

Rui Moreira da Rocha Pereira Fernandes

**Resinas Compostas vs Amálgama de Prata
em Restaurações de Dentes Posteriores**

**Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde
Porto, 2014**

Rui Moreira da Rocha Pereira Fernandes

**Resinas Compostas vs Amálgama de Prata
em Restaurações de Dentes Posteriores**

**Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde
Porto, 2014**

Rui Moreira da Rocha Pereira Fernandes

**Resinas Compostas vs Amálgama de Prata
em Restaurações de Dentes Posteriores**

Trabalho apresentado à Universidade
Fernando Pessoa como parte dos requisitos
obtenção do grau de Mestre em
Medicina Dentária.

Resumo

Nos últimos anos, tem-se constatado um grande desenvolvimento a nível dos materiais restauradores, assim como uma maior exigência estética, tanto por médicos dentistas como pelos próprios pacientes, nas restaurações dentárias. A exigência estética por parte dos pacientes levou à necessidade da evolução dos materiais restauradores usados em dentística, e à consequente substituição do amálgama de prata pelas resinas compostas.

O objetivo desta monografia, que consiste numa revisão bibliográfica, foi aferir as características específicas, indicações e limitações tanto do amálgama de prata como das resinas compostas e comparar a sua utilização em restaurações de dentes posteriores.

O amálgama dentário foi de facto o material mais usado durante o século passado, mas tem vindo a entrar em desuso por parte dos médicos dentistas devido ao aparecimento e evolução de novos materiais restauradores, com um sucesso clínico constatável e evidente em restaurações de dentes posteriores.

Apesar do baixo custo do amálgama, da sua fácil manipulação, do seu bom selamento marginal e elevada longevidade, o amálgama apresenta algumas desvantagens como o fator inestético, a necessidade de fazer preparos dentários maiores e mais retentivos e consequentemente comprometer estrutura dentária sã e a questão da presença do mercúrio, que apesar de não haver estudos conclusivos relativamente à sua toxicidade, esta temática gera imensa controvérsia entre médicos dentistas e pacientes.

Devido a todas estas questões inerentes ao amálgama dentário, surgiram no mercado as resinas compostas que têm sido cada vez mais aperfeiçoadas quanto à sua longevidade, resistência mecânica e ao desgaste e à estética, permitindo restaurações cada vez mais estéticas e mais próximas da cor natural do dente.

No entanto, as resinas compostas também apresentam algumas limitações como a contracção de polimerização, a sensibilidade da técnica restauradora e a microinfiltração das restaurações que pode levar ao consequente aparecimento de cáries secundárias.

Assim, é importante que o médico dentista afira as necessidades específicas de cada paciente e tenha em conta as indicações e contra-indicações de cada material

restaurador, a situação clínica e os objetivos do paciente, para poder decidir qual o material restaurador a utilizar nas restaurações de dentes posteriores.

Abstract

In recent years, we have observed a large level development of restorative materials, as well as a greater aesthetic requirement by both dentists and the patients themselves, in dental restorations. The aesthetic demand from patients led to the necessity of the development of restorative materials used in dentistry, and the consequent replacement of silver amalgam by composite resins.

The purpose of this monograph, consisting of a literature review was to assess the specific characteristics, indications and limitations of both silver amalgam and of composite resins and to compare their use in posterior restorations.

The amalgam was in fact the most widely used material during the last century, but has come into disuse by the dentists due to the appearance and development of new restorative materials, with a clear and verifiable clinical success in posterior restorations.

Despite the low cost of amalgam, its easy handling, its good marginal sealing and high longevity, the amalgam has some disadvantages such as unpleasant factor, the need to make larger and more retentive dental preparations and therefore compromise sound tooth structure and the question the presence of mercury, which although no conclusive studies regarding its toxicity, this topic generates huge controversy among dentists and patients.

Due to all these issues related to dental amalgam, appeared on the market composite resins, that have been increasingly refined as to its longevity, strength and wear and appearance, allowing increasingly closer and aesthetic restorations of natural color tooth.

However, the resins also have some limitations as the polymerization shrinkage of the restorative technique and sensitivity of the marginal microleakage which may lead to subsequent development of secondary caries.

Thus, it is important that the dentist recalibrate the specific needs of each patient and takes into account the indications and counter-indications of each restorative material, the clinical situation and the patient's goals, to be able to decide which restorative material to be used in restorations of posterior teeth.

Agradecimentos

Aos meus Pais, a quem lhes devo tudo o que sou hoje. Por todo o acompanhamento, dedicação e apoio incondicional na minha vida e especialmente neste percurso académico, sem eles não teria chegado ao fim desta etapa. Obrigado por me terem sempre apoiado e pelo vosso sacrifício durante todos estes anos.

À Mestre Susana Coelho Guimarães, como orientadora desta monografia, por toda a dedicação, apoio e paciência mesmo em momentos mais difíceis. Obrigado por toda a disponibilidade e empenho em ajudar-me a concluir esta etapa.

À Ana Ascensão por todos estes anos de apoio, amor, paciência e incentivo ao longo destes anos de curso.

Ao Prof. Doutor Duarte Guimarães, por tudo o que me ensinou e pelo exemplo que é para mim enquanto pessoa e profissional.

Ao meu colega e amigo Afonso Vilaça por todo o companheirismo ao longo de todos estes anos de curso, que foram tão marcantes nas nossas vidas.

Ao meu Binómio Eduardo Ramos, por 2 anos de partilha de conhecimentos, apoio mútuo e companheirismo.

Ao meu amigo Tiago Teixeira, pelo seu bom coração, companheirismo e apoio ao longo destes anos.

À Tia Linda pelo apoio durante estes anos de curso.

À Tânia Santos por toda a ajuda na formatação desta monografia.

À Mushi por seres um amparo e luz para mim.

Índice

I. Introdução	1
1.1. Materiais e Métodos.....	3
II. Desenvolvimento	4
2.1. Amálgama de Prata.....	4
ii.i.i. Características e Particularidades.....	4
ii.i.ii. Vantagens do Amálgama.....	5
2.1.2.1. Longevidade.....	5
2.1.2.2. Custo.....	6
2.1.2.3. Microinfiltração marginal.....	6
2.1.2.4. Resistência ao desgaste.....	7
ii.i.iii. Limitações do Amálgama.....	7
2.1.3.1 Fator inestético.....	8
2.1.3.2 Liberação de mercúrio " <i>Um mito ou realidade?</i> ".....	8
2.1.3.3 Ausência de união à estrutura dentária.....	11
2.1.3.4. Tendência a fraturas marginais.....	12
2.2. Resinas Compostas	13
ii.ii.i. Composição	13
2.2.1.1. Matriz orgânica de resina.....	13
2.2.1.2. Partículas de carga inorgânica.....	16
2.2.1.3. Agentes de União.....	17
2.2.1.4. Sistema Activador – Iniciador.....	18
2.2.1.5. Inibidores.....	18
2.2.1.6. Pigmentos e Opacos.....	18
ii.ii ii. Tipos de Resina Composta relativamente ao tamanho das partículas de carga inorgânica.....	18
2.2.2.1. Resinas compostas de macropartículas.....	19
2.2.2.2. Resinas compostas de micropartículas.....	19
2.2.2.3. Resinas compostas microhíbridas.....	20

2.2.2.3.1. Indicações Clínicas.....	21
2.2.2.4. Resinas compostas microhíbridas com nanopartículas.....	21
2.2.2.4.1. Indicações Clínicas.....	23
ii.ii.iii. Resinas Compostas actualmente utilizadas para restaurações de dentes posteriores	23
ii.ii.iv. Vantagens das Resinas Compostas.....	24
2.2.4.1. Estética.....	25
2.2.4.2. Preparo conservador.....	25
ii.ii.v. Limitações das Resinas Compostas	26
2.2.5.1. Contração de polimerização.....	27
2.2.5.2. Microinfiltração.....	28
2.2.5.3. Nanoinfiltração.....	29
2.2.5.4. Sensibilidade da técnica.....	31
2.2.5.5. Extensão e localização da cárie.....	31
2.2.5.6. Pigmentação superficial.....	32
2.3. Amálgama vs Resinas Compostas.....	33
ii.iii.i. Sensibilidade da técnica.....	34
ii.iii.ii. Resistência ao Desgaste.....	35
ii.iii.iii. Longevidade das Restaurações.....	35
ii.iii.iv. Microinfiltração marginal.....	37
2.4. “Resinas compostas ou amálgama? “	39
Conclusão	42
Bibliografia	44

Índice de Figuras

Figura 1: Estrutura Molecular do Bis – GMA.

Abreviaturas

Bis-EMA: Bisfenol A – etil dimetacrilato

Bis-GMA: Bisfenol A glicidil metacrilato

UDMA: Dimetacrilato de uretano

PCDMA: Policarbonato dimetacrilato

MM: Metilmetacrilato

nm: Nanómetro

SiO₂: Dióxido de silício

TEGDMA: Dimetacrilato de trietilenoglicol

°C: Graus Celsius

CAPS: Fosfatos de Cálcio

4EDMAB: 4- dimetilaminoetilbenzoato

µm: Micrómetro

mm: Milímetro

OH: Grupo Hidroxilo

Hg: Mercúrio

I. Introdução

Com o evoluir do tempo e da sociedade, houve cada vez mais a necessidade da procura de padrões estéticos e isso tem vindo a constatar-se atualmente na área da medicina dentária. Cada vez mais os pacientes exigem a substituição de restaurações de amálgama de prata e outras ligas metálicas pelos designados “ Compósitos à base de resinas” (Mackert e Wahl, 2004).

O amálgama dentário foi, durante muitos anos, o material restaurador mais utilizado em dentes posteriores, mas tem vindo a entrar em desuso por parte dos médicos dentistas devido ao aparecimento e evolução de novos materiais, com um sucesso clínico constatável em restaurações de dentes posteriores.

A crescente procura por restaurações mais estéticas e numa abordagem mais conservadora nos preparos cavitários, tem estimulado o desenvolvimento e evolução dos materiais restauradores, mais especificamente das resinas compostas e dos sistemas adesivos (Reusens, 1999).

A introdução de compósitos à base de resina na área da Dentística restauradora, foi uma das contribuições mais significativas e importantes no último século (Fortin e Vargas, 2000). O desenvolvimento das resinas compostas à base de Bisfenol A – glicidilmetacrilato (Bis – GMA), por Bowen, tornou-se desde então objecto de intensa pesquisa (Leinfelder, 1998).

Durante os últimos 30 anos, a evolução da tecnologia adesiva, e da nanotecnologia tornaram as resinas compostas materiais restauradores mais credíveis e previsíveis, aumento progressivamente a sua aceitação e preferência entre médicos dentistas e pacientes (Fortin e Vargas, 2000).

Neste sentido, atualmente, existem diversos tipos de resinas compostas no mercado e ao dispor dos médicos dentistas, e que são, de facto, alternativas bastante viáveis ao amálgama de prata, não descartando, porém, as características inerentes a este último e que fazem deste, um material com propriedades excelentes e, por isso, também indicado em restaurações de dentes posteriores.

Além disso, têm surgido algumas dúvidas acerca da utilização inquestionável das resinas compostas em áreas sujeitas a grandes forças de tensão, nomeadamente nos molares (Turkun et al., 2003).

Atualmente, os compósitos à base de resina são o material restaurador de eleição tanto para dentes anteriores como para dentes posteriores, não colocando de parte, no entanto, o amálgama de prata, que apesar, do seu fator inestético é um material com excelente propriedades para restaurações de dentes posteriores.

1.1. Materiais e Métodos

A realização deste trabalho teve como objetivo aferir qual o material restaurador mais indicado para dentes posteriores. A sua elaboração pretendeu também perceber quais as características inerentes a cada material restaurador, as suas indicações e contra-indicações e compará-los entre si.

Para a realização desta revisão bibliográfica, recolheu-se informação e bibliografia sobre o amálgama e as resinas compostas, através da pesquisa de artigos científicos válidos, a partir de 1984, recorrendo aos motores de busca da *Pubmed*, *B-On*, *Medline*, *Science Direct* e *Dental Review*. As palavras-chave para busca nesta revisão bibliográfica foram: *amalgam*, *amalgam longevity*, *amalgam wear resistance*, *dental resins*, *composites*, *dental resins longevity*, *resin restorations*, *posterior dental restorations*, *microleakage in dental restorations*, *microleakage studies*, *fracture resistance*, *nanotechnology in dental materials*, *dental materials*, *class I restorations*, *class II restorations*, *mercury toxicity in amalgam restorations*, *dental resin matrix*.

II. Desenvolvimento

2.1. Amálgama de Prata

ii.i.i. Características e Particularidades

No passado, o amálgama era o material restaurador de eleição usado pelos médicos dentistas. Atualmente, e devido ao aparecimento das resinas compostas, o uso do amálgama tem vindo a decrescer e já não integra a maioria dos planos de tratamento de Dentística. Apesar disso, devido à sua longevidade, durabilidade e *performance* clínica excelente, a sua utilização não está completamente posta de parte.

O amálgama possui algumas características que fazem dele, um material de restauração ainda utilizado por alguns médicos dentistas actualmente como a sua fácil manipulação, longevidade, durabilidade, biocompatibilidade, propriedades físicas e mecânicas e ainda o seu baixo custo (Fernandes e Ferreira,2004).

O amálgama de prata é um dos materiais metalo-plásticos de eleição para restaurações definitivas em dentes posteriores, cujo principal constituinte é o mercúrio. Como material líquido à temperatura ambiente, ele pode combinar com outros metais pulverizados e endurecer rapidamente nos preparos cavitários realizados. A formação de metais fundidos acontece sempre que o mercúrio puro é incorporado com o pó da liga e este é o fator base para que decorra a amalgamação.

Os principais elementos químicos constituintes do amálgama são a prata, o estanho, o cobre e o zinco que para além de possuírem características individuais, em conjunto têm como função diminuir a oxidação do material, aumentar a resistência mecânica e aumentar o tempo de presa (para permitir uma fácil manipulação).

A primeira grande evolução sofrida pelas ligas metálicas, utilizadas no amálgama, foi a possibilidade de obtenção de partículas reduzidas. O sistema de limagem, a partir de lingotes, foi substituído por processos mais avançados tecnologicamente. Atualmente consegue-se reduzir significativamente o tamanho das partículas metálicas. Deste modo,

obtem-se uma restauração com melhores propriedades físicas pois reduz-se a necessidade de incorporação de um alto volume de mercúrio (Fraga et al., 1997).

Atualmente, as ligas para amálgama são classificadas em função do conteúdo de cobre que apresentam e do teor de fase gama 2 (γ_2) que os amálgamas provenientes delas irão apresentar. Estas são conhecidas como ligas com baixo teor de cobre ou convencionais quando apresentam proporção de cobre que varia entre 4 a 6% da composição da liga ou com alto teor de cobre quando o seu teor varia entre 9 a 30% (Fraga et al., 1997; Baratieri et al., 2000).

Quando comparado com as resinas compostas em restaurações de dentes posteriores, o amálgama possui uma maior longevidade e durabilidade, em alguns casos, o dobro da longevidade, para além disso apresenta maior resistência à fratura e ao aparecimento de cáries secundárias, o que faz do amálgama, ainda hoje, um material usado em restaurações de dentes posteriores, embora esteja, cada vez mais, a entrar em desuso (Tolidis et al., 2013).

ii.i.ii Vantagens do Amálgama

Apesar da grande evolução e pesquisas que têm sido feitas no campo dos materiais restauradores, nomeadamente das resinas compostas, a amálgama dentária possui algumas características vantajosas que iremos abordar que são importantes para o sucesso clínico em restaurações com este tipo de material.

2.1.2.1 Longevidade

A longevidade das restaurações com amálgama é condicionada por diversos fatores que são importantes destacar, como a idade, higiene oral, suscetibilidade do paciente à cárie dentária, a destreza do clínico, as suas opções terapêuticas e a qualidade do própria amálgama.

Segundo, Burke et al., a idade média das restaurações com amálgama é de aproximadamente 10 a 12 anos. (Burke et al., 2003)

Um estudo, realizado por Opdam em 2007, revela uma taxa de sobrevivência do amálgama de 89,6% aos 5 anos e de 79% aos 10 . (Opdam et al., 2007).

Este mesmo estudo permitiu concluir que a fratura da restauração acontece em 17% dos casos nas restaurações com amálgama.

Estudos realizados na Finlândia inquiriram diferenças significativas no que concerne à longevidade dos materiais mais utilizados em restaurações definitivas. A longevidade no caso dos compósitos (79% das restaurações) mostrou ser de 6 anos enquanto que nas restaurações com amálgama (5% das restaurações) a longevidade chegou a atingir os 15 anos (Forss, 2004).

2.1.2.2 Custo

O baixo custo, é também considerado uma das vantagens do uso da amálgama dentária na prática clínica dos médicos dentistas (Mondelli, 1995 ; Osborne et al., 1997 ; Deschepper et al., 1997 ; Conceição et al., ; Baratieri, 2001 ; Correa et al., 2012).

O amálgama de prata é o melhor e mais económico material para restaurações de rotina além de possuir uma boa durabilidade. O estudo que afirma o facto anterior, afirma também, que a amálgama dentária é o material de eleição para restaurações extensas (Rykke,1992).

Também na substituição de restaurações de amálgama em Classes II a utilização de amálgamas é mais benéfica do ponto de vista custo – benefício quando comparados com resinas compostas (Tobi et al., 1999), principalmente com as resinas compostas indiretas (Conceição et al., 2000).

2.1.2.3 Microinfiltração marginal

Microinfiltração é definida como uma passagem de fluídos, bactérias, moléculas ou iões e ar através de espaços criados entre o material restaurador e a cavidade realizada no tecido dentário. A microinfiltração em restaurações com amálgama pode levar a descoloração do dente, sensibilidade dentária, cáries secundárias e ainda irritação pulpar (Sekhar et al., 2010).

A microinfiltração é fortemente controlada pela adaptação marginal e acredita-se ser uma das principais desvantagens das restaurações com resinas compostas, embora estas

apresentem melhor adaptação marginal inicial em relação às restaurações realizadas com amálgama. Embora as resinas compostas tenham melhor adaptação marginal inicial, as restaurações com amálgama, por seu lado, raramente são comprometidas devido ao aparecimento de cáries secundárias (Tolidis et al., 2013).

Essa microinfiltração, no caso do amálgama, com o decorrer do tempo, tende a diminuir devido à deposição de produtos corrosivos na interface dente/restauração, formando uma barreira à penetração de fluidos orais (Tolidis et al., 2013).

O selamento marginal do amálgama é compartilhado tanto pelas ligas convencionais quanto pelas ligas ricas em cobre. No entanto essa deposição é mais lenta com as ligas de alto teor em cobre devido à redução da fase β_2 , ou até mesmo à sua inexistência (Baratieri et al., 1998).

2.1.2.4 Resistência ao Desgaste

A resistência ao desgaste é, também, umas das vantagens das restaurações com amálgama pois é muito próxima da resistência da estrutura dentária (Conceição et al., 2000).

O amálgama dentário apresenta uma boa resistência à compressão, suficiente para suportar esforços mastigatórios. No entanto a sua resistência à tração é relativamente baixa, caracterizando-o como um material friável e predispondo-o à fratura quando em pequenas espessuras (Mondelli, 1998).

ii.i.iii Limitações do Amálgama

O amálgama dentário tem sido usado em restaurações dentárias há mais de 100 anos, e tem sido o material restaurador mais bem sucedido no que concerne à longevidade da restauração.

Contudo, a popularidade do amálgama dentário como material restaurador tem decrescido cada vez mais nomeadamente a “questões” inerentes à saúde, poluição ambiental e estéticas.

Apesar disso, o amálgama apresenta algumas desvantagens, para além do fator inestético pode trazer efeitos biológicos adversos, tanto localmente como sistemicamente (McCullough et al., 2008).

2.1.3.1 Fator Inestético

Nos últimos anos a medicina dentária sofreu mudanças principalmente nos conceitos da estética e na procura de tratamentos mais conservadores (Silva et al., 2008). A preocupação com o fator estético por parte dos pacientes e dos dentistas tem vindo a crescer significativamente (Baratieri et al., 2000) , e essa preocupação pelo fator estético pode ser percebida nos consultórios particulares, cada vez os médicos dentistas têm descartado o uso do amálgama dentário (Silva et al., 2008).

A cor metálica do amálgama não satisfaz as necessidades estéticas tanto dos pacientes como dos profissionais de saúde, que cada vez mais usam, em detrimento ao amálgama, materiais restauradores que se aproximam da cor natural dos dentes (Rathore et al., 2012).

De fato, esta procura por restaurações mais estéticas, tem sido um fator limitante para a indicação do uso de restaurações com amálgama. A evolução dos materiais restauradores, levando a que estes sejam cada vez mais estéticos, faz com que aumente a solicitação por parte dos pacientes, de restaurações mais estéticas (Conceição et al., 2000).

2.1.3.2 Libertação de Mercúrio “ Um mito ou realidade?”

O amálgama dentário, nomeadamente o que contém liga de mercúrio (Hg) é um excelente e versátil material restaurador. Este material tem sido usado em dentística há mais de 150 anos devido ao seu baixo custo, fácil manuseamento, resistência, força, durabilidade e efeito bacterioestático (Rathore et al., 2012).

Pesquisadores concordam que de facto o amálgama dentário liberta mercúrio na boca dos pacientes, mas não existem estudos consistentes e conclusivos que indiquem que

esta libertação de mercúrio provoque qualquer tipo de risco para a saúde do paciente (Rathore et al., 2012).

A exposição ao mercúrio da restauração de amálgama está diretamente relacionada com o número de restaurações presentes em boca, do tamanho das restaurações, hábitos de mastigação do paciente, textura de alimentos ingeridos e muitos outros fatores fisiológicos

O principal meio de entrada de mercúrio para o corpo humano, é através da inalação feita pelos pulmões, ao passo que a absorção do mercúrio feita pelo trato gastrointestinal é diminuta.

Num estudo realizado por Schuurs, em 1996, foram analisadas as concepções que os médicos dentistas tinham do amálgama dentário e constatou-se que apenas 1-3% reportaram qualquer tipo de toxicidade ou efeitos secundários, nomeadamente efeitos alérgicos ou galvânicos. Uma maior percentagem dos profissionais de saúde (10-13%) indicou que esses efeitos realmente acontecem por vezes e apenas 6-11% disse desconhecer qualquer tipo de reação inerente ao amálgama dentário. A maioria dos médicos dentistas (60-80%) afirmaram que esses efeitos não existem ou que acontecem muito raramente. Este mesmo estudo, pretendeu chegar a uma conclusão quanto à substituição do amálgama dentário por outro tipo de material restaurador, e, efetivamente chegou-se a uma conclusão interessante: se um paciente solicitar a remoção do amálgama, um terço dos médicos irá fazê-lo devido á vontade do paciente, e também a fatores estéticos e toxicológicos. Um quinto dos profissionais apenas irá remover este tipo de restaurações devido a fatores alérgicos comprovados. De referir também, que uma percentagem considerável de médicos dentistas não irá remover o amálgama dentário a não ser apenas pela questão inestética associada a este material restaurador.

Um estudo, em 20.000 pessoas na Nova Zelândia, entre os anos de 1977-1997, foi realizado com o intuito de descobrir a associação entre restaurações de amálgama dentária e desordens nervosas e ainda problemas a nível renal. Não foram encontradas quaisquer evidências clínicas, nesse período de tempo, que as restaurações com amálgama pudessem provocar desordens crónicas a nível renal ou problemas no sistema nervoso. Pelo contrário, um ligeiro aumento do risco de aparecimento de esclerose

múltipla foi reportado neste mesmo estudo, mas pensa-se que este último dado tenha sido devido a confusão por parte dos pesquisadores em relação a algumas variáveis presentes neste mesmo estudo (Bates et al., 2004).

Num outro estudo realizado, onde pacientes portadores de restaurações com amálgama, referiam que as mesmas os fazia adoecer, concluiu, após criterioso exame médico, incluindo eletrocardiograma, ecografia abdominal e análises de sangue, que os problemas que os pacientes referiam eram de carácter psicológico. Não existia qualquer tipo de evidência clínica ou relação entre os níveis de mercúrio no sangue do paciente, na urina ou na saliva que provocassem os sintomas referidos (Bailer et al., 2001).

Apesar de existirem evidências que o Hg presente no amálgama não provoca patologias graves aos pacientes, existem estudos que comprovam, por seu lado, que o Hg presente nestas restaurações metálicas, é capaz de produzir reacções de hipersensibilidade em alguns indivíduos. Estas reacções geralmente são dermatológicas ou orais. A constante exposição ao Hg, pode levar ao aparecimento de lesões liquenóides nalguns pacientes. Estas lesões geralmente passam despercebidas não causando qualquer tipo de desconforto para o portador. Há estudos que comprovam que parte destas lesões liquenóides estão associadas à exposição de mercúrio presente no amálgama (Smart et al., 1995).

Médicos dentistas e assistentes dentários estão de fato sujeitos a uma exposição de mercúrio inorgânico, devido ao manuseamento do amálgama dentário, contudo cada vez esta exposição tem decrescido devido ao facto de cada vez mais se baixar a percentagem de Hg na constituição do amálgama.

Um estudo realizado na Escócia, avaliou a exposição ao Hg de 180 médicos dentistas, e os efeitos que essa exposição causou à sua saúde física e cognitiva. Os dentistas expostos apresentavam mais de quatro vezes o valor de Hg em relação aos controlos. Os autores deste estudo, relataram, com base no seu questionário, que os dentistas expostos poderiam ter maior probabilidade de desenvolver uma patologia a nível renal, embora este efeito não fosse significativamente relacionado com oHg presente na urina. Não houve, portanto, uma associação significativa entre as concentrações de Hg a nível renal e o desenvolvimento de patologias associadas. Não foram encontradas quaisquer tipo de

evidências que o Hg provocasse problemas cognitivos nos dentistas expostos (Ritchie et al., 2004).

Um estudo retrospectivo avaliou a relação entre a presença de restaurações com amálgama e potenciais problemas de saúde associados, tais como, déficit cognitivo, problemas neurológicos, depressão, problemas a nível da função motora, esclerose múltipla, doença de Alzheimer, entre outras patologias, e não encontrou qualquer tipo de evidência ou relação entre as restaurações com amálgama e as patologias referidas. Conclui somente que os níveis de Hg estão dependentes da área de superfície exposta ao ambiente oral e ao volume de material, relacionado com o número de faces restauradas por amálgama. (Samuut, 2006).

A exposição ao Hg presente no amálgama dentário não apresenta risco de saúde associado, a não ser raras reações de hipersensibilidade cutânea e oral, apresentadas por alguns pacientes. Não foram encontradas justificações clínicas para a remoção de amálgama e substituição por outro tipo de restauração, excepto em pacientes que refiram algum tipo de alergia associado aos constituintes do amálgama. Não existem evidências clínicas que o Hg provoque problemas de saúde na população em geral. Se todas as regras inerentes ao manuseamento do Hg forem respeitados no consultório dentário não há quaisquer riscos para a saúde ambiental (Rathore et., 2012).

2.1.3.3 Ausência de união à estrutura dentária

Um dos riscos associados às restaurações com amálgama é a falta de adesão às paredes cavitárias, permitindo desta forma a entrada de agentes nocivos, como íões de cálcio, bactérias e saliva, na interface dente/restauração, levando à consequente falta de união à estrutura dentária, inflamações pulpares, cáries secundárias e consequentemente fraturas marginais (Baratieri et al., 1998 ; Araújo, 1998 ; Opdam et al., 2012).

O amálgama dentário apresenta diversas fases de cristalização com potencial corrosivo e falta de adesão à estrutura dentária e ainda inadequada integridade marginal, e estes fatores são também limitantes ao seu uso (McCullough et al., 2008 ; Baratieri et al., 2000).

2.1.3.4 Tendência a fraturas marginais

Uma outra limitação inerente ao uso do amálgama em restaurações dentárias, são cavidades amplas com pouca estrutura dentária remanescente, pois existe um risco elevado de ocorrer uma fratura posterior.

Pelo contrário nas resinas compostas este risco é menor devido aos sistemas adesivos associados a este tipo de material, que reforçam a estrutura dentária remanescente (Conceição et al., 2000).

Como já foi referido anteriormente, o uso de amálgama está contra indicado em cavidades amplas e com pouca estrutura dentária remanescente. Cada vez mais cresce o conceito de que será preferível substituir parte da restauração a amálgama do que remover toda a restauração, quando o médico dentista pretende reparar uma restauração. Uma total substituição da restauração com amálgama leva a um aumento substancial do risco da restauração fraturar, pois é necessária a realização de uma cavidade maior e mais invasiva e ainda poderá levar a inflamações pulparens por parte do amálgama por estar tão perto da polpa (Opdam et al., 2012).

As fraturas marginais associadas a restaurações com amálgama, estão intimamente relacionadas com o seu elevado grau de expansão térmica, especialmente na face oclusal (Meskin et al., 1998).

No caso do amálgama dentário, as condições que podem levar à fratura de cúspides são a perda parcial das estruturas duras que constituem o dente devido a cárie primária ou secundária, pois causam o enfraquecimento da estrutura dentária remanescente. Processos de cárie avançados contribuem também para este mesmo comprometimento da estrutura dentária remanescente, assim como as forças de mastigação. Esta fratura das cúspides, oscila entre os 10 a 12% em restaurações com amálgama mas também em restaurações com resinas compostas (Baratieri et al., 2001 e Mondeli, 2002).

Um estudo realizado por Wahl et al., pretendeu avaliar a prevalência de fratura das cúspides em dentes restaurados com amálgama e resina composta. No caso de classes II, muitos médicos dentistas acreditam que a fratura das cúspides é maior em restaurações com amálgama quando comparadas com restaurações com resinas compostas. Uma das características responsáveis por esta conclusão é a expansão do amálgama. Os

resultados deste estudo indicam que o risco de fratura é influenciado ainda pelo número de faces restauradas e pela idade do próprio amálgama (Wahl et al., 2004).

2.2. Resinas Compostas

ii.ii.i Composição

O desenvolvimento dos materiais restauradores sofreu uma grande revolução através de Bowen, que após várias pesquisas, juntou resina epóxica com resina acrílica obtendo desta maneira um novo monômero, designado por Bisfenol-A-glicidil metacrilato (Bis-GMA). Bowen preconizou a utilização de um agente de união, o silano, para revestir as partículas de carga, com o objetivo de melhorar as propriedades físicas e mecânicas deste material (Baratieri, 2000).

Desde os finais dos anos 60, as resinas compostas são constituídas por matriz orgânica, partículas de carga inorgânica, agentes de união, sistema ativador-iniciador, pigmentos e opacos (Anusavice, 2003).

Segundo Anusavice, existem outras substâncias que podem ser incorporadas na composição da resina e deste modo melhorar as suas características físicas, mecânicas e químicas.

Destas substâncias, Anusavice , destaca o inibidor, como a hidroquinona, que previne a polimerização prematura do material restaurador.

Segundo este autor existem ainda outros aditivos que promovem a estabilidade da cor do material e destaca ainda os pigmentos (que já foram referidos anteriormente) que aproximam o material restaurador da cor natural dos dentes.

2.2.1.1. Matriz Orgânica de Resina

A Matriz Orgânica de Resina é tipicamente constituída por um sistema de monómeros de metacrilato. As resinas constituídas por este sistema de monómeros têm sido extensivamente usadas em compósitos dentários, adesivos e selantes. Apesar de ser o sistema de monómeros mais usado nas matrizes orgânicas, o metacrilato pode ser

tóxico, alergénico e mutagénico, especialmente para a polpa dentária (Ghaemy et al., 2007).

Desde que Bowen sintetizou o bis-GMA, em 1962, este tem sido o monómero mais frequentemente usado na matriz orgânica dos compósitos dentários.

O Bis-GMA é um éster aromático de um dimetacrilato sintetizado a partir de uma resina epóxica (etilenoglicol de bisfenol A) e de metacrilato (MM). Possui uma estrutura central rígida benzénica/aromática e dois grupos hidroxilo (OH) que lhe conferem resistência e uma baixa contração de polimerização (Ghaemy et al., 2007 ; Gao et al., 2008).

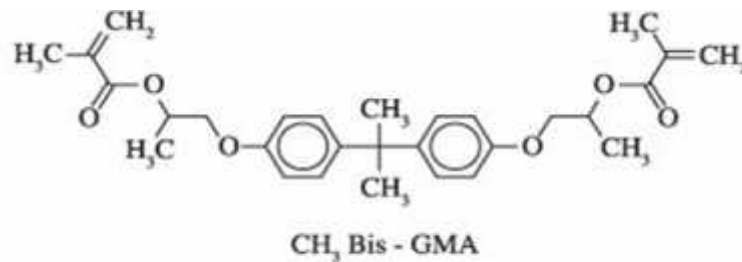


Figura 1 – Estrutura Molecular do bis – GMA.

Os compósitos dentários constituídos por matrizes orgânicas de resina têm sido amplamente usados na medicina dentária por mais de 4 décadas (Gao et al., 2008).

O Bis-GMA possui uma elevada viscosidade e uma alta absorção de água (Cara et al., 2010 ; Gao et al., 2008). Devido à sua elevada viscosidade, foi adicionado à resina dimetacrilato de trietilenoglicol (TEGDMA), um monómero diluente de baixa viscosidade, com o objetivo de melhorar a viscosidade da resina e facilitar o seu manuseamento (Gao et al., 2008).

Apesar de diminuir a viscosidade, as matrizes à base da união de Bis-GMA com TEGDMA possuem um aumento da contração de polimerização e um aumento na reacção da própria resina, aumentando o seu grau de conversão (Barszczewska-Rybarek, 2009 ; Cara et al., 2010 ; Gao et al., 2008).

As matrizes à base de Bis-GMA/TEGDMA possuem hidrofília e penetrabilidade elevada nos tecidos do monómero de TEGDMA, o que pode levar a micro infiltrações do material restaurador e levanta também questões de biocompatibilidade (Khatri et al., 2002; Ghaemy et al., 2007).

A necessidade de ultrapassar as limitações das resinas compostas, derivadas do TEGDMA, como a contração de polimerização, absorção de água e a insuficiente resistência a abrasão leva ao estudo e desenvolvimento de novos monómeros de baixa viscosidade, como o dimetacrilato de uretano (UDMA) (Moszner et al., 2001).

O UDMA possui algumas vantagens em relação ao bis – GMA e ao TEGDMA, como menor viscosidade e maior flexibilidade (quando comparado com o bis – GMA) o que faz com que as resinas que possuem UDMA na sua constituição sejam mais resistentes a forças físicas e mecânicas. Este monómero pode ser usado isoladamente ou em combinação com qualquer dos monómeros referenciados anteriormente (Silikas et al., 2013).

Os monómeros mais frequentemente usados na composição das resinas compostas são o Bis – GMA , o TEGDMA , o UDMA e ainda o Bisfenol A - etil dimetacrilato (Bis – EMA), sendo normalmente utilizados agentes de união entre este monómeros. A seleção do tipo de monómeros influencia diretamente a reatividade, viscosidade e a contração de polimerização da resina composta, assim como as suas propriedades mecânicas (Sideridou et al., 2004).

Apesar do TEGDMA e do UDMA serem relativamente hidrofílicos e baixarem a viscosidade das resinas compostas, há cada vez maior necessidade de investigar e estudar novos tipos de monómeros, que aperfeiçoem o compósito dentário e o tornem no material restaurador de eleição. Novos tipos de monómeros foram sintetizados, como é o caso do bis-EMA e do Policarbonato dimetacrilato (PCDMA), não existindo, porém, evidências clínicas que comprovem que estes dois monómeros tenham propriedades superiores ao bis – GMA, ao TEGDMA e ao UDMA, pelo que estes últimos continuam a ser os mais usados (Sideridou et al., 2004).

Com o avanço da nanotecnologia e dos bio materiais, novos compósitos têm sido desenvolvidos para prevenir cáries secundárias e fractura da restauração dentária. Fosfatos de Cálcio (CAPS) têm sido estudados e usados para reforçar as matrizes

orgânicas das resinas e deste modo conferir ao compósito dentário maior durabilidade (Chen et al., 2012).

As matrizes de resina constituídas por partículas de fosfatos de cálcio têm sido propostas e estudadas por possuírem também a capacidade de remineralização do esmalte e fortalecerem a dentina, e devido a esse facto vários estudos denominam os compósitos com fosfatos de cálcio na sua constituição, por Compósitos inteligentes (Chen et al., 2012).

2.2.1.2. Partículas de Carga Inorgânica

Desde 1960, que partículas inorgânicas, como o pó de diamante e de vidro foram misturados com a resina (Balvedere, 2001).

A matriz orgânica das resinas é reforçada por partículas de carga inorgânica (Fase Dispersa), de modo a melhorar as suas propriedades. (Gao et al., 2008).

Apesar de várias partículas de carga serem pesquisadas e estudadas, o dióxido de silício (SiO_2) é a partícula mais usada nos compósitos dentários atualmente fabricados. Uma das principais razões para o dióxido de silício ser a partícula inorgânica de excelência deve-se ao seu índice de refração, que vai fazer com que o compósito tenha uma aparência translúcida, que se aproxima da cor natural dos dentes. (Gao et al., 2008).

O SiO_2 pode ser incorporado sob a forma de quartzo (que era muito utilizados nos primeiros compósitos fabricados) e sob a forma de sílica coloidal (Ferracane, 2010).

As partículas de quartzo devido ao fato de serem extremamente duras, quimicamente inertes e devido ao seu índice de refração, não são atualmente, as mais indicadas para serem usadas nas resinas compostas. (Gao et al., 2008).

O conteúdo inorgânico, incorporado nas resinas, otimiza as suas propriedades físicas e mecânicas, diminuindo a contração de polimerização (pois a componente orgânica da resina é que contrai na polimerização), a absorção de água e coeficiente de expansão térmica.

Nas últimas décadas o tamanho das partículas de carga inorgânica nas resinas compostas tem diminuído consideravelmente.

As partículas dos compósitos tradicionais tinham um tamanho que oscilava entre os 8 e os 30 nanómetros (nm), enquanto que os compósitos atuais possuem partículas a rondar os 0,7 e os 3,6 nm de tamanho.

A redução do tamanho das partículas de carga inorgânica tem sido uma constante, devido ao facto de que partículas de menores dimensões resultam em restaurações com aspetos mais polidos e lisos e conseqüentemente mais estéticas.

Pelo contrário, partículas de maiores dimensões resultam em superfícies das restaurações mais rugosas e difíceis de polir. Como consequência, os compósitos tradicionais retinham mais placa bacteriana e provocavam irritação gengival. Para além destes pontos referidos, as restaurações eram mais sensíveis a pigmentações e ao aparecimento de cáries secundárias. (Venhoven et al., 1995).

2.2.1.3. Agentes de União

Os agentes de união mais frequentemente utilizados são os organosilanos. Como já foi referido anteriormente, a incorporação de partículas de carga inorgânica na matriz de resina otimiza as suas propriedades, se entre estas existir um agente de união que irá promover uma união estável entre a matriz e as partículas de carga inorgânica. Os agentes de união criam uma ligação covalente entre as partículas e a matriz. Os agentes são moléculas longas que se ligam numa extremidade às partículas de sílica e na outra à matriz de resina (Fortin et al., 2000; Anusavice, 2003).

Esta união covalente entre as partículas de carga inorgânica e a matriz de resina promovida pelos organosilanos, permite que a tensão e as forças exercidas numa restauração sejam transferidas da matriz de resina, que é menos resistente, para as partículas de carga inorgânica, que são mais rígidas e resistentes. Deste modo, as propriedades mecânicas e físicas do material restaurador melhoram consideravelmente, sendo mais estável e resistente a forças de desgaste e de tensão, tornando assim, o compósito dentário mais durável do ponto de vista clínico (Anusavice, 2003).

2.2.1.4. Sistema Activador-iniciador

Nas resinas compostas fotopolimerizáveis, o fotoiniciador mais utilizado é a Canforoquinona (CQ) e 4- dimetilaminoetilbenzoato (4EDMAB) é o co-iniciador mais usado. Este fotoiniciador possui um comprimento de onda amplo, entre os 400 e 500 nm. Tem a absorção máxima na ordem dos 460 nm, pelo que a luz emitida pelos fotopolimerizadores deve enquadrar-se neste espectro de absorção (Burgess et al., 2002).

As resinas compostas de cores mais claras utilizam fotoiniciadores ou co-iniciadores menos amarelados do que a canforoquinona, como a fenilpropanodiona ou a lucerina. As resinas compostas podem conter uma combinação de fotoiniciadores caso esta combinação melhore substancialmente as propriedades mecânicas, físicas e ópticas do compósito dentário (Park et al., 1999).

O mecanismo de polimerização nas resinas autopolimerizáveis, implica uma interação entre um agente ativador (amina terciária) e um agente catalisador (o peróxido de benzoilo) (Burgess et al., 2002).

2.2.1.5. Inibidores

Os inibidores são constituintes das resinas compostas que previnem a polimerização precoce ou espontânea dos monómeros (Anusavice, 2003).

2.2.1.6. Pigmentos e Opacos

O bário, o estrôncio, o zircônio e o boro são os pigmentos mais utilizados na composição das resinas compostas. Estes pigmentos vão proporcionar à resina uma cor aproximada da estrutura dentária, conferindo-lhe translucidez.

Estudos evidenciam que o bário é o elemento mais usado nas resinas compostas de modo a conferir-lhe maior radiopacidade; contudo diminui a sua translucidez (Anusavice, 2003).

ii.ii.ii. Tipos de Resina Composta relativamente ao tamanho das partículas de carga inorgânica

Com o intuito de melhorar as propriedades físicas e mecânicas das resinas compostas, nos últimos anos, a evolução dos compósitos à base de resina tem passado pela diminuição do tamanho das partículas, aumento do conteúdo inorgânico na sua

composição, melhoria da adesão entre as partículas de carga e a matriz orgânica e a utilização de monómeros de resina com baixo peso molecular para melhorar o manuseamento e a polimerização (Fortin et al., 2000; Deliperi et al., 2002).

A dimensão das partículas numa resina composta determina a textura superficial da restauração resultante. Uma restauração com superfície externa rugosa é determinada por partículas de grandes dimensões, pelo contrário partículas mais pequenas determinam superfícies externas das restaurações mais lisas (Baratieiri, 2001).

As resinas compostas, quanto ao tamanho das partículas, podem ser classificadas em: macroparticuladas, microparticuladas, híbridas, microhíbridas convencionais e nanoparticuladas/nanohíbridas. (corrigir a numeração daqui para a frente, pois esta parte fica melhor aqui como lhe tinha dito)

2.2.2.1. Resinas Compostas de macropartículas

Os primeiros compósitos a surgirem na década de 60 foram denominados de macroparticulados, devido a terem na sua composição partículas de grande tamanho (Burgess et al., 2002). Estas partículas de grande dimensão eram maioritariamente de quartzo, entre 10 e 100 μm , constituindo cerca de 70 a 80% do peso total da resina composta (Anusavice, 2003).

Este tipo de resina macroparticulada, produzia uma textura superficial muito rugosa apesar de ter boas propriedades físicas. Este tipo de superfície rugosa propiciava a acumulação de placa bacteriana e conseqüentemente o comprometimento da restauração e a alteração da cor da mesma (Anusavice, 2003; Burgess et al., 2002).

Com o objectivo de contornar esta questão da rugosidade superficial e da alta taxa de abrasão devido ao desgaste superficial das grandes partículas, foram desenvolvidos novos materiais utilizando partículas de sílica coloidal de menores dimensões (Netto, 2003).

2.2.2.2 Resinas Compostas de micropartículas

Com o estudo e desenvolvimento de novos compósitos surgiram, na década de 70, os compósitos microparticulados. Estes compósitos na sua composição possuem pequenas partículas de dióxido de silício também denominada sílica coloidal. Este tipo de resina

apresenta, ao contrário das macroparticuladas, uma superfície externa muito lisa passível de bom polimento e com grande durabilidade, boa resistência ao desgaste e boa estabilidade da cor (Netto, 2003).

As resinas microparticuladas foram criadas para minimizar os problemas de baixa translucidez e rugosidade superficial associadas às resinas compostas tradicionais. Houve de facto uma adição de partículas de carga inorgânicas de sílica coloidal que variam entre os 0,04 e os 0,4 μm de tamanho. Grande volume do material restaurador, 40% a 80% em volume, é feito em resina e isto explica o motivo das resinas microparticuladas possuírem propriedades físicas e mecânicas inferiores às resinas compostas tradicionais (Anusavice, 2005). Este tipo de resinas microparticuladas possui um elevado coeficiente de expansão térmica e uma diminuição do módulo de elasticidade. Quando este tipo de resinas é aplicado em restaurações de dentes posteriores, começam-se a desgastar a uma velocidade inadequada para um desempenho clínico aceitável. O uso das resinas microparticuladas é, portanto, preferível em restaurações de dentes posteriores (classe III e classe IV) com lesões cariosas em superfícies lisas (Rocha, 2006).

2.2.2.3. Resinas Compostas Microhíbridas

Os compósitos microhíbridos são dos mais utilizados atualmente, devido ao tamanho reduzido das suas partículas que possibilita um bom polimento e uma estética bastante razoável (Deliperi et al., 2002; Silikas et al., 2005).

O elevado conteúdo inorgânico que estes compósitos possuem na sua composição, proporcionam consequentemente excelentes propriedades físicas e mecânicas (Anusavice, 2003; Netto, 2003).

Assim como nos compósitos híbridos, o conteúdo inorgânico dos compósitos microhíbridos é composto por dois tipos de partículas, micropartículas de sílica coloidal com cerca de 0,04 μm e partículas de vidro com metais pesados com tamanho entre os 0,1 e os 0,5 μm (Mitra et al., 2003).

Num estudo, Lopes e col., concluíram que as partículas dos compósitos microhíbridos além de possuírem um tamanho médio inferior ao dos compósitos híbridos, apresentam

uma distribuição mais uniforme, tornando-os mais fácil de polimerizar (Lopes et al., 2005).

A principal diferença entre as resinas microhíbridas e híbridas reside no tamanho médio das partículas de vidro, sendo ligeiramente menor nas resinas microhíbridas (Mitra et al., 2003; Lopes et al., 2004).

De salientar também que as resinas microhíbridas têm características físicas superiores às microparticuladas. No entanto, não apresentam vantagens na durabilidade e no polimento (Burgess et al., 2002; Wakefield et al., 2001).

2.2.2.3.1 Indicações Clínicas

Este tipo de compósitos pode ser usado em restaurações posteriores, devido às suas boas propriedades físicas e mecânicas (boa resistência à fratura e a forças de compressão) e em restaurações anteriores pois preconizam um bom polimento e para além disso este tipo de compósitos estão disponíveis no mercado numa vasta gama de cores, opacidades e translucidez (Mozner et al., 2004).

2.2.2.4. Resinas Compostas Microhíbridas com nanopartículas

Desde a criação do primeiro compósito dentário, por volta da década de 70, muitos estudos têm sido realizados na procura do material restaurador perfeito. (Fortin e Vargas, 2000).

Estes estudos são baseados na matriz das resinas dando foco ao tipo de partículas inorgânicas e ao seu tamanho. Estas pesquisas são da maior importância pois as propriedades mecânicas dos compósitos dentários dependem da concentração e do tamanho das partículas inorgânicas (Lin et al., 2006).

De salientar, que um dos avanços mais importantes nesta temática é o uso da nanotecnologia nas resinas compostas. A nanotecnologia compreende a produção e manipulação de materiais e estruturas com tamanho a rondar os 0,1 – 100 nm, através de métodos químicos e físicos. (Mitra et al., 2003; Wetzal et al., 2003). O tamanho das partículas nas resinas híbridas ronda os 8 – 30 µm e os 0,7 – 3,6µm nas resinas microhíbridas, mas recentemente, nanopartículas, com tamanho entre 5 – 100 nm, foram desenvolvidas e estão presentes nas resinas nanohíbridas (Ward et al., 2005).

Podemos afirmar que as resinas híbridas e microhíbridas tratam-se dos materiais precursores das resinas nanohíbridas (Silikas et al., 2005).

O grande interesse dos nano-materiais é o facto de poderem ser utilizados para manipular a estrutura dos materiais, trazendo grandes avanços para as propriedades mecânicas, químicas e ópticas (Mozner et al., 2004).

As resinas nanohíbridas, devido ao tamanho reduzido das suas partículas, possuem uma menor contração de polimerização e uma optimização substancial das suas propriedades mecânicas, tais como, a resistência à tracção, resistência à compressão e a resistência à fratura. Estas características parecem ser equivalentes ou por vezes superiores às resinas microhíbridas (Debastiani et al., 2005).

O tamanho reduzido das partículas melhora também as propriedades ópticas deste tipo de resina nanohíbrida, o seu diâmetro é uma fracção do comprimento de onda da luz visível o que resulta na incapacidade do olho humano detetar essas mesmas partículas. Além disso, a taxa de desgaste é menor e a retenção do brilho é maior. Como consequência destas características físicas, químicas e ópticas os fabricantes recomendam o uso de resinas nanohíbridas tanto para restaurações anteriores como para restaurações posteriores (Debastiani, 2005).

Dependendo dos fabricantes, esta nova classe de compósitos pode conter partículas de vidro convencionais com cerca de 1 μm , combinadas com nanopartículas organicamente modificadas, aglomerados de nanopartículas (*nanoclusters*), partículas nanométricas (*nanofillers*) menores que 100 nm e nanopigmentos (Ferracane et al., 2005).

Os *nanoclusters*, que resultam da agregação de nanopartículas, vão resultar numa superfície da resina mais polida e consequentemente mais lisa (Davis et al., 2004). Os *nanoclusters* mimetizam também, a acção das partículas dos compósitos híbridos convencionais, proporcionando resistência a este material restaurador. Por seu lado os nanopigmentos facilitam a adaptação da cor ao dente, resultando em restaurações mais estéticas (Lambert et al., 2005).

Num estudo *in vitro* realizado por Mitra e col., foram comparadas as propriedades de um compósito com nanopartículas com outros tipos de compósitos existentes no mercado (híbridos, microhíbridos e microparticulados).

Os autores concluíram que o nano-compósito apresentava melhor polimento e maior durabilidade, idêntico ao microparticulado, mantendo as boas propriedades físicas e mecânicas dos compósitos híbridos (Mitra et al., 2003).

2.2.2.4.1. Indicações Clínicas

Como já foi referido anteriormente, devido à reduzida contração de polimerização, taxa de desgaste, à boa resistência física e mecânica e devido ao bom polimento as resinas nanohíbridas estão indicadas tanto para restaurações anteriores como para restaurações posteriores (Debastiani, 2005).

ii.ii.iii. Resinas Compostas atualmente utilizadas para restaurações de dentes posteriores

No sentido de tornar as restaurações de dentes posteriores mais duráveis e estéticas, as resinas compostas têm sido alvo de intensa pesquisa (Bayne et al., 1994).

Este tipo de pesquisa tem sido directamente focado no desenvolvimento e refinamento dos compósitos na tentativa de estes ultrapassarem algumas limitações como a contração de polimerização, possibilidade de fratura, pigmentação da restauração e o seu desgaste (Mazer et al., 1992).

De uma forma geral, as resinas compostas com melhores propriedades físicas, mecânicas e químicas são as que possuem elevado conteúdo inorgânico, contudo, os compósitos com partículas mais pequenas são os mais fáceis de polir, resultando desta forma em restaurações mais estéticas (Bayne et al., 1994).

Silikas e col., num estudo com vários compósitos microhíbridos e um compósito nanohíbrido, concluíram que este último não apresentou vantagens em termos de textura superficial, brilho e profundidade de polimerização em relação aos compósitos microhíbridos (Silikas et al., 2005).

Por outro lado, Yap e col., num estudo em que avaliaram a durabilidade de polimento de vários materiais restauradores estéticos, concluíram que as resinas nanohíbridas apresentam superfícies significativamente mais lisas que os outros materiais estudados (Yap et al., 2004).

Idealmente, as resinas compostas devem simular as propriedades do esmalte e dentina, nomeadamente no que respeita a dureza, coeficiente de expansão térmica, módulo de elasticidade, resistência à compressão e à fratura, cor e desgaste. As resinas devem também possuir o mínimo de contração de polimerização e absorção de água e uma viscosidade adequada para o seu fácil manuseamento pelo médico dentista (Willems et al., 1993).

Segundo Barnes e col., a *American Dental Association Council of Dental Materials, Instruments, and Equipment*, faz cinco recomendações para as propriedades e características das resinas compostas usadas em restaurações posteriores (Barnes et al., 1991). Devem ter elevada resistência ao abrasão e ao desgaste, selamento eficaz aquando da entrada de fluidos e bactérias para a interface dente/restauração, adequada adaptação às paredes cavitárias, devem ser radiopacos, resistência à degradação pela água e inserção razoável e clinicamente testada (Barnes et al., 1991).

Desta forma os compósitos híbridos, microhíbridos convencionais e com nanopartículas estão indicados para restaurações de dentes posteriores.

Uma nova resina composta foi desenvolvida nos últimos anos com indicações para restaurações de dentes posteriores, designada resinas condensáveis, apesar de não poderem ser condensadas como o amálgama, este material apresenta alta densidade e pode ser pressionado na caixa proximal do preparo cavitário. Esta resina apresenta elevada resistência à compressão mastigatória e fratura, bom acabamento, reduzida contração de polimerização (Jackson et al., 2000).

ii.ii.iv. Vantagens das Resinas Compostas

Cada vez mais os pacientes solicitam restaurações não metálicas, não só por razões estéticas, mas também devido à questão da toxicidade do mercúrio associada às restaurações com amálgama. As resinas compostas á base de bis – GMA têm sido melhoradas tanto nas suas propriedades físicas como nas propriedades químicas ampliando desta maneira o seu uso clínico em medicina dentária.

As principais vantagens das resinas compostas são o facto de proporcionarem restaurações altamente estéticas e permitirem um preparo extremamente conservador.

2.2.4.1. Estética

As resinas compostas têm sido o material de eleição usado em restaurações dentárias principalmente devido ao fator estético, pois trata-se do material que mais mimetiza a cor natural dos dentes (Ferracane et al., 2011).

A maioria das resinas compostas possuem na sua constituição o polímero de bis-GMA e possuem também uma ampla variedade de partículas inorgânicas na sua constituição, de maneira a melhorar as suas propriedades físicas e químicas, como já foi referido anteriormente.

Estudos revelam ser mais vantajoso para as propriedades estéticas, a adição de hidroxiapatite na composição do compósito em detrimento das partículas de carga inorgânica. A hidroxiapatite irá melhorar o factor estético do material, melhorando o polimento do mesmo e trazendo outras vantagens, nomeadamente vantagens económicas.

Segundo Concépcion et al., no que concerne ao fator estético dos compósitos, os que têm uma percentagem baixa de partículas inorgânicas incorporadas irão deformar-se com maior facilidade com as forças mastigatórias, particularmente nas zonas posteriores, no entanto estes compósitos poderão ser clinicamente usados em restaurações anteriores, visto proporcionarem uma maior estética. (Concépcion et al., 2000).

Dentro das características estéticas podemos salientar a sua translucidez e a transparência que devem ser suficientes para igualar a cor natural dos dentes (Anusavice, 1998) .

A medicina dentária, atualmente, tem sido orientada para restaurações mais estéticas, rápidas e seguras mas acima de tudo mais conservadoras. As resinas compostas hoje em dia, dominam o mercado mundial e isto é resultado da sua eficiência clínica e do fator estético conferido por este material restaurador (Machado,2000; Baratieri et al.,2001)

2.2.4.2. Preparo Conservador

Nos últimos anos a medicina dentária sofreu mudanças em alguns dos seus conceitos, sendo que a estética e a procura por tratamentos mais conservadores fazem parte, hoje em dia, da rotina dos médicos dentistas (Ferraz Da Silva et al., 2008).

Devido a todas as questões de ordem estética e como consequência da utilização das resinas compostas e das técnicas adesivas, existe, atualmente, uma maior necessidade por parte dos médicos dentistas de fazerem preparos mais conservadores para uma maior manutenção da estrutura dentária e consequentemente uma maior resistência mecânica dos dentes (Mano azul, Mano Azul e Lácer,2000).

O preparo cavitário associado às resinas compostas deverá ser sem bisel e restrito apenas à lesão cariada, com o intuito de preservar o máximo de estrutura dentária remanescente. Poderá ser feita também, através de instrumentos de corte manual, uma regularização final desse mesmo preparo cavitário (Ferraz Da Silva et al., 2008).

Segundo Jackson e Morgan em cavidades que envolvam a face proximal, não é necessário estender o preparo para romper os preparos proximais como numa restauração de amálgama.

Segundo Mondelli a forma do contorno das cavidades limita-se a englobar os tecidos comprometidos pela cárie, sem a necessidade de extensão do preparo com intuito da prevenção, devendo preservar-se as pontes de esmalte, cúspides e vertentes.

Vários autores apontam a resina composta como material de restauração de excelência para restaurações conservadoras e quando o factor estético é preponderante (Jackson e Morgan,2000; Baratieri et al.,2001; Burges et al., 2002).

ii.ii.v. Limitações das Resinas Compostas

Os compósitos à base de resina têm sido um material de eleição em restaurações dentárias em detrimento à amálgama dentária e a sua popularidade continua a crescer entre os médicos dentistas (Hickel, 2009;Christensen, 2007).

No entanto, apesar da estética, o compósito à base de resinas possui algumas limitações que são importantes destacar, nomeadamente a contração de polimerização, fratura de restauração, micro infiltração, possibilidade de pigmentação superficial, a extensão da área a ser restaurada e a sensibilidade da técnica restauradora (De Souza et al., 2010).

2.2.5.1. Contração de Polimerização

Nos últimos anos, a medicina dentária, sofreu um grande avanço técnico-científico no campo dos materiais restauradores, que se tornaram cada vez mais estéticos e resistentes, melhorando a qualidade das restaurações.

Neste contexto as resinas compostas têm permitido a realização de restaurações clinicamente satisfatórias e estéticas, tanto em dentes anteriores como em dentes posteriores (Mondelli et al., 2003). Os métodos e os aparelhos para polimerizar as resinas compostas também têm evoluído, procurando melhorar as propriedades e aumentar a longevidade das restaurações. No entanto, é sabido, que existe uma aproximação das moléculas para permitir a formação das cadeiras poliméricas durante a polimerização (Rueggeberg, 1999).

A contração de polimerização tem sido amplamente estudada em função dos problemas clínicos que pode causar às restaurações, tais como, sensibilidade pós operatória, infiltração marginal e cáries secundárias, que podem comprometer a longevidade das restaurações (Carvalho et al., 1996;Deuillier et al., 2000).

A tensão desenvolvida durante a polimerização, é o principal problema associado à contração de polimerização. Esta tensão interfere com a integridade da restauração adesiva, na medida em que provoca o rompimento das ligações adesivas e afastamento do material restaurador das paredes do preparo cavitário, formando-se uma microfenda que permite a entrada de fluidos orais e conseqüentemente de bactérias que provocam hipersensibilidade dentária, pigmentação das margens e aparecimento de recidivas de cárie (Kemp, Sholte e Davidson, 1990).

A maior parte desta tensão de contração ocorre durante a fase inicial da polimerização e vai diminuindo gradualmente com o tempo (Idriss et al., 2003).

O escoamento do compósito vai dissipando esta tensão, até alcançar o chamado ponto G (ponto de geleificação). Antes do ponto G a resina composta é flexível, acomodando desta forma a tensão libertada. A partir deste ponto a resina composta já não se pode deformar sendo a tensão transmitida à estrutura dentária.

Quanto mais prolongada a fase pré-gel, menor a tensão resultante na fase pós-gel. Apesar disso, segundo Stansbury e col., quando se atinge a fase de vitrificação (última

fase da polimerização), a tensão de contracção aumenta drasticamente (Burgess et al., 2002). Um dos principais fatores que interfere com o escoamento das resinas compostas é o fator C.

O fator C pode ser definido como o quociente/relação entre as superfícies em que a resina composta contacta com as paredes da restauração e as superfícies em que a resina não contacta com nenhuma parede, possibilitando desta forma uma maior deformação (Burgess et al., 2002; Mozner et al., 2001; Baratieri, 2001; Loguercio et al., 2004).

O comportamento das restaurações em resina composta são intimamente influenciadas por este fator, uma vez que está relacionado com a capacidade de estas mesmas restaurações libertarem a tensão pelo escoamento nas superfícies onde não existe parede. Por exemplo, numa cavidade de classe I restaurada em bloco, tem o maior fator C possível, ou seja igual a 5, que corresponde ao quociente entre o número de paredes em contacto com a resina (5), e o número de superfícies onde não existe parede (1), que seria a parede oclusal e a única passível de se deformar para acomodar as tensões de contracção (Baratieri, 2001).

Quanto maior o fator C, maior a probabilidade de falha de restauração com resina composta, pois a resina acomoda menor tensão gerada pela contracção, uma vez que não tem por onde se deformar, sendo maior a tensão de contracção gerada (Braga et al., 2004; Burgess et al., 2002).

O fator C, deve ser o mais baixo possível (Carvalho et al., 1996), entre 1 a 1,5, criando condições para alívio de tensões criadas pela contracção de polimerização (Baratieri, 2001).

2.2.5.2. Microinfiltração

A microinfiltração tem sido definida como uma passagem, não detectável através de exame clínico, de bactérias e dos seus produtos de metabolização, fluidos e substâncias químicas através dos espaços (*gaps*), criados na interface dente/restauração, sendo considerada como um dos fatores que exerce maior influência na longevidade das restaurações dentárias (Raskin et al., 2003).

Estes espaços podem ter entre 20 a 50 micrómetros (μm) de largura e são originados devido à falta de adaptação e adesão dos materiais restauradores (Ben-Amar et al., 2005).

O principal fator, diretamente responsável pela microinfiltração na interface dente/restauração é a contração de polimerização das resinas compostas.

É durante a contração de polimerização que se formam *gaps* marginais que colocam em causa a longevidade da restauração (Deliperi et al., 2002).

Estes *gaps* marginais podem variar entre 1,67 e 5,58% do volume total da restauração. No entanto, os *gaps* que não se localizam na margem cavo superficial, podem causar também problemas clínicos significativos.

A microinfiltração das restaurações com compósito pode ser influenciada tanto pelo *stress* externo produzido durante a mastigação como pelo *stress* interno produzido pela contração de polimerização e pelas diferenças nas características de expansão térmica do material restaurador e do dente. Estas tensões podem causar alterações volumétricas que comprometem as propriedades dos materiais restauradores, podendo criar aberturas marginais e podendo deformar a estrutura dentária (Lopes et al., 2005).

Existem outros factores que podem contribuir para o aparecimento da micro infiltração como a dissolução da *smear layer* ou de forros, a degradação do sistema adesivo ou da própria restauração.

Num estudo realizado, Fruits e col. demonstraram que a utilização de materiais restauradores com um baixo módulo de elasticidade diminuía a micro infiltração. Os autores constataram também que as resinas compostas híbridas exibiam maior micro infiltração que as resinas micro particuladas e fluídas. Fruits e col. concluíram que o módulo de elasticidade das resinas é um fator importante na micro infiltração (Fruits et al., 2002).

2.2.5.3. Nanoinfiltração

O termo **nanoinfiltração** foi introduzido para descrever um tipo específico de infiltração, subjacente ou dentro da camada híbrida, distinguindo-se desta maneira da

microinfiltração, que está associada à formação de *gaps* (Pioch et al., 2001; Federlin et al., 2002).

Afirmamos que existe nanoinfiltração quando existem espaços nanométricos (ou nano espaços) interfibrilares de apenas 0,02µm ou 20 nm (Dorfer et al., 2000).

Estes espaços estão localizados entre a dentina inalterada e a rede de colagénio superficial, que deveria ter sido penetrada pela resina composta de maneira a reforçar as estruturas dentinárias desmineralizadas, aumentando assim, a permeabilidade da camada híbrida (Dorfer et al., 2000;Prati et al., 2005).

Este tipo específico de infiltração existe principalmente quando se utiliza os sistemas adesivos de total condicionamento.

Por seu lado a micro infiltração está associada à infiltração de *gaps* e é independente da nanoinfiltração (Pioch et al., 2001).

A importância da nano infiltração para a longevidade das restauração com resinas compostas ainda não se encontra bem definida (Dorfer et al., 2000).

É sabido que a entrada de bactérias através destes espaços nanométricos é quase impossível, senão de todo, impossível. No entanto, os produtos bacterianos, como enzimas e ácidos, água e os sais minerais podem fazer da nano infiltração uma via de penetração através da camada híbrida para os túbulos dentinários, expondo desta maneira as proteínas da interface dentinho-adesiva à acção das enzimas bacterianas proteolíticas (Correa et al., 2012).

Dorfer e col. referem que a nanoinfiltração pode influenciar o aparecimento de cáries secundárias, descoloração marginal, sensibilidade pós operatória e ainda a possibilidade de interferir com a longevidade das restaurações com resina (Pioch et al., 2001;Federlin et al., 2002). Os autores afirmam também que o mecanismo que conduz à nano infiltração parece estar relacionado em parte com a discrepância existente entre a profundidade de condicionamento ácido e a profundidade de penetração do adesivo e com a presença de monómeros do *primer* não polimerizados, que podem originar microporosidades na camada híbrida.

2.2.5.4. Sensibilidade da técnica

As restaurações com compósito exigem uma técnica restauradora muito meticulosa e sensível e conseqüentemente exigem a obediência a um protocolo clínico rigoroso (Baratieri, 2001).

A seleção adequada do tipo de compósito, pelo médico dentista, para cada caso, é preponderante para o êxito e durabilidade da restauração dentária. No caso específico das restaurações em zonas posteriores está indicado o uso de resinas compostas com elevado conteúdo de carga inorgânica (Baratieri, 2001).

Existem outros fatores que podem estar inerentes ao fracasso da técnica restauradora e conseqüentemente ao comprometimento da restauração dentária como o preparo cavitário incorrecto, inadequada técnica adesiva, incorrecta adaptação da resina composta às paredes do preparo, a aplicação incorrecta de matrizes e cunhas, polimerização insuficiente, desgaste oclusal e acabamento e polimento inadequados (Baratieri, 2001; Estafan et al., 2000).

Outro fator, não menos importante, e que pode levar ao fracasso das restaurações com resinas é a falta de isolamento do campo operatório (Estafan et al., 2000). A entrada de bactérias, fluidos e água no compósito podem levar a uma falha adesiva e degradação rápida do material restaurador. A entrada de água no compósito faz com que este se expanda, designada expansão higroscópica (Craig et al., 2002; Carvalho et al., 1996; Lagouvardos et al., 2003).

É sabido que a água se comporta como um material plástico que induz a corrosão e hidrolisa a união matriz orgânica/partículas inorgânicas, comprometendo assim as propriedades físicas e mecânicas da resina compósitas (Sarret et al., 2005).

Em situações clínicas que seja difícil manter um isolamento do campo operatório satisfatório ou que os pacientes não agüentem o tempo estimado de trabalho está contra indicado o uso de resinas compostas podendo ser usadas em detrimento destas a amálgama dentária.

2.2.5.5. Extensão e localização da cárie

A durabilidade e a viabilidade de uma restauração dependem da localização, tamanho e da forma dos preparos cavitários. Quanto menor for a área a ser restaurada e idealmente, se não houver envolvimento de cúspides, melhor será o prognóstico para essa mesma restauração. Neste caso a restauração será sujeita a uma menor força oclusal e desgaste mecânico. Pelo contrário, quanto maior for a área a restaurar, ou seja, quanto maior for o preparo maior será o potencial de desgaste superficial da resina composta ao longo do tempo (Leinfelder, 2005).

De maneira a evitar o fracasso das restaurações de dentes posteriores com resinas compostas existem algumas considerações clínicas muito importantes, entre as quais podemos destacar: a restauração não deverá envolver as cúspides, a largura V-L da restauração não deve ultrapassar um terço da distância inter cuspídea e idealmente a parede gengival do preparo deve estar localizada em esmalte saudável, evitando desta forma, que a restauração se degrade (Anusavice, 2003).

2.2.5.6. Pigmentação superficial

Cada vez mais, surgem no consultório dentário, pacientes a pedir a substituição de restaurações com amálgama por restaurações com resinas compostas, devido fundamentalmente ao fator estético inerente às últimas. Para esse fator estético, as resinas compostas precisam incluir na sua composição pigmentos inorgânicos e opacificadores para poderem ter visualmente a mesma cor do dente natural.

O principal composto a ser incorporado nas resinas é o bário, que vai aumentar a radiopacidade da resina composta. Contudo, a sua utilização excessiva diminui a translucidez do material restaurador. É possível destacar outros compostos inorgânicos como o estrôncio, o zircônio e o boro. Estes compostos, assim como o bário, constituem uma barreira física à passagem de luz através do compósito, interferindo desta maneira na sua opacidade e fluorescência (Fortin e Vargas, 2000; Anusavice, 2003).

Devido ao facto dos compósitos dentários serem o material restaurador de excelência para restaurações estéticas, é da maior importância determinar que fatores são susceptíveis de alterar a cor do próprio compósito (Bagheri et al., 2004).

Em 1998, Minelli et al. verificaram alterações de cor de algumas resinas compostas com café e vinho, concluindo que as alterações de cor ocorrem em função do tempo em

relação às diferentes soluções e algumas resinas apresentam maior propensão a pigmentar-se. Entre as soluções verificaram e concluíram que o vinho apresentou maior significância na pigmentação dos compósitos quando comparado com o café.

No estudo de Luce e Campbel, 1988, foi observado que a maior parte das manchas ocorrem nos primeiros dez dias e que todos os compósitos apresentaram a mesma penetração de mancha, independentemente do agente causador.

Além da composição das próprias resinas compostas e de agentes ou fatores extrínsecos que podem provocar pigmentação superficial, o acabamento e o polimento também podem provocar pigmentação na superfície da resina, podendo assim estar relacionado com a descoloração precoce de uma restauração, afetando o brilho e a coloração extrínseca (Hachya et al., 1984).

2.3. Amálgama vs Resinas Compostas

Apesar da diminuição da prevalência de cárie em muitos países, existe ainda uma grande necessidade de realizar restaurações em dentes posteriores (Correa et al., 2012).

O amálgama dentário foi de fato o material restaurador de eleição para restaurações de dentes posteriores durante o século XX, e isso deveu-se a algumas características desse material, como o baixo custo, resistência, longevidade e menor sensibilidade da técnica restauradora, quando comparado com as resinas compostas. Apesar destas vantagens, o amálgama apresenta algumas limitações, como a ausência de adesão aos tecidos dentários e talvez a mais preponderante, a falta de estética (Cenci et al., 2004).

Devido a estas limitações do amálgama, enquanto material restaurador, desenvolveram-se outros tipos de materiais, como as resinas compostas (Cenci et al., 2004), e, desde que as resinas se tornaram uma alternativa viável ao amálgama para restaurações de dentes posteriores, ocorreu uma mudança dramática na eleição do material restaurador para dentes posteriores, não só devido à exigência dos pacientes por restaurações mais estéticas mas também devido à capacidade adesiva das resinas compostas, e a uma menor necessidade de destruição do tecido dentária a quando da realização das cavidades, fatos não inerentes ao amálgama (Correa et al., 2012).

ii.iii.i. Sensibilidade da técnica

Como referido anteriormente, as restaurações com compósito exigem uma técnica restauradora muito mais meticulosa do que a técnica restauradora do amálgama, que tem muito pouco em comum com a técnica utilizada para as resinas compostas, como por exemplo, a forma de aplicação e o processo de polimerização, que com a técnica do amálgama é inexistente. No caso das restaurações com compósitos, a dificuldade na execução de pontos de contato proximais e de contornos requer algumas vezes técnicas e instrumentos operatórios especiais (Peretz et al., 2002).

No caso das restaurações com resinas compostas existem diversos fatores que poderão levar o médico dentista a cometer falhas e conseqüentemente comprometer a restauração. Um incorreto preparo cavitário, baseado em princípios que não se aplicam às técnicas adesivas e com demasiado sacrifício de estrutura dentária, conformação cavitária que pode exponenciar a contração de polimerização, má seleção da técnica adesiva (Estafan et al., 2000; Baratieri, 2001), aplicação imprópria de matrizes e cunhas, polimerização insuficiente, polimento e acabamento inadequado e ainda o desajuste oclusal (Baratieri, 2001).

Um outro fator técnico preponderante e que pode levar à falha da restauração dentária com resina composta é a falta de isolamento absoluto e a conseqüente infiltração de humidade na restauração (Estafan et al., 2000).

A entrada de água, saliva e fluidos na restauração, irá levar uma degradação da restauração devido à falha adesiva. A entrada de água na massa da resina composta, faz com que o material se expanda (expansão higroscópica) (Craig et al., 2002; Carvalho et al., 1996).

A água comporta-se como um material plástico, que irá induzir a corrosão e hidrolisar a união partículas inorgânicas/matriz orgânica comprometendo assim, as propriedades físicas e mecânicas das resinas, assim como a sua resistência ao desgaste (Sarret et al., 2005; Musanje et al., 2003).

ii.iii.ii Resistência ao Desgaste

Desgaste é o fenómeno que ocorre em qualquer tipo de superfície quando exposta ou em contacto com outra superfície ou com substâncias quimicamente ativas. O desgaste ocorre através de micro cortes, micro fraturas e micro fadiga (Cliffs et al., 1986).

A fratura da estrutura dentária, especialmente das cúspides, oscila entre 10 e 12%, seja em restaurações com amálgama ou com resinas compostas. Isto acontece porque a força oclusal aplicada a uma restauração é transmitida ao longo das paredes axiais e da sua base, fazendo pressão na estrutura dentária que a circunda (Baratieri et al., 2001).

Cada vez mais, tem vindo, a aumentar o uso das resinas compostas para restaurações de dentes posteriores, e este aumento é atribuído principalmente ao fator estético das resinas e à potencial toxicidade do mercúrio associada às restaurações com amálgama (Yang et al., 2004).

Contudo, umas das causas de insucesso clínico das restaurações com resinas compostas é o desgaste oclusal. Presentemente, a resistência ao desgaste, tem sido melhorada através da incorporação de partículas finas na sua composição, reduzindo assim, a exfoliação durante o processo de desgaste (Dietschi et al., 1996).

A abrasão e atrição têm sido identificados como as principais causas pelo desgaste das resinas compostas nas restaurações dentárias (Yang et al., 2004).

Adams, num estudo realizado, em 1999, constatou que as taxas de desgaste das resinas compostas para a utilização em dentes posteriores, são comparáveis ou até melhores que as do amálgama dentário. Referiu também que resina compactável *Surefil – Dentsply*, demonstrava ser um substituto ideal ao amálgama. No caso dessa resina específica, esta permite obter boas características estéticas e características de manuseamento semelhantes às do amálgama.

ii.iii.iii. Longevidade das Restaurações

A idade média das restaurações a amálgama é de aproximadamente 10 a 12 anos enquanto que as restaurações com resinas compostas duram 7 a 8 anos, apesar de que, nos últimos anos, tem havido diversos estudos e pesquisas no sentido de melhorar a

qualidade das resinas compostas e conseqüentemente a sua longevidade (Burke et al., 2003).

Outro autor, Forss (2001) obtivera os seguintes resultados no que concerne à longevidade: 12 anos para amálgama e cerca de 5 anos para os compósitos.

No que concerne à longevidade das restaurações dentárias, estudos e ensaios clínicos recentes evidenciam que as restaurações com amálgama quando comparadas com as restaurações com resinas compostas, apresentam uma longevidade ligeiramente maior, e em alguns casos igual (Correa et al., 2012).

Tanto o amálgama como as resinas compostas são indicadas para restaurações de dentes posteriores (Classes I e II) mas presentemente o uso do amálgama tem sido descartado em detrimento às resinas compostas (Opdam et al., 2005).

Contudo, a deterioração e a conseqüente infiltração das restaurações com resinas compostas em dentes posteriores são uma realidade e pode-se constatar clinicamente com o passar do tempo (Peris et al., 2003).

Foi realizado em 2007, um estudo clínico por Opdam et al., de carácter retrospectivo com o objetivo de avaliar a longevidade de restaurações de classe I e II com amálgama dentária e resina composta em dentes posteriores. Num período de tempo entre 1990 e 1997, foram realizadas 2867 restaurações dentárias. Estas restaurações foram registadas em 2002, das quais 912 em amálgama e 1955 em resina composta, em 621 pacientes. Quando se procedeu à avaliação das restaurações, constatou-se insucesso clínico em 182 restaurações realizadas com amálgama e 259 em resina composta. As principais causas para o insucesso clínico em ambos os materiais foram lesões de cárie (34%), dentes endodonciados (12%) e dentes fraturados (13%). Foram também realizados cálculos a partir da amostra e revelaram uma eficácia das restaurações em resina composta de 91,7% num período de 5 anos e de 82,2% em 10 anos. A eficácia no amálgama dentária, por seu lado, foi de 89,6% num período de 5 anos e de 79,2% ao fim de 10 anos.

Este estudo evidenciou e concluiu que o número de faces restauradas por dente, eram o principal fator de influência no sucesso e longevidade das restaurações, quer com resinas compostas, quer com amálgama. Não foi encontrado qualquer relação

significante no que concerne ao operador, material, idade ou sexo do paciente (Opdam et al., 2007).

Osborne, em 2006, referiu que a utilização do amálgama dentário como material restaurador está a desaparecer, apesar das suas vantagens, das quais se destaca a sua longevidade como material restaurador. O amálgama é de fato uma opção restauradora viável.

Tanto as resinas compostas como o amálgama demonstram uma grande eficácia clínica para restaurações de dentes posteriores. Os médicos dentistas dever-se-ão focar primeiramente na promoção de uma boa higienização oral, especialmente considerando que os fatores para a falha das restaurações em dentes posteriores, estão intimamente ligados ao paciente e ao próprio técnico, do que ao tipo de material que é efetivamente usado para as restaurações (Wirsching et al., 2011).

Esta atitude preventiva vai influenciar diretamente a longevidade das restaurações, quer com resinas quer com amálgama dentária. Os mais recentes estudos sugerem que a escolha do tipo de material restaurador por parte dos médicos dentistas, está relacionado com o tipo de cáries, características da cavidade e o tipo de dente (Correa et al., 2012).

ii.iii.iv. Microinfiltração marginal

As cáries secundárias continuam a ser a principal causa para o insucesso em restaurações realizadas com resinas compostas. Os dentes restaurados com resinas, estão particularmente sujeitos a este fenómeno devido ao stress gerado na interface entre o dente e a restauração, durante a contração de polimerização (Gomes et al., 2011).

Esta contração de polimerização vai originar uma falha adesiva entre o dente e o compósito, favorecendo a passagem de fluídos e bactérias na interface entre o dente e a restauração, resultando em microinfiltração marginal, que por sua vez leva ao aparecimento de cáries secundárias (Oliveira et al., 2012).

Assim como a contração de polimerização, característica das resinas compostas que leva à microinfiltração marginal, a qualidade do adesivo usado na restauração pode também levar a esse mesmo fenómeno. A microinfiltração marginal é fortemente

controlada pela adaptação marginal, e esta microinfiltração é considerada uma das maiores desvantagens das resinas compostas (Tolidis et al., 2013).

Embora as resinas compostas exibam melhor adaptação marginal que o amálgama dentário (Duncalf et al., 2001), as restaurações com amálgama raramente são comprometidas devido ao aparecimento de cáries secundárias. Como já foi referido, a deposição de óxidos ao longo do tempo pelo amálgama resulta numa excelente adaptação marginal (Tolidis et al., 2013).

Foi realizado um estudo sobre a infiltração marginal em cavidades de classe II, totalmente restauradas com resina composta ou estas combinadas com amálgama. Para a realização deste estudo, foram convencionalmente preparados vinte pré-molares recém extraídos. Em dez dentes, a margem gengival foi estendida à região do cimento, limitando-se os restantes ao esmalte, a 1-2 mm aquém da junção amelo-cimentária. Numa das caixas proximais, o terço cervical foi preenchido com um verniz cavitário e posteriormente preencheu-se com amálgama. O passo seguinte foi o condicionamento ácido das paredes cavitárias e superfícies do amálgama, aplicação do adesivo e aplicação de resina composta em toda a cavidade. Após serem submetidos a 1000 ciclos térmicos, com temperaturas a oscilar entre os 4°C e os 60°C, os dentes foram armazenados numa solução corante de azul de metileno a 2% e uma solução de bórax durante 24 horas, e posteriormente esses mesmos dentes foram seccionados, num sentido longitudinal. Procedeu-se a análise das amostras através de um microscópio binocular, avaliando-se a infiltração marginal pela profundidade de penetração do azul de metileno nas interfaces material restaurador/cimento, material restaurador/esmalte e entre os materiais restauradores e a formação de espaços nestas interfaces. Constatou-se que o grau de infiltração na interface resina composta/cimento foi significativamente maior que na interface resina composta/esmalte e concluíram que a efetiva associação entre o amálgama e as resinas compostas em restaurações de dentes posteriores apresenta sucesso no controlo da microinfiltração marginal (Eidelman et al., 1990).

Cehreli et al., em 2010, demonstraram que a microinfiltração marginal na interface amálgama/resina era maior que na interface dente/amálgama.

Kournetas et al., em 2010, usaram uma escala qualitativa e concluíram que a adaptação marginal em amálgama/resina era comparável à interface dente/resina com uma técnica adesiva *self-etch*.

O tipo de material restaurador testado, o preparo cavitário, o tipo de tecido dentário, a idade do dente, a condensação do amálgama, o tipo de adesão tanto do amálgama como das resinas compostas, o tipo de polimerização, a deposição de óxidos ao longo do tempo pelo amálgama e os ciclos térmicos, todos afetam a microinfiltração marginal e afetam desta forma as restaurações em dentes posteriores (Tolidis et al., 2013).

Schuurs et al., (1996) consideram a aparência estética (e conseqüentemente a satisfação do paciente) como a razão mais preponderante para a substituição da amálgama pelas resinas compostas.

No entanto, apesar da vantagem estética, existem outros fatores que devem ser discutidos com o paciente aquando da substituição da amálgama dentária pelo compósito, como o facto de as restaurações com compósito serem mais estéticas mas apresentarem uma longevidade e durabilidade menor que o amálgama, aumentando a probabilidade de aparecimento de cáries secundárias e fratura da restauração (Zhang et al., 2011).

A maior preocupação dos pacientes com o fator estético, pode ser constatada nos consultórios privados. Cada vez mais os médicos dentistas têm descartado o uso da amálgama nas suas clínicas.

Haj – Ali et al. em 2005 relatou que aproximadamente 32% dos médicos dentistas não usavam amálgama dentária nos seus consultórios (Ferracane et al., 2008).

Esta preocupação crescente dos pacientes pela saúde oral e pela estética leva também a que os médicos dentistas adotem uma abordagem muito menos invasiva nos procedimentos restauradores e no controlo da cárie dentária (Borgess et al., 2002).

2.4. “Resinas compostas ou amálgama?”

Hoje em dia, em que a estética é um dos principais requisitos das restaurações dentárias, o amálgama de prata tem entrado quase em completo desuso pelos médicos dentistas, sendo já considerado obsoleto por muitos dos profissionais de saúde (Anusavice, 1998).

No caso do amálgama dentário foram propostas recentemente cavidades mais conservadoras visando ângulos internos mais arredondados, permitindo uma melhor condensação e adaptação do material à cavidade, conseqüentemente permitindo uma melhor distribuição das forças ou tensões relacionadas com a mastigação (Mondelli, 2002).

Apesar do fator inestético e ao seu progressivo desuso por médicos dentistas, o amálgama pode ser utilizado em classes I devido às suas propriedades físicas, pode ser utilizado no caso de cáries primárias, desde que o fator estético na zona posterior não seja preponderante para o paciente (Conceição et al., 2000).

O amálgama pode ser também utilizado em cavidades de classe II. Estas cavidades deverão apresentar pequena extensão no sentido vestibulo-lingual e pouca profundidade, pois, caso contrário haverá falta de união do material restaurador à estrutura dentária (Conceição et al., 2000).

O amálgama dentário poderá ser usado também em cavidades de classe V, em casos que o isolamento do campo operatório é difícil manter (Conceição et al., 2000).

Este material restaurador está indicado também no caso de dentes amplamente destruídos, que não apresentem condições para restaurações indiretas.

Problemas como a contração de polimerização, a perda de volume de material restaurador devido ao desgaste oclusal, a dificuldade de reconstrução e manutenção das zonas proximais das restaurações com resinas compostas, a microinfiltração em zonas cervicais subgingivais com pouco ou nenhum apoio de esmalte remanescente, impedem as resinas compostas de serem indicadas para toda e qualquer restauração de dentes posteriores (Jackson et al., 2010).

São também contra-indicações ao uso do amálgama dentário: a falta de adesividade à estrutura dentária e cavidades extensas com perda de cúspides, pois estes fatores vão aumentar exponencialmente a probabilidade de fratura das restaurações. Nestes casos é preferível a colocação de coroas ou *onlays* estéticos. No entanto estas alternativas nem

sempre estão ao dispor dos pacientes devido ao seu preço mais elevado (Torres et al., 2001).

De acordo com Craig e Powers (2004), o amálgama dentária apesar das suas limitações é um material com imenso sucesso clínico e com um excelente custo-benefício.

O amálgama de prata foi de fato o material restaurador mais utilizado no século 20 e continua, presentemente, a ser indicado no caso de pacientes que têm cáries em dentes posteriores. Apesar de, nos dias de hoje, de discutir a questão da toxicidade do mercúrio e os seus malefícios para o paciente e para o profissional de saúde, não existem argumentos e estudos conclusivos que apontem para o seu desuso, e condenação à sua extinção enquanto material restaurador em medicina dentária (Bibancos, 2005).

Estudando restaurações diretas com amálgama, Oliveira, Bikharinho e Abud, em 2005, chegaram à conclusão que continuam a ser as mais seguras para dentes posteriores e que as restaurações com resinas compostas, podem também ser indicadas para este tipo de restaurações em dentes posteriores.

Na altura de decidir qual o material restaurador mais indicado para cada situação, o clínico deverá ter em conta apenas alguns aspectos, como o tamanho e forma da cavidade, assim como o nível de higiene oral do paciente e o fator estético.

Conclusão

Com esta revisão bibliográfica e tendo em conta as limitações inerentes a este tipo de estudo, é possível tirar as seguintes conclusões:

Com o passar do tempo e o evoluir da sociedade, foi-se notando uma necessidade e exigência quanto ao padrão estético, e isso, teve e tem um impacto profundo na área da Medicina Dentária.

O primeiro material restaurador utilizado para restaurações definitivas em dentes posteriores foi o amálgama de prata. Apesar de apresentar propriedades mecânicas excelentes, elevada facilidade de manuseamento e de proporcionar restaurações com grande longevidade e bom selamento marginal, apresentava algumas limitações. De entre estas, salientam-se, a necessidade de um preparo cavitário retentivo, pondo em risco a estabilidade da estrutura dentária remanescente que devido à sua tendência a expansão térmica pode levar a fraturas dentárias, e a sua falta de estética .

Houve portanto, a necessidade de criar um material mais estético e aperfeiçoar esse mesmo material, no sentido de lhe conferir uma longevidade aceitável ou equiparável ao amálgama dentário, uma boa resistência mecânica, uma resistência ao desgaste e às forças de tensão e de fratura, assim como um bom selamento marginal no sentido de impedir o aparecimento de cáries secundárias.

Assim, foram surgiram as resinas compostas, desde as macroparticuladas, passando pelas microparticuladas, híbridas, até às microhíbridas e as nanohíbridas, tentando sempre um maior grau de aperfeiçoamento .

Atualmente as resinas microhíbridas e as nanohíbridas são as mais comercializadas no mercado e são consideradas as “resinas compostas universais” pois estão indicadas tanto para restaurações de dentes anteriores como de dentes posteriores. Este tipo de resina apresenta boas propriedades físicas e mecânicas assim como uma excelente estética.

As resinas compostas além de proporcionarem excelente estética, permitem uma maior conservação de estrutura dentária sã, pois não exigem preparos tão retentivos como o amálgama. No entanto este material também apresenta algumas limitações como a contração de polimerização que por sua vez pode conduzir a microinfiltração e

nanoinfiltração, a sensibilidade da técnica restauradora, bem como a extensão e localização da cárie.

Assim como o fator estético é preponderante na seleção do material restaurador e na realização de uma restauração, a preservação máxima de estrutura dentária são igualmente importante. Neste sentido deverão ser realizadas cavidades mais conservadoras, e neste âmbito as resinas compostas serão preferíveis em detrimento do amálgama dentário.

As resinas compostas são atualmente o material de eleição tanto em dentes anteriores como em dentes posteriores. No entanto, em alguns casos o amálgama está particularmente indicado em restaurações de classe I, II e V, em que não haja comprometimento estético, sobretudo em cáries justa ou ligeiramente infragengivais e em pacientes com deficiente higiene oral.

É da máxima importância que os médicos dentistas tenham um papel preponderante na promoção de uma boa higiene oral, e que estejam atentos às necessidades específicas de cada paciente e do tipo de restauração.

É igualmente importante lembrar que na Dentística existem diversos fatores que poderão influenciar o sucesso ou insucesso de uma restauração dentária, assim como a experiência clínica do médico dentista, o tipo de material, o conhecimento das suas características, indicações e contra-indicações. Para haver maior probabilidade de sucesso clínico e garantir a longevidade das restaurações e a conseqüente satisfação por parte dos pacientes, é importante que haja uma conjugação destes fatores.

Bibliografia

Anusavice, KJ. (2003). Philip's science of dental materials. 11th ed. Saint-Louis:Saunders.

Aranha, AC., Pimenta, LA. (2004). Effect of two different restorative techniques using resin-based composites on microleakage. *Am J Dent*, 17(2), pp. 99-103.

Azzopardi, N., Moharamzadeh, K., Wood, D., Martin, N., Noort, R. (2009). Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins. *Dental materials*, 25, pp. 1564-1568.

Baldissera, R., Corrêa, M., Schuch, H., Collares, K., Nascimento, G., Jardim, P., Moraes, R., Opdam, N., Demarco, F. (2013). Are there universal restorative composites for anterior and posterior teeth?. *Journal of Dentistry*, 41, pp. 1027-1035.

Baratieri, L. (2001). Odontologia restauradora. Fundamentos e Possibilidades. *Livraria Editora Santos*.

Barszczewska-Rybarek, I. (2009). Structure–property relationships in dimethacrylate networks based on Bis-GMA, UDMA and TEGDMA. *Dental Materials*, 25, pp- 1082-1089.

Bayne, S.C. (2007). Dental restorations for oral rehabilitation – testing of laboratory properties versus clinical performance for clinical decision making. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34, pp. 921-932.

Bayne, SC., Heymann, HO., Swift, EJ. (1994). Update on dental composite restorations. *J Am Dent Assoc*, 125(6), pp. 687-701.

Bernardo, L., Martin, MD., Leroux, BG., Leitao, R. (2007). The Risk of Failure is Higher for Composites than for Amalgam Restorations. *J Am Dent Assoc*, 138(6), pp. 775-783.

Beun, S., Glorieux, T., Devaux, J., Vreven, J., Leloup, G. (2007). Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dental materials*, 23, pp.51-59.

Bottenberg, P., Jacquet, W., Alaerts, M., Keulemans, F. (2009). A prospective randomized clinical trial of one bis-GMA-based and two ormocer-based composite restorative systems in class II cavities: Five-year results. *Journal of Dentistry*, 37, pp. 198-203.

Burgess, JO., Walker, R., Davidson, JM. (2002). Posterior resin-based composite: review of literature. *Pediatr Dent*, 24(5), pp. 465-479.

Cara, R.R., Nicola, C., Prejmerean, C., Sava, S., Baciut, G., Prodan, D., Moldovan, M. (2010). Influence of Bis-GMA Derivative Monomer-Based Particulate Composite Resins on the Cuspal Deformation and Microleakage of Restored Teeth. *Particulated Science and Technology*, 28(3), pp. 191-206.

Chen, W., Wu, H., Chen, H. (2013). Evaluation of reinforced strength and remineralized potential of resins with nanocrystallites and silica modified filler surfaces. *Materials Science and Engineering*, 33, pp. 1143-1151.

Chen, W., Wu, H., Chen, H. (2013). Evaluation of reinforced strength and remineralized potential of resins with nanocrystallites and silica modified filler surfaces. *Materials Science and Engineering*, 33, pp. 1143-1151.

Christensen, GJ. (2005). Longevity of posterior tooth dental restorations. *J Am Dent Assoc*, 136(2), pp. 201-203.

Correa, MB., Peres M., Peres, KG., Horta, B., Barros, A., Demarco, F. (2012). Amalgam or composite resin? Factors influencing the choice of restorative material. *Journal of Dentistry*, 40, pp. 703-710.

Debastiani FSLGC. (2005). Restaurações diretas de resina composta em dentes posteriors. *Clínica – International Journal of Brazilian Dentistry*, 1(1), pp. 30-39.

Deliperi, S., Bardwell, DN. (2002). An alternative method to reduce polymerization shrinkage in direct posterior composite restorations. *J Am Dent Assoc*, 133(10), pp. 1387-1398.

Demarco, F., Corrêa, M., Cenci, M., Moraes, R., Opdam, N. (2012). Longevity of posterior composite restorations: Not only a matter of materials. *Dental Materials*, 28, pp. 87-101.

Ding, P., Wolff, D., Pioch, T., Staehle, H., Dannewitz, B. (2009). Relationship between microtensile bond strength and nanoleakage at the composite–dentin interface. *Dental materials*, 25, pp. 135-141.

Domingo, C., Arcis, R.W., Osorio, E., Toledano, M., Saurina, J. (2000). Principal component analysis and cluster analysis for the characterization of dental composites. *The Analyst*, 125, pp. 2044-2048.

Dorfer, C., Staehle, H., Wurst, M., Duschner, H., Pioch, T. (2000). The nanoleakage phenomenon: influence of different dentin bonding agents, thermocycling and etching time. *European Journal Of Oral Sciences*, 108, pp. 346-351.

Estafan, DE., Arteaga, Y. (1998). Flowable composite: a microleakage study. *J Dent Res*, 77(sp. Issue), pp. 2456.

Federlin, M., Thonemann, B., Hiller, K., Fertig, C., Schmalz, G. (2002). Microleakage in class II composite resin restorations: application of a clearing protocol. *Clin Oral Invest*, 6, pp. 84-91.

Ferracane, J. (2011). Resin composite - State of the art. *Dental materials*, 27, pp. 29-38.

Ferraz da Silva, J.M., Maranha da Rocha, D., Kimpara, E., Uemura, E.S. (2008).

Resinas Compostas: estágio actual e perspectivas. *Revista Odonto*, 22, pp. 103.

Floyd, C., Dickens, S. (2006). Network structure of Bis-GMA- and UDMA-based resin systems. *Dental Materials*, 22, pp. 1143-1149.

Fortin, D., Vargas, MA. (2000). The spectrum of composites: new techniques and materials. *J Am Dent Assoc*, 131, pp. 26-30.

Fruits, TJ., VanBrunt, CL., Khajotia, SS., Duncanson, MG., Jr. (2002). Effect of cyclical lateral forces on microleakage in cervical resin composite restorations. *Quintessence Int*, 33(3), pp. 205-212.

Gao, Y., Sagi, S., Zhang, L., Liao, Y., Cowles, D.M., Sun, Y., Fong, H. (2008). Electrospun Nano-Scaled Glass Fiber Reinforcement of Bis-GMA/TEGDMA Dental Composites. *Journal of Applied Polymer Science*, 110, pp. 2063-2070.

Ghaemy, M., Heidaripour, M., Barghamadi, M. (2007). Synthesis, Characterization, and Cure Reaction of Methacrylate-Based Multifunctional Monomers for Dental Composites. *Journal of Applied Polymer Science*, 10, pp- 101-103.

Gonçalves, F., Azevedo, C., Ferracane, J., Braga, R. (2011). BisGMA/TEGDMA ratio and filler content effects on shrinkage stress. *Dental materials*, 27, pp. 520-526.

Gonçalves, F., Kawano, Y., Braga, R. (2010). Contraction stress related to composite inorganic content. *Dental materials*, 26, pp. 704-709.

Guo, G., Fan, Y., Zhang, JF., Hagan, J., Xu, X. (2012). Novel dental composites reinforced with zirconia-silica ceramic nanofibers. *Dental Materials*, 28, pp. 360-368.

Khatri, C., Stansbury, J., Schultheisz, C., Antonucci, J. (2003). Synthesis, characterization and evaluation of urethane derivatives of Bis-GMA. *Dental Materials*, 19, pp. 584-588.

Kubo, S. (2011). Longevity of resin composite restorations. *Japanese Dental Science*, 47, pp. 43-55.

Lambrechts, P., Goovaerts, K., Bharadwaj, D., De Munck, J., Bergmans, L., Peumans, M., Van Meerbeek, B. (2006). Degradation of tooth structure and restorative materials: A review. *Wear*, 261, pp. 980-986.

Latta, MA., Barkmeier, WW. (1998). Dental adhesives in contemporary restorative dentistry. *Dent Clin North Am*, 42(4), pp. 567-577.

Leinfelder KF. (1995). Posterior composite resins: the material and their clinical performance. *J Am Dent Assoc*, 126(5), pp. 663-4, 67-8, 71-2.

Leinfelder, KF., Radz, GM., Nash, RW. (1998). A Report on a new condensable composite resin. *Compend Contin Educ Dent*, 19(3), pp. 230-240.

Lopes, GC., Ferreira, S., Baratieri, LN., Vieria, LC. (2002). Direct posterior resin composite restorations: new techniques and clinical possibilities. *Quintessence Int*, 33(5), pp. 337-346.

Lopes, L., Cefaly, D., Franco, E. Mondelli, R., Lauris, J., Navarro, M. (2003). Clinical evaluation of two “packable” posterior composite resins: two-year results. *Clin Oral Invest*, 7, pp. 123-128.

McCullough, M., Tyas, M. (2008). Local adverse effects of amalgam restorations. *International Dental Journal*, 58, pp. 3-9.

Meiers, JCK., Meier, R. (2001). Microleakage of packable composite resins. *Oper Dent*, 26, pp. 121-126.

Mickenautsch, S., Yengopal, V., Banerjee, A. (2010). Atraumatic restorative treatment versus amalgam restoration longevity: a systematic review. *Clin Oral Invest*, 14, pp. 233-240.

Mickenautsch, S., Yengopal, V., Banerjee, A. (2010). Atraumatic restorative treatment versus amalgam restoration longevity: a systematic review. *Clin Oral Invest*, 14, pp. 233-240.

Mitra, SB., Wu, D., Holmes, BN. (2003). An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc*, 19(3), pp. 230-2, 34, 36-7.

Mjor, I., Qvist, V. (1997). Marginal Failures of amalgam and composite restorations. *Journal of Dentistry*, 25(1), pp. 25-30.

Moszner NSU. (2001). New developments of plymeric dental composites. *Progress in Polymer Science*, 26(4), pp. 535-576.

Moszner, N., Salz, U. (2001). New developments of polymeric dental composites. *Progress in Polymer Science*, 26, pp. 535-576.

Opdam, N., Bronkhorst, E., Loomans, B., Marie-Charlotte, D., Huysmans, M. (2012). Longevity of repaired restorations: A practice based study. *Journal of Dentistry*, 40, pp. 829-835.

Opdam, N., Bronkhorst, E., Loomans, BAC. (2010). 12-year Survival of composite vs. amalgam restorations. *J Dent Res*, 89, pp. 1064-1067.

Opdam, N., Bronkhorst, E., Roeters, J., Loomans, B. (2005). A retrospective clinical study on longevity of posterior composite and amalgam restorations. *Dental Materials*, 23, pp. 2-8.

Opdam, N.J., Roeters, F.J., Feilzer, A.J., Verdonschot, E.H. (1998). Marginal integrity and postoperative sensitivity in Class 2 resin composite restorations in vivo. *J Dent*, 26(7), pp.555-562.

Papakonstantinou, A., Eliades, T., Cellesi, F., Watts, D., Silikas, N. (2013). Evaluation of UDMA's potential as a substitute for Bis-GMA in orthodontic adhesives. *Dental Materials*, 29, pp. 898-905.

Pioch, T., Staehle, H.J., Duschner, H., Garcia-Godoy, F. (2001). Nanoleakage at the composite-dentin interface: a review. *Am J Dent*, 14(4), pp. 252-258.

Prati, C., Chersoni, S., Acquaviva, G., Breschi, L., Suppa, P., Tay, F., Pashley, D. (2005). Permeability of marginal hybrid layers in composite restorations. *Clin Oral Invest*, 9, pp. 1-9.

Raskin, A., Tassery, H., D'Hoore, W., Gonthier, S., Vreven, J. (2003). Influence of the number of sections on reliability of in vitro microleakage evaluations. *Am J Dent*, 16(3), pp. 207-211.

Rastelli, A., Jacomassi, D., Faloni, A., Queiroz, T., Rojas, S., Bernardi, M., Bagnato, V., Hernandez, A. (2012). The Filler Content of the Dental Composite Resins and Their Influence on Different Properties. *Microscopy Research And Technique*, 75, pp. 758-765.

Rathore, M., Singh, A., Pant, V. (2012). The Dental Amalgam Toxicity Fear: A Myth or Actuality. *Toxicol Int*, 19, pp. 81-88.

Rodolpho, P., Cenci, M., Donassollo, T., Loguércio, A., Demarco, F. (2006). A clinical evaluation of posterior composite restorations: 17-year findings. *Journal of Dentistry*, 34, pp. 427-435.

Rodrigues Junior, S., Scherrer, S., Ferracane, J., Della Bona, A. (2008). Microstructural characterization and fracture behavior of a microhybrid and a nanofill composite. *Dental Materials*, 24, pp. 1281-1288.

Roulet, J. (1997). Benefits and disadvantages of tooth-coloured alternatives to amalgam. *Journal of Dentistry*, 25(6), pp. 459-473.

Shah, M.B., Ferracane, J.L., Kruzic, J. (2009). Mechanistic aspects of fatigue crack growth behavior in resin based dental restorative composites. *Dental Materials*, 25, pp. 909-916.

Shah, M.B., Ferracane, J.L., Kruzic, J.J. (2009). R-curve behavior and micromechanisms of fracture in resin based dental restorative composites. *Journal of Mechanical Behavior Of Biomedical Materials*, 2, pp. 502-511.

Sideridou, I., Achilias, D. (2004). Elution Study of Unreacted Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, and Bis-EMA from Light-Cured Dental Resins and Resin Composites Using HPLC. *Wiley Periodicals*, 74, pp. 617-626.

Sideridou, I., Achilias, D., Spyroudi, C., Karabela, M. (2004). Water sorption characteristics of light-cured dental resins and composites based on Bis-EMA/PCDMA. *Biomaterials*, 25, pp. 367-376.

Silikas, N., Kavvadia, K., Eliades, G., Watts, D. (2005). Surface characterization of modern resin composites: a multitechnique approach. *Am J Dent*, 18(2), pp. 95-100.

Souza, J.A., Goutianos, S., Skovgaard, M., Sorensen, B.F. (2011). Fracture resistance curves and toughening mechanisms in polymer based dental composites. *Journal of The Mechanical Behavior Of Biomedical Materials*, 4, pp. 558-571.

Stansbury JW., Trujillo-Lemon, M., Lu, H., Ding, X., Lin, Y., Ge, J. (2005). Conversion-dependent shrinkage stress and strain in dental resins and composites. *Dent Mater*, 21(1), pp. 56-67.

Tolidis, K., Boutsiouki, C., Gerasimou, P. (2013). Microleakage in combined amalgam/composite resin restorations in MOD cavities. *Braz J Oral Sci*, 12(2), pp. 100-104.

Van Nieuwenhuysen, J., D'Hoore, W., Carvalho, J., Qvist, V. (2003). Long-term evaluation of extensive restorations in permanent teeth. *Journal of Dentistry*, 31, pp. 395-405.

Venhoven, B., Gee, A., Werner, A., Davidson, C. (1996). Influence of filler parameters on the mechanical coherence of dental restorative resin composites. *Biomaterials*, 17, pp. 735-740.

Wilson, K., Antonucci, J. (2006). Interphase structure–property relationships in thermoset dimethacrylate nanocomposites. *Dental Materials*, 22, pp. 995-1001.

Wilson, K., Zhang, K., Antonucci, J.M. (2005). Systematic variation of interfacial phase reactivity in dental nanocomposites. *Biomaterials*, 26, pp. 5095-5103.

Yap, AU., Teoh, SH. (2003). Comparison of flexural properties of composite restoratives using the ISO and mini-flexural test. *J Oral Rehabil*, 30(2), pp. 171-177.

Yap, SH., Yap, AU., Teo, CK., Ng, JJ. (2004). Polish retention of new aesthetic restorative materials over time. *Singapore Dent J*, 26(1), pp. 39-43.

Zhang, M., Matinlinna, J. (2011). The Effect of Resin Matrix Composition on Mechanical Properties of E-glass Fiber-Reinforced Composite for Dental Use. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 25, pp. 2287-2701.

