

QUAL É O GRAU DE CONVERSÃO NA POLIMERIZAÇÃO DOS CIMENTOS DUAL? REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

WHAT IS THE DEGREE OF CONVERSION IN DUAL CEMENT POLYMERIZATION? SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

FRANCYNE BALDO DO NASCIMENTO¹, ANIELLE APARECIDA PARMAGNANI¹, STEPHANIE SANCHEZ MARICHI², GUADALUPE PALOMA BARBA GARCÍA², MIGUEL ÁNGEL CARRILLO COLLADO³, MARÍA ALEJANDRA ZURITA ALGERNÓN⁴, GIOVANI DE OLIVEIRA CORRÊA^{4*}

1. Acadêmico do curso de graduação em Odontologia da Universidade Estadual de Londrina; 2. Cirurgiã dentista e residente na especialidade de Prótese Dentária da Universidade Autônoma de Baja Califórnia; 3. Professor Doutor, na área de graduação e pós-graduação de Prótese Dentária do curso de Odontologia da Universidade Autônoma de Baja Califórnia; 4. Professor Doutor, na área de graduação e pós-graduação de Prótese Dentária do curso de Odontologia da Universidade Estadual de Londrina.

*Rua Pará, 1080A, Jardim Cidade Nova, Maringá, Paraná, Brasil. CEP: 87023-080. giovanifop@yahoo.com.br

Recebido em 01/10/2019. Aceito para publicação em 31/10/2019

RESUMO

Os cimentos resinosos dual são agentes de cimentação lançados no mercado com o intuito de unir as características favoráveis dos cimentos resinosos fotoativados e dos autopolimerizados. Atualmente, são utilizados em situações onde existe a perda ou a ausência de luz devido à distância da fonte ativadora ao agente cimentante. Os cimentos de resina de polimerização dual se desenvolveram na tentativa de combinar tanto a polimerização química como a polimerização por luz dos materiais, proporcionando deste modo a polimerização adequada nas zonas mais profundas em tempos curtos; no entanto, uma polimerização inadequada diminui as propriedades físicas do material de resina, a força de adesão e a rigidez, além de aumentar a absorção de água e afetar a estabilidade da cor. O objetivo do presente trabalho é realizar uma análise crítica da literatura para comparar, segundo as pesquisas e conceitos de outros autores, qual é o grau de conversão dos cimentos dual e quais fatores o afetam.

PALAVRAS-CHAVE: Grau de conversão, polimerização, cimentos dual, cimentos resinosos.

ABSTRACT

Dual resin cements are cementing agents launched in the market in order to unite the favorable characteristics of photoactivated and self-polymerized resin cements. Currently, they are used in situations where there is loss or absence of light due to the distance from the activating source to the cementing agent. Dual polymerization resin cements were developed in an attempt to combine both chemical polymerization and light polymerization of the materials, thereby providing adequate polymerization in the deepest areas in short times. However, improper polymerization decreases the physical properties of the resin material, adhesion strength and stiffness, and increases water absorption and affects color stability. The objective of the present work is to perform a critical analysis of the literature to compare according to the research and concepts of other authors what

is the degree of conversion of the dual cements and what factors affect this.

KEYWORDS: Conversion degree, polymerization, dual cements, resinous cements.

1. INTRODUÇÃO

Os cimentos resinosos dual são agentes de cimentação lançados no mercado com o intuito de unir as características favoráveis dos cimentos resinosos fotoativados e dos autopolimerizados. Atualmente, são utilizados em situações onde existe a perda ou a ausência de luz devido à distância da fonte ativadora ao agente cimentante, como por exemplo em casos onde se precisa cimentar postes ou quando há atenuação da passagem de luz por causa da interposição de um material restaurador indireto metálico ou estético, mas de condição opaca ou espessa. No entanto, a literatura mostra que se um cimento resinoso dual é polimerizado de maneira inadequada, pode estar associado à diminuição de suas propriedades causando falha no procedimento restaurador executado¹⁻³.

Os cimentos resinosos possuem composição semelhante à de resinas compostas restauradoras, possuindo assim uma matriz orgânica formada por Bis-GMA (bisfenol A glicidil metacrilato) ou UEDMA (uretano dimetacrilato) e monômeros de baixo peso molecular, como o TEGDMA (trietilenoglicol dimetacrilato), além de ter agrupamentos funcionais hidrofílicos para promover adesão à dentina como o HEMA (hidroxietil metacrilato), o 4-META (4-metacriloxietil trimelitano anidro) e o MDP (10-metacriloxidecilo dihidrógeno fosfato)^{1,4,5}.

A polimerização implica na reação de radicais livres, na qual o material se transforma de viscoso a um estado rígido. Durante este processo, a ligação alifática C = C se rompe e se converte em ligação covalente CC

primária entre monômeros de metacrilato. Os polímeros de dimetacrilato exibem uma considerável insaturação residual no produto final^{6,7}.

A reação de polimerização pode ser afetada pela composição individual de cada material, tal como o tipo de monômero de resina, o conteúdo de partículas inorgânicas e pelos fatores extrínsecos como o tom, grossura da restauração, temperatura e a transmissão de luz através do material. O grau de conversão dos materiais a base de resina utilizados atualmente no comércio oscila entre 35 e 67% às 24 horas. Com os sistemas ativados por luz, ao aumentar a distância da fonte de emissão de luz ao objetivo, o grau de conversão também diminui devido à atenuação da energia radiante que passa através da espessura do material. A intensidade de fluxo radiante que chega ao cimento de resina está fortemente atenuada ao aumentar a grossura do material e dependerá da distância da fonte de luz ou das características de absorção do material de restauração. Esta atenuação resulta em um baixo grau de conversão e compromete as propriedades mecânicas da interfase dentina/adesivo quando se utilizam somente materiais de resina foto-curável para que se uma à restauração⁸⁻¹¹.

Os foto-iniciadores se ativam a diferentes comprimentos de onda e em faixa mais abertas ou mais fechadas. A canforquinona se ativa em uma estreita faixa de comprimento de onda de 430-480 nm, no entanto, existem outros foto-iniciadores, como lucerin, irgacure 640 e fenil-propano-diona, utilizados em alguns materiais compostos de resina e de união à dentina que, a um comprimento de onda mais curto que 450 nm, não se ativam. O comprimento de onda do fluxo radiante que emite a lâmpada é de grande importância para uma adequada polimerização dos materiais fotocurados, assim como para ativação dos materiais de cura dual^{9,10}.

Os cimentos de resina de polimerização dual se desenvolveram na tentativa de combinar tanto a polimerização química como a polimerização por luz dos materiais, proporcionando deste modo a adequada polimerização nas áreas mais profundas em curtos intervalos de tempo; no entanto, uma polimerização inadequada diminui as propriedades físicas do material de resina, a força de adesão e a rigidez, além de aumentar a absorção de água e afetar a estabilidade da cor¹².

O objetivo do presente trabalho é realizar uma análise crítica da literatura para comparar segundo as pesquisas e conceitos de outros autores, qual é o grau de conversão (GC) dos cimentos dual e quais fatores o afetam.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar esta pesquisa, seis bases de dados foram utilizadas: Elsevier, PubMed, Scielo, EBSCO e Wiley; nas quais, buscaram-se artigos com as palavras-chave: graus de conversão, polimerização, cimentos dual, cimentos resinosos, no idioma inglês; foram selecionados em primeiro lugar por título, por resumo e,

por último por texto completo. Uma vez selecionados os artigos, se realizou um fluxograma e uma tabela (tabela 1) para classificá-los e com a informação se obtiveram os resultados e discussões desta pesquisa. Na busca primária, somente com as palavras-chave, 953 artigos foram encontrados, dos quais ao excluir por título, restaram 207 e, posteriormente, ao excluir por resumo se obtiveram 52, dos quais se acessou o texto completo de 28 deles e, por último se excluíram 5 ao ler todo o texto, obtendo-se 23 artigos como resultado final para esta pesquisa.

3. RESULTADOS

Tabela 1. Tabela dos estudos mais relevantes encontrados na pesquisa.

Artigos mais relevantes para a busca de informação na pesquisa			
Autor	Título	Informação mais relevante para a busca	Ano
Alkhdhairy F, <i>et al.</i>	Degree of conversion and depth of cure of Ivocerin containing photo-polymerized resin luting cement in comparison to conventional luting agents.	Os cimentos de curado duplo utilizam uma reação química leve e autopolimerizável para produzir um alto número de radicais e conseguir um alto grau de conversão de monômero a polímero. No entanto, os cimentos de cura dupla contêm aminas terciárias para o início da polimerização que estão implicadas em comprometer a estabilidade de sua cor. Pelo contrário, os cimentos de resina fotopolimerizada utilizam o foto-iniciador Norrish Tipo II (canforquinona) para induzir a formação de radicais livres que resulta na reação de polimerização.	2018
Novais <i>et al.</i>	Degree of conversion and bond strength of resin-cements to feldspathic ceramic using different curing modes.	Os cimentos de resina de cura dupla mostraram um maior grau de conversão (GC) e, ao menos, valores de força de união similares quando usadas no modo de ativação dual (base e catalisador) quando se comparam com os cimentos de resina usados no modo de ativação de luz (somente pasta base). Além disso, é importante compreender as propriedades químicas e mecânicas dos cimentos de resina e as estratégias capazes	2017

		de melhorar estas propriedades para garantir o sucesso do procedimento de restauração.	
Hyun-Jin Kim <i>et al.</i>	Influence of Curing Mode on the Surface Energy and Sorption/Solubility of Dental Self-Adhesive Resin Cements.	O grau de conversão (GC) dos cimentos de resina de cura dupla é geralmente mais baixo quando se autocuram que quando se curam por qualquer lado, mesmo que a extensão está relacionada com o sistema de iniciação em cada material.	2017
Lanza M. <i>et al.</i>	Influence of curing protocol and ceramic composition on the degree of conversion of resin cement.	A polimerização incompleta do cimento de resina ocorre al diminuir a energia da fonte de luz através do material cerâmico. Se demonstram que a quantidade desta atenuação depende diretamente de composição, espessura, opacidade e cor dos materiais utilizados como restauração. O protocolo de cura afetou a corrente contínua dos cimentos de resina. Maiores GC foram obtidos quando os cimentos foram utilizados para cimentar a coroa, a base de disilicato de lítio.	2017
Bitter K. <i>et al.</i>	Are self-adhesive resin cements suitable as core build-up materials? Analyses of maximum load capability, margin integrity, and physical properties.	No entanto, um estudo recentemente publicado sobre o rendimento dos cimentos SAR como material de acumulação de núcleos após uma incubação a longo prazo especulou que a técnica de acumulação de núcleos que utiliza coroas em fitas poderia gerar um alto volume de núcleo que inclui partes internas do material menor taxa de conversão e, portanto propriedade mecânica reduzida.	2016
Peutzfeldt A. <i>et al.</i>	Effect of High-Irradiance Light-Curing on Micromechanical Properties of Resin Cements.	A energia total da irradiação, ou seja, a exposição radiante (J / cm ²) é o produto da irradiância (mW / cm ²) e a duração da exposição, e numerosos estudos	2016

		confirmam que o grau de conversão e as propriedades mecânicas dos materiais curados por luz aumentam com o aumento da exposição radiante.	
Flury S. <i>et al.</i>	Light curing through glass ceramics: effect of curing mode on micromechanical properties of dual-curing resin cements.	Estudos prévios demonstram que a cura por luz influencia de maneira vantajosa nas propriedades físico-químicas dos cimentos de resina de cura dupla, ou seja, a cura por luz geralmente conduz a propriedades mecânicas melhoradas ou de superior Grau de Conversão, em relação ao autocurado sozinho. No entanto, quando se cura a luz através de vitrocerâmicas, a irradiação da unidade de fotopolimerização diminui consideravelmente ao aumentar a espessura do material cerâmico.	2014
Watanabe H. <i>et al.</i>	Efficiency of Dual-Cured Resin Cement Polymerization Induced by High-Intensity LED Curing Units Through Ceramic Material.	Para induzir a conversão adequada de monômeros em materiais de resina composta curada por luz, 40 segundos de cura a um nível de irradiância de 400 mW / cm ² é considerado suficiente para a irradiação direta. No entanto, é evidente que este protocolo de cura deve se modificar de acordo com o material cerâmico (espessura, composição, sombra, etc.) e a unidade de cura (fonte de luz, irradiância, etc.) utilizados. Os dados apresentados aqui indicam que o tempo de trabalho pode ser reduzido mediante o uso de unidades de alta intensidade.	2014
Flury S. <i>et al.</i>	Light curing through glass ceramics with a second- and a third-generation LED curing unit: effect of curing mode on the degree of	A medição de GC mostrou diferenças significativas entre os cimentos de resina, assim como diferenças significativas entre os modos de cura dentro de um	2013

	conversion of dual-curing resin cements.	cimento de resina. Portanto, se descartou a hipótese nula de que os cinco cimentos de resina produziram um GC igual, independentemente do modo de cura. Quando somente se autocurou, quatro dos cinco cimentos de resina mostraram um GC significativamente mais baixo em comparação com os modos de cura que implicam a fotopolimerização.	
Baena T. <i>et al.</i>	Polymerization-induced shrinkage of dual cements through different thicknesses of ceramic materials.	Todos os dentistas são responsáveis por realizar preparações dentais com as características adequadas para permitir a colocação de restaurações livres de metal de grossura uniforme adequadas para a polimerização de diferentes cimentos. A mistura manual de cimentos baseados em resina dual causa porosidade no material, o que permite a liberação do esforço de contração, resultando em uma diminuição da contração devido à polimerização do cimento.	2012
Özcan M. <i>et al.</i>	Adhesion of conventional and simplified resin-based luting cements to superficial and deep dentin.	Os cimentos de ionômero de vidro modificados com resina que contém monômeros hidrófilos se baseiam na formação de uma rede baseada em metacrilato para aumentar a estrutura do cimento iônico mediante o enxerto de ligações duplas polimerizáveis em um esqueleto de polialquenoato ou mediante a incorporação de monômeros de metacrilato radicalmente polimerizáveis na composição do cimento. Tanto na dentina superficial como na profunda, Bifix QM de polimerização dual e Super-Bond C&B polimerizado	2011

		quimicamente desempenharam-se igualmente bem.	
--	--	---	--

De acordo à análise de cada artigo, foram encontrados seis onde se encontraram números exatos e informação certa para encontrar o resultado, o qual se descreve de uma forma resumida no quadro de resultados (Tabela 2). Alkudhairy *et al* (2018)¹³ realizou um estudo no qual o objetivo foi avaliar o GC e a profundidade (extensão) de cura de quatro cimentos de resina (Variolink E, Calibra, NX3 e Variolink N) utilizando a Espectroscopia infravermelha por transformada de Fourier e a dureza Vickers Micro e em seu resultado se conseguiram números mais elevados de GC para os cimentos foto-polimerizáveis, que no cimento dual que utilizou para seu estudo (Variolink-N), o qual apresentou um GC de $44,55 \pm 4,33\%$. No entanto, Novais *et al* (2017)¹⁴ demonstraram em outro estudo, no qual o objetivo foi avaliar o rendimento dos cimentos de resina quando se utilizam diferentes modos de cura, avaliando o grau de conversão e a resistência da união a um substrato cerâmico, que os cimentos dual com uma cura dupla possuíam maior porcentagem de GC que um foto-polimerizável alcançando um valor de até 72,8%. Hyun-Jin Kim *et al* (2017)¹⁵, em seu artigo, mencionaram que o GC dos cimentos de resina de cura dupla é geralmente mais baixo quando se autocuram que quando se curam por todos os lugares, mesmo que a extensão esteja relacionada com o sistema de iniciação em cada material, neste trabalho foi reportado o menor número de GC de 35%, para aqueles cimentos que se auto-polimerizaram, e 72% para os que obtiveram cura dupla¹³⁻¹⁵.

Lanza *et al* (2017)¹⁶ publicaram um estudo no qual o objetivo era avaliar o GC de uma resina foto-polimerizável e dois cimentos de resina dual sob uma cimentação clínica simulada de coroas cerâmicas; utilizaram dentes preparados como métodos e materiais, que se dividiram ao acaso segundo o material da cerâmica, o cimento de resina e o protocolo de cura. As coroas se cimentaram segundo as instruções do fabricante e se foto-ativaram em superfície oclusal somente durante 60 segundos; ou desde as superfícies bucal, oclusal e lingual, com um tempo de exposição de 20 segundos em cada aspecto. Depois da cimentação, as amostras foram armazenadas em água deionizada a 37 °C durante 7 dias. Como resultado, obteve-se valores de GC desde 60,1 a 87% nos cimentos dual. Flury publicou, em 2013 e 2014, dois estudos consecutivos nos quais seu objetivo foi medir o GC e as propriedades micromecânicas de cinco cimentos de resina dual. Neles se obtiveram resultados desde 42 a 67,9% de GC¹⁶⁻¹⁸.

4. DISCUSSÃO

Os valores mencionados na presente pesquisa sobre o GC dos cimentos dual são significativos ao momento de conseguir os resultados, considerando que o GC dos cimentos dual oscila entre 42 e 72%. No entanto, foram encontrados importantes achados que nos sugerem que o GC dos cimentos dual está completamente dependente

de diversos fatores que os autores apontam, podendo alterar os resultados na polimerização de tais materiais.

O GC é importante já que governa as propriedades físicas e mecânicas dos cimentos dual tais como resistência à compressão, resistência à tração, dureza, tenacidade e biocompatibilidade; e se relaciona diretamente com a conversão do monômero durante a polimerização. A cura inadequada com um grau reduzido de conversão altera a resistência da união e a estabilidade dimensional¹³.

Tabela 2. Quadro de resultados de seis autores.

QUADRO DE RESULTADOS		
Autor	Estudo	Grau de Conversão (GC) dos cimentos dual %
Alkudhairi, 2018	Avaliar o grau de conversão (DC) e a profundidade (extensão) da cura de quatro cimentos de resina (Variolink E, Calibra, NX3 e Variolink N) utilizando a transformada de Fourier infravermelha (FTIR) e a dureza Vickers Micro (MH).	44,55±2
Novais, 2017	O objetivo deste estudo foi avaliar o rendimento dos cimentos de resina quando se utilizam diferentes modos de cura, avaliando o grau de conversão e a resistência da união a um substrato cerâmico.	48,6 – 72,8
Hyun-Jin Kim, 2017	O grau de conversão (DC) e os parâmetros de energia da superfície, incluindo o grau de hidrofília (DH), se determinaram mediante espectroscopia infravermelha por transformada de Fourier e medições de ângulo de contato, respectivamente (n = 5).	35 – 72
Lanza, 2017	Avaliar o grau de conversão (DC) de uma resina de cura por luz e dois cimentos de resina de cura dupla sob uma cimentação clínica simulada de coroas cerâmicas.	87,7 – 61,4
Flury, 2014	O objetivo deste estudo foi investigar as propriedades micromecânicas de cinco cimentos de resina de cura dupla depois de diferentes modos de cura, incluindo-se a cura com luz através de materiais vitrocerâmicos.	60,1
Flury, 2013	O objetivo deste estudo foi medir o grau de conversão (GC) de cinco cimentos de resina de cura dupla depois de diferentes modos de cura com uma unidade de cura de diodos emissores de luz (LED) de segunda e terceira geração.	42 – 67,9

A polimerização incompleta do cimento de resina ocorre ao diminuir a energia da fonte de luz através do material cerâmico. Se tem demonstrado que a

quantidade desta atenuação depende diretamente de composição, espessura, opacidade e cor dos materiais utilizados como restauração. Lanza et al (2017)¹⁶, em seu estudo sobre se o protocolo de cura afeta a corrente do GC, afirmaram que afeta dependendo do uso das lâmpadas e do tempo. Em seu estudo, observou-se uma diminuição do GC com a cerâmica opaca quando se ativou durante 40 segundos. Além disso, menciona que necessitaria um mínimo de 60 segundos de foto-ativação através de restaurações cerâmicas com uma grossura de 2 mm ou mais para promover uma cura adequada do cimento de resina; no entanto, o tempo ótimo de ativação ainda não está completamente estabelecido. A energia total da irradiação, ou seja, a exposição radiante (J/cm²) é o produto da irradiância (mW/cm²) e a duração da exposição, e numerosos estudos têm confirmado que o GC e as propriedades mecânicas dos materiais curados por luz, aumentam com o aumento da exposição radiante, ou seja, que as exposições mais longas à luz promovem um maior GC^{16,19}.

É evidente que o protocolo de cura deve se modificar de acordo com o material cerâmico utilizado (espessura, composição, sombra, unidade de cura, fonte de luz, irradiância, entre outros). A espessura cerâmica se considera um fator crítico que determina a quantidade de transmissão de luz através de restaurações totalmente cerâmicas, mesmo que outros fatores, como estrutura cristalina e índice de refração da luz, também possuem um efeito. Watanabe H. *et al* (2014)²⁰ realizaram um estudo onde confirmaram que a espessura cerâmica possui um forte efeito sobre a irradiância da luz transmitida e que, portanto, o GC é afetado.

Em um ambiente clínico, os dentistas são responsáveis por realizar preparações dentais com as características adequadas para permitir a colocação de restaurações livres de metal de grossura uniforme adequadas para a polimerização de diferentes cimentos. A maioria das coroas totalmente cerâmicas têm uma grossura de 1,0 a 3,0 mm. Além disso, as restaurações de incrustadas posteriormente devem ter uma grossura de, ao menos, 1,5 a 2,0 mm, e a grossura da cerâmica pode aumentar até 3,0 mm na caixa proximal. Portanto, uma grossura de 3,0 mm é clinicamente relevante, sendo que os dentistas devem considerar os efeitos negativos da atenuação da luz na polimerização dos cimentos de resina de cura dual. As propriedades da cura química dos cimentos de resina de cura dual poderiam compensar, de certa forma, a diminuição da transmissão de luz; no entanto, as ações dos catalizadores químicos poderiam não ser suficientes para permitir a conversão máxima do monômero^{20,21}.

As luzes halógenas são as fontes de luz utilizadas com mais frequência para induzir a polimerização em materiais dentais a base de resina. Emitem um espectro contínuo de luz, mesmo que somente uma pequena parte do espectro seja útil para a cura. Outros comprimentos de onda se filtram para evitar efeitos secundários indesejáveis. No entanto, inclusive após a filtração, as luzes halógenas emitem vários comprimentos de onda de luz não desejadas que são altamente absorvidas pelos

materiais dentais, o que resulta no aquecimento do dente e da resina durante o processo de cura. Outros inconvenientes incluem uma diminuição da irradiância com o tempo, uma limitação de profundidade de cura e a necessidade de um período de exposição mais longo. Bitter *et al* (2016)²², em seu estudo mais recente, publicaram que a taxa de GC são menores quando não se utiliza o cimento e exposição de luz adequados na cimentação profunda como é o caso de cimentado de postes^{20,22}.

As luzes de diodo emissor de luz (LED, na sigla em inglês) desenvolvidas recentemente oferecem um espectro de emissão muito mais estreito (uma largura de banda de aproximadamente 20 nm centrado em 470 nm), e o espectro se encontra estreitamente dentro da faixa de absorção da canforquinona, o foto-iniciador mais usado em compostos de resina. Em geral, as luzes LED possuem as seguintes vantagens: vida útil prolongada de mais de 10.000 horas, pouca degradação da saída de luz com o tempo e resistência a golpes e vibrações. Hoje em dia, a maioria das unidades de foto-polimerização utilizam LEDs azuis de pico único, que usualmente têm irradiâncias mais altas que as luzes halógenas convencionais. Os fabricantes destas unidades de cura LED de alta intensidade afirmam que podem alcançar irradiâncias de até 2.000-3.200 mW/cm², dependendo do modo escolhido. Essas unidades estão equipadas com diodos múltiplos (diodos violeta/azul, onda de polietileno) e, portanto, são efetivas não somente na cura de cimentos que contêm alcanfor, mas também na cura de aqueles que contêm suas alternativas. Além disso, muitas das novas unidades LED de alta potência requerem períodos de irradiação mais curtos. No entanto, a capacidade destes dispositivos para polimerizar o cimento de resina de cura dupla através de restaurações cerâmicas não foi investigada completamente^{17,18,20}.

Por outro lado, Özcan *et al* (2012)²³ avaliaram as forças de união dos cimentos baseados em resina convencionais (quimicamente e de dupla polimerização) e simplificados com seus adesivos correspondentes à dentina superficial e à dentina profunda, concluindo que em ambos os substratos, Bifix QM de polimerização dual e Super-Bond C&B polimerizado quimicamente, tiveram desempenho igualmente bons, sendo que não há uma relevância significativa do substrato no qual se utiliza um cimento dual²³.

Entre os métodos mais utilizados para determinar o GC, a espectroscopia Raman tem demonstrado ser muito adequada por ser relativamente simples, reproduzível, não invasiva e por permitir o uso de amostras finas sem requerer uma preparação especial. Alguns estudos avaliaram o GC dos cimentos de resina quando se curam através de lajes cerâmicas. No entanto, faltam dados sobre o GC dos cimentos de resina quando se curam através de coroas reais, sob um entorno clínico simulado. Isto é relevante porque debaixo de uma coroa, a capa de cimento está coberta por uma espessura variável de cerâmica desde as superfícies cervical a oclusal. Além disso, o acesso limitado e a presença de

dentes adjacentes na boca fazem com que os dentistas decidam um protocolo de cura das superfícies cerâmicas expostas, sem saber realmente se o GC seria afetado¹⁶.

O objetivo principal desta pesquisa foi fazer uma análise dos artigos que nos falaram sobre o GC dos cimentos dual e, assim, responder à pergunta inicial. Ainda que tenham existido algumas limitações na busca de informação, foram encontrados estudos recentes com dados relevantes para esclarecer as dúvidas sobre o tema, além de poder desenvolvê-lo ao redor de diversos fatores a se considerar.

5. CONCLUSÃO

Nesta pesquisa foram analisados diversos autores que falam sobre o GC dos cimentos dual e os fatores que o afetam. Dentro das limitações deste estudo, foram observados os seguintes achados:

)] O GC é importante já que governa as propriedades físicas e mecânicas dos cimentos dual tais como resistência à compressão, resistência à tração, dureza, tenacidade e biocompatibilidade.

)] O GC está totalmente relacionado com o protocolo, a exposição de luz, a irradiação e o tempo de cura.

)] As luzes LED desenvolvidas recentemente oferecem um espectro de emissão muito mais estreito e têm irradiância mais alta que as luzes halógenas convencionais, de até 2.000-3.200 mW/cm², pelo qual requer menor tempo de exposição.

)] Tem-se demonstrado que a quantidade desta atenuação depende diretamente da composição, espessura, opacidade e cor dos materiais utilizados como restauração.

REFERÊNCIAS

- [1] Fonseca R.G., Cruz C.A.S., Adabo G.L.: The influence of chemical activation on hardness of dual-curing resin cements. *Braz. Oral Res.* 2004; 18(3): 228-32.
- [2] Braga R.R., Cesar P.F., Gonzaga C.C.: Mechanical properties of resin cements with different activation modes. *J Oral Rehabil.* 2002; 29: 257-62.
- [3] El-Badrawy W.A., El-Mowafy O.M.: Chemical versus dual curing of resin inlay cements. *J. Prosthet. Dent.* 1995; 73:515-24.
- [4] Garbin C.A., Mezzomo E., da Silva, S.B.A.: Cimentos e Cimentações. Mezzomo, E., Suzuki, R.M., e cols. Reabilitação Oral Contemporânea. São Paulo: Editora Santos. 2006.
- [5] Maia L.G., Vieira L.C.C.: Cimentos Resinosos: uma revisão da literatura. *JBD.* 2003; 2(7):258-62.
- [6] Imazato S, McCabe JF, Tarumi H, Ehara A, Ebisu A. Degree of conversion of composites measured by DTA and FTIR. *Dent Mater* 2001; 17:178-83.
- [7] Ruyter IE, Oysaed H. Composites for use in posterior teeth: composition and conversion. *J Biomed Mater Res A.* 1987; 21:11-23.
- [8] Aguiar, T. R., Francescantonio, M., Bedran-Russo, A. K., & Marcelo, G. Inorganic composition and filler particles morphology of conventional and self-

- adhesive resin cements by SEM/EDX. *Microscopy Research and Technique*. 2012; 75, 1348–1342.
- [9] Dilber E. Comparison of the effects of surface treatments on roughness of two ceramic systems. *Photomed Laser Surg*. 2012 Jun;30(6):308-14.
- [10] Colares RC. Effect of surface pretreatments on the microtensile bond strength of lithium-disilicate ceramic repaired with composite resin. *Braz Dent J*. 2013; 24(4):349-52.
- [11] Strong R. The setting of visible-light-cured resins beneath etched porcelain veneers. *Br Dent J*. 1987; 163(5):149-51.
- [12] Ozyesil AG. The efficiency of different light sources to polymerize composite beneath a simulated ceramic restoration. *J Prosthetic Dent*. 2004; 91(2):151-7.
- [13] Alkhudhairy F y cols. Degree of conversion and depth of cure of Ivocerin containing photo-polymerized resin luting cement in comparison to conventional luting agents. *Pak J Med Sci*. 2018; 34(2).
- [14] Novais V. y cols. Degree of conversion and bond strength of resin-cements to feldspathic ceramic using different curing modes. *J Appl Oral Sci*. 2017; 25(1):61-8.
- [15] Hyun-Jin Kim y cols. Influence of Curing Mode on the Surface Energy and Sorption/Solubility of Dental Self-Adhesive Resin Cements. *Materials*. 2017; 10(129).
- [16] Lanza M. y cols. Influence of curing protocol and ceramic composition on the degree of conversion of resin cement. *J Appl Oral Sci*. 2017; 25(6):700-7.
- [17] Flury S. y cols. Light curing through glass ceramics: effect of curing mode on micromechanical properties of dual-curing resin cements. *Clin Oral Invest*. 2014; 18:809–818.
- [18] Flury S. y cols. Light curing through glass ceramics with a second- and a third- generation LED curing unit: effect of curing mode on the degree of conversion of dual-curing resin cements. *Clin Oral Invest*. 2013; 17:2127–2137.
- [19] Peutzfeldt A. y cols. Effect of High-Irradiance Light-Curing on Micromechanical Properties of Resin Cements. *BioMed Research International*. 2016.
- [20] Watanabe H. y cols. Efficiency of Dual-Cured Resin Cement Polymerization Induced by High-Intensity LED Curing Units Through Ceramic Material. *Operative Dentistry*. 2014.
- [21] Baena T. y cols. Polymerization-induced shrinkage of dual cements through different thicknesses of ceramic materials. *Revista Odontológica Mexicana*. 2012; 16(4):237-241.
- [22] Bitter K et al. Are self-adhesive resin cements suitable as core build-up materials? Analyses of maximum load capability, margin integrity, and physical properties. *Clin Oral Invest*. 2016; 20:1337–1345.
- [23] Özcan M. et al. Adhesion of conventional and simplified resin-based luting cements to superficial and deep dentin. *Clin Oral Invest*. 2012; 16:1081–1088.