

DESENVOLVIMENTO DOS ADESIVOS DENTÁRIOS

DEVELOPMENT OF DENTIN BONDING AGENTS

Rogério Fulgêncio PINHEIRO

Regina Guenka PALMA

Alunos de pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Bauru - USP

Halim NAGEM FILHO

Prof. Titular do Departamento de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Bauru - USP

O maior problema da odontologia restauradora atual continua sendo a dificuldade de se encontrar materiais adesivos à estrutura dentária com alta resistência de união, baixa microinfiltração e biocompatibilidade. As pesquisas a respeito dos sistemas adesivos vêm evoluindo rapidamente, não permitindo uma avaliação clínica a longo prazo. Dessa forma o presente trabalho traça uma revisão de literatura, a fim de permitir o melhor entendimento dos produtos comercializados, seu mecanismo de ação e suas propriedades, esclarecendo assim a evolução destes sistemas.

Unitermos: Adesivos.

INTRODUÇÃO

Os sistemas adesivos vêm sofrendo grandes modificações desde do seu desenvolvimento por Bowen em 1965, no qual o objetivo principal foi e continua sendo a obtenção da capacidade de união, mínimo de microinfiltração e biocompatibilidade¹⁵.

DESENVOLVIMENTO DOS SISTEMAS ADESIVOS

A tendência dos sistemas adesivos atuais é possuir multipropósitos, ou seja, podem ser usados na união do esmalte e dentina aos compósitos, ao amálgama e restaurações metálicas, bem como para reparos de algumas restaurações com adição de um novo material⁵.

Pela definição da *American Society for Testing and Materials*, o adesivo é uma substância capaz de manter materiais unidos pela superfície de união¹⁶. A sua função é de promover a adesão da restauração à cavi-

dade, melhorando a adaptação marginal e diminuindo a infiltração.

O problema de estabilizar uma interface adesiva permanente com substâncias do dente, especialmente a dentina, é muito discutida¹⁶. Essa discussão sempre gerou em torno da questão de se remover ou não a "smear layer"³.

Em última análise o sucesso de um sistema adesivo depende de dois fatores: primeiro, ser usado em condições clínicas apropriadas, e em segundo, a interface com o dente manter-se íntegra bem como o adesivo.

Em relação ao desenvolvimento dos adesivos dentinários, os sistemas adesivos foram divididos conforme a sua evolução cronológica e classificados de acordo com os patamares de resistência adesiva alcançados, tratamento dado à "smear layer" e a sua finalidade.

As primeiras tentativas de se conseguir adesão à estrutura dentária foram feitas através do condicionamento ácido do esmalte (figura 1) e a utilização da

resina fluida. Bowen em 1965, desenvolveu o "primeiro adesivo dentinário". Este agente adesivo basicamente era uma modificação dos agentes de união ao esmalte.

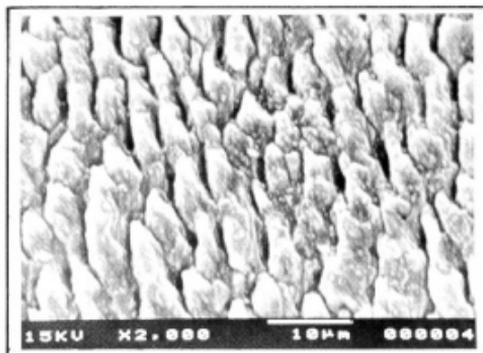


Figura 1 - Condicionamento ácido do esmalte (ácido fosfórico à 37%)

O seu mecanismo de ação, um grupo funcional reage com os íons cálcio da dentina e uma molécula tipo metacrilato que se liga à resina composta, sendo unidos por uma molécula de interligação. A ligação com a dentina era realizada através do NPG-GMA enquanto com a resina composta era feito através do PMDM.

A primeira marca comercial surgida a partir do composto de Bowen foi o Cervident (S.S. White) nos Estados Unidos seguido pelo Cosmic (Detrey) na Inglaterra. Esses materiais continham o ácido cítrico para preparar a dentina, removendo a "smear layer" e abrindo os túbulos dentinários, facilitando assim a penetração extensiva do adesivo. Esse sistema adesivo apresentou baixa resistência de união devido às propriedades umectantes, pois cristalizava sobre a superfície depois de seco, reduzindo significativamente a área superficial disponível para união à resina.

Com a intenção de melhorar a longevidade e as propriedades umectantes, na década de 80 apareceram os primeiros adesivos fosfonados.

Esse sistema continha uma resina hidrofóbica (Phenil-P) misturada a uma solução aquosa de metacrilato (HEMA), como agente de umectante. Porém este tinha a sua ação limitada, não umedecendo bem a superfície dentinária restringindo a sua performance clínica.

Nessa época se achava que o seu mecanismo de união envolvia uma interação polar entre o grupo fosfato do agente de união (anion) e o cálcio (cátion) presente no esmalte condicionado e na dentina não condicionada.

O primeiro adesivo fosfonado foi o Clearfil-Bond (Kuraray, Co.), sendo também o primeiro a indicar o tratamento ácido da dentina, para remoção total da "smear layer". Era composto por Phenil-P, HEMA e BIS-GMA.

Em 1982, BOWEN et al². conseguiram uma boa união à dentina, quando utilizavam uma solução aquosa de oxalato férrico para seu tratamento, seguido de soluções cetônicas de NTG-GMA e PMDM (um monômero hidrofílico que contém dois grupos carboxílicos livres, além de 2 grupos polimerizáveis em cada molécula com a função de aumentar a resistência de união). O oxalato férrico promove uma alta estabilidade quelante das moléculas, tendo grupos de ligação similar do NPG-GMA, além de formar um precipitado insolúvel com os íons cálcio, na qual juntos com o fosfato férrico insolúvel, selaria os túbulos dentinários. Estas precipitações cristalinas aumentaram a resistência adesiva. Denominou-se esse sistema adesivo de "Sistema de Bowen". Apesar de mostrar bons resultados não foi produzido comercialmente.

No ano de 1983 foi introduzido um adesivo dentinário similar ao Clearfil-Bond, mas que usava um éster fosfonado de BIS-GMA que também era hidrofóbico, limitando assim o seu uso. Esse sistema era o Scotchbond que apresentava-se em versão autopolimerizável e foto-polimerizável. Era composto

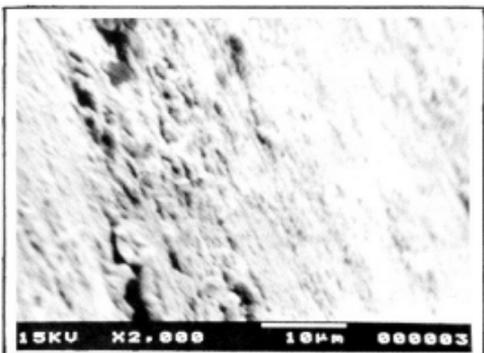


Figura 2 - "Smear layer" na estrutura dentária

por uma resina e um "primer" que continha em sua composição o ácido maléico em baixa concentração, a qual removia a "smear on" deixando a "smear in" intacta, favorecendo a penetração do adesivo nos túbulos dentinários. Um éster do ácido fosfórico que também continha no "primer", aderiu-se quimicamente à dentina e ao adesivo. Porém, o "primer" sofria uma aparente decomposição hidrolítica, resultando em posterior desunião. Assim, a resistência ao cisalhamento que inicialmente era de 3-4 MPa, com o tempo ia diminuindo, limitando o sucesso clínico deste adesivo.

Depois da introdução do Scotchbond diversas pesquisas foram feitas em torno dos adesivos fosfonados, assim surgiram diversos materiais como Bondlite (KERR/ glicero fosfato dimetacrilato), Dentin Bonding Agent (J&J/éster fosfórico do HEMA), Universal Bond (Caulk / fosfato amino - PENTA), Sinterbond (Teledyne/ Getz), Creation Bond (Den-Mat), entre outros. Todos estes materiais tinham resistência de união à dentina 10 a 30% da resistência da resina ao esmalte, diminuindo com o passar do tempo. Apesar do sucesso inicial eles falharam ao demonstrar longevidade de união à dentina.

O primeiro desenvolvimento mais significativo em adesivos dentinários surgiu há aproximadamente 10 anos, quando iniciou-se a discussão sobre o tratamento da "smear layer" para a adesão, visto que, até então era conseguida às custas da força adesiva da "smear layer" com a dentina. Em torno disso, surgiram os condicionadores com a função de remover parcial ou totalmente ou modificar a "smear layer" (figura 2).

Os condicionadores são geralmente constituídos de ácidos¹². Podem ser ácidos fortes (ex: ácido fosfórico ou cítrico) que atuam na dentina e a "smear layer" não seletivamente; ácidos fracos (ex: ácido maléico) que atuam em diferentes frações orgânicas e inorgânicas da estrutura dentária (Figuras 3 e 4)

Os "primers" geralmente contêm monômeros hidrofílicos e são quase sempre, deixados secar na estrutura dentária. Os "primers" tem a função de:

- molhar a superfície (reduzem o ângulo de contato) e melhorar o contato entre a resina hidrofóbica e a estrutura dentária;
- aumentar a permeabilidade da "smear layer" (se presente) e permitir a penetração da resina adesiva na "smear layer";
- prover micro-retenção mecânica na superfície, e permitir o embricamento mecânico do agente de união;
- prover adesão química pelo aumento do potencial de interação química, entre a "smear layer" modificada e a superfície dentinária.

A partir de 1984 foi introduzido no mercado diversos adesivos que mostraram grande sucesso pelo aumento da resistência de união e melhoria na performance clínica, revolucionando assim as pesquisas. Os valores de resistência de união "in vitro" se apresentavam similares ao do esmalte condicionado, em alguns sistemas. Estes sistemas requeriam remoção total ou parcial da "smear layer", em adição ao condicionamento da superfície exigida em alguns sistemas. Possuíam a desvantagem de uma maior complexidade dos procedimentos clínicos e tempo gasto.

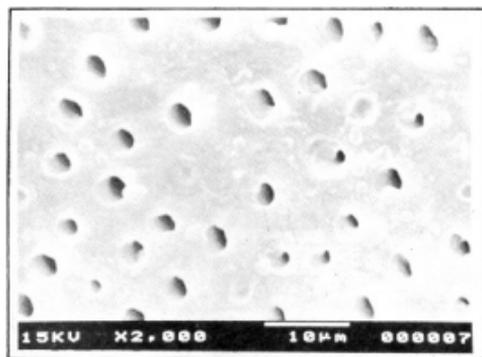


Figura 3 - Condicionamento da dentina com ácido maléico à 10%
 (remoção parcial da "smear layer")

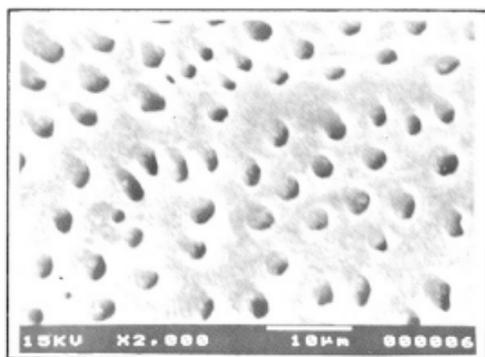


Figura 4 - Condicionamento da dentina com ácido fosfórico à 37%
 (remoção total da "smear layer")

O primer preparava a dentina para o melhor molhamento da resina sobre a superfície. A retenção micromecânica resultante da penetração da resina dentro dos túbulos dentinários pôde aumentar em 10-30% a resistência de união. Os TAGS que penetravam nos túbulos dentinários também proporcionavam uma redução da permeabilidade da dentina e aumentavam a resistência de união quando polimerizados.

O mecanismo de união destes novos sistemas resume em união entre o grupo ácido e o cálcio e o fosfato; modificação da "smear layer"; penetração dentro da dentina; molhamento com agentes hidrofílicos.

MUNKSGAARD; ASMUSSEN⁶, em 1984, desenvolveram um adesivo dentinário que preconizava o tratamento da dentina, condicionando-a (EDTA à 10%) para remoção da "smear layer" seguida da aplicação de um "primer" (35% de HEMA e 5% de glutaraldeído em água). O EDTA atua seletivamente no cálcio, expondo porções orgânicas da dentina e o glutaraldeído estabiliza os constituintes de colágenos expostos pelo EDTA. O processo de adesão é terminado pelo adesivo (BIS-GMA + TED-GMA). Esse sistema foi denominado como Gluma Dentin Bond (BAYER) e lançado no mercado em 1985. Além destes componentes, este sistema continha o ácido fosfórico para condicionamento do esmalte.

O Gluma possuía uma resina aquosa em seu "primer" que melhorava a penetração do monômero na superfície dentinária e a molhabilidade da resina adesiva sem carga na superfície dentinária, aumentando a retenção micromecânica e reduzindo o fluxo intertubular.

A sua resistência de união era alta e mostrava superioridade na maioria dos sistemas fosfonados prévios, mas essa resistência ia diminuindo gradativamente, sendo este sistema susceptível à formação de polímeros com a idade e à temperaturas elevadas. Acreditava-se que estes polímeros criavam uma barreira química artificial sobre a superfície das fibras colágenas prevenindo a penetração do monômero à superfície dentária.

Em 1985, surgiu um adesivo à base de éster fosfórico chamado de Prisma Universal Bond (Caulk), que também possuía um "primer" hidrofílico para união da dentina à resina. Em 1989 ocorreu uma reformulação do Prisma Universal Bond e passou a ser chamado Prisma Universal Bond 2. Era composto por PENTA (éster penta acrílico fosfato), HEMA, etanol e sua resina era de éster dimetacrilato fosfatado e TEG-DMA, glutaraldeído e canforquinona. O seu mecanismo de união era possível através de uma interação orgânica adicional com colágeno. Devido ao compo-

nente glutaraldeído sua performance clínica mostrou-se bastante satisfatória. Em 1991 a Caulk modificou a porcentagens de sua composição lançando o Prisma Universal Bond 3.

Em 1986 o "Sistema de Bowen" sofreu modificações na sua formulação, substituindo o oxalato férrico por oxalato de alumínio. Essa substituição se deve ao fato que o oxalato férrico produzia uma coloração escura na interface dente/restauração, o que não ocorria com o oxalato de alumínio.

Comercialmente esse sistema foi produzido com o nome de Tenure (Den-Mat). Neste adesivo, preconizava-se o tratamento da dentina com condicionador (ácido cítrico à 2,5% e oxalato de alumínio à 3,5%) na qual a "smear layer" era totalmente removida e substituída por um precipitado cristalino.

Com a constante busca de um adesivo satisfatório a 3M modificou a formulação do Scotchbond. O seu sistema era constituído de um "primer" (2,5% ácido maleico, glutaraldeído, HEMA e água) e um adesivo (BIS-GMA, HEMA, canforquinona), que foi chamado de Scotchbond 2.

O "primer" removia parcialmente a "smear layer" devido ao ácido maleico em sua composição e funcionando como agente hidrofílico aumentando a união do adesivo. Quando adequadamente utilizado provê uma superfície dentinária bem condicionada e rígida, para a penetração do monômero. Os componentes amolecidos da "smear layer" são removidos, para a união, sem alargar os túbulos dentinários, o que aumentaria o fluxo do fluido intratubular da polpa.

Um problema com o adesivo é que ele é altamente inibido pelo ar, e somente camadas mais espessas (100µm) polimerizam facilmente para prover uma superfície firme e na qual os incrementos de resina composta serão inseridos.

Este foi o primeiro adesivo dentinário a receber a aceitação provisória da ADA como "adesivo dentinário".

A partir de 1988, Bowen desenvolveu um novo sistema de união à dentina que era formado por um condicionador (ácido nítrico à 2,5% e NPG), seguido por um adesivo (monômero de metacrilato, PMDM em acetona). Dois produtos foram comercializados com essa formulação: Mirage Bond (Chameleon Penta) e Restbond 3 (Le Pharmaceuticals).

O ácido nítrico à 2,5% remove a "smear layer", desmineraliza parcialmente a dentina e condiciona o esmalte de maneira similar ao ácido fosfórico. A solução hidrofílica, PMDM, umedece e se infiltra na

superfície parcialmente desmineralizada e embriça-se nas microporosidades da superfície.

O XR Bond (KERR) é um sistema ligeiramente diferente, com "primer" baseado num fosfato aquoso no lugar de HEMA. O seu "primer" contém éster dimetacrilato fosfatado, álcool etílico e canforoquinona. Ele remove parcialmente a "smear layer", se infiltra e polimeriza-se para formar uma superfície rígida. Esse sistema liga-se a esta "smear layer" impregnada.

O adesivo continha éster dimetacrilato fosfonado, uretana dimetacrilato, dimetacrilato alifático e canforoquinona, produzindo uma maior interação química com a porção inorgânica da superfície dentinária.

Um dos maiores desenvolvimentos em adesivos dentinários foi a obtenção de monômeros que promovem adesão não somente ao esmalte mas também à dentina. Eles possuem grupos hidrofílico e hidrofóbico e são mais efetivos em conferir adesão aos tecidos duros.

NAKABAYASHI⁷ revolucionou os agentes adesivos, pesquisando a interação de diferentes monômeros com diferentes formas de tratamento à dentina. Em 1982, verificou que o monômero 4-META/MMA-TBB (4-metacrilóxiethyl trimellitato anidrido em metil metacrilato/tributyl burano) produzia melhor afinidade, biocompatibilidade e adesividade destes com os tecidos duros⁸. Para tanto o tratamento da dentina preconizado era a base de 10% de ácido cítrico e 3% de cloreto férrico o que propiciava a remoção da hidroxiapatita da superfície dentinária. O sistema ficou identificado como 10:3, que proporcionava a formação de uma zona de interdifusão ou camada híbrida.

A zona de interdifusão é o resultado da hibridação do monômero e o dente⁹, e isso se deve a alterações estruturais induzidas na morfologia da superfície dentinária criando uma interface retentiva¹⁰. A fina camada de monômero entrelaçado com as fibras de colágeno da superfície desmineralizada de dentina (dentina reforçada com resina) interligam junto as duas substâncias em nível molecular, encapsulando os cristais de hidroxiapatita, selando a superfície contra a micro-infiltração e concedendo um alto grau de resistência ácida, além de poder ter uma potencial ação protetora para o tecido pulpar. No esmalte o 4-META promove a interpenetração do monômero dentro dos prismas de esmalte periférico e polimeriza no seu interior resultando numa excelente adesão ao esmalte condicionado formando também uma camada de esmalte reforçado com resina⁴.

O seu mecanismo de união se dá quando da aplicação da solução 10:3 à superfície da dentina, o ácido cítrico

remove seletivamente a hidroxiapatita até uma profundidade de aproximadamente 5 a 10 µm, expondo as fibras individuais do colágeno. Os íons ferro do cloreto férrico são depositados na superfície dentinária e também atuam na melhoria da difusibilidade do substrato dentinário ao monômero. Sendo assim, a solução 10:3 protege o colágeno da dentina durante a desmineralização, facilitando a formação da camada híbrida, embora o cloreto férrico tenha se mostrado inefetivo na proteção contra os ácidos fortes, como o ácido fosfórico¹¹.

Baseado neste sistema surgiu no mercado japonês o MetaBond C&B e no mercado europeu e americano o Amalgam Bond e o Super Bond, todos comercializados pela Parkell. O condicionador é a solução 10:3, o "primer" é 35% de HEMA em água e a resina é o 4-META+TBB-MMA, possuindo uma resistência ao cisalhamento em torno de 18 MPa.

Acompanhando a evolução de NAKABAYASHI⁷ foram desenvolvidos novos sistemas adesivos, que têm finalidade multi-uso. Estes sistemas também promovem a formação da camada híbrida variando apenas de espessura.

Um dos primeiros sistemas multi-uso surgiu em 1990 e foi o All Bond (BISCO), que posteriormente foi modificado e denominado All Bond 2, em 1992. Este sistema possui condicionadores para esmalte, ácido fosfórico a 32%, e dentina, ácido fosfórico a 10%, o "primer" possui NTG-GMA, BPDM etanol e acetona e a resina é o BIS-GMA e HEMA. Sua resistência é em torno de 16,1 MPa.

O Scotchbond 2 também foi modificado e surgiu assim um sistema multi-uso, o Scotchbond Multi-Use (3M), no qual condiciona a estrutura dentária (esmalte e dentina) com ácido maléico a 10%. O "primer" é uma solução aquosa de HEMA mais ácido alcenóico e a resina é BIS-GMA e HEMA. A resistência ao cisalhamento é torno de 17MPa.

Outro sistema que surgiu foi o OptiBond (KERR). Indica o condicionamento com ácido fosfórico a 37% somente em esmalte, mas podendo fazê-lo em dentina por 10 segundos. O "primer" é composto por HEMA, GPDM monofosfato, etanol e água. O adesivo se apresenta de duas formas: com ou sem carga. Consiste de TEG-DMA, uretana DMA, GPDM, BIS-GMA e HEMA. Na opção com carga, são adicionados sílica, bário, dissódico hexafluoretado de sílica. Estes sistema é o único que possui flúor na sua composição, que segundo o fabricante é liberado à estrutura dentária. Sua resistência ao cisalhamento é torno de 17,3 MPa.

Além destes sistemas existem outros sendo comer-

cializados como Imperva Bond (Shofu), Gluma 2000 (Bayer), ProBond (Dentsply) entre outros.

DISCUSSÃO

A evolução dos sistemas adesivos se deu tanto na química do material, suas propriedades, como também no tratamento recomendado à dentina. Seguindo os avanços destes sistemas verifica-se que as resinas utilizadas foram aperfeiçoadas, e que os efeitos deletérios dos condicionadores sobre o tecido pulpar foram observados.

Mesmo assim, atualmente a maior polêmica é o condicionamento ácido da dentina, que no início das pesquisas sobre sistemas adesivos era preconizado, com intuito de aumentar as microrretenções mecânicas do material com a dentina, mas sem saber o efeito biológico que poderia ocasionar. Posteriormente, o condicionamento da dentina foi deixado de lado, pois verificou-se que o tratamento dado a superfície dentária não surtia efeito desejável, devido a dentina ser úmida e o material ser hidrofóbico.

Após obter materiais com propriedades hidrofílicas, o tratamento da dentina voltou a ser preconizado, mas com diferentes soluções, sendo que os mais utilizados foram os ácidos, em particular os ácidos fortes. Voltou-se ao estudo dos efeitos deletérios que este tratamento poderia ocasionar na polpa.

PASHLEY¹², em 1992, afirmou que o condicionamento ácido da dentina, por si só, não é capaz de desencadear uma degeneração do tecido pulpar. Porém constitui mais uma forma de irritação aguda ao complexo dentina-polpa, o qual se associa aos demais estímulos: térmico, mecânico, vibratório e evaporativo. Além disso NAKABAYASHI** (1994) afirmou que os ácidos fortes ampliam as embocaduras dos túbulos dentinários facilitando a penetração bacteriana e a movimentação dos fluidos. Também desnatura o colágeno em tal profundidade que os sistemas adesivos atuais não conseguem penetrar, deixando uma camada enfraquecida, susceptível a uma degradação futura.

Apesar destes grandes avanços na odontologia restauradora, a obtenção de um material adesivo, livre de microinfiltração ainda não foi alcançada. Diante das inúmeras tentativas, MUNSKEGAARD et al⁷, analisaram que quando a resistência ao cisalhamento for em torno de 17 MPa a restauração estaria livre de "GAP". Já KOMATSU; FINGER (1986) verificaram que a resistência, após 15 minutos, deveria ser em torno de 20 MPa, para prevenir a formação de "GAPs".

RETIEF** (1994) determinou que era necessário uma resistência maior (22MPa) após 24 horas para prevenir a microinfiltração. Porém, SANO¹³, et al. em 1994, verificaram que mesmo na ausência de "GAPs", se tem microinfiltração na base da camada híbrida, ou seja, ainda há a presença de "GAPs" submicroscópicos. Desta forma observa-se a necessidade de melhorias nos sistemas adesivos para se obter um material mais apropriado, e assim se ter restaurações estéticas e duráveis.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o futuro da odontologia restauradora consiste em continuar as pesquisas dos sistemas adesivos para se obter um material que consiga restaurar a estrutura dentária perdida com o mínimo de falhas.

Em relação aos sistemas adesivos a tendência atual consiste na utilização de ácidos fracos; manter a hidroxiapatita sempre que possível; prevenir a desnaturação do colágeno e minimizar a perda dos tecidos duros.

ABSTRACT

The greatest problem in restorative dentistry remains in obtain the adhesion of materials to tooth surface, high adhesive strength, biocompatibility and low microleakage. The researches about dentin bonding agents have been developed very fast, making difficult the long term clinical evaluation. This paper makes a literature review about dentin bonding agents to permit better understanding of the products, their properties and chemistry, thus clearing the evolution of this systems.

UNITERMS: Adhesives.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- ADEPT REPORT, v.1, n.4, Fall 1990.
- 2- BOWEN, R.L. et al. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues: improvement in bond strength to dentin. *J. dent. Res.* v.61, p.1070-6, 1982.

- 3-BYONG, I.S. All Bond Fourth generation dentin bonding system. **J. Esthet. Dent.**, v.3, n.4, p.139-47, July/Aug. 1991.
- 4-HOTTA, K. et al. Effect of 4-MET on bond strength and penetration of monomers into enamel. **Dent. Mater.**, v.8, n.3, p.173-5, May 1992.
- 5-JENDRESEN, M.D. et al. Annual review of selected dental literature: Report of the Committee on Scientific Investigation of the American Academy of Restorative Dentistry. **J. prosth. Dent.** v.70, n.1, p. 44-85, 1993.
- 6-MUNKSGAARD, E.C. ; ASMUSSEM, E. Bond strength between dentin and restorative resins mediated by mixtures of Hema and glutaraldehyde. **J. dent. Res.**, v.63, p.1087, 1984.
- 7-MUNKSGAARD, E.C. ; HANSEN, E.K. ; ASMUSSEM, E. Effect of five adhesives on adaptation of resin in dentin cavities. **Scand. J. dent. Res.**, v.92, p.544-8, 1984
- 8-NAKABAYASHI, N. et al. Studies on dental self-curing resins - Adhesion of 4- META/MMA-TBB resin to pretreated dentin. **J. Jap. Dent. Appar. Mat.**, v.23, p.29-34, 1982.
- 9-NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K. ; MASHUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J. Biomed. Mater. Res.** v.16, p.265, 1982.
- 10-NAKABAYASHI, N. ; NAKAMURA, M. ; YASUDA, N. Hybrid layer as a dentin bonding mechanism. **J. Esthet. Dent.**, v.3, n.4, p.133-8, 1991.
- 11-NAKABAYASHI, N. ; TAKARADA, K. Effect of HEMA on bonding to dentin. **Dent. Mater.**, v.8, n.2, p.125-30, 1992.
- 12-PASLHEY, D.H. ; HORNER, J.A. ; BREWER, P.D. Interactions of conditioners on dentin surface. **Oper. Dent.**, p.137-50, 1992. Supplement 5.
- 13-SANO, H. et al. Microleakage pathway of resin/dentin interface. **J. dent. Res.**, v.72, p.114, 1994. Special issue. /Abstract n.85/
- 14-SMITH, D.C. ; WILLIAMS, D.F. **Biocompatibility of dental materials**, S.L. CRC Press, v.1, p.39-74, 1982.
- 15-THE DENTAL ADVISOR, v.8, n.3, p. 1-8, Sept. 1991.
- 16-VAN MEERBEEK, B. et al. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. **J. dent. Res.**, v.71, n.8, p. 1530-40, Aug. 1992.