

Telmo Filipe Tavares Lopes

IONÓMERO DE VIDRO vs. RESINA COMPOSTA EM ODONTOPEDIATRIA

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2015

Telmo Filipe Tavares Lopes

IONÓMERO DE VIDRO vs. RESINA COMPOSTA EM ODONTOPEDIATRIA

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2015

Telmo Filipe Tavares Lopes

IONÓMERO DE VIDRO vs. RESINA COMPOSTA EM ODONTOPEDIATRIA

“Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para
a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária”

RESUMO

A crescente procura por restaurações dentárias estéticas, quer por parte dos pacientes quer dos seus responsáveis, tem exigido um aprimoramento contínuo das propriedades dos materiais restauradores utilizados em Odontopediatria.

O objetivo deste trabalho consistiu na realização de uma pesquisa bibliográfica com o intuito de clarificar as indicações, as vantagens e limitações associadas à aplicação clínica dos ionómeros de vidro comparativamente às resinas compostas.

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica de artigos, sob diversos formatos, publicados em revistas científicas e disponíveis em bases de dados eletrônicas. Foram utilizados termos de pesquisa considerados relevantes para o tema e, ainda estipulados critérios de inclusão e de exclusão para a seleção dos mesmos.

As resinas compostas e os ionómeros de vidro são materiais amplamente utilizados em Odontopediatria. O ionómero de vidro, apesar de amplamente difundido na prática clínica em pacientes pediátricos pelas características que lhe são inerentes, nomeadamente, a libertação de flúor, apresenta várias limitações que podem ser colmatadas pelo recurso à resina composta.

As propriedades mecânicas aliadas às suas características estéticas, tornam a resina composta, em diversas circunstâncias, um material restaurador de primeira opção em Odontopediatria.

ABSTRACT

The growing demand for aesthetic dental restorations, either by patients or their guardians, has required a continuous improvement of the properties of restorative materials used in pediatric dentistry.

This work consisted of a literature search in order to clarify the indications, advantages and limitations associated with the clinical application of glass ionomer compared to composites.

A literature search of articles in different formats, published in scientific journals and available in electronic databases was held. We used search terms relevant to the topic and also stipulated inclusion and exclusion criteria for selecting them.

The composite resins and glass ionomers are widely used materials in pediatric dentistry. The glass ionomer, although widespread in clinical practice in pediatric patients by characteristics that are inherent in particular the release of fluoride, has several limitations that can be overcome by the use of composite resin.

Allied mechanical properties to its aesthetic features, make the resin composite, in various circumstances, a restorative material of first choice in pediatric dentistry.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, pois sem eles não seria possível ter chegado até aqui. Obrigado pela força e pelo apoio que sempre me deram, em todas as fases menos boas da nossa vida vocês estiveram sempre lá quando precisei, obrigado por fazerem de mim o Homem que sou hoje.

Ao meu irmão Pedrinho, por ser a força que me fez ultrapassar tudo até hoje, pelo carinho e todo o amor, obrigado.

AGRADECIMENTOS

À professora Cátia Carvalho Silva, por todo o apoio, pela disponibilidade que sempre demonstrou e pela amizade que levo comigo um Muito Obrigado por tudo, sem si este trabalho não seria possível.

A todos os Professores desta casa, que contribuíram para a minha formação enquanto Médico e enquanto pessoa.

ÍNDICE

ÍNDICE DE SIGLAS E ACRÓNIMOS	ii
ÍNDICE DE ESQUEMAS.....	iii
I. INTRODUÇÃO	1
II. DESENVOLVIMENTO.....	4
1. MATERIAIS RESTAURADORES UTILIZADOS EM ODONTOLOGIA	6
2. IONÓMERO DE VIDRO	10
i. Propriedades Gerais	11
ii. Reação de Polimerização	12
iii. Cimento de Ionómero de Vidro Modificado por Resina	13
iv. Liberação de Flúor.....	15
v. Fatores que Influenciam a Liberação de Flúor.....	16
vi. Captação de Flúor pela Estrutura Dentária	17
vii. Influência da Liberação de Flúor na Progressão de Cárie	18
viii. Propriedades Mecânicas	19
3. RESINAS COMPOSTAS	22
i. Propriedades Gerais	23
ii. Reação de Polimerização.....	25
iii. Propriedades Antibacterianas.....	26
iv. Propriedades Mecânicas	27
4. DISCUSSÃO	30
III. CONCLUSÃO.....	42
IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

ÍNDICE DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

AAPD – *American Academy of Pediatric Dentistry* (Academia Americana de Odontopediatria – tradução livre)

bis-GMA – bisfenol glicil metacrilato

°C - Graus celsius

CIV – Cimento de Ionómero de Vidro

FDA – *Food and Drug Administration* (Administração da alimentação e drogas – tradução livre)

IVMR – Ionómeros de Vidro Modificados por Resina

mm – milímetros

N - Newtons

nm – nanómetros

pHEMA – Polihidroxietilmetacrilato

ppm – partes por milhão

SEM – *Scanning Electron Microscope* (Microscópio de scanerização de eletrões – tradução livre)

TEGDMA – trietilenoglicol dimetacrilato

TRA – Tratamento Restaurador Atraumático

UDMA – uretano dimetacrilato

µm – micrómetro

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1 – Resumo da pesquisa bibliográfica.....	8
---	---

I. INTRODUÇÃO

A realização de restaurações diretas definitivas tem vindo a tornar-se um assunto cada vez mais relevante em Odontopediatria. Concomitantemente, a evolução inerente às ciências dos materiais dentários nos últimos anos tem levado ao surgimento de inúmeros materiais, com diferentes propriedades e variadas formulações com o intuito de melhorar o seu desempenho clínico, diminuir o tempo de trabalho, e ao mesmo tempo obedecer à crescente demanda pela estética dentária cada vez mais vigente. (Buerkle et al., 2005)

A decisão de restaurar lesões cariosas deve incluir pelo menos um critério clínico de deteção visual da cavitação no esmalte, identificação visual de uma sombra no esmalte ou reconhecimento radiográfico da presença de lesões dentárias. (AAPD, 2014)

Os benefícios da terapia restauradora incluem a remoção de cavidades ou defeitos de esmalte e/ou dentina de forma a eliminar áreas suscetíveis ao aparecimento de cáries, impedir a progressão da desmineralização do dente, restaurar a integridade da estrutura dentária, prevenir que a infeção se propague até à polpa dentária e prevenir a migração dos dentes devido à perda de estrutura dentária. (AAPD, 2014)

Existem igualmente riscos inerentes à terapia restauradora, nomeadamente, diminuição da longevidade das peças dentárias pelo facto de as tornar mais propensas à fratura, a lesões recidivantes, a exposição pulpar durante a remoção das cáries, futuras complicações pulpares e danos iatrogénicos aos dentes adjacentes. Adicionalmente, sabe-se que, a dentição temporária é mais suscetível a insucessos quando comparada com a dentição permanente, sendo também de ressaltar que previamente à restauração de um dente temporário é necessário considerar o seu tempo de vida útil até à esfoliação dentária. (AAPD, 2014)

A *American Academy of Pediatric Dentistry* preconiza a utilização de alguns materiais restauradores no âmbito da Odontopediatria. Entre esses materiais as amálgamas dentárias, que sendo o material mais utilizado para restaurações posteriores há mais de 150 anos, continuam a ser largamente utilizadas atualmente, embora a sua utilização tenha

vindo a decrescer também associada à controvérsia que se tem gerado em torno do mercúrio integrante da sua composição. As resinas compostas, outro dos materiais preconizados, são cada vez mais utilizadas em substituição das amálgamas como material restaurador, conciliando a resistência com a estética. Contudo, os cimentos de ionómero de vidro são igualmente um material que as *guidelines* definem como adequado para a dentisteria pediátrica, assim como, os compómeros, vistos como alternativa a outros materiais restauradores, embora hajam poucos dados que comparem os compómeros a outros materiais restauradores em crianças. (AAPD, 2014)

No presente trabalho serão abordados dois dos materiais mais amplamente utilizados na área da Odontopediatria, os cimentos de ionómero de vidro e as resinas compostas.

O cimento de ionómero de vidro desde o seu surgimento na década de sessenta têm sofrido diversas modificações no que concerne a sua formulação com o intuito de acompanhar a evolução e o surgimento de outros materiais restauradores utilizados no âmbito da Medicina Dentária. As suas reconhecidas propriedades libertadoras de flúor assim como a capacidade de fotopolimerização tornaram-no num material amplamente indicado para utilização em dentição temporária. (Croll & Nicholson, 2002)

Apesar das suas vastas indicações clínicas, principalmente na área da odontopediatria, são-lhe reconhecidas limitações, sobretudo relacionadas com as suas propriedades mecânicas, daí que, se têm verificado tentativas de aproximação deste material à resina composta, uma vez que a mesma apresenta um comportamento mecânico substancialmente superior ao dos cimentos de ionómero de vidro. O surgimento deste cimento de ionómero de vidro com a sufixação indexada de “modificado por resina”, veio alargar a utilização dos ionómeros de vidro a situações que não seriam possíveis sem este incremento nas suas propriedades mecânicas. (Lohbauer, 2010)

Por sua vez as resinas compostas têm vindo igualmente a sofrer uma marcada evolução desde o seu surgimento. Estas modificações tentam incrementar as suas propriedades mecânicas, aumentando a sua durabilidade e melhorando a *performance* do material no período pós-operatório. (Ferracane, 2011)

O processo de introdução de novos materiais no mercado implica atualmente o percorrer de todo um caminho, que passa pela comprovação da eficácia a que o mesmo se propõe, por via de estudos clínicos e laboratoriais, em situações controladas. Não obstante, tem-se verificado por inúmeras situações que tais procedimentos não apresentam garantia de que o material será clinicamente eficaz quando utilizado na prática clínica diária.(Ferracane, 2011)

A utilização destes materiais na prática clínica diária, nomeadamente no que concerne à prática em Odontopediatria tem sido algo controversa. Contudo, estudos têm demonstrado que a presença de lesões cariosas não restauradas é uma das principais causas de dor na dentição decídua e estão igualmente associadas ao medo do dentista por parte das crianças. (Pinto et al., 2014)

Com base na informação científica atualmente disponível relativamente à utilização de materiais restauradores em pacientes pediátricos surgiu o interesse na abordagem deste tema, *Ionómero de Vidro vs. Resina composta em Odontopediatria*, com o intuito de verificar se o ionómero de vidro, amplamente definido como material de eleição na dentisteria da dentição temporária, quando comparado com a resina composta, demonstra efetivamente melhores resultados devido às suas propriedades libertadoras de flúor e se algum destes materiais poderá eventualmente ser considerado o mais recomendado.

O presente trabalho, através de uma extensa revisão bibliográfica, pretende indagar dois materiais de ampla utilização na prática clínica diária em Medicina Dentária, analisando-os numa perspetiva da sua aplicabilidade no âmbito da Odontopediatria, tendo como objetivo analisar as indicações, as vantagens e as limitações que cada um apresenta.

II. DESENVOLVIMENTO

Materiais e Métodos

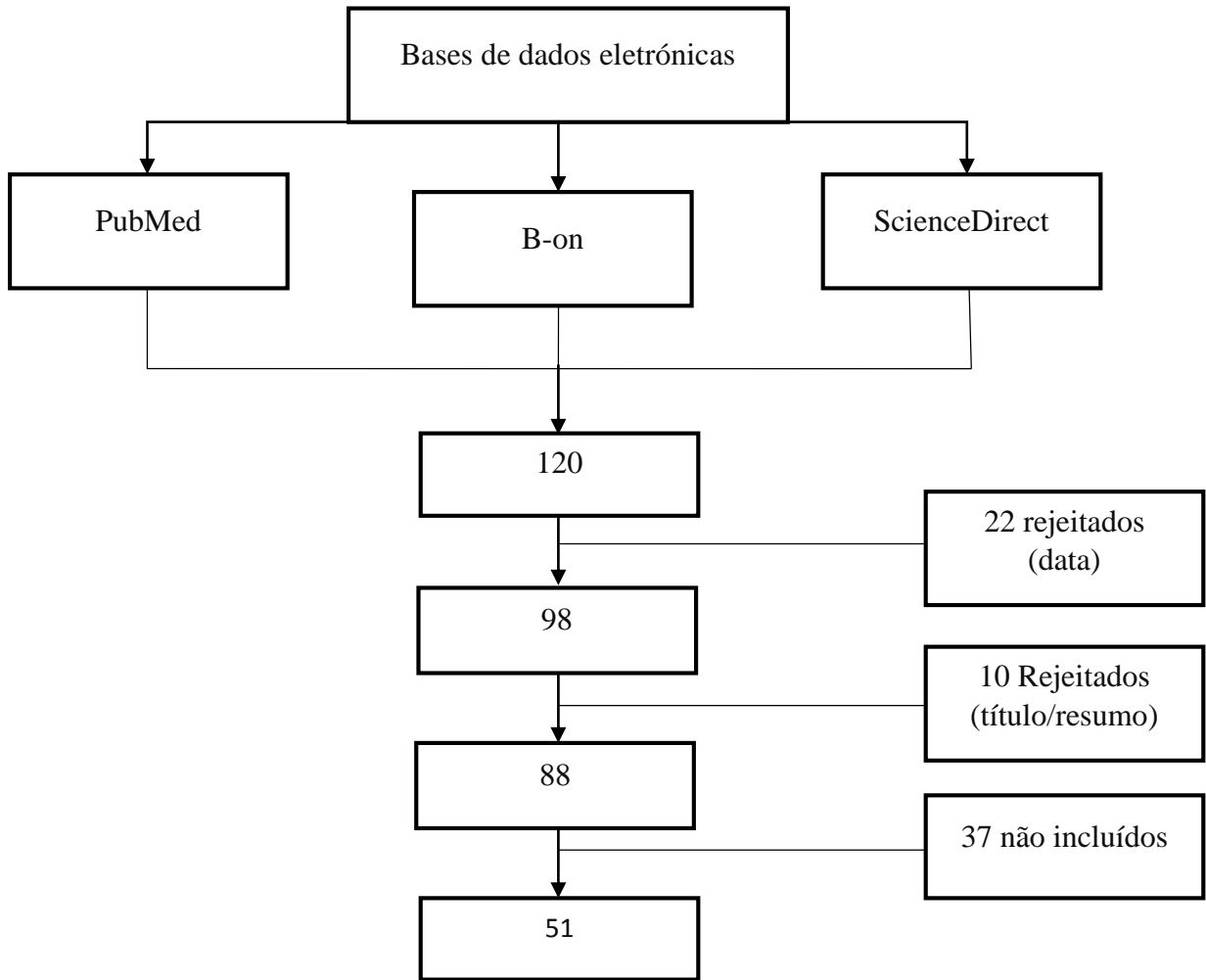
A revisão da literatura realizada compreendeu uma pesquisa bibliográfica de artigos científicos publicados em revistas indexadas, disponíveis nas bases de dados eletrônicas MEDLINE/Pubmed, B-on e Science Direct.

A pesquisa nas bibliotecas digitais foi realizada no período compreendido entre Fevereiro e Maio de 2015, durante a qual foram selecionados e usados os seguintes termos de pesquisa, isoladamente e/ou em combinação: *glass ionomer properties, composite resin properties, glass ionomer review, glass ionomer microleak resistance, composite resin microleak resistance, pediatric patients, pit and fissure sealants, temporary teeth restorations*.

Foram usados como critérios de inclusão dos artigos a sua data de publicação, devendo os artigos ser datados de 2000 para diante, foram considerados artigos publicados em língua inglesa, portuguesa e espanhola sob o formato de *Guideline, Meta-analysis, Practice Guideline, Review, Systematic Review*. Não foi estipulado nenhum número máximo de artigos por descritor, no entanto, estava ativado o filtro de ano de publicação, como referido anteriormente, de 15 anos tendo limitado o número de artigos encontrados.

A seleção dos artigos foi realizada mediante a leitura do título, assim como do respectivo *abstract*. É de ressaltar que o critério de inclusão referente ao ano de publicação (últimos 15 anos) foi desprezado em situações em que os artigos faziam referência à parte histórica dos materiais analisados ou em casos em que os artigos em causa apresentavam dados importantes à correta fundamentação deste trabalho, para tal, considerou-se necessário o recurso a artigos de maior antiguidade.

O esquema 1 apresenta um resumo da pesquisa bibliográfica efetuada demonstrando a triagem faseada dos artigos (e de outros documentos analisados).



Esquema 1 – Resumo da pesquisa bibliográfica

1. MATERIAIS RESTAURADORES UTILIZADOS EM ODONTOPEDIATRIA

Atualmente as cáries dentárias nos sulcos e fissuras representam cerca de 80 a 90% de toda a manifestação da doença em dentição permanente no setor posterior. Neste sentido, os selantes de fissuras são preconizados como material de eleição para o selamento das peças dentárias com maior suscetibilidade ao aparecimento de cárie. Este material previne o acesso de bactérias cariogénicas à sua fonte de nutrientes dado que se unem micromecanicamente ao dente, reduzindo assim o risco de cárie nestas localizações. (AAPD, 2014)

O selamento de sulcos e fissuras implica uma prévia profilaxia da peça dentária, sem recurso a qualquer tipo de preparação mecânica, sendo posteriormente colocado o selante que normalmente é um material à base de resina. (AAPD, 2014)

Os selantes de fissuras têm provado ser um material eficaz na prevenção do aparecimento de cáries devido à sua penetração, capacidade de selamento e retenção. Dado que a eficácia do selante está intimamente relacionada com a sua adesão à estrutura dentária a sua capacidade de retenção ganhou especial relevo. A utilização de materiais à base de resina possibilita a obtenção dessa característica sendo por isso as resinas consideradas o material de eleição. Não obstante os cimentos de ionómero de vidro podem igualmente ser utilizados, porém apenas em situações transitórias em que não se consiga obter um controlo adequado da humidade. (Erdemir et al., 2014)

As amálgamas dentárias continuam a ser um dos materiais também preconizados pelas *guidelines* internacionais na área odontopediátrica, apesar de toda a polémica em redor da existência na sua composição de um composto tóxico, o mercúrio, sendo que o mesmo perfaz aproximadamente 50% da composição total da amálgama. No sentido de perceber se este material era efetivamente seguro foram analisados diversos estudos, não sendo encontradas evidências suficientes que conduzam à associação do mesmo com o aparecimento de algum tipo de complicação médica. (AAPD, 2014)

Tal facto não impediu que a *Food and Drug Administration* (FDA), em 2009, voltasse a classificar a amálgama dentária como sendo um dispositivo médico de classe II, que

apresenta algum risco, e tornando obrigatória a colocação de rótulos nas embalagens deste material como forma de notificação relativa às possíveis complicações inerentes à utilização do mesmo. (AAPD, 2014)

Estudos recentes analisaram a influência das restaurações de amálgama nas concentrações de mercúrio em pacientes pediátricos, tendo mostrado que um número significativo de crianças, tanto as que possuíam restaurações em amálgama como nos casos em que não existiam restaurações, apresentavam níveis de mercúrio sistêmicos acima dos valores preconizados como aceitáveis. Não obstante, os autores continuam a sugerir a alteração das práticas clínicas no que concerne à utilização de amálgama, particularmente em crianças, de forma a evitar riscos desnecessários de exposição ao mercúrio.(Al-Saleh & Al-Sedairi, 2011)

Outro material restaurador amplamente difundido na área odontopediátrica é a resina composta, havendo larga evidência do seu sucesso nas restaurações em dentição temporária e em dentição permanente, nomeadamente no setor posterior, no qual, em controlos clínicos e radiográficos após quatro anos apresenta resultados semelhantes aos obtidos com a amálgama, e conseguindo mesmo resultados superiores num *follow-up* de sete a dez anos. (AAPD, 2014)

Vários fatores determinam a longevidade deste material, entre eles a experiência clínica do operador, a dimensão da restauração e a posição do dente, uma vez que as resinas compostas são tecnicamente mais sensíveis que as amálgamas. (AAPD, 2014)

As resinas compostas representam um material essencial na dentisteria restauradora em odontopediatria, sendo um material cuja retenção e adesão à estrutura dentária auxilia na realização de restaurações estéticas tanto em dentição temporária como permanente. Estas propriedades permitem igualmente um preparo cavitário mais conservador, contrariamente ao que se verificava em materiais como a amálgama que necessitava de retenção mecânica providenciada pelo preparo cavitário. Com a utilização das resinas compostas, é minimizado o desgaste dentário sendo apenas removida a estrutura dentária afetada pela doença cárie.(Donly & García-Godoy, 2002)

Os cimentos de ionómero de vidro são estabelecidos pelas *guidelines* da AAPD como sendo um material bastante útil em pacientes com elevado risco de cárie, graças às suas propriedades libertadoras de flúor. E é igualmente devido a essa propriedade que os CIV são muito utilizados em Odontopediatria. (AAPD, 2014)

Embora se tenham verificado variações na utilização deste material em pacientes pediátricos ao longo dos anos, estudos recentes indicam um ligeiro incremento. A utilização deste material é muitas vezes indicada em casos de restaurações provisórias em dentição temporária recentemente erupcionada ou em casos de dentes próximos da esfoliação. (Fukuyama et al., 2008)

Não obstante, as suas propriedades mecânicas substancialmente inferiores, comparativamente com as resinas compostas, por exemplo, limitam a sua aplicabilidade clínica. (Fukuyama et al., 2008)

Pelo que se pode depreender por estudos recentes, o aumento da sua utilização pode dever-se ao facto de os pais estarem mais consciencializados para a saúde oral das crianças e, conseqüentemente, visitarem o médico dentista com maior regularidade, não sendo por isso necessário o recurso por parte do médico a materiais com maior resistência e durabilidade. (Fukuyama et al., 2008)

Compreendidos nas *guidelines* internacionais estão igualmente os compómeros, que são compósitos à base de resina cujos poliácidos foram modificados. Este material pode ser útil em Odontopediatria na medida em que associa a capacidade de libertar flúor, comum nos cimentos de ionómero de vidro, com propriedades estéticas e manuseamento simples. Contudo existem poucos dados no concerne à comparação dos compómeros com outros materiais restauradores utilizados em dentição permanente em crianças. (AAPD, 2014)

Dado que este material não necessita da realização do condicionamento ácido prévio à restauração, pode representar uma alternativa adequada em Odontopediatria na medida em que não exige tanta cooperação por parte do paciente. (Pascon et al., 2006)

Para o tratamento de lesões cariosas extensas em dentição temporária, assim como, após tratamentos pulpares, a AAPD preconiza o recurso a coroas metálicas pré-formadas, na

medida em que apresentam maior longevidade comparativamente com os restantes materiais restauradores. Permanecendo, porém, a grande desvantagem da sua utilização, a estética conferida. Relativamente ao seu uso em dentição permanente podem ser uma alternativa terapêutica provisória para o tratamento de defeitos de esmalte e dentina graves ou em dentes amplamente cariados. (AAPD, 2014)

Dentro do leque de alternativas atualmente preconizadas para a restauração dentária na área da Odontopediatria serão abordados de seguida dois dos materiais mais difundidos na atualidade, nomeadamente os cimentos de ionómero de vidro e as resinas compostas.

2. IONÓMERO DE VIDRO

O ionómero de vidro surgiu como resultado de estudos conduzidos por Alan Wilson e Brian Kent na década de 60 em Londres, tendo sido desenvolvidos em 1969. Mais tarde, em 1975, surgiram no mercado os primeiros cimentos dentários deste tipo, sendo denominados por Kent como “*glass ionomer cements*”, embora as suas propriedades fossem bastante inferiores comparativamente aos materiais usados atualmente.(Croll & Nicholson, 2002, Nicholson, 1998)

As formulações iniciais desenvolvidas nos anos 70 não foram bem-sucedidas como consequência do escasso interesse demonstrado pelos clínicos de medicina dentária que se dedicavam ao tratamento de pacientes pediátricos. À data, os ionómeros requeriam um tempo de presa prolongado o que os tornava suscetíveis à dissolução ou desidratação durante a reação de polimerização e, uma vez polimerizados, apresentavam baixa resistência ao desgaste e uma baixa resistência à fratura.(Croll & Nicholson, 2002)

Apesar das vantagens inerentes a este material, nomeadamente a libertação de flúor, biocompatibilidade e o coeficiente de expansão térmica ser similar ao do dente, os médicos dentistas não o adotaram na sua prática clínica uma vez que apresentava um maior tempo de trabalho, era de manuseamento difícil e desconhecia-se a viabilidade da sua utilização a longo prazo.(Croll & Nicholson, 2002)

Os cimentos de ionómero de vidro originais consistiam num polímero solúvel de ácido poliacrílico, com uma concentração aproximada de 45%, que reagia ao ser combinado com um pó de vidro de fluoroaminossilicato de cálcio ou de estrôncio. Este vidro era genericamente do mesmo tipo do que se utilizava nos cimentos dentários de silicato, mas que foram modificados no sentido de lhes conferir maior basicidade de forma a compensar a pouca força ácida do polímero quando comparada com o ácido fosfórico usado nos silicatos dentários. Estes materiais primordiais apresentavam sensibilidade à humidade prolongada e eram cimentos relativamente opacos. Estas propriedades foram melhoradas com base em alterações no cimento, nomeadamente no que concerne à preparação dos pós de vidro.(Nicholson, 1998)

Devido à sua gradual evolução estes cimentos tornaram-se importantes materiais restauradores e mesmo de adesão, em crianças e adolescentes. Este material forma ligações químicas à estrutura dentária, é biocompatível, liberta iões de flúor para absorção por parte do esmalte e da dentina e é capaz de reter iões de flúor provenientes de pastas dentífricas, soluções de bochecho e soluções tópicas. Ao contrário dos ionómeros de vidro mais antigos, os novos sistemas de cimentos são fáceis e práticos de utilizar. Exemplo disso são os cimentos de ionómero de vidro modificados por resina que não só melhoraram as propriedades físicas, mas também reduziram substancialmente o tempo de endurecimento graças aos componentes fotopolimerizáveis das resinas.(Croll & Nicholson, 2002)

A capacidade de aderir à estrutura dentária húmida e a bases metálicas, assim como as suas capacidades anticariogénicas devido à libertação de flúor, compatibilidade térmica com o esmalte, biocompatibilidade e baixa toxicidade, assim como a capacidade de modificar as suas propriedades físicas ao mudar o rácio pó/líquido ou a sua formulação química têm tornado o ionómero de vidro um material atrativo e útil em diversas condições clínicas. (Lohbauer, 2010)

Apesar disso as suas propriedades mecânicas insatisfatórias, tais como, a sua baixa dureza e baixa resistência à fratura e desgaste, limitam a sua utilização em medicina dentária como material restaurador em localizações sujeitas a grandes cargas.(Lohbauer, 2010)

i. Propriedades Gerais

Os vidros utilizados nas formulações comerciais de ionómero de vidro são todos do tipo aluminossilicato contendo por vezes iões de cálcio e fluoreto. São obtidos pela fusão de todos os ingredientes a uma temperatura entre os 1200 e os 1500°C. Após a fusão o vidro é arrefecido abruptamente, sendo vertido para uma superfície metálica fria e seguidamente para água ou apenas diretamente para a água. Este produto será posteriormente moído de forma a cumprir os requisitos no que concerne à dimensão das partículas do pó, devendo as mesmas ser inferiores a 45µm no caso de se pretender um cimento de preenchimento e inferiores a 15µm para obtenção um ionómero de grão fino usado para cimentação.(Nicholson, 1998)

As variações na composição do cimento de ionómero de vidro têm sido discutidas ao longo dos anos, assim como as suas implicações nas características e no comportamento do material.

O surgimento de duas modificações às formulações de base do ionómero de vidro presentes no mercado atualmente revelaram-se de grande importância comercial. Primeiramente, o maior tempo de trabalho e a redução da sensibilidade à água do cimento endurecido, que pode ser obtida pelo desgaste em cerca de 10 a 100µm do exterior das partículas de pó de cálcio, com recurso a um tratamento com ácido, tal como ácido clorídrico. Em segundo lugar o pó de vidro pode ser misturado com pós metálicos como prata, ouro, platina ou paládio, o que depois de fundido e moído vai originar um produto que alegadamente produz um cimento de ionómero de vidro com maior resistência ao desgaste que o cimento empobrecido de cálcio referido anteriormente.(Smith, 1998)

Investigações adicionais reportam outros tipos de vidro tais como os vidros de aluminoborato alcalino que se descobriu terem a capacidade de produzir cimentos fortes com características de endurecimento adequadas com o ácido poliacrílico (componente líquida original dos cimentos de ionómero de vidro). Numa outra abordagem foi também desenvolvido um cimento hidroliticamente estável de alta resistência com base num vidro de aluminossilicato de zinco. (Smith, 1998)

ii. Reação de Polimerização

A polimerização dos cimentos de ionómero de vidro dá-se por uma reação ácido-base entre os seus componentes e ocorre em duas fases. A sua fase inicial ocorre nos primeiros dez minutos após a mistura e consegue verificar-se pela sua reação de presa clinicamente visível. A segunda fase é uma continuação da reação ácido-base que se dá aquando da mistura dos componentes do cimento, e envolve a libertação de vários iões do vidro, nomeadamente alumínio, cálcio e flúor.(Lohbauer, 2010)

Durante a primeira reação o material é muito sensível à absorção de água, mas ao invés na segunda fase torna-se muito suscetível à desidratação. A sensibilidade de curto prazo à água reduz o potencial dos cimentos de ionómero de vidro para aplicação em medicina

dentária, na medida em que resulta numa superfície enfraquecida e, conseqüentemente, uma baixa resistência ao desgaste. (Lohbauer, 2010)

Alguns autores também defendem que o baixo pH do ionómero de vidro durante a reação de presa pode contribuir, ainda mais do que o flúor libertado, para as suas propriedades antibacterianas e que além disso não se verifica nenhuma atividade antibacteriana após a presa. Aliás foi até descoberta uma relação entre a acidez do próprio material e a inibição do crescimento de *Streptococcus mutans*.(Farrugia & Camilleri, 2015)

iii. Cimento de Ionómero de Vidro Modificado por Resina

Os cimentos de ionómero de vidro modificados por resina surgiram na tentativa de colmatar algumas limitações inerentes aos ionómeros de vidro convencionais, tais como, a sensibilidade à humidade e as propriedades mecânicas iniciais insatisfatórias. Estes materiais são em tudo semelhantes ao cimento convencional no que concerne à sua adequada adesão ao esmalte e dentina, mas beneficiam da capacidade de fotopolimerização que lhes é conferida pela resina permitindo assim uma polimerização controlada pela aplicação de uma fonte luminosa.(Wiegand et al., 2007)

Contudo, têm também sido reportadas algumas das desvantagens que estão inerentes ao uso de resinas, tais como, a contração de polimerização, a turgescência em meio aquoso, problemas tóxicos relativos à libertação de monómeros e propriedades mecânicas inferiores a longo prazo quando comparados com o cimento convencional.(Wiegand et al., 2007)

O termo “ionómero de vidro modificado por resina” advém do facto de este material compreender as características dos ionómeros de vidro convencionais, mas modificadas pela presença de resina. Certos autores sugeriram que esta designação deveria ser utilizada somente quando uma parte substancial da reação de presa envolvesse uma reação ácido-base(Mccabe, 1998)

São materiais constituídos por ácido poliacrílico ao qual são adicionados metacrilatos que são fotopolimerizáveis, complementando assim a reação ácido-base.(Mccabe, 1998, Nicholson & Croll, 1997, Sidhu & Mccabe, 2004, Wiegand et al., 2007)

A grande maioria dos materiais presentes neste grupo apresenta um potencial de libertação de flúor em quantidades equivalentes às libertadas pelos ionómeros de vidro convencionais, no entanto, podem ser afetados pela formação de complexos de flúor, assim como pela quantidade e pelo tipo de resina utilizada para a fotopolimerização. E, tal como acontece com os ionómeros de vidro convencionais, a libertação de flúor é mais intensa nas primeiras 24 horas, dependendo do meio envolvente. Pode verificar-se, com base em alguns estudos *in vitro*, que a libertação por parte destes materiais se dá em pequenas quantidades, de cerca de 1 a 2 ppm, por um período que varia de 1 a 2,7 anos.(Wiegand et al., 2007)

Embora grande parte destes materiais sejam foto-ativados, há uma grande variação nas suas características, na medida em que alguns não possuem um tempo de trabalho longo, que por norma está associado às resinas foto-ativadas (Nicholson & Croll, 1997). Alguns desses ionómeros de vidro apresentam uma profundidade de polimerização semelhante à dos compósitos, sendo que outros têm uma profundidade de polimerização muito limitada. (Eliades & Palaghias, 1993)

Estes materiais apresentam uma contração volumétrica, também denominada de contração de polimerização, à semelhança do que acontece nas resinas compostas. Esta contração é muitas vezes seguida de uma expansão marcada, estando o anteriormente reportado associado a um fator inerente à composição do material, nomeadamente, a presença do monómero hidrofílico Polihidroxietilmetacrilato (pHEMA).(Mccabe, 1998)

Relativamente às suas propriedades mecânicas verifica-se que todos os materiais deste tipo apresentam valores significativamente superiores relativamente aos ionómeros de vidro convencionais no que concerne à sua resistência a forças de flexão e compressão, assim como a sua rigidez. A polimerização contribui igualmente para o desenvolvimento precoce de propriedades mecânicas satisfatórias. Apesar disso a rigidez destes materiais é tendencialmente menor comparativamente à dos compósitos, facto que se pode verificar pelo seu baixo de módulo de elasticidade.(Mccabe, 1998)

Uma particularidade interessante foi a descoberta que a utilização de agitação ultrassónica, com recurso a dispositivos apropriados, em restaurações com cimento de ionómero de vidro convencional, não só melhora a polimerização instantânea do material

mas também melhora a dureza do material dentro das primeiras 24 horas após a polimerização. Uma vez que esta aplicação de agitação ultrassônica externa não implica modificações à composição química do cimento, supera a desvantagem associada ao cimento de ionómero de vidro modificado por resina, no que concerne à redução da liberação de flúor.(Kleverlaan et al., 2004)

iv. Liberação de Flúor

O ionómero de vidro é conhecido pela sua capacidade libertadora de flúor, mas igualmente pela capacidade de incorporação do mesmo, graças à sua porosidade que permite o armazenamento de flúor na sua matriz. Estes cimentos são constituídos por vidro, normalmente de um silicato fluoretado, e ácido poli-alquenoico, sendo que o conteúdo de flúor atinge, em média, 10 a 16% do seu peso total. (Nicholson & Croll, 1997, Perez et al., 2003, Wiegand et al., 2007)

Durante a reação de polimerização uma grande variedade de constituintes iónicos são libertados do vidro, incluindo fluoretos. Foram propostos dois mecanismos pelos quais os fluoretos poderiam ser libertados dos ionómeros de vidro para um ambiente aquoso, um desses mecanismos é uma reação de curta duração que envolve uma rápida dissolução da superfície externa no próprio ambiente aquoso, esta dissolução é caracterizada pela libertação de vários iões juntamente com o flúor, como é exemplo o cálcio, o que dá origem a uma desintegração marginal do material. O segundo mecanismo é mais gradual e resulta de uma difusão sustentável de iões por parte do núcleo do cimento, sendo que neste caso a libertação de flúor provoca pouca ou nenhuma deterioração no que concerne às propriedades mecânicas do material. (McCabe, 1998, Wiegand et al., 2007)

A libertação elevada de flúor dos ionómeros de vidro ao longo das primeiras 24 horas é provavelmente devida ao pico de libertação do ião aquando da reação das partículas de vidro com o ácido poli-alquenoico durante a reação de presa do material. Estudos *in vitro* confirmam frequentemente que a libertação máxima se dá nas primeiras 24 a 48 horas, variando entre as 5 e as 155 ppm, dependendo das marcas de ionómero de vidro.(Wiegand et al., 2007)

Ionómeros de vidro reforçados por metais apresentam uma libertação de flúor inferior comparativamente com o cimento convencional, o que pode ser explicado pelo facto de a concentração de flúor inicial nesses materiais ser inferior. Isto deve-se à sua substituição por prata ou ao facto de se formar fluoreto de prata que impede a libertação do flúor. (Wiegand et al., 2007)

Depois do pico inicial, existe uma libertação de flúor em menor quantidade, a qual persiste por um longo período de tempo. Esta situação decorre dessa libertação ser controlada por um processo de difusão e seguir um gradiente decrescente, que é linear à raiz quadrada do tempo. Isto verifica-se com a dissolução do vidro na água acidificada da matriz do hidrogel. (Perez et al., 2003, Wiegand et al., 2007)

Existem diversos estudos cujas conclusões defendem que as elevadas quantidades de flúor libertadas sofrem uma diminuição rápida após 24 a 72 horas, e estabilizam 10 a 20 dias após ser atingido um nível de libertação praticamente constante. (Wiegand et al., 2007)

v. Fatores que Influenciam a Libertação de Flúor

O processo de libertação de flúor pela matriz de ionómero de vidro é complexo e é afetado por diversas variáveis, tais como, a composição da saliva e respetivo pH, formação de película e quantidade de placa bacteriana presente no meio oral. (Wiegand et al., 2007) A superfície de restauração exposta afeta igualmente a quantidade de flúor que é libertado para o meio oral, na medida em que o nível de flúor pode ser aumentado pela atividade de enzimas salivares.

Diversos autores, através de estudos experimentais, investigaram a quantidade de flúor libertado em meios como água, saliva artificial e soluções ácidas, tendo sido demonstrado que os padrões de libertação de flúor dos ionómeros de vidro convencionais, modificados por resina, compómeros e compósitos, em diferentes meios de armazenamento são semelhantes. Apesar disso a quantidade de flúor libertado acumulada por esses materiais é diferente, na medida em que a mesma é influenciada pela microestrutura e pela porosidade do material. (Wiegand et al., 2007)

A aplicação de agentes adesivos foi descrita como sendo outro fator que influencia a libertação de flúor por parte dos materiais, sendo que pode influenciar a libertação a curto e a longo prazo. O recobrimento da superfície do material com um agente adesivo demonstra uma redução significativa da libertação de flúor por parte dos ionómeros de vidro e dos compómeros. Por outro lado, o branqueamento dentário e a escovagem dos materiais não apresentam alterações no que diz respeito ao aumento de libertação de flúor por parte dos mesmos.(Wiegand et al., 2007)

vi. Captação de Flúor pela Estrutura Dentária

O efeito cariostático do flúor foi, durante muitos anos, atribuído à sua incorporação ligado a cristais de hidroxiapatite e à reduzida solubilidade da designada hidroxiapatite fluoretada. Apesar disso, estudos recentes reportam que o flúor na fase aquosa, em redor dos cristais de apatite, é muito mais eficaz no que concerne à inibição da desmineralização do que o flúor incorporado nos cristais.(Wiegand et al., 2007)

O ião flúor pode precipitar na superfície dentária sob a forma de uma camada de fluoreto de cálcio, que serve como reservatório de flúor quando o pH diminui. Esta camada vai permitir a reprecipitação de minerais formando fluoroapatite ou fluoro-hidroxiapatite, prevenindo assim a perda de maior quantidade de estrutura mineral.(Rolla et al., 1993) Verifica-se também que a resistência do próprio esmalte à formação de lesão aumenta devido ao acréscimo do flúor ligado à estrutura dentária.(Takagi et al., 2000)

Tanto os ionómeros de vidro como os outros materiais restauradores com propriedades libertadoras de flúor aumentam a concentração deste ião ligado à estrutura dentária, assim como a camada do tipo fluoreto de cálcio da estrutura dentária adjacente. A captação de flúor por parte dos tecidos dentários, na ausência de um meio ácido, ocorre sobretudo por difusão lenta.(Benelli et al., 1993, Kawai et al., 1998, Yli-Urpo et al., 2004)

A quantidade de captação de flúor a partir das restaurações e a profundidade de penetração de flúor são maiores para a dentina e cemento do que para o esmalte, tal facto deve-se a diferenças da microestrutura e a porosidades dos tecidos dentários. A penetração de flúor a partir de diferentes materiais na dentina é mais elevada para os

ionómeros de vidro convencionais, sendo seguida pelos ionómeros de vidro modificados por resina e compósitos.(Yamamoto et al., 2001)

Pode depreender-se que a captação de flúor por parte dos tecidos dentários adjacentes é maior na dentina e no cimento que no esmalte, mas é altamente influenciada pela interface entre a restauração e o dente. Assim sendo a existência de uma camada intermédia de material, como é o caso de uma camada híbrida adesiva, pode interferir na captação de flúor bloqueando-a.(Wiegand et al., 2007)

vii. Influência da Libertação de Flúor na Progressão de Cárie

Através da realização de estudos *in vitro* foi possível verificar-se que uma grande variedade de materiais libertadores de flúor inibem a desmineralização do esmalte e da dentina, provocada por géis ácidos ou soluções desmineralizantes e, como tal, comprovam a sua eficácia na prevenção de cáries secundárias. Esta inibição da desmineralização do esmalte atinge uma distância até sete milímetros a partir da superfície do material restaurador. (Glasspoole et al., 2001)

Diversos autores, através dos seus estudos, constataram que, seis a dez semanas após a colocação de diferentes materiais libertadores de flúor, comparando a superfície de esmalte e a progressão da lesão na parede dentária adjacente à restauração, a grande maioria revelava uma proteção de desmineralização mais elevada para os ionómeros de vidro, que eram seguidos pelos IVMR e por fim pelas resinas compostas.(Wiegand et al., 2007)

A relevância clínica de estudos nos quais é efetuada simulação de processos de cárie é, porém, de certa forma discutível. Na atualidade existe uma quantidade bastante reduzida de estudos referentes ao comportamento da desmineralização do esmalte adjacente a restaurações libertadores de flúor realizados *in vivo*. Não obstante, a quantidade de flúor presente no material restaurador aparenta ter influência nas suas propriedades anticariogénicas. (Wiegand et al., 2007)

As restaurações realizadas com recurso a ionómeros de vidro apresentam menor desmineralização de dentina quando comparadas com restaurações em amálgama, quando

se escovam as restaurações com dentífricos fluoretados duas vezes por dia ou mesmo com a exposição a uma solução de bochecho fluoretada.(Wiegand et al., 2007)

Não obstante, as cáries secundárias continuam a ser um dos principais motivos de insucesso clínico no que concerne às restaurações dentárias, apesar do efeito cariostático comprovado dos materiais libertadores de flúor.(Wiegand et al., 2007)

viii. Propriedades Mecânicas

Os cimentos de ionómero de vidro absorvem quantidades consideráveis de água, em curtos espaços de tempo, segundo estudos estes valores podem atingir os $9,2 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$, e com períodos de saturação da matriz que podem variar entre as 13 e as 37 horas, aproximadamente.(Cattani-Lorente et al., 1999)

Esta difusão da água ao longo da matriz dos cimentos causa alterações das suas propriedades. Quando comparadas amostras conservadas em ambiente seco, preservadas ao ar, com amostras humedecidas ou preservadas em ambiente húmido, os autores verificaram que as últimas apresentavam um decréscimo nas suas propriedades, tanto a nível de resistência à flexão, como no seu módulo de elasticidade.(Cattani-Lorente et al., 1999)

Observaram-se igualmente diferenças no modo de fracasso das amostras. As amostras que se encontravam em meio húmido tornaram-se mais plásticas e apresentavam maior deformação antes de fraturar, por outro lado as amostras que se encontravam em meio seco demonstraram ser mais quebradiças e apresentavam menor deformação previamente ao momento de fratura. Este comportamento particular pode ser explicado pela quantidade de água absorvida pelas amostras.(Cattani-Lorente et al., 1999)

A variação no módulo de elasticidade das amostras imergidas em água, quando comparado com o das amostras preservadas num ambiente seco, é mostrado por uma função linear da quantidade de água absorvida pelas amostras. Da mesma forma, as amostras conservadas num ambiente húmido apresentavam maior resistência à flexão, um módulo elástico superior, uma maior superfície e uma dureza no núcleo superior quando comparados com amostras totalmente imergidas em água. Tal pode ser explicado pelo

facto de num ambiente húmido as amostras absorverem água mais lentamente e, conseqüentemente, a quantidade de água absorvida num determinado período de tempo é menor. (Cattani-Lorente et al., 1999)

Outro efeito causado pela água nas propriedades mecânicas e físicas dos cimentos, mais particularmente no IVMR, é a expansão volumétrica que está igualmente relacionada com a absorção de água pelo material. Este fenómeno é facilitado pela composição química do material, na medida em que tanto os ácidos policarboxílicos como os iões de vidro formam ligações com as moléculas de água, facilitando este processo de difusão para a matriz do cimento.(Cattani-Lorente et al., 1999)

Concomitantemente a matriz polimérica formada pela fotopolimerização dos monómeros contém grupos hidroxilo. A presença destes grupos funcionais na cadeia polimérica produz interações eletrostáticas, nomeadamente ligações de hidrogénio, que causam um efeito de reforço e de endurecimento no sistema do polímero. Tal facto explica as propriedades físicas que se encontram nas amostras secas de cimentos de ionómero de vidro modificado por resina. No entanto, este tipo de polímero é sensível à absorção de água. A presença de água tende a reduzir as interações eletrostáticas, tornando a rede polimérica mais flexível e com menor módulo de elasticidade.(Cattani-Lorente et al., 1999)

As propriedades mecânicas mais utilizadas para caracterizar os cimentos de ionómero de vidro são a resistência à compressão, resistência à flexão, resistência à tração, resistência à fratura, microdureza ou *Vickers*, taxa de desgaste, fadiga e deformação.(Xie et al., 2000)

A análise realizada através de microscopia de leitura de electrões, ou *scanning electron microscope* (SEM), tem demonstrado ser um método eficiente para examinar estes cimentos. Com recurso ao SEM é possível verificar a relação entre as propriedades mecânicas e a microestrutura do cimento.(Xie et al., 2000)

Estudos realizados por investigadores norte americanos, da Universidade de Ohio, sugerem que existe uma relação importante entre a composição, microestrutura e as propriedades mecânicas dos cimentos de ionómero de vidro. Esses estudos verificaram que os IVMR apresentam um valor mais elevado de resistência à flexão e de resistência

à tração e possuíam igualmente uma capacidade de deformação plástica, quando sujeitos a compressão, substancial. (Xie et al., 2000)

Os cimentos de ionómero de vidro convencionais têm geralmente valores de microdureza superiores assim como de resistência ao desgaste, *in vitro*, mas são mais friáveis quando sujeitos a compressão. Não foi encontrada uma correlação significativa entre os valores de resistência à flexão e de resistência à compressão nos cimentos de ionómero de vidro.(Xie et al., 2000)

Sendo a resistência à compressão uma propriedade extremamente importante, em particular no processo de mastigação, esta é testada para que se verifique a integridade mecânica dos materiais, particularmente de materiais friáveis, como é o caso dos cimentos de ionómero de vidro.(Aguar et al., 2008)

Outro critério igualmente importante para avaliar a deterioração clínica dos materiais restauradores é a sua rugosidade superficial. É importante a avaliação de materiais como os cimentos de ionómero de vidro dadas as características da sua superfície, uma vez que o facto de a mesma ser áspera torna-se propensa à colonização e maturação bacterianas, aumentando dessa forma o risco de cárie dentária.(Silva et al., 2010)

3. RESINAS COMPOSTAS

As resinas compostas desde que foram introduzidas na Medicina Dentária, há mais de 50 anos, têm sofrido evoluções significativas na sua composição. Até à data as modificações mais relevantes envolviam o reforço da carga dos materiais, cuja dimensão das partículas era deliberadamente reduzida, conferindo um melhor e mais fácil polimento assim como, uma maior resistência ao desgaste. Sendo que esta última característica é francamente necessária, sobretudo nos casos de materiais para aplicação no setor posterior, não obstante, a melhoria da eficácia no polimento obtido é também vantajosa na utilização deste material em todas as peças dentárias da cavidade oral, independentemente da sua localização.(Ferracane, 2011)

Mais recentemente as modificações às resinas compostas têm sido centradas na matriz polimérica, essencialmente focadas no desenvolvimento de sistemas que apresentem baixa contração de polimerização e, talvez até ainda mais relevante, baixa tensão mecânica. (Ferracane, 2011)

As resinas compostas são utilizadas para uma variedade de aplicações em medicina dentária, tais como, material restaurador, selante de fissuras, *inlays*, *onlays*, coroas, restaurações provisórias, cimento para próteses fixas unitárias ou múltiplas e até como cimento para ortodontia fixa. É muito provável que a utilização deste tipo de materiais continue a aumentar tanto em frequência como em aplicação devido à sua grande versatilidade e também graças à rapidez com que estes materiais têm evoluído. (Ferracane, 2011)

A realização de restaurações diretas definitivas em resina composta tem-se tornado uma parte essencial da prática clínica médico-dentária. Alguns dos motivos que suportam a sua crescente aplicação, relacionam-se, com a evolução dos sistemas adesivos, com o aumento da procura de restaurações estéticas por parte dos pacientes, assim como, pelo ênfase atualmente vigente da preservação da máxima estrutura dentária. (Kwon et al., 2012)

Ainda neste contexto, também a otimização das suas propriedades mecânicas, nomeadamente a resistência das resinas compostas às forças de mastigação, têm possibilitado a sua utilização com segurança no setor posterior, apresentando este material uma longevidade bastante satisfatória. (Kwon et al., 2012)

Apesar das inúmeras vantagens inerentes à utilização das resinas compostas, a contração de polimerização e o *stress* associado a este material, continuam a ser uma preocupação e as principais desvantagens no que concerne à sua aplicação como material restaurador. A contração de polimerização provoca *stress* na interface do dente com a restauração, dado que o módulo de elasticidade da resina aumenta durante a reação de polimerização, podendo causar diversas complicações como micro fraturas do esmalte, flexão das cúspides, descimentação do material, irritação pulpar devido à infiltração bacteriana, sensibilidade pós-operatória e cáries secundárias. (Park et al., 2008)

Têm sido propostos vários métodos para reduzir a contração de polimerização, tais como, o controlo da intensidade da luz utilizada para a polimerização da resina, aplicação de um revestimento de resina composta fluída, a realização de restaurações indiretas e técnicas de aplicação incremental do material. Contudo nenhum método conseguiu demonstrar total eficácia na redução dos efeitos causados pela contração de polimerização. (Park et al., 2008)

Uma das soluções apresentadas para reduzir a contração de polimerização é o aumento da carga inorgânica do material, no entanto este aumento tem um limite na medida em que deve permitir que haja uma associação físico-química harmoniosa com a matriz de resina. (Kwon et al., 2012)

i. Propriedades Gerais

Os materiais de resina composta podem ser distinguidos pelas diferenças na sua formulação, variável consoante a sua aplicabilidade clínica, nomeadamente para uso como material restaurador, selante de fissuras, material para cimentação, material provisório, entre outros. A semelhança entre os diferentes tipos de resina reside no facto de que são igualmente compostas por uma matriz polimérica, comumente um

dimetacrilato, cargas para reforço, usualmente de vidro radiopaco e componente químicos que promovem e/ou modulam a reação de polimerização da resina.(Ferracane, 2011)

O monómero de base mais utilizado nas resinas compostas é um dimetacrilato, bis-GMA, que devido à sua elevada viscosidade é misturado com outros dimetacrilatos, tais como TEGDMA ou UDMA. Alguns destes monómeros, ou versões modificadas dos mesmos, servem igualmente como monómeros de base em muitos materiais comercializados.(Ferracane, 2011)

Embora se tenham verificado diversas tentativas no desenvolvimento de sistemas promotores de polimerização diferentes dos atuais, a grande maioria das resinas compostas são ativadas por luz, isto é, são fotopolimerizáveis, tanto em sistemas simples em que há um iniciador da polimerização, como em sistemas *dual*, em que há um componente quimicamente ativado.(Ferracane, 2011)

Dentro de cada tipo de compósito os materiais são distinguidos essencialmente pelas características das suas cargas inorgânicas, particularmente pela sua dimensão. Os compósitos convencionais usados em Medicina Dentária apresentam partículas cujo tamanho médio excede em muito 1 μ m. (Ferracane, 2011)

Estes materiais macroparticulados são mecanicamente muito resistentes, porém são de difícil polimento e a obtenção de uma superfície de restauração lisa é pouco provável. De forma a fazer frente à problemática apresentada pela estética a longo prazo que se espera das restaurações os fabricantes iniciaram a formulação de compósitos microparticulados, apesar de se admitir na atualidade que tais materiais foram inapropriadamente nomeados na altura, mas tal facto deve-se muito provavelmente à necessidade de enfatizar que as partículas presentes nestes novos materiais são de facto de dimensões microscópicas.(Ferracane, 2011)

Na realidade estes materiais tratam-se de nanocompósitos dado que o tamanho médio das partículas de sílica usadas como carga nestas resinas são de aproximadamente 40nm, o que está compreendido na escala atualmente aceite que define nano partículas como estando numa escala de 1 a 100nm. Os compósitos microparticulados originais deveriam

por isso ter sido denominados de nanoparticulados, mas tal não se verificou devido ao desconhecimento do conceito “nano” na época.(Ferracane, 2011)

Na atualidade as formulações mais utilizadas são nanoparticuladas e nanohíbridas. Estes materiais apresentam propriedades distintas na medida em que, ao contrário dos nanoparticulados, os nanohíbridos apresentam na sua composição cargas de resina pré-polymerizadas, que alguns autores sugerem serem a causa desta última formulação apresentar propriedades mecânicas ligeiramente inferiores, nomeadamente no que concerne a integridade marginal das restaurações.(Ferracane, 2011)

ii. Reação de Polimerização

A realização de restaurações diretas com resina composta exige do clínico conhecimentos e cuidados inerentes à técnica aplicada, nomeadamente o isolamento do campo operatório, fundamental para garantir o sucesso do tratamento restaurador. Como forma de melhorar o desempenho clínico deste material a aplicação incremental da resina composta é há muito aceite como técnica padronizada para a restauração de preparos cavitários.(El-Safty et al., 2012)

Tipicamente esta técnica consiste na colocação de incrementos de resina composta, de espessura nunca superior a dois milímetros, seguida da exposição do material a uma fotoativação provocada por um feixe de luz ultravioleta, colocado no sentido oclusal, repetindo seguidamente os incrementos até que a cavidade esteja devidamente preenchida. Uma vantagem notória desta técnica é o facto de ser limitada à espessura de material que irá ser penetrado pela luz, melhorando significativamente a sua polimerização e tornando-a mais uniforme, na medida em que a energia luminosa transmitida ao longo da resina composta decresce exponencialmente com o aumento da sua espessura.(El-Safty et al., 2012)

Indubitavelmente a imposição de limites no que concerne a espessura dos incrementos, restringindo-os a dois milímetros ou menos, proporciona uma adequada penetração da luz ultravioleta e subsequente polimerização. Esta polimerização adequada resulta em propriedades físicas aprimoradas, uma melhor adaptação marginal e um decréscimo na citotoxicidade da resina composta. Por outro lado, a polimerização inapropriada do

material pode resultar numa reduzida conversão dos vários componentes da resina composta e, conseqüentemente, num aumento do conteúdo residual de monómero que, entre outras desvantagens como providenciar propriedades mecânicas deficitárias, aumenta a citotoxicidade da resina composta.(El-Safty et al., 2012)

A reação de polimerização das resinas compostas tem como princípio a adição ao material de um composto estimulado por uma fonte luminosa, comumente luz ultra violeta, denominado de fotoiniciador e que induz a reação de polimerização do material o que, conseqüentemente, conduz a um incremento das suas propriedades químicas e físicas.(Li et al., 2015)

O fotoiniciador mais frequentemente utilizado é a canforoquinona, que quando é excitada pela absorção de um fóton de energia passa para um nível energético superior e, ao combinar-se com um agente redutor, normalmente uma amina terciária, ocorre a formação de radicais livres que dão início ao processo de polimerização da resina, resultante da conversão de monómeros em polímeros. O pico de absorção máxima da canforoquinona situa-se num comprimento de onda de 468nm, e é devido a este facto que a luz emitida pelos aparelhos fotopolimerizadores deve estar enquadrada nesse espectro de absorção.(Ferracane, 2011)

iii. Propriedades Antibacterianas

Em geral, as resinas compostas disponíveis no mercado possuem poucas ou nenhuma propriedade antibacterianas. Tal facto não é surpresa dado que nenhum dos componentes das resinas demonstra efeitos bacteriostáticos ou bactericidas na cavidade oral nas concentrações em que estão presentes no material.(Farrugia & Camilleri, 2015)

Tem sido sugerido que as resinas compostas contribuem para o crescimento de bactérias cariogénicas, tais como, *Streptococcus sobrinus* ou *Lactobacillus acidophilus*, através da libertação de etilenoglicol dimetacrilato e trietilenoglicol dimetacrilato. Também em relação aos sistemas adesivos tem sido demonstrado que os mesmos não possuem propriedades antibacterianas. Alguma da atividade antibacteriana demonstrada em certos sistemas é associada a agentes adesivos presentes no material, como o glutaraldeído, presente em algumas formulações. Apesar disso a atividade antibacteriana dos agentes

adesivos é reduzida quando estes estão em contacto com a dentina e alguns perdem mesmos essas propriedades após a reação de polimerização.(Farrugia & Camilleri, 2015)

Um material que surgiu na tentativa de associar a libertação de flúor aos compósitos foram os compómeros. No entanto, foi demonstrada que a libertação do ião flúor por parte destes materiais era inferior comparativamente à que se verificava nos cimentos de ionómero de vidro e não causava uma inibição significativa do crescimento bacteriano.(Farrugia & Camilleri, 2015)

O principal fator relativo às resinas compostas que parece estar significativamente associado à adesão do biofilme bacteriano às restaurações dentárias é o polimento da resina. (Wang et al., 2014)

O desgaste da superfície das resinas induzido pelo polimento leva a um decréscimo na sua rugosidade, a alterações na sua microdureza e à exposição de partículas de carga. Foi verificada a formação de uma quantidade significativamente mais baixa de *Streptococcus mutans* na resina composta cuja superfície tinha sido polida quando comparada com uma resina em que a superfície não sofreu nenhum tipo de polimento, durante um processo de incubação com a duração de quatro dias. Este estudo permitiu verificar-se que as proporções de matriz da resina e de partículas de carga à superfície influenciam indubitavelmente a formação de biofilme de *Streptococcus mutans*, quando analisado num sistema artificial experimental que simula a cavidade oral.(Wang et al., 2014)

iv. Propriedades Mecânicas

A utilização de resinas compostas como material restaurador em Medicina Dentária tem sofrido um grande incremento nos últimos anos. Apesar da intensa pesquisa que se verifica relativamente às suas propriedades e respetiva evolução, a fratura em massa e as microfraturas, em lascas, são atualmente das causas mais comuns de insucesso das restaurações realizadas no setor dentário posterior.(Thomaidis et al., 2013)

As fraturas iniciam-se com fendas superficiais ou sub-superficiais, microporos ou imperfeições menores do material que conduzem à formação de fendas na resina. Embora nenhuma das propriedades mecânicas possa ser utilizada como forma de prever o

desempenho clínico de determinado material, certas propriedades são consideradas mais relevantes ou indicadoras do que outras.(Thomaidis et al., 2013)

A relação entre as propriedades mecânicas e o desempenho a nível intra-oral por parte dos materiais restauradores, nomeadamente as resinas compostas, tem sido extensamente estudado, tendo sido identificadas algumas correlações. Diversos autores sugerem que a resistência à fratura e a resistência à flexão são as propriedades mecânicas mais fortemente relacionadas com o desempenho clínico das restaurações de resina.(Thomaidis et al., 2013)

Como já foi referido, as propriedades mecânicas de um material restaurador são um componente de notória relevância no que concerne à avaliação do seu comportamento. Apesar da inexistência de um consenso no que diz respeito à identificação das propriedades mais importantes, comumente a resistência à fratura e a resistência a nível flexural e compressiva uniaxial são consideradas como de padrão na avaliação do comportamento mecânico destes materiais.(El-Safty et al., 2012, Salerno et al., 2011)

As cáries dentárias secundárias permanecem, igualmente, como um dos fenómenos mais frequentemente associado à redução da longevidade das restaurações e cujo resultado final passa pela necessidade de substituição do material restaurador. A principal causa da desmineralização do esmalte é a adesão microbiana à estrutura dentária ou à restauração que, posteriormente, conduz a uma maior adesão e acumulação de placa bacteriana.(Tavassoli Hojati et al., 2013)

Por este motivo um dos métodos de prevenção da desmineralização do esmalte circundante às restaurações consiste na utilização de materiais dentários resistentes à acumulação de placa bacteriana. (Tavassoli Hojati et al., 2013)

A maior formação de biofilme nas resinas compostas está associada à rugosidade da superfície da restauração, assim como à contração de polimerização, causada pela conversão dos monómeros em polímeros. Teoricamente todos os fatores que interferem com a quantidade de contração volumétrica e com o desenvolvimento do módulo de elasticidade influenciam a magnitude do *stress* mecânico. Com a contração da resina

composta há desenvolvimento de *stress* na interface dente-restauração quando aderido às paredes da cavidade.(Nayif et al., 2008)

O *stress* causado pela contração de polimerização tem um efeito prejudicial na força de adesão entre a resina composta e o substrato dentário. Em zonas onde o *stress* de contração se sobrepõe à força de adesão o selamento marginal é perdido, surgindo complicações clínicas, tais como, microinfiltrações, sensibilidade pós-operatória, manchas marginais e cáries secundárias. Mesmo quando se mantém a adesão entre a estrutura dentária e o material restaurador o *stress* de contração é uma potencial fonte de deformação das cúspides e de fraturas ou fendas no esmalte. Contudo existem poucos estudos que avaliam o efeito do *stress* proveniente da contração do material nas propriedades mecânicas das resinas compostas em condições clínicas restritas.(Nayif et al., 2008)

4. DISCUSSÃO

A cárie dentária, devido ao seu caráter progressivo, aquando da não implementação de uma terapêutica restauradora adequada, pode culminar na destruição completa da estrutura dentária. A realização de um tratamento restaurador, embora interrompa o processo da doença, não representa uma solução definitiva na medida em que os materiais apresentam uma longevidade limitada.

Entre os objetivos do tratamento restaurador podemos enumerar a tentativa de reparar ou limitar o dano causado pela cárie dentária, proteger e preservar o remanescente dentário e manter a vitalidade pulpar sempre que possível. As *guidelines* relativas ao tratamento pulpar para dentição temporária e permanente imatura emitidas pela AAPD estabelecem como objetivo primordial a manutenção da sua vitalidade pulpar, particularmente em dentes permanentes imaturos de forma a permitir a continuidade da sua apicogénese. (AAPD, 2014)

O recurso à odontopediatria preventiva, preferivelmente se esta for implementada precocemente, nunca após um ano de idade, representa um benefício considerável na prevenção da cárie dentária. (Donly, 2013)

Apesar de, idealmente, se almejar crianças livres de cáries, dados recentes indicam que 70% das crianças experimentaram pelo menos uma lesão cáriosa cavitada à idade de 17 anos. Diversas crianças, particularmente as que apresentam elevado risco de cárie, continuam a apresentar lesões cavitadas tanto na dentição primária como na permanente. (Donly, 2013)

Com o conceito de dentisteria minimamente invasiva a realização de restaurações é o último recurso quando a prevenção do aparecimento de uma lesão cavitada falha. É possível proceder à restauração de peças dentárias usando um protocolo de dentisteria minimamente invasiva complementado com o recurso aos materiais que se aproximam mais das necessidades do paciente em causa, com a sua idade, com a avaliação do risco da restauração, dimensão da lesão cavitada e com a capacidade de isolar o preparo cavitário, representando todos estes fatores considerações importantes. (Donly, 2013)

Sendo que dois dos materiais mais utilizados no âmbito da Odontopediatria são, atualmente, os cimentos de ionómero de vidro e as resinas compostas é de todo o interesse que estes materiais sejam analisados no sentido de se depreender quais as vantagens, os inconvenientes e as limitações inerentes a cada um dos materiais e, com base em estudos de diversos autores, perceber qual o desempenho clínico de ambos e como se podem explorar os seus aspetos positivos com vista a otimizar a sua utilização.

Apesar da prevalência da cárie dentária em crianças e jovens adolescentes ter vindo a sofrer um decréscimo considerável nos últimos anos, continuam a ser largamente discutida a metodologia associada à realização de uma restauração em condições ótimas, assim como os materiais utilizados.(Buerkle et al., 2005)

Uma vez que a vida útil da dentição temporária é limitada, os cimentos de ionómero de vidro têm sido recomendados como um material alternativo à amálgama, embora diversos estudos tenham vindo a demonstrar que a taxa de incussão é superior devido à sua baixa resistência ao desgaste.(Buerkle et al., 2005)

Numa tentativa de compensar essas desvantagens surgiram os cimentos de ionómero de vidro modificados por resina. Logo após o seu aparecimento no mercado Europeu, em 1993, foram recomendados para a restauração das peças dentárias temporárias uma vez que, supostamente, combinam os pontos positivos inerentes aos cimentos de ionómero de vidro e às resinas compostas. Posteriormente, também as resinas compostas gradualmente foram adquirindo uma importância cada vez mais relevante no tratamento dos molares temporários.(Buerkle et al., 2005)

O cimento de ionómero de vidro continua a ser preconizado para a utilização em dentição temporária, sobretudo por apresentar características favoráveis como a adesão química à estrutura dentária, tanto esmalte como dentina, pela sua expansão térmica que se assemelha à do dente, assim como, por ser biocompatível e pela sua menor sensibilidade à humidade quando comparado com as resinas compostas.

A mais enfatizada de todas as vantagens inerentes a este material continua a ser a absorção e libertação de flúor, apesar de algo controversa na literatura científica. O CIV é tido como um material com capacidade de atuar como reservatório de flúor, na medida em

que pode absorvê-lo de dentífricos, soluções de bochecho e mesmo pela aplicação tópica quer sob a forma de géis ou vernizes fluoretados.

Não obstante ao facto de vários estudos *in vitro* referirem uma inibição da desmineralização do esmalte por parte dos cimentos de ionómero de vidro, estudos realizados *in vivo* obtiveram resultados contraditórios, o que não permite concordar em definitivo com o efeito de inibição de cárie dos materiais restauradores libertadores de flúor, face à reduzida quantidade de informação, impossibilitando a obtenção de conclusões credíveis. (Perez et al., 2003, Wiegand et al. (2007))

Mesmo considerando as diversas características positivas associadas ao desempenho clínico dos CIV não podemos desconsiderar alguns fatores menos satisfatórios inerentes às propriedades deste material.

As fraturas causadas pela fadiga do material são uma causa muito comum de fracasso por parte dos CIV. Os danos nas restaurações, tais como, fraturas em bloco, das cúspides ou fraturas marginais são observados frequentemente quando comparados com os cimentos de resina composta cujas fraturas marginais, na ordem dos 18%, e as fraturas em bloco, na ordem dos 7%, representam as principais causas para a realização de uma nova restauração.(Lohbauer, 2010)

Diversos autores, com base em estudos científicos, analisaram a taxa anual de fratura em restaurações a nível posterior, em cavidades com elevado *stress* mecânico e determinaram que a taxa anual média de falhas para as restaurações de resina composta variavam entre os 0 e os 9%, comparativamente às restaurações em ionómero de vidro que apresentavam valores entre os 1,9 e os 14,4%, sendo a principal razão da falha das restaurações a fratura. (Lohbauer, 2010)

Posteriormente um ensaio clínico avaliou cavidades de classe I e II, restauradas com CIV e sujeitas a condições de suporte de cargas, mas o mesmo foi abandonado após dois anos dado que 10% das restaurações já tinham fraturado.(Lohbauer, 2010)

Concomitantemente a esta informação, alguns autores têm sugerido que a própria ingestão de água pode interferir com a resistência do material, na medida em que ao

submeterem amostras do material a ambientes húmidos e imergindo-os em água puderam observar que a difusão da água pela matriz do material causa alterações nas suas propriedades. Quando comparadas com amostras preservadas em ambiente seco apresentaram decréscimo nas suas propriedades mecânicas, tornando o material mais suscetível à deformação e aumentando assim a probabilidade de falha das restaurações.(Cattani-Lorente et al., 1999)

Ao analisar as resinas compostas no que concerne às suas propriedades pode depreender-se que apresentam características mais favoráveis do ponto de vista mecânico quando comparadas com os cimentos de ionómero de vidro.

A sua elevada resistência à fratura e resistência à flexão são apontadas como dois dos principais fatores do sucesso clínico deste material. E, apesar da sua maior sensibilidade à humidade quando comparado com os CIV, este material tem sido largamente preconizado para diversas aplicações, quer pelo seu desempenho clínico e pelas suas propriedades mecânicas superiores, quer pela sua elevada componente estética. Atualmente este material apresenta propriedades de tal forma satisfatórias que a sua utilização abrange todas as áreas da cavidade oral.

As suas propriedades mecânicas a nível de resistência à flexão, resistência à fratura e resistência à tração são similares às encontradas em materiais como as porcelanas e as amálgamas, sendo que a propriedade mais conspicuamente deficitária nas resinas compostas, quando comparada com as amálgamas, é o seu módulo de elasticidade, na medida em que na resina composta o mesmo é significativamente inferior. Não obstante a resina composta apresenta propriedades substancialmente superiores quando comparada com os cimentos de ionómero de vidro.

Não menosprezando as suas notórias propriedades mecânicas e comprovada eficiência enquanto material restaurador, é sempre imperativo que se abordem algumas características menos satisfatórias relativas ao comportamento deste material.

É notório que ainda existem algumas reticências quando se abordam situações em que as resinas compostas são sujeitas a grande tensão, nomeadamente em casos de pacientes com hábitos parafuncionais como é o caso do bruxismo. A principal preocupação é centrada

na possibilidade de fratura da restauração e na sua resistência ao desgaste, embora o desgaste represente atualmente uma preocupação menor face aos materiais utilizados, em grande parte graças ao refinamento do tamanho das partículas de carga, que reduziu significativamente o desgaste causado por abrasão de superfície.(Ferracane, 2011)

Contudo, em situações de grandes preparações, no caso de vários dentes no mesmo quadrante ou quando utilizamos as resinas compostas para substituir cúspides, a sua utilização nestas circunstâncias continua a merecer uma atenção especial.(Ferracane, 2011)

Uma característica inerente aos cimentos de ionómero de vidro, e que continua a fazer com que o mesmo seja largamente utilizado em Odontopediatria é a sua capacidade libertadora de flúor.

De acordo com a literatura consultada constata-se que a longo prazo as resinas compostas na sua maioria libertam menores quantidades de flúor comparativamente com os cimentos de ionómeros de vidro. Geralmente a maior libertação ocorre em meios ácidos e em condições de desmineralização ou remineralização, simulando uma situação de cárie, por outro lado a menor libertação verifica-se na saliva. Essa quantidade aumentada de flúor em meios acídicos poderá ser explicada pelo facto da redução do pH aumentar a dissolução do material. (Wiegand et al., 2007)

Não obstante, as resinas compostas apresentam outras características que as tornam um material com maior potencial de evolução e com perspectiva de se tornar o material ideal na prática clínica médico-dentária. Vários artigos, publicados recentemente, têm analisado a tecnologia atual dos compósitos usados em medicina dentária e descrevem possíveis desenvolvimentos futuros ao nível da sua capacidade de auto-reparação e capacidade do material em responder a estímulos.(Jandt & Sigusch, 2009)

Tais desenvolvimentos, associados às já existentes formulações do material, com um desempenho clínico bastante satisfatório quando comparados com os restantes materiais existentes no mercado, criam expectativas de que as resinas compostas continuem a evoluir num sentido muito auspicioso, podendo suplantar grande parte dos materiais comercializados atualmente.

Seria inapropriado abordar a temática em causa no presente trabalho omitindo um procedimento intimamente associado à dentística restauradora em Odontopediatria. Comumente o tratamento restaurador atraumático (TRA) é referido como uma abordagem de eleição em pacientes pouco cooperantes e igualmente como método pouco traumatizante para o paciente, facilitando no estabelecimento de uma relação de confiança com as crianças, na medida em que possibilita uma intervenção restauradora mediante a aplicação de ionómeros de vidro sem recurso a anestésicos locais ou a instrumentos rotatórios.

Contudo é de resalvar que este tratamento surgiu não por demonstrar maior eficácia ou até mesmo bons resultados, mas sim como forma de possibilitar a realização de um procedimento curativo e ao mesmo tempo preventivo em populações mais desfavorecidas economicamente, assim como, em situações onde os pacientes, por incapacidade ou por subdesenvolvimento do país onde residem, não têm acesso a um serviço médico-dentário mais sofisticado e com a qualidade adequada. (Martins et al., 2006)

A referência a este procedimento pretende alertar para o facto de o exórdio do mesmo está associado a questões socio-económicas que foram, de certa forma, colmatadas com esta abordagem mais simplista de tratamento médico-dentário e, que na opinião do autor, não substitui de todo o tratamento mecanizado que possibilita uma remoção adequada do tecido cariado, promovendo assim uma restauração apropriada e duradoura.

Atualmente verifica-se uma tendência para o aprimoramento das técnicas relacionadas com os procedimentos restauradores, nomeadamente a utilização crescente do isolamento absoluto na área da Odontopediatria.

O recurso a este procedimento exige alguma destreza por parte do operador, mas, quando bem executado, permite a criação de um campo operatório corretamente isolado reduzindo a infiltração de bactérias e de saliva na cavidade a restaurar, minimizando a interferência da humidade com o material restaurador a ser utilizado.

Neste sentido a redução da humidade presente no campo operatório cria condições ótimas de trabalho e, dessa forma, sempre que o paciente pediátrico seja cooperante ao ponto em que exista a possibilidade de recorrer à colocação de isolamento absoluto as resinas

compostas devem ser consideradas os materiais de primeira opção, tendo em conta o seu desempenho clínico superior aos CIV, face ao conhecimento científico atual.

O ênfase na utilização das resinas compostas como material restaurador de primeira opção em pacientes pediátricos pode ser reforçado com factos clínicos inerentes a estes pacientes. Se for tido em conta que na população infantil muitas das vezes os pacientes apresentam lesões de cárie extensas, envolvendo frequentemente a restauração de mais do que uma face dentária e que nesses casos, por exemplo, em restaurações de classe II é necessária a utilização de materiais restauradores mecanicamente mais resistentes de modo a que possam ser minimizados os riscos de fratura e, concomitantemente, reduzir o número de intervenções médico-dentárias de cariz curativo nos pacientes pediátricos.

Concomitantemente estudos recentes têm vindo a demonstrar a elevada taxa de sobrevivência das restaurações em resina composta, reforçando a posição defendida pelo autor, levando a reiterar o uso deste material como primeira opção nas restaurações em crianças.

Num estudo publicado no presente ano de 2015 foram avaliadas 701 restaurações em resina composta, sendo 15 (2,1%) determinadas como inaceitáveis. Os principais motivos de falhas nas restaurações foram cáries secundárias, fratura da restauração ou necessidade de tratamento endodôntico. Após um *follow-up* de dez anos foi determinada uma taxa de sucesso de 97,86% demonstrando, mais uma vez, a grande durabilidade deste material.(Lempel et al., 2015)

Considerando o tempo de duração do estudo e a taxa de sobrevivência das restaurações, sendo estas realizadas em classes II no setor posterior, a taxa anual média de falhas das quatro resinas compostas utilizadas foi de 0,52%, tendo variado entre os 0,08 e os 0,71%. Os autores concluíram igualmente que, no estudo em causa, os fatores inerentes aos paciente e ao operador eram a principal razão do sucesso das restaurações, ao passo que as características do material assumiam um papel secundário.(Lempel et al., 2015)

Analisando a aplicabilidade dos diferentes materiais restauradores nas várias situações pode depreender-se qual o material restaurador com maior versatilidade e cuja utilização possibilita solucionar uma grande variedade de situações.

Quando observamos o desempenho em situações de restaurações oclusais diversos autores preconizam o ionómero de vidro como material de eleição para a utilização em dentição temporária no setor posterior, usando como justificação o facto de, por vezes, o isolamento deste setor se revelar complicado. Não obstante, é de considerar que uma restauração oclusal requer uma resistência ao desgaste por parte do material, que, na opinião do autor e segundo alguns autores citados acima, só pode ser conferida pelo uso de resinas compostas dada a sua taxa de sucesso quando comparado com os CIV em situações de cargas elevadas.

No caso de preparos cavitários de classe II, tal como supracitado, as resinas compostas apresentam taxas de sucesso na ordem dos 98% e, embora se encontrem autores a sugerir a utilização de ionómeros de vidro modificados por resina, sob o argumento de não ser necessário um condicionamento ácido prévio à restauração.

As conhecidas propriedades das resinas, marcadamente superiores quando comparadas com outros materiais, aliadas aos dados recentes que mostram a sua durabilidade em períodos de dez anos vêm reforçar a posição de que este material apresenta um comportamento muito satisfatório neste tipo de preparo, onde é necessária resistência mecânica por parte do material, permitindo suportar elevadas cargas martigatórias.

O recurso ao cimento de ionómero de vidro para realização de restaurações de cariz estético, como são os casos das classes III, IV e V é algo controverso, na medida em que a preconização de um material que dificilmente apresenta características biomiméticas numa situação em que se dá primazia à estética dentária levanta algumas questões.

Certamente haverá dificuldade de aceitação por parte dos pais à realização de um tratamento restaurador no setor anterior das crianças cujo resultado final em nada mimetize as características das peças dentárias adjacentes. Tal facto vem, mais uma vez, reiterar a ampla utilização das resinas compostas enquanto material restaurador no âmbito da Odontopediatria.

Pela sua estabilidade da cor, aliada às suas características estéticas e capacidade de adesão à estrutura dentária as resinas compostas são ideias para restauração de preparos de classe V. (Saha & Malik, 2012)

Um isolamento adequado é um requisito à realização deste tipo de restauração. Devido à idade jovem de muitos dos pacientes pediátricos associada a comportamentos pouco colaborantes é por vezes impossível isolar corretamente a peça dentária a ser restaurada, de forma a permitir a colocação de uma resina. Nestas situações o cimento de ionómero de vidro pode ser indicado dado que existem estudos que reportam taxas de sucesso de cerca de 98% em restaurações de classe V com cimentos de ionómero de vidro modificados por resina, colocados em dentição primária, com uma duração média de 4,5 anos.(Saha & Malik, 2012)

Complementarmente a estes dados, um estudo retrospectivo publicado em 2015, avaliou um conjunto de 300 molares temporários de crianças entre os seis e os 12 anos, nos quais foram realizadas restaurações simples, de uma face dentária, e complexas, envolvendo várias superfícies, utilizando como materiais restauradores a amálgama, resina composta e o ionómero de vidro com o objetivo de determinar a ocorrência de falhas nas restaurações.(Hurley et al., 2015)

No final do estudo os autores verificaram que os dentes restaurados com ionómero de vidro apresentavam taxas de insucesso superiores comparativamente à amálgama e à resina composta. Dos 300 molares restaurados 61 registaram falhas, sendo que dessas 61 amostras, 19,7% possuem restaurações com amálgama, 29,5% foram restaurados com resina composta e as peças dentárias restauradas com ionómero de vidro representam 50,8% das falhas.(Hurley et al., 2015)

Tendo em conta os dados acima referidos e não desprezando as limitações inerentes à investigação realizada, constata-se que a utilização dos materiais restauradores deve ser ponderada, no sentido de tentar minimizar a percentagem de insucesso das restaurações realizadas.

Não obstante a possibilidade de utilização destes materiais nas diversas situações clínicas, as propriedades mecânicas dos materiais restauradores, nomeadamente a sua resistência à fratura, constituem um dos fatores mais importantes na seleção do material a ser utilizado. Neste sentido é relevante que o mesmo apresente valores de resistência à fratura superiores às cargas oclusais máximas exercidas por parte de um paciente pediátrico.

Estudos publicados recentemente avaliaram a força de mordida máxima de crianças em diferentes estádios de dentição. Um total de 1011 crianças, com idades compreendidas entre os três e os 18 anos, foram divididas em cinco grupos de acordo com a dentição que apresentavam sendo os grupos: dentição temporária inicial (grupo 1), fase final de dentição temporária (grupo 2), fase inicial de dentição mista (grupo 3), fase final da dentição mista (grupo 4) e dentição permanente (grupo 5).(Owais et al., 2013)

Cada um dos grupos era constituído por, aproximadamente, 100 crianças de cada género. Dentro de cada grupo foi determinado, em Newtons (N), o valor médio da força de mordida máxima. Os valores apresentados para cada grupo foram de 176N no grupo 1, 240N no grupo 2, 289N no grupo 3, 433N no grupo 4 e 527N no grupo 5. As diferenças de género eram notórias nos grupos 2, 3 e 4, estando os fatores inerentes à altura das crianças e à idade significativamente correlacionados com sua força de mordida máxima em todos os grupos à exceção do grupo 1. Com estes dados é possível constatar que a força de mordida apresenta uma variabilidade individual, dependente da idade, do género e da altura do paciente, sendo portanto importantes preditores da sua força de mordida máxima.(Owais et al., 2013)

Os CIV, apesar da capacidade libertadora de flúor que lhes está associada, apresentam uma indicação limitada quando se pretende restaurar uma zona sujeita a cargas elevadas. A sua capacidade de suporte de forças e de resistência ao desgaste é notoriamente inferior quando comparada com as resinas compostas. Estudos comprovam a sua reduzida capacidade de suportar forças elevadas por longos períodos de tempo.

Num estudo realizado nos laboratórios da Universidade de Paris foram testados 20 tipos de cimentos de ionómero de vidro e cimentos com núcleos de ionómero de vidro reforçados por prata, colocados num simulador de mastigação sob uma tensão de 400N, que segundo os autores, apresenta um valor de referência médio das cargas oclusais sofridas por um material em boca quer em situações normais quer em casos de parafunção, e sujeitos a 1,5 milhões de ciclos, que mimetizam o equivalente a quatro anos de uso clínico do material.(Gateau et al., 2001)

No final do estudo os autores concluíram que os CIV, assim como os cimentos com núcleos de ionómero de vidro, não apresentavam a resistência adequada para suportar as

cargas provocadas pelas forças mastigatórias, assim como por hábitos de bruxismo, durante um período de 4 anos.(Gateau et al., 2001)

Relativamente à longevidade das resinas compostas existem dados que comprovam a sua elevada resistência sob cargas elevadas, apesar da influência na durabilidade das restaurações ser inerente a outros fatores como a cooperação do paciente e as capacidades técnicas do operador.

Batalha e seus colaboradores, num estudo cujo objetivo era determinar a resistência mecânica de restaurações em resina composta, selecionaram 32 terceiros molares de acordo com um critério de tamanho e forma similar entre eles, sendo posteriormente conservados numa solução de timol a 0,1%.(Batalha-Silva et al., 2013)

As peças dentárias foram preparadas de forma a mimetizar um defeito com extensão mesio-ocluso-distal, procedendo-se de seguida à sua restauração com recurso a uma resina composta microhíbrida. As amostras restauradas foram seguidamente colocadas em água destilada durante uma semana, sendo a sua superfície avaliada à posteriori no sentido de localizar qualquer tipo de falhas ou fraturas.(Batalha-Silva et al., 2013)

O principal intuito do estudo acima referido foi comparar a durabilidade das restaurações diretas com a colocação de *inlays*, mas, tendo em conta que a informação relevante para o tema aqui em análise é apenas a que diz respeito às restaurações diretas em resina composta os dados apresentados de seguida serão referentes a esse grupo.

Após colocação das peças no simulador foi colocada água destilada no seu interior até que os espécimens ficassem submergidos. Nos primeiros 5000 ciclos foi usada uma carga de 200N como *warm-up* sendo procedida de cargas de 400, 600, 800, 1000, 1200 e 1400N, até um máximo de 30000 ciclos em cada carga. As amostras foram sujeitas a carga até fraturarem ou até um máximo de 185000 ciclos, sendo o número de ciclos a que cada amostra resistiu registado.(Batalha-Silva et al., 2013)

No final do estudo concluíram que a média de fratura das amostras ocorreu a uma carga de 1213N, com 11475 ciclos, sendo que apenas um espécime apresentou falha

anteriormente numa carga de 800N e dois espécimes conseguiram resistir à totalidade dos 185000 ciclos.(Batalha-Silva et al., 2013)

Com base na análise dos valores apresentados pelos diversos estudos, verifica-se que os CIV apresentam um valor de resistência à fratura inferior (três vezes menor), comparativamente com o das resinas compostas. Por outro lado, as resinas apresentam uma resistência à fratura marcadamente superior às forças máximas oclusais realizadas pelas crianças, o que, concomitantemente com as suas elevadas propriedades estéticas tornam-na um material com notória indicação na dentisteria restauradora em Odontopediatria.

III. CONCLUSÃO

Os cimentos de ionómero de vidro e as resinas compostas são materiais de eleição na prática clínica em Odontopediatria. Tendo em conta que a longevidade das restaurações realizadas está diretamente relacionada com as propriedades dos materiais utilizados torna-se pertinente que estes tenham sido alvo de escrutínio neste trabalho.

Nesta análise foi possível depreender-se que existe uma ampla controvérsia relativamente aos materiais restauradores preconizados no âmbito da Odontopediatria, contudo, é lícito concluir que a utilização dos CIV tem sido sobre-estimada. Ao avaliar as suas características clínicas e comportamento mecânico pode afirmar-se que as suas limitações podem ser facilmente ultrapassadas pela utilização de resinas compostas na medida em que representam uma alternativa mais fiável e credível, sustentada nas menores taxas de insucesso associadas.

Além de apresentarem propriedades mecânicas marcadamente superiores às dos CIV, as resinas compostas apresentam uma durabilidade e versatilidade que lhes confere a possibilidade de adaptação a diferentes condições clínicas. E, salvo situações específicas em que por falta de colaboração do paciente, ou por motivos relacionados com a não obtenção de um isolamento adequado do campo operatório se tenha de recorrer a um CIV como material restaurador provisório, os cimentos de resina composta representam uma alternativa restauradora adequada em pacientes pediátricos.

Numa tentativa de colmatar a falta de informação relativa a esta temática, seria pertinente a realização de estudos futuros com o objetivo de avaliar o comportamento mecânico e o desempenho clínico destes dois materiais em meio oral, ou num ambiente *in vitro* que mimetize as condições da cavidade oral, de modo a que fosse obtido um conhecimento objetivo e preciso que auxilie o Odontopediatra na decisão clínica.

IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAPD. (2014). Guideline on Restorative Dentistry. Clinical Guidelines. *Pediatric Dentistry*, 36(6), pp. 230-41.

Aguiar, D. A., Silveira, M. R. D., Ritter, D. E., Locks, A. & Calvo, M. C. M. (2008). Avaliação das propriedades mecânicas de quatro cimentos de ionômero de vidro convencionais utilizados na cimentação de bandas ortodônticas. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*, 13(3), pp. 104-11.

Al-Saleh, I. & Al-Sedairi, A. A. (2011). Mercury (Hg) burden in children: the impact of dental amalgam. *The Science of the Total Environment*, 409(16), pp. 3003-15.

Batalha-Silva, S., De Andrada, M. A., Maia, H. P. & Magne, P. (2013). Fatigue resistance and crack propensity of large MOD composite resin restorations: direct versus CAD/CAM inlays. *Dental Materials*, 29(3), pp. 324-31.

Benelli, E. M., Serra, M. C., Rodrigues, A. L., Jr. & Cury, J. A. (1993). In situ anticariogenic potential of glass ionomer cement. *Caries Research Journal*, 27(4), pp. 280-4.

Buerkle, V., Kuehnisch, J., Guelmann, M. & Hickel, R. (2005). Restoration materials for primary molars-results from a European survey. *Journal of Dentistry*, 33(4), pp. 275-81.

Cattani-Lorente, M.-A., Dupuis, V., Payan, J., Moya, F. & Meyer, J.-M. (1999). Effect of water on the physical properties of resin-modified glass ionomer cements. *Dental Materials*, 15, pp. 71-8.

Croll, T. P. & Nicholson, J. W. (2002). Glass ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatric Dentistry*, 24(5), pp. 423-9.

Donly, K. J. (2013). Restorative dentistry for children. *Dental Clinics of North America*, 57(1), pp. 75-82.

Donly, K. J. & García-Godoy, F. (2002). The use of resin-based composite in children. *Pediatric Dentistry*, 24(5), pp. 280-8.

El-Safty, S., Akhtar, R., Silikas, N. & Watts, D. C. (2012). Nanomechanical properties of dental resin-composites. *Dental Materials*, 28, pp. 1292-300.

El-Safty, S., Silikas, N. & Watts, D. C. (2012). Creep deformation of restorative resin-composites intended for bulk-fill placement. *Dental Materials*, 28, pp. 928-35.

Eliades, G. & Palaghias, G. (1993). In vitro characterization of visible light-cured glass ionomer liners. *Dental Materials*, 9(3), pp. 198-203.

Erdemir, U., Sancakli, H. S., Yaman, B. C., Ozel, S., Yucel, T. & Yildiz, E. (2014). Clinical comparison of a flowable composite and fissure sealant: a 24-month split-mouth, randomized, and controlled study. *Journal of Dentistry*, 42(2), pp. 149-57.

Farrugia, C. & Camilleri, J. (2015). Antimicrobial properties of conventional restorative filling materials and advances in antimicrobial properties of composite resins and glass ionomer cements-A literature review. [Em linha]. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2014.12.005>>. [Consultado em 03/04/2015].

Ferracane, J. L. (2011). Resin composite-state of the art. *Dental Materials*, 27(1), pp. 29-38.

Fukuyama, T., Oda, S., Yamashita, H., Sekiguchi, H. & Yakushiji, M. (2008). Clinical Survey on Type of Restoration in Deciduous Teeth. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, 49(1), pp. 41-50.

Gateau, P., Sabek, M. & Dailey, B. (2001). In vitro fatigue resistance of glass ionomer cements used in post-and-core applications. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 86, pp. 149-55.

Glasspoole, E. A., Erickson, R. L. & Davidson, C. L. (2001). Demineralization of enamel in relation to the fluoride release of materials. *American Journal of Dentistry*, 14(1), pp. 8-12.

Hurley, E., Mata, C. D., Stewart, C. & Kinirons, M. (2015). A study of primary teeth restored by intracoronal restorations in children participating in an undergraduate teaching programme at Cork University Dental School and Hospital, Ireland. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 16(1), pp. 78-82.

Jandt, K. D. & Sigusch, B. W. (2009). Future perspectives of resin-based dental materials. *Dental Materials*, 25(8), pp. 1001-6.

Kawai, K., Tantbirojn, D., Kamalawat, A. S., Hasegawa, T. & Retief, D. H. (1998). In vitro enamel and cementum fluoride uptake from three fluoride-containing composites. *Caries Research Journal*, 32(6), pp. 463-9.

Kleverlaan, C. J., Van Duinen, R. N. B. & Feilzer, A. J. (2004). Mechanical properties of glass ionomer cements affected by curing methods. *Dental Materials*, 20(1), pp. 45-50.

Kwon, Y., Ferracane, J. & Lee, I. B. (2012). Effect of layering methods, composite type, and flowable liner on the polymerization shrinkage stress of light cured composites. *Dental Materials*, 28(7), pp. 801-9.

Lempel, E., Toth, A., Fabian, T., Krajczar, K. & Szalma, J. (2015). Retrospective evaluation of posterior direct composite restorations: 10-year findings. *Dental Materials*, 31(2), pp. 115-22.

Li, X., Pongprueksa, P., Van Meerbeek, B. & De Munck, J. (2015). Curing profile of bulk-fill resin-based composites. *Journal of Dentistry*, 43(6), pp. 664-72.

Lohbauer, U. (2010). Dental Glass Ionomer Cements as Permanent Filling Materials? – Properties, Limitations and Future Trends. *Materials*, 3(1), pp. 76-96.

Martins, L. R. M., Silva, A. L. F., Cury, J. A. & Francischone, C. E. (2006). Fluoride Release of Glass Ionomer Restorations and its Enamel Incorporation after Demineralization/Remineralization Cycles. *Journal of Dental Science*, 21(52), pp. 30-6.

Mccabe, J. F. (1998). Resin-modified glass-ionomers. *Biomaterials*, 19, pp. 521-7.

Nayif, M. M., Nakajima, M., Aksornmuang, J., Ikeda, M. & Tagami, J. (2008). Effect of adhesion to cavity walls on the mechanical properties of resin composites. *Dental Materials*, 24(1), pp. 83-9.

Nicholson, J. W. (1998). Chemistry of glass-ionomer cements: a review. *Biomaterials*, 19, pp. 485-94.

Nicholson, J. W. & Croll, T. P. (1997). Glass-ionomer cements in restorative dentistry. *Quintessence International*, 28(11), pp. 705-14.

Owais, A. I., Shaweesh, M. & Abu Alhaija, E. S. (2013). Maximum occusal bite force for children in different dentition stages. *European Journal of Orthodontics*, 35(4), pp. 427-33.

Park, J., Chang, J., Ferracane, J. & Lee, I. B. (2008). How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling?. *Dental Materials*, 24(11), pp. 1501-5.

Pascon, F. M., Kantovitz, K. R., Caldo-Teixeira, A. S., Borges, A. F., Silva, T. N., Puppini-Rontani, R. M. & Garcia-Godoy, F. (2006). Clinical evaluation of composite and compomer restorations in primary teeth: 24-month results. *Journal of Dentistry*, 34(6), pp. 381-8.

Perez, C. R., Hirata, R., Jr. & Sergio, P. P. (2003). Evaluation of antimicrobial activity of fluoride-releasing dental materials using a new in vitro method. *Quintessence International*, 34(6), pp. 473-7.

Pinto, G. S., Oliveira, L. J., Romano, A. R., Schardosim, L. R., Bonow, M. L., Pacce, M., Correa, M. B., Demarco, F. F. & Torriani, D. D. (2014). Longevity of posterior restorations in primary teeth: results from a paediatric dental clinic. *Journal of Dentistry*, 42(10), pp. 1248-54.

Rolla, G., Ogaard, B. & Cruz Rde, A. (1993). Topical application of fluorides on teeth. New concepts of mechanisms of interaction. *Journal of Clinical Periodontology*, 20(2), pp. 105-8.

Saha, R. & Malik, P. (2012). Paediatric aesthetic dentistry: a review. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 13(1), pp. 6-12.

Salerno, M., Derchi, G., Thorat, S., Ceseracciu, L., Ruffilli, R. & Barone, A. C. (2011). Surface morphology and mechanical properties of new-generation flowable resin composites for dental restoration. *Dental Materials*, 27(12), pp. 1221-8.

Sidhu, S. K. & McCabe, J. F. (2004). The adaptation and cavity sealing ability of compomer restorative materials. *American Journal of Dentistry*, 17(5), pp. 327-30.

Silva, R. J. D., Queiroz, M. S. D., França, T. R. T. D., Silva, C. H. V. D. & Beatrice, L. C. D. S. (2010). Propriedades dos cimentos de ionômero de vidro: uma revisão sistemática. *Odontologia Clínico-Científica*, 9(2), pp. 125-9.

Smith, D. C. (1998). Development of glass-ionomer cement systems. *Biomaterials*, 19, pp. 467-78.

Takagi, S., Liao, H. & Chow, L. C. (2000). Effect of tooth-bound fluoride on enamel demineralization/ remineralization in vitro. *Caries Research Journal*, 34(4), pp. 281-8.

Tavassoli Hojati, S., Alaghemand, H., Hamze, F., Ahmadian Babaki, F., Rajab-Nia, R., Rezvani, M. B., Kaviani, M. & Atai, M. (2013). Antibacterial, physical and mechanical properties of flowable resin composites containing zinc oxide nanoparticles. *Dental Materials*, 29(5), pp. 495-505.

Thomaidis, S., Kakaboura, A., Mueller, W. D. & Zinelis, S. (2013). Mechanical properties of contemporary composite resins and their interrelations. *Dental Materials*, 29(8), pp. 132-41.

Wang, Z., Shen, Y. & Haapasalo, M. (2014). Dental materials with antibiofilm properties. *Dental Materials*, 30(2), pp. 1-16.

Wiegand, A., Buchalla, W. & Attin, T. (2007). Review on fluoride-releasing restorative materials--fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dental Materials*, 23(3), pp. 343-62.

Xie, D., Brantley, W. A., Culbertson, B. M. & Wang, G. (2000). Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dental Materials*, 16, pp. 129-38.

Yamamoto, H., Iwami, Y., Unezaki, T., Tomii, Y. & Ebisu, S. (2001). Fluoride uptake in human teeth from fluoride-releasing restorative material in vivo and in vitro: two-dimensional mapping by EPMA-WDX. *Caries Research Journal*, 35(2), pp. 111-5.

Yli-Urpo, H., Vallittu, P. K., Narhi, T. O., Forsback, A. P. & Vakiaparta, M. (2004). Release of silica, calcium, phosphorus, and fluoride from glass ionomer cement containing bioactive glass. *Journal of Biomaterials Applications*, 19(1), pp. 5-20.