CLASSIFICAÇÃO DAS RESINAS COMPOSTAS

Halim Nagem Filho *
Haline D. Nagem de Aragão*
Cristina Tebechrani Fiuza**

HALIM, Nagem Filho et al. Classificação das resinas compostas. *Salusvita,* Bauru, v. 19, n. 1, p. 113 - 122, 2000.

RESUMO

Apresenta-se uma nova classificação de resinas compostas baseada principalmente na reformulação da fase orgânica. A matriz sílico-orgânica possui uma estrutura diferente das convencionais, sem a presença do BisGMA.

Unitermos: resinas compostas, sílico-orgânica.

INTRODUÇÃO

A American Dental Association (ADA, 1974) é um órgão oficial que atua no campo da ciência odontológica com a responsabilidade de avaliar e transmitir informações sobre o uso dos materiais dentários.

No final da década dos anos 20, (ADA, 1974) iniciou a formulação de vários testes inerentes para cada material a fim de qualificar os produtos existentes no mercado daquela época. Uma série de normas foram elaboradas e estas estão congregadas nas edições do *"Guide to Dental Materials and Devices"* (ADA, 1974). Estas especificações para cada um dos tipos de produtos utilizados na odontologia tiveram como objetivo, após análise das características e avaliação das propriedades, capacitar o cirurgião-dentista a selecionar os materiais mais adequados a serem empregados durante os tratamentos clínicos efetuados .

O amálgama dental foi o primeiro material a ser testado e, também, o primeiro a ter a sua norma estabelecida. As resinas compostas, uma combinação de partículas inorgânicas unidas quimicamente a uma matriz de polímeros acrilatos, destinadas para as restaurações diretas estéti-

*Departamento de Odontologia/Centro de Ciências Biológicas e Profissões da Saúde – Universidade do Sagrado Coração Rua Irmã Arminda, 10-50 – CEP 17011-160 – Bauru – SP.

**Departamento de Odontologia/Faculdade de Odontologia – Universidade de São Paulo Al. Octávio Pinheiro Brizola, 975 – CEP 17043-101 – Bauru – SP.

cas, surgiram na década de 60 e apresentavam-se em duas categorias. As resinas sem carga, tipo I e as resinas com carga, tipo II ou mais conhecida como resinas compostas (ADA, 1974). Esta divisão enquadra as diferenças das resinas, mas quando relaciona com as resinas compostas onde a evolução tecnológica foi muito rápida ela não define com precisão de detalhes as diferenças existentes.

Em 1983, Lutz et al. apresentaram uma longa e confusa classificação, baseada no tamanho das partículas, no método de fabricação e na composição. Três classes de resinas foram definidas: macropartículas, micropartículas homogêneas e heterogêneas e as híbridas que, naquela época, representavam a associação da sílica coloidal com partículas de grande ou médio porte. A perplexidade ocorria quando eles subdividiram as resina de micropartículas em pirogênicas e complexas. Estas, por sua vez, eram organizadas em classes de pré-polimerizadas por sinterização, esferoidais ou aglomeradas. Apesar de complicada, as explicações foram convincentes e a sua classificação foi bem aceita, por bastante tempo, em todo o mundo pelos profissionais e pesquisadores. Atualmente, ela tornou-se ultrapassada e suas definições não representam as características das resinas modernas.

O sistema de classificação proposto por Roulet (1987) é muito similar ao de Lutz & Phillips (1983) diferindo no entanto, no número de classes de compósitos. O autor classificou em: 1)- resinas tradicionais, 2)- híbridas, 3)- micropartículas homogêneas e 4)- micropartículas heterogêneas.

Leinfelder (1989) propôs uma classificação baseada no tamanho das partículas, usando cinco categorias: 1)- macropartículas, 2)- intermediária, 3)- partículas pequenas, 4)- micropartículas, 5)- híbridas

O sistema de Hosada et al. (1990) consistiu de 5 grupos primários e duas categorias hipotéticas. Os dois grupos hipotéticos foram baseados na forma da partícula e sua distribuição na matriz. As cinco classes são: 1)- resinas tradicionais, 2)- micropartículas homogêneas, 3)- tipo micropartícula. Craig et al., em seu livro "Dental Materials, properties & manipulation", publicado em 1996 (Sexta edição) selecionou as resinas compostas em três categorias baseadas no tamanho e volume de suas partículas presentes na matriz. Foram definidas como resinas de partículas finas ou pequenas, as que apresentavam de 1 a 3mm e volume de média densidade; micropartículas as que tinham com diâmetros de 0,04mm e baixa densidade volumétrica e as resinas híbridas que correspondem a mistura das partículas citadas e apresentam um alta porcentagem de volume.

O'brien (1997), classificou as resinas, também de acordo com o tamanho das partículas cerâmicas, em: partículas finas ou pequenas, as de diâmetros variáveis entre 0,5 a 3,0mm e a porcentagem por peso em 70 a 90%, micropartículas de 0,01 a 0.12mm de diâmetro e porcentagem em peso de 35 a 60% e as híbridas que têm a combinação das duas partículas anteriores com 80% de carga e as macro partículas com tamanho variável entre 15 a 35mm e uma porcentagem de carga ao redor de 70%.

A expectativa de sucesso de uma classificação está na dependência de sua simplicidade e o modo de explicação. Quanto mais completa ela for, maior será o número de fatores que ela poderá explicar usando o menor número de características possível.

PROPOSIÇÃO

A proposta de uma nova classificação é um complemento das outras já publicadas, geralmente baseadas somente na fase inorgânica, mas que não fazem referência nenhuma às diferentes estruturas da matriz. Se existe algo que impressiona são as constantes alterações introduzidas na matriz das resinas se estas fossem observadas como fatores determinantes na seleção do produto, pois as mesmas tem direta influência nas suas propriedades. Sem dúvida, a fase inorgânica ou a carga tem uma atenção enorme das indústrias e sua evolução foi o marco do sucesso das resinas

É possível que todas e cada uma dessa classificações estejam em corretas. Mas é igualmente possível, até provável, que classificação alguma esteja configurada em uma proposta com definições totalmente abrangentes, sendo assim, sugerimos uma classificação que divide as resinas compostas em matriz e carga e com subdivisões inerentes para cada fase.

DISCUSSÃO

As resinas compostas consistem geralmente de três componentes. São definidas como uma combinação tridimensional de, no mínimo, duas substâncias quimicamente diferentes com uma interface unindo estes componentes (Nagem Filho, 1998a). Esta superfície interfacial é um agente de união das fases orgânicas/inorgânicas e não apresenta nenhum princípio para organizar as categorias das resinas. A maioria dos pesquisadores classifica as resinas compostas de acordo com o tipo, tamanho ou volume das partículas, porque as modificações na matriz eram alterações internas na estrutura da molécula epóxi-acrilato (Nagem Filho, 1992). Desta forma, em proposta alguma aparece a inclusão da matriz orgânica como característica para classificação. A matriz, um complexo resinoso, tem como elemento principal o monômero Bisgma, de alto peso molecular, cuja fórmula estrutural possui uma parte central epóxica polimerizada e, nas extremidades, radicais acrílicos insaturados (Bowen, 1962). Embora estas resinas tenham virtudes, incluindo alta dissolução nos meios bucais e boa qualidade de estética, experiências clínicas demonstraram uma série de desvantagens como contração de polimerização (Tany,1994, Rueggeberg & Tamaresely, 1995; Versluis et al. 1998), sorção de fluidos (Pearson & Longman, 1989) e principalmente o alto desgaste de superfície (Watts & Cash,1996; Söderholm & Richards, 1998). As resinas poliuretanas foram indicadas como alternativa de subs-

tituição da resina epóxica situada na parte central da molécula Bisgma com intuito de melhorar a resistência ao desgaste e diminuir a sorção de água. Vários produtos comerciais empregaram o uretano-dimetacrilato como base do complexo resinoso formador da matriz (Craig ,1981)

Sabe-se que o grupo uretano, no entanto, é susceptível à foto-oxidação, com formação de grupos quinóides (Peutzfeldt, 1997) acompanhado de um descoloramento da massa, o qual pode ser observado um amarelamento na restauração após algum tempo. Esta resina atualmente está em desuso e seu emprego na matriz se faz presente no máximo em 5% do conteúdo associado com o Bisgma.

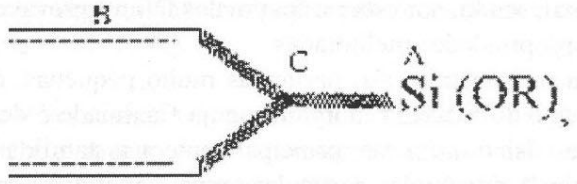
Com a perda de estímulo com as resinas poliuretanas, o cenário retornou-se para os oligomeros do sistema Bisgma. Alterações estruturais foram colocadas em pauta e novas moléculas foram surgindo. Os principais componentes identificados foram o Bisgma linear, ramificado que são misturados entre si na proporção de 3:1. Um terceiro isômero, de dupla ramificação, poderá também ser adicionado na mistura em quantidades não superiores a 2% e formar uma macromolécula de alto peso molecular, maior do que ocorre com o Bisgma (Ruyter & Sjovik, 1981). Para melhorar, ou diminuir a sorção do Bisgma, a sua estrutura foi etoxizada, ou seja, houve a eliminação de um radical etoxi, na parte da cadeia de carbonos do glicidil exatamente onde está a hidroxila (resina Adaptic II e Alert). Deste modo, há uma menor ocorrência de -OH e menor será sua influência na absorção de líquido. Os compósitos com este monômeros não são capazes de obliterar as fendas (gaps) pela expansão higroscópica (Craig, 1981).

Outros oligômeros, sem o agrupamento do éter na molécula, tornando-os hidrofóbicos, foram avaliados por Douglas et al (1979). Este oligômero, bisfenol A bisetilenogicol do dimetacrilato, tem sido copolimerizado com o octafluoropentimetacrilato para produzir matrizes resinosas altamente hidrófobas. Estes apresentam maior resistência à absorção de água ou saliva e pesquisas *in vitro* indicam que elas minimizam a infiltração marginal e manchamento superficial (Craig ,1981).

Normalmente, a intenção de se fazer alterações estruturais é na esperança de obter-se resultados satisfatórios. Desta forma, a evolução científica e o desenvolvimento tecnológico não permite a estagnação do processo de procura. A Kulzer, indústria alemã com vasta experiência na produção de resinas compostas, em suas pesquisas, encontrou uma nova formulação para a matriz orgânica. Interessante ressaltar que esta nova resina da Kulzer, denominada comercialmente como Solitaire que apresenta uma matriz mista, diferente totalmente das resinas convencionais. (Solitaire, 1998).

A presença do BISGMA e TEGMA normalmente está na maioria dos complexos resinosos e estes monômeros são considerados moléculas bifuncionais, por terem em suas extremidades, dois radicais metacrilatos. Na composição do Solitaire, não existe o BISGMA e o TEGMA, mas há uma mólecula de acrilato tetrafuncional denominada "Polyglas".

Este monômero é um silicato modificado organicamente (Ormosil ou Ceramer), ou compostos orgânicos de silício. Kunzelmann et al., (1998), também denominam estes compostos de *ormocer* e Burger, (1998) de ***ormocero***, **or**ganic **mo**dified **ce**ramic. (FIGURA 1a e 1b)



A=grupo inorgânico, B=grupo orgânico
C=componente de ligação , R=radical
Definite (Degussa)

FIGURA 1a - Ormocer (Organic Modified Ceramic)

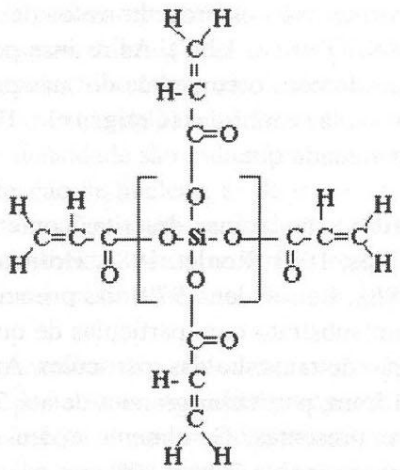


FIGURA 1b - Fórmula estrutural do monômero organo-metálico do tetracrilato de silício (ormocer ou ormocero)

Na resina Splitaire o organo-metálico do tetracrilato de silício. Estes silicatos são alcóxidos de silício tetrafuncional como o tetra-etoxi-ortosilano (TEOS). Pode-se entender que o "polyglas" é um monômero "orgânico-inorgânico" que apresenta uma estrutura que contém um elemento inorgânico, conectado ao grupo reativo alcóxido. Esta configuração proporciona, desta forma, o dobro de conversão de união. Não faz somente desenvolver um potencial para criar um alto índice de ligações cruzadas, mas isto também permite um melhor controle sobre o posicionamento de um ponto na cadeia de carbono onde ocorre a ligação cruzada. Conseqüentemente, isto pode auxiliar na melhora da resistência à de-

formação e outras propriedades físicas e mecânicas da resina matriz. Na realidade, esta matriz é um complexo resinoso que contém átomos inorgânicos, o que lhe confere propriedades mecânicas diferentes das matrizes convencionais comumente encontrada nas resinas compostas. O somatório da carga inorgânica, de aproximadamente 66% (em peso), com essas partículas inorgânicas na matriz, representa uma porcentagem maior no total, sendo, por esta razão, um dos fatores prováveis da melhora em suas propriedades melhoradas.

A carga ou substrato são partículas muito pequenas, de diâmetros microscópicos, de natureza inorgânica cuja finalidade é de melhorar as propriedades físico-químicas, principalmente a instabilidade dimensional da matriz. A adição das partículas reduz a contração de polimerização, diminuição da expansão do coeficiente térmico e o aumento da resistência mecânica. As partículas podem variar quanto ao tamanho, formato e composição. O tamanho e a forma tem influência direta na lisura de superfície (Bowen, 1964), afetam a consistência de viscosidade, e as propriedades de resistência à fratura, fadiga e desgaste. (Watts e Cash, 1996; Söderholm e Richards, 1998) A mistura de partículas de tamanhos diferentes permite também melhor compactação da resina tornando-a mais coesa e firme, para os procedimentos de sua inserção na cavidade (Bowen, 1964; O'brien, 1997) As resinas podem ser classificadas, também, de acordo com o tamanhos de suas partículas em macropartículas, micropartículas e híbridas (Craig et al. , 1996; O'brien, 1997), de tal forma que se entende que:

Macropartículas: são resinas descritas contendo partículas tradicionais (Lutz & Pillips, 1983, Roulet, 1987, Hosada, 1990), ou convencionais (Bowen, 1962; Leinfelder, 1979). As primeiras resinas compostas apresentavam um substrato com partículas de quartzo de grande variação na distribuição do tamanho das partículas. Apesar da média situar-se em torno de 15mm, partículas grandes de até 50 a 100mm de diâmetros podem estar presentes. Geralmente a densidade da carga está aproximadamente em torno de 70% a 80% em peso e sua morfologia mais comum é o formato irregular.

Micropartículas: Com o propósito de eliminar a questão da rugosidade superficial provocada pelas macropartículas, foram introduzidas na década de 70, as partículas submicroscópicas, de sílica coloidal com o diâmetro variável de 0,01 a 0,1mm, média de 0,04mm (Bowen, 1962) ou 0,05mm (Lutz & Phillips, 1983, Leinfelder, 1989) e mais recentemente 0,04-0,06mm (Leinfelder, 1991). A tendência atualmente dos fabricantes é usar partículas maiores de 0,05-0,1mm As partículas de sílica coloidal são produzidas pela queima do tetracloreto de silício em uma mistura de gases de hidrogênio e oxigênio, produzindo o dióxido de silício; entretanto, a simples adição em fase dispersa destas partículas na matriz orgânica é problemática. O volume da carga máxima nestes com-

postos pode ser aumentado e as propriedades melhoradas pela modificação destas partículas. Elas são sinterizadas e pré-polimerizadas formando uma partícula aglomerada esferoidal de diâmetro aproximado de 10-30mm (Lutz & Phillips, 1983). São obtidas pela incorporação da sílica pirogênica na massa da resina PPMA-dimetacrilato. Este substrato em conjunto com a sílica coloidal constitui a carga total da resina composta, em torno de 50 a 65% em peso e sua morfologia é o formato esferoidal (Lang et al., 1992).

Híbridas: As resinas compostas com este tipo de carga têm em sua fase inorgânica, a mistura de sílica coloidal e uma ou mais partículas de tamanho pequeno ou de micropartículas. A composição da carga de uma resina híbrida pode conter de uma (01) até cinco (5) partículas de óxidos cerâmicos denominadas de partículas de vidro. A quantidade total de substrato disperso na matriz pode variar de 75 a 85% aproximadamente e a maioria tem o diâmetro em torno de 1 a 2mm e a média de 0,06 a 0,07mm. Pelo fato destas resinas possuírem uma lisura de superfície adequada e uma resistência satisfatória devido à sua alta densidade, elas são usadas em restaurações de dentes anteriores e posteriores. As resinas híbridas ainda podem ser subdivididas conforme a concentração de carga, em: 1)- resinas híbridas de alta densidade – carga acima de 80% em peso, 2)- resinas híbridas de média densidade – carga entre 70% a 80%, em peso e 3)- resinas de baixa densidade – carga abaixo de 40%, em peso. As de alta densidade são indicadas para restaurações de dentes posteriores ou confecção de núcleos, as de média densidade são resinas destinadas para restaurações estéticas de dentes anteriores e as de baixa densidade não são utilizadas como materiais restauradores; o seu uso, geralmente, é como resina selante ou de glazeamento (Nagem Filho, 1998b).

Existem algumas resinas que podem ser usadas nas restaurações dos dentes anteriores e posteriores. A resina composta Solitaire, apesar de possuir uma carga de 66% em peso, contém, em sua matriz, elementos inorgânicos, o que lhe confere propriedades mecânicas diferentes das matrizes convencionais. O somatório da carga inorgânica, de aproximadamente 66% (em peso), com essas partículas inorgânicas na matriz, representa uma percentagem maior no total, aproximadamente 90%, sendo, por esta razão, um dos fatores prováveis da melhora em suas propriedades mecânicas, exigidas em restaurações de dentes posteriores. A resina Z100 da 3M, com 85% de carga, pode ser usada em dentes anteriores por ser micropartículas e, desta forma, possuir a lisura necessária para obtenção da estética requerida.

Abaixo discriminado está apresentado a nova proposta de classificação das Resinas Compostas de acordo com as formulações da matriz orgânica.

CLASSIFICAÇÃO DAS RESINAS COMPOSTAS

- **RESINAS COMPOSTAS**
  - **MATRIZ**
    - **BISGMA**
    - **Poliuretanas**
    - **Sílico-orgânicas**
  - **CARGA**
    - **Tamanho de partículas**
      - **Macro**
      - **Micro**
      - **Híbrida**
        - **Alta densidade - > 80%**
        - **Média densidade-70 a 80%**
        - **Baixa densidade- <40%**
    - **Nº de Partículas**
      - **Monomodal**
      - **Bimodal**
      - **Trimodal**
      - **Tetramodal**
      - **Pentamodal**

HALIM, Nagem Filho et al. Classification of composite resins. *Salusvita,* Bauru, v. 19, n. 1, p. 113 - 122, 2000.

ABSTRACT

This is a presentation of a new classification of composite resins, mainly based on the organic phase reformulation. The organic-silica

matrix has a structure different from the conventional ones, in the absence of BisGMA.

Key Words: composite resins, classification resin.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. *Guide to dental materials and devices*: 1974/1975. 7.ed. Chicago: American, 1974 p. 19-31.

BOWEN, R. L. *Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of a reaction product of bisphenol and glycidil acrylate.* U.S. Patent: 3,006, 112, november, 1962.

BOWEN, R. L. Effects of particle shape and size distribution in a reinforced polymer. *J. Am. Dent. Assoc.* v. 69, p. 481- 495, Oct.,1964.

BURGER, R. C. Restauração estética direta em dente posterior com resina composta. *Guia de compras – Dental Gaúcho*, v. 5, n. 3, p. 16-19, ago/out. 1998.

CRAIG, R. G. Chemistry, Composition and Properties and elemental of Composite Resins. *The Dental Clinics of North America,* v, 25, n. 2, p.219-239, Apr., 1981.

CRAIG, R.G., O'BREIN, W.J., POWERS, J. M. *Dental materials, properties and manipulation.* 6. ed. [S.L.]: Mosby-Year Book, 1996. p.55-78.

DOUGLAS, W. H., CRAIG, R.G., CHEN, C. J. A new composite restorative based on a hydrophobic matrix. *J. Dent. Res.*, v. 58, p. 1981, 1979.

HOSADA, H., YAMADA,T.,Y., INOCOSHI,S. SEM and elemental analysis of composite resins. *J. Prosth. Dent.*, v. 64, p. 669, 1990.

KUNZELMAN, K.H., MEHL, A., HICKEL, R. Sliding-wear of an experimental ormocer and 15 commercial composites, *J. dent. Res.*, p. 226, 1998 AADR Abstract n. 77.

LANG, B.R., JAARDA, M., WANG, R.F. Filler particle and composite resin classification systems. *J. Oral Reab.*, v. 19, p. 569-584, 1992.

LEINELDER, K.F. Using composite resin as a posterior restorative material. *J. Amer. Dent. Assoc.*, v. 122, p. 65 ,1991

LEINFELDER, K.F. *Dental Materials. Properties and Selection.* Chicago: Quint Pub, 1989.

LUTZ, F., et al. Dental restorative resins. *Dent. clin. North. Amer*, v. 27, n 4, p. 697-713, Oct. ,1983.

LUTZ, F., PILLIPS,R.W., A classification and evaluation of composite resin systems. *J. Prosth. Dent.,* v. 50, n 4, p. 480, Oct.,1983

NAGEM FILHO, H. Resinas compostas – classificação e indicação clínica – In: CONGRESSO PAULISTA DE ODONTOLOGIA, 15, *Anais*.1992, São Paulo: Artes Médicas.

NAGEM FILHO, H. *Resinas compostas* – Bauru: USC, 1998a. (apostila)

NAGEM FILHO, H. Uma nova classificação das resinas compostas. *Salusvita,* v. 17, p. 217-218, 1998b.

O'BRIEN, W. J. *Dental Materials and their selection* 2. ed. [S.l.]: Quint Books, 1997.

PEARSON, G. L., LONGMAN, C. M. Water sorption and solubility of resin-based materials following inadequate polimerization by a visible-light curing system *J. Oral. Rehabil.* v. 16, n. 1, p. 57-61, 1989.

PEUTZELDT, A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur. J. Oral. Sci.,* v. 105, p. 97-116 , Oct.,1997

ROULET, J. F. *Degradation of Dental Polymers*. New York: Karger, 1987.

RUEGGEBERG, F., TAMARESELY, K. Resin cure determination by polymerization shrinkage. *Dent. Mat.*, v. 11, n. 4, p. 265-268, 1995.

RUYTER, I. E., SJOVIK, I. J. Composition of dental resin and composite materials. *Acta odontol. Scand.*, v. 39, n. 3, p.133-146, 1981.

SÖDERHOLM, K.J.M., RICHARDS, N. D. Wear resistance of composites: A solved problem. *Gen. Dent.*, v. 46, n. 3, p. 256-263, May/June 1998.

SOLITAIRE [S.1.]:. Heraeus Kulzer, 1998. [cópia xerográfica do perfil técnico do prospecto do produto].

TANY, Y. Effect of megafiller insertion on the near of composite resins. *Dent. Mat. J.,* v.13, n. 2, p.174-181, 1994.

VERSLUIS, A., TANTBIROJN, D., DOUGLAS,W. I. Dental composites always shrink toward the light? *J. Dent. Res.*, v. 77, n. 6, p. 1435 - 1445, June, 1998.

WATTS, D. C.,CASH, A. J. Determination of polymerization shrinkage kinetics in visible light-cured materials: methods development. *Dent. Mat.*, v. 75, n. 7, p. 1477-1483, 1996.