacs. Para a busca foram utilizadas as seguintes combinações de descritores em ciências da saúde: fotopolimerização, polimerização adicional, resinas compostas, restaurações indiretas, grau de conversão e microdureza. Também foram realizadas buscas manuais nas listas de referências dos artigos encontrados. Não foram aplicadas restrições quanto ao idioma da publicação. Baseado nos estudos encontrados, foi possível observar que uma das possibilidades de polimerização adicional foram relacionadas ao aumento da temperatura com o uso de autoclave e forno micro-ondas. Aparelhos de luz em câmara escura também foram encontrados como possibilidade de polimerização adicional. Conclui-se que ainda não existem revisões sistemáticas no assunto, que os benefícios dos métodos adicionais de polimerização ainda concentram-se em estudos laboratoriais e portanto estudos clínicos devem ser realizados a fim de investigar as melhores estratégias para polimerização adicional da resina composta.

Palavras- chave: Polimerização, Propriedades Mecânicas, Resina Composta, fotopolimerização adicional

A NARRATIVE REVIEW OF ALTERNATIVE POLYMERIZATION OF INDIRECT RESIN COMPOSITE RESTORATIONS.

ABSTRACT

The aim of this narrative review of the literature was to conduct a search for indirect composite resin restorations, focusing on additional methods of light-curing composite resin. The technique of indirect composite resin restorations provides some benefits with respect to the preparation of the restoration and the clinical time with the patient. In addition, the contact with the patient is reduced only to the time required for preparation, molding and cementing. It also allows better control and distribution of the stresses generated during light-curing. Therefore, it is known that performing restorations outside the mouth allows additional methods of polymerization of composites to improve the mechanical properties of these materials. Therefore, the aim of this literature review was to find possible evidence regarding additional light-curing of indirect composite restorations, trying to understand which are the best strategies to ensure an effective monomer conversion rate. The narrative will be subdivided into a few factors, all confluent with the topic of light-curing of indirect composite resin restorations. The present literature review has PubMed and Lilacs as databases for literature search. For the search the following combinations of health science descriptors were used, isolated and crossed: additional light-curing, light-curing, composite resins, indirect restorations, degree of conversion. Duplicate references will be excluded and articles with publication year between 2000 and 2021 will be selected. Articles that did not meet the inclusion criteria will be disregarded. In addition, a manual search of the reference lists of the articles surveyed was also performed. No language restrictions were applied. Some articles published before the stipulated date, books and classic texts will be included due to their conceptual and scientific relevance. Based on the studies, it was possible to observe that one of the possibilities of additional polymerization were increased temperature with autoclave and microwave and additional lights. It can be concluded that the literature is not unanimous about the benefits of additional polymerization methods and therefore further studies should be carried out in order to answer these questions.

Keywords – Polymerization, Mechanical Properties, Resin Composite, Post-curing

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	08
1.1 OBJETIVOS.....	09
2 METODOLOGIA.....	10
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
3.1 TIPOS DE RESINAS E SEUS COMPONENTES.....	11
3.2 RESTAURAÇÕES DIRETAS E INDIRETAS.....	13
3.3 POLIMERIZAÇÃO ADICIONAL.....	15
3.3.1 Autoclave	16
3.3.2 Microondas.....	17
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
5 CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS.....	20

1. INTRODUÇÃO

A odontologia nos últimos anos está sofrendo diversas mudanças em seus conceitos. Entre os conceitos mais utilizados e preconizados está a estética dentária. Ela visa uma maior necessidade de procedimentos menos invasivos e o mais conservador. Com isso, os materiais restauradores tiveram que acompanhar essa tendência e demanda que encontramos no dia a dia da clínica odontológica.

Visando essa demanda clínica, os compostos resinosos ocuparam espaço, dentre eles a resina composta, a qual é o material mais pesquisado nos últimos anos. Inicialmente, as resinas tinham diversas restrições quanto ao seu uso na prática clínica, entretanto, com o passar dos anos as resinas tiveram um grande desenvolvimento, graças as pesquisas realizadas, as quais visavam melhorar as propriedades mecânicas desse composto.

Com o advento do uso de sistemas adesivos e a consequente descrição do condicionamento ácido do esmalte, bem como o condicionamento ácido total, como uma forma de aumentar a adesão dentária (BUONOCORE, 1955; NAKABAYASHI et. al, 1976), fez com que os materiais resinosos tivessem uma grande evolução. E com isso, diversas pesquisas foram realizadas na busca de melhorar cada vez mais as propriedades mecânicas desses materiais como a introdução de Bis-GMA na composição das resinas compostas (BOWEN, 1956). Esse grande desenvolvimento das resinas compostas, mostrou diversas aplicações para esse material que vão desde restaurações diretas e indiretas, material forrador, selante para fissuras, na ortodontia e diversas outras aplicações (FERRACANE, 2011).

Atualmente no mercado, existem diversas marcas que disponibilizam materiais de excelente qualidade, mas que apresentam diferentes composições, o que dá a elas propriedades e aplicações específicas. No início, esses materiais apresentavam categorias e aplicações bem definidas, como, por exemplo, as macroparticuladas. As quais atualmente não são mais utilizadas devido a lisura superficial insatisfatória. Além disso, as resinas microparticuladas apresentavam uma alta contração de polimerização o que também era insatisfatório, apesar de apresentar um bom polimento e ser utilizadas, principalmente, em restaurações estéticas devido ao seu brilho (FERRACANE, 2011).

Visando um material que unisse as melhores propriedades de ambas resinas, a indústria desenvolveu as chamadas resinas híbridas, que, também são conhecidas

como resinas “universais”, que atualmente são as mais utilizadas na prática clínica devido às suas múltiplas aplicações (SILVA *et al*, 2008).

Na odontologia contemporânea, utiliza-se as resinas compostas para realizar restaurações diretas e indiretas. A escolha sobre qual técnica a ser utilizada para restaurar dentes posteriores baseia-se na extensão na cavidade que necessita ser restaurada (da Veiga *et al*, 2016). Um dos fatores mais limitadores das resinas compostas, é a contração de polimerização que ocorre durante o processo de polimerização do material. Entretanto, avanços significativos vêm ocorrendo, com o desenvolvimento de novos monômeros na formulação visando a redução desse estresse de contração (FERRACANE, 2011).

Além disso, um grande desafio de quando se trabalha com resina composta, é garantir uma taxa de conversão monomérica efetiva para obter propriedades mecânicas suficientes para alcançar longevidade nos trabalhos restauradores. Para o uso direto, apenas o uso de fotopolimerizador está disponível para realizar esta conversão. Entretanto nas restaurações indiretas, possibilita métodos alternativos de polimerização do compósito para melhorar a taxa de conversão monomérica. A busca por formas alternativas e efetivas de polimerização de resinas compostas, principalmente, em restaurações indiretas, está em foco nos últimos anos a fim de obter uma melhor conversão desses monômeros presentes nos materiais (BAĞIS; RUEGGERBERG, 1997; AROSSI *et al*, 2007; DIAS *et al*, 2020). Com isso, a presente revisão narrativa da literatura tem como objetivo observar formas alternativas para uma melhor conversão dos monômeros resinosos e assim obter uma melhor polimerização para restaurações indiretas.

1.1 OBJETIVOS

O propósito desta revisão narrativa da literatura foi encontrar possíveis evidências a respeito da polimerização adicional, de restaurações indiretas em resina composta, tentando compreender quais são as melhores estratégias para garantir uma efetiva taxa de conversão monomérica. A narrativa foi subdividida em alguns fatores, todos confluentes com o tema de restaurações indiretas em resina composta, com a seguinte conformação: fotopolimerização, métodos adicionais de polimerização, restaurações indiretas em resina composta, taxa de Conversão monomérica, microdureza e resistência flexural.

2. METODOLOGIA

A presente revisão narrativa da literatura teve como bases de dados para levantamento bibliográfico o PubMed, Lilacs e Google acadêmico. Para a busca foram utilizadas as seguintes combinações de descritores em ciência da saúde: fotopolimerização, métodos adicionais de polimerização, restaurações indiretas em resina composta, taxa de Conversão monomérica, microdureza e resistência flexural. Foram também realizadas busca manuais nas listas de referências dos artigos encontrados. Não foram aplicadas restrições quanto ao idioma da publicação. Alguns artigos publicados, livros e textos clássicos foram incluídos em decorrência de sua relevância conceitual e científica para o assunto.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 TIPOS DE RESINAS E SEUS COMPONENTES

Dependendo da função, a qual o composto dental será empregado, haverá diferenças em sua composição. Alguns, entretanto, possuem similaridade em sua estruturação, como, por exemplo, a matriz polimérica ou orgânica, a matriz inorgânica e os agentes de união. Cada um desses componentes é responsável por determinadas propriedades do material. A matriz orgânica está associada: a força, a rigidez, a resistência a abrasão e ao coeficiente de expansão térmica. Enquanto, a matriz inorgânica, está associada: a estabilidade de cor e a capacidade de brilho. Já o agente de união, a contração de polimerização e a sorção da água (FERRACANE, 2011).

Atualmente, encontramos diversos tipos de resinas compostas que são classificadas quanto ao tamanho de suas partículas, sendo dividida em 3 principais. Essas são chamadas de macro, micro, e nanoparticuladas e temos também a união entre essas opções que são as híbridas (FERRACANE, 2011).

Na odontologia existem diversos materiais que têm em sua composição resinas, os são chamados de compostos resinosos. Esses materiais apresentam monômeros de forma livre, que podem deixar os materiais menos viscosos. Entretanto, quando estimulados, ocorre a união dos monômeros livres, que darão origem a outra molécula, conhecida como polímero. Dessa forma, conferindo ao material sólido maior rigidez. Essa reação, na qual temos a união dos monômeros dando origem aos polímeros, chamamos de reação de polimerização (PEUTZFELDT, 1997).

A conversão efetiva do monômero em polímero, é alvo de buscas e pesquisas na odontologia, uma vez que tendo uma maior conversão teremos polimerização do material o que poderá ser quantificado através do grau de conversão (PEUTZFELDT, 1997).

A reação que ocorre nos materiais, como no caso das resinas compostas, é chamada de contração de polimerização ou fator "C". Contudo, atualmente, as pesquisas na área têm foco em um mecanismo que busque a redução dessa contração de polimerização e para isso, a composição dessas resinas exerce influência, e o principal composto utilizado é o Bis-GMA, o qual tem uma alta viscosidade e para isso são misturados a outro dimetacrilato, como o TEGDMA e UDMA (FERRACANE, 2011).

A literatura mostra, que as alterações na matriz orgânica dos materiais restauradores resinosos é o conteúdo que mais vem sendo estudado. A molécula de BisGMA, de forma linear, vem sofrendo inúmeras intervenções que tem como objetivo deixar as moléculas mais hidrofóbicas. Sendo assim, acarretando em menores níveis de absorção de líquidos, além de que está se substituindo o BisGMA e o TEGMA da matriz orgânica, por silício.

O desenvolvimento gerado na ciência pela introdução da nanotecnologia, ajudou a obter materiais mais modernos na odontologia restauradora. As resinas compostas modernas como as nanoparticuladas e as nanohíbridas tem aplicação universal. Nesse sentido, não apenas pesquisas com o tamanho das partículas têm sido realizadas, mas também há avanços no desenvolvimento de monômeros para novas formulações, que venham diminuir a contração de polimerização, a tensão superficial bem com as propriedades adesivas (FERRACANE, 2011).

A ampla utilização de luz para polimerização das resinas é conhecida como fotopolimerização. Tal processo, promove a conversão dos monômeros em polímeros, e pode ser quantificado através do grau de conversão. A conversão adequada, exercerá influência direta nas propriedades físico-químicas do material influenciando na longevidade do tratamento restaurador (SOARES et al., 2005).

Segundo T.-H. YOON et al (2002), para a obtenção de propriedades físicas ideais, e melhor performance clínica das resinas compostas, é extremamente importante conseguir uma polimerização adequada. O autor relata que os monômeros apresentam altos pesos moleculares, como o BisGMA e o UDMA, não conseguem quebrar todas as suas ligações duplas entre os carbonos. A quebra das ligações possibilita a realização de ligações cruzadas entre as moléculas.

Outro aspecto que deve ser considerado no processo de fotopolimerização é a intensidade da luz. Esta deve ser suficiente para que ocorra o máximo da quebra das ligações duplas, potencializando a polimerização do material. A luz, passará pelas camadas, na qual parte será absorvida e parte será refletida. Com isso, parte da luz é perdida, o que leva a diminuição da intensidade e, conseqüentemente, perde-se o seu potencial de polimerização (T.-H. YOON et al, 2002; VISVANATHAN, 2007).

Esses materiais também apresentam em sua composição, substâncias químicas que atuam como iniciadores das reações de polimerização, os

fotoiniciadores como a canforoquinona (CQ). Ela absorve a luz, iniciando a reação química de polimerização de forma direta ou indireta (STANSBURY, 2000).

A literatura nos mostra a relação entre a fotoinicialização da canforoquinona por meio da luz visível, com a cinética de polimerização (COOK, 1992). Para que ocorra o processo de polimerização, iniciado pela canforoquinona, é necessária a presença de outro componente, com função de co-iniciador. Ele irá interagir com o fotoiniciador, produzindo uma espécie reativa. No caso da canforoquinona, utiliza-se uma amina terciária, que fornecerá radicais livres dando início a polimerização. Contudo, alguns sistemas apresentam mais um componente que é um fotossensibilizador, o qual atua como modulador do comprimento de onda e irá transferir a energia para o fotoiniciador (STANSBURY, J.W., 2000).

Sendo assim, com esta pequena revisão literária do conceito estrutural das resinas compostas, salientando principalmente este processo de conversão em polímero, em seguida é apresentado uma narrativa da aplicabilidade destes materiais, correlacionados aos conceitos técnicos que as resinas podem ser utilizadas.

3.2 RESTAURAÇÃO DIRETA E INDIRETA

As restaurações, são procedimentos que têm uma ampla utilização na odontologia. Essas podem ser diretas ou indiretas, dependendo do grau de comprometimento da estrutura dentária. A indicação para uso de restaurações indiretas ou diretas ainda é questionável, ainda não existem parâmetros evidenciando a indicação de um ou de outra técnica. Geralmente acaba se indicando restaurações indiretas quando ocorrem uma grande perda de estrutura dentaria, com perdas de cúspides, embora não exista nenhuma contra indicação para restaurações de cavidades menores. (VEIGA et al, 2016).

Com a utilização da técnica de restauração indireta é possível minimizar algumas limitações presentes nas restaurações diretas. Dentro das limitações das propriedades físicas e mecânicas há a menor contração de polimerização, a maior resistência ao desgaste, a melhor adaptação marginal e a maior biocompatibilidade. Isso, devido à maior conversão dos monômeros em polímeros devido a polimerização adicional, que pode ser realizado através de calor, pressão e luz (DUQUIA et al, 2006).

Veiga et al (2016), referem que a decisão sobre a aplicação da técnica indireta não é de fácil escolha para o profissional. Visto que, deve-se considerar fatores como a quantidade de remanescente dentário, custo-benefício para o paciente e também a longevidade clínica proporcionada.

Por outro lado a restauração direta é o método no qual realizamos o procedimento na cavidade oral do paciente, diretamente na estrutura dentária, e em consulta única. Um dos maiores desafios durante a execução desta técnica é justamente conseguir contornar o estresse gerado durante o processo de contração da resina composta. É uma técnica extremamente sensível, dependente de vários fatores, como por exemplo da adesão e da fotopolimerização, para obtenção de bons resultados. Talvez por isso, tenha crescido muito a utilização de procedimentos indiretos utilizando resina composta, pois principalmente consegue contornar de maneira mais efetiva o estresse gerado da polimerização deste material. (ANGELETAKI et al, 2016).

Para técnica indireta se faz necessário a obtenção de um modelo de trabalho. O modelo obtido deve ser o mais fiel possível (MESQUITA et al., 2012). Nesse sentido, os elastômeros são materiais à base de borracha, amplamente utilizados para moldagens, dentre eles destaca-se o silicone polimerizado por adição, pois trata-se do material mais preciso e que apresenta maior estabilidade dimensional (0,05 a 0,016%), com excelente resistência ao rasgamento, bom tempo de trabalho, ótima recuperação elástica, e o molde pode ser vazado até 7 dias após sua obtenção, sem qualquer tipo de alteração comparado aos outros materiais de moldagem. (VALLE, 2013). A ênfase na obtenção dos modelos é muito necessária pois a adaptação das restaurações indiretas estão totalmente relacionadas a obtenção de bons modelos de trabalho.

Após a obtenção dos modelos, parte-se para a realização das restaurações em resina composta nos modelos de trabalho obtidos. Independente da técnica de confecção da restauração indireta, uma das vantagens desse processo é a possibilidade da polimerização adicional para garantir uma boa conversão monomérica. Assim, o material resinoso pode apresentar melhores propriedades mecânicas, física e óticas, possibilitando sua cimentação em boca, garantindo assim maior longevidade restauradora.

3.3 POLIMERIZAÇÃO ADICIONAL

Uma das maiores buscas da odontologia contemporânea é como melhorar as propriedades das resinas compostas, como, por exemplo, microdureza e a estabilidade de cor (PEUTZFELDT; ASMUSSEN,1991). Visando isso, a literatura tem proposto algumas alternativas de procedimentos que consigam realizar a polimerização adicional como o calor, as micro-ondas e a luz adicional (CARVALHO et al., 2020; DUARTE et al, 2019; AROSSI et al, 2007).

Kildal e Ruyter (1994), propuseram que diferentes métodos resultam em diferentes graus de conversão. Com isso, a qualidade da estrutura formada pela polimerização está associada com a quantidade de monômero residual não convertido. Nesse estudo, eles propõem três métodos alternativos para polimerização adicional como a polimerização com fotopolimerizador portátil, a polimerização primária e imediatamente após colocados em um forno de cura e o terceiro grupo foi colocado em um forno de cura e posteriormente em forno de polimerização.

A literatura mostrou métodos diferentes dos utilizados por Kildal e Ruyter (1994). Carvalho et al (2020) utilizou micro-ondas como método adicional de polimerização, seguindo a mesma linha Duarte et al (2019) também utilizou forno micro-ondas, porém, com diferentes intensidades e tempos de exposição a luz. Já Dimer et al (2015), utilizou fotopolimerização, luz adicional por um tempo de 80 segundos, autoclave e resina laboratorial Ceramage.

A metodologia utilizada em diversos estudos, usa discos de resina composta que variam de 2 a 4 mm de espessura. Esses discos são colocados entre tiras de poliéster e sobre uma placa de vidro a fim de manter a superfície lisa e plana (DIAS et al, 2020).

Para os testes das peças, os estudos as dividem aleatoriamente, em grupos que vão variar a quantidade de acordo com os tipos de polimerização adicional que serão utilizadas. Todos utilizam grupo controle, o qual é adquirido a partir da fotopolimerização convencional, com a utilização de fotopolimerizadores com o tempo de exposição de acordo com o especificado pelo fabricante. Contudo, todas as peças passam por fotoativação convencional antes de passarem para as demais formas de polimerização (CARRILLO-COTTO et al, 2021; DIAS et al, 2020; GRAZIOLI et al, 2019).

3.3.1 AUTOCLAVE

Um dos métodos utilizados é a autoclave. A autoclave é um equipamento utilizado para esterilização de materiais, com temperatura elevada, através do contato com vapor de água, durante um período de tempo suficiente para destruir todos os agentes patogênicos. Dias et al (2020), utilizou a autoclave após a fotopolimerização convencional, condicionando as resinas compostas, em grau cirúrgico autolavável. Estas foram autoclavadas por 16 minutos a 129 °C sob uma pressão de 216 kPa (2,2 Kgf/cm³). O estudo de Carrillo-Cotto et al (2021), submeteu as peças a uma temperatura de 120 °C por 15 minutos sob uma pressão de 1,5kg/cm³. Neste estudo concluíram que os tratamentos térmicos tendiam a produzir pequenas alterações na topografia das resinas compostas diretas avaliadas, especialmente pelo aquecimento úmido da autoclave. De modo geral, as propriedades físico-mecânicas mudaram após o tratamento térmico, embora este efeito dependesse do tipo de RC e do protocolo de aquecimento

Como demonstrado no estudo de Grazioli et al. (2019), que também investigaram os efeitos do aquecimento por autoclave sobre as propriedades físico-mecânicas e ópticas da resina composta, a aplicação destes tratamentos térmicos produziu um módulo elasticidade superior, aumentou a dureza e o grau de conversão do material restaurador. Soares et al. (2005), também utilizou o aquecimento em autoclave, como método adicional de polimerização da resina composta, encontrando resultados melhores referentes as propriedades gerais destes materiais.

Grazioli et al. (2019), sugere que o uso de métodos térmicos adicionais de polimerização representa uma alternativa econômica e simples para melhorar as propriedades mecânicas e químicas das resinas composta do uso direto quando usadas como restaurações indiretas.

Soares et al. (2005) testou seis métodos adicionais de polimerização e concluiu que a autoclave e o forno de microondas tiveram os melhores resultados. Em resumo, os achados dos estudos indicam que praticamente todos os tratamentos térmicos são capazes de produzir efeitos positivos para todas as propriedades da resina composta. O efeito positivo está principalmente relacionado ao calor que aumenta a mobilidade dos monômeros não reagidos na rede de polímeros, levando ao aumento da conversão C=C e da densidade de crosslink da rede.

3.3.2 MICROONDAS

Outro método bastante utilizado é por meio de forno micro-ondas. Popularmente encontrado na cozinha de muitas residências. O aquecimento ocorre em razão de uma radiação eletromagnética de 2.450 MHz, radiação essa que aumenta a agitação das moléculas de água dos alimentos ou objetos, aquecendo-os de forma quase uniforme e de fora para dentro, já que as ondas eletromagnéticas se localizam na parte externa dos alimentos. A literatura sugere o aquecimento úmido utilizando um forno de micro-ondas em potência máxima (800 W) por 5 minutos (CARRILLO-COTTO et al, 2021). O estudo de Grazioli et al (2019) utilizou uma potência de 450 W por um intervalo de tempo de 3 minutos. Duarte et al (2019) utilizou uma potência de 1000W por 15 minutos. Também encontra-se relatos, no qual as peças foram acondicionadas em um recipiente totalmente fechado e imerso em 8 ml de água destilada e foram submetidos a um ciclo de 3 minutos a uma potência de 450W (DIAS et al, 2020).

Os presentes estudos relataram a presença de significância estatística quando comparamos o método de polimerização adicional ao grupo controle quando observamos à microdureza do material. Por outro lado, quando comparamos os métodos adicionais, entre eles, a termopolimerização com autoclave e com microondas, não observamos diferença estatística entre esses dois métodos utilizados (DIAS et al, 2020; AROSSI et al, 2007).

Os métodos térmicos de polimerização adicional aumentam o consumo dos promotores de polimerização, resultando em um menor resíduo de componentes não reagidos e possivelmente reduzindo os efeitos de toxicidade. Sabe-se que a presença e a oxidação de fotoiniciadores residuais não reagidos e agentes redutores são responsáveis pela mudança de cor observada nos materiais restauradores ao longo do tempo. Isto significa que os tratamentos térmicos também podem representar efeitos positivos na estabilidade de cor a longo prazo do compósito.

A polimerização adicional de resinas compostas diretas parece ser mais fácil, utilizando a autoclave, por ser um equipamento mais comum nos consultórios do que o forno micro-ondas, visto que parece não haver diferença significativa entre eles. Ao avaliar a eficiência de métodos alternativos de polimerização complementares em resinas diretas, pode-se observar que a polimerização adicional por microondas foi eficiente, aumentando a microdureza do compósito previamente fotopolimerizado.

Há ainda poucos estudos que comprovem o uso e a eficácia das microondas na termopolimerização adicional, o que requer mais pesquisas na área.

Em conjunto, parece que os tratamentos térmicos alternativos aqui sugeridos podem sinalizar benefícios ao material restaurador. Porém nenhuma análise clínica foi realizada. Isso seria necessário, para comparar a real necessidade de uma polimerização adicional, visto que uma complementação da aplicação de luz com fotopolimerizadores devidamente calibrados também poderiam conferir uma conversão satisfatória ao material restaurador.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a revisão narrativa encontrou-se diversas metodologias aplicadas tanto na realização dos métodos adicionais como na obtenção dos corpos de prova.

Ao observar as metodologias, na qual a autoclave é utilizada, pode se observar pequenas divergências na padronização das temperaturas, pressão e tempos de aquecimento, o que pode gerar divergências entre os resultados encontrados nos estudos. A utilização do micro-ondas, também foi observado pequenas diferenças, com variações de potências e intervalos de tempos aplicados, o que também poderia gerar divergência de resultados encontrados.

Contudo, estudos recentes mostraram alguns resultados positivos com relação ao tratamento térmico tanto por meio de autoclave como do micro-ondas, no qual o material restaurador apresentou melhores propriedades mecânicas e físicas. (CARRILLO-COTTO et al, 2021; DIAS et al, 2020; GRAZIOLI et al, 2019).

CONCLUSÃO

O presente estudo conclui que os métodos adicionais de polimerização pode trazer efeitos benéficos quando a microdureza das restaurações indiretas de resina composta. Entretanto quando comparado os dois métodos, micro-ondas e autoclave, não encontra diferenças significativas entre os dois.

Entretanto, mais estudos se fazem necessários para obtenção de respostas mais consistentes sobre as vantagens e desvantagens dos métodos adicionais de polimerização frente as demais propriedades das resinas compostas e para a determinação de um protocolo único para que o método seja incorporado na prática clínica, obtendo o melhor resultado.

REFERÊNCIAS

AROSSI, G. A *et al.* POLIMERIZAÇÃO COMPLEMENTAR EM AUTOCLAVE, MICROONDAS E ESTUFA DE UM COMPÓSITO RESTAURADOR DIRETO. **Revista Odonto Ciência: Fac. Odonto/pucrs**, Porto Alegre, v. 22, n. 56, p. 177-180, abr. 2007.

ANGELETAKI, Flora *et al.* Direct versus indirect inlay/onlay composite restorations in posterior teeth. A systematic review and meta-analysis. **Journal Of Dentistry**, Guildford, v. 53, p. 12-21, jul. 2016

BAĞIS, Y. H.; RUEGGEBERG, A. Effect of post-cure temperature and heat duration on monomer conversion of photo-activated dental resin composite. **Dental Materials**, [S.L.], v. 13, n. 4, p. 228-232, jul. 1997. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0109-5641\(97\)80033-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0109-5641(97)80033-4).

BOWEN, R.L. Use of Epoxy Resins in Restorative Materials. **Journal Of Dental Research**, [S.L.], v. 35, n. 3, p. 360-369, jun. 1956. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/00220345560350030501>.

BUONOCORE, M. G. A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces. **Journal Of Dental Research**, [S.L.], v. 34, n. 6, p. 849-853, dez. 1955. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/00220345550340060801>.

CARRILLO-COTTO, R;. Effects of alternatively used thermal treatments on the mechanical and fracture behavior of dental resin composites with varying filler content. **Journal Of The Mechanical Behavior Of Biomedical Materials**, [S.L.], v. 117, p. 104424, maio 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104424>.

CARVALHO, C. F *et al.* Efeito da polimerização adicional com micro-ondas na rugosidade superficial de duas resinas compostas. **Revista da Faculdade de Odontologia - Upf**, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 81-87, 16 dez. 2020. UPF Editora. <http://dx.doi.org/10.5335/rfo.v25i1.10232>

COOK, W. D. Photopolymerization kinetics of dimethacrylates using the camphorquinone/amine initiator system. **Polymer**, [S.L.], v. 33, n. 3, p. 600-609, jan. 1992. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0032-3861\(92\)90738-i](http://dx.doi.org/10.1016/0032-3861(92)90738-i).

DIAS, M. *et al.* Influence of different thermopolymerization methods on composite resin microhardness. **Journal Of Clinical And Experimental Dentistry**, [S.L.], p. 335-341, jan. 2020. Medicina Oral, S.L.. <http://dx.doi.org/10.4317/jced.56772>.

DIMER, A. R *et al.* Effect of different post-cure polymerization treatment on composite resin hardness. **Rgo - Revista Gaúcha de Odontologia**, [S.L.], v. 63, n. 4, p. 426-431, dez. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1981-863720150003000082908>.

DUARTE, T.S. *et al.* Resistência à flexão de duas resinas compostas diretas após diferentes métodos de polimerização. **Revista da Faculdade de Odontologia - Ufp**, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 256-262, 18 dez. 2019. UPF Editora. <http://dx.doi.org/10.5335/rfo.v24i2.10447>.

DUQUIA, R. C. S *et al.* Cervical Microleakage in MOD Restorations: in vitro comparison of indirect and direct composite. **Operative Dentistry**, [S.L.], v. 31, n. 6, p. 682-687, 1 nov. 2006. Operative Dentistry. <http://dx.doi.org/10.2341/05-132>.

FERRACANE, J. L. Resin composite—State of the art. **Dental Materials**, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 29-38, jan. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.020>

GRAZIOLI, Guillermo; FRANCA, Alejandro; CUEVAS-SUÁREZ, Carlos Enrique; ZANCHI, Cesar Henrique; MORAES, Rafael Ratto de. Simple and Low-Cost Thermal Treatments on Direct Resin Composites for Indirect Use. **Brazilian Dental Journal**, [S.L.], v. 30, n. 3, p. 279-284, jun. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440201902473>

KILDAL, K. K; RUYTER, I. E. How different curing methods affect the degree of conversion of resin-based inlay/onlay materials. **Acta Odontologica Scandinavica**, [S.L.], v. 52, n. 5, p. 315-322, jan. 1994. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.3109/00016359409029044>.

MESQUITA, V. T. De *et al.* Avaliação da alteração dimensional de técnicas de moldagem de trabalho em prótese fixa. *Odontologia Clínico-Científica*, Recife, v. 11, n. 2, p. 145–150, abr./jun. 2012.

NAKABAYASHI, N; KOJIMA, K; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **Journal Of Biomedical Materials Research**, [S.L.], v. 16, n. 3, p. 265-273, maio 1982. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/jbm.820160307>.

PEUTZFELDT, A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. **European Journal Of Oral Sciences**, [S.L.], v. 105, n. 2, p. 97-116, abr. 1997. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0722.1997.tb00188.x>

PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E.. Influence of Carboxylic Anhydrides on Selected Mechanical Properties of Heat-cured Resin Composites. **Journal Of Dental Research**, [S.L.], v. 70, n. 12, p. 1537-1541, dez. 1991. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/00220345910700121201>.

SILVA, J.M.F *et al.* Composite resins: current aspects and perspectives. **Odonto**, [S.L.], v. 16, n. 32, p. 98-104, 31 dez. 2008. Instituto Metodista de Ensino Superior. <http://dx.doi.org/10.15603/2176-1000/odonto.v16n32p98-104>.

SOARES, C.J., PIZI, E.C., FONSECA, R.B., MARTINS, L.R., 2005. Mechanical properties of light- cured composites polymerized with several additional post-curing methods. *Operat. Dent.* 30 (3), 389–394.

STANSBURY, J. W. Curing Dental Resins and Composites by Photopolymerization. **Journal Of Esthetic And Restorative Dentistry**, [S.L.], v. 12, n. 6, p. 300-308, nov. 2000. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1708-8240.2000.tb00239.x>

VALLE, A. L. Moldagem e Modelo de Trabalho. In: PEGORARO, L.F. Prótese Fixa: Bases para o planejamento em reabilitação oral. 2. ed. São Paulo: Artes Médicas, 2013. p. 227- 274.

VEIGA, A. M. A *et al*; Longevity of direct and indirect resin composite restorations in permanent posterior teeth: a systematic review and meta-analysis. **Journal Of Dentistry**, [S.L.], v. 54, p. 1-12, nov. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2016.08.003>.

VISVANATHAN, A *et al*. The influence of curing times and light curing methods on the polymerization shrinkage stress of a shrinkage-optimized composite with hybrid-type prepolymer fillers. **Dental Materials**, [S.L.], v. 23, n. 7, p. 777-784, jul. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2006.06.019>.

YOON, T.-H *et al*. Degree of polymerization of resin composites by different light sources. **Journal Of Oral Rehabilitation**, [S.L.], v. 29, n. 12, p. 1165-1173, dez. 2002. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2842.2002.00970.x>