

Cimentos Ionoméricos Híbridos

Força de Adesão à Dentina e Mecanismo de União. Uso da Microscopia Eletrônica

Marcelo C. Chain

Professor de Materiais Dentários da UFSC, com PhD em "Biomateriais" na "University of Alabama at Birmingham/USA"

Juliana C. Chain

Pós-graduada em "Biomateriais" (Master) na "University of Alabama at Birmingham/USA"

Karl F. Leinfelder

Professor de Materiais Dentários da Universidade da Carolina do Norte/EUA

Os AA medem a força de união dos cimentos ionoméricos híbridos e investigam o mecanismo de união à estrutura dentinária

INTRODUÇÃO

Desde sua invenção no final dos anos 60 e sua introdução à profissão odontológica no início da década de 70¹, os cimentos de ionômero de vidro vêm ganhando popularidade². Em 1980, cimentos ionoméricos receberam pela primeira vez uma lista própria no Index da Literatura Odontológica (ADA National Library of Medicine) com 13 publicações, aumentando para 19 em 1981 e 43 em 1983. Nos anos de 1986 a 1988 o número cresceu para mais de 80, demonstrando claramente o interesse de clínicos e cientistas pelo material, responsabilizando-o em grande parte por uma nova era em Odontologia, marcada pela sua característica preventiva.

Evolução - a partir do trabalho de ALAN WILSON e colabs., os cimentos ionoméricos vêm sofrendo progressiva melhora. Os primeiros cimentos, denominados convencionais, são basicamente compostos de um polímero iônico (ácido policarboxílico), um composto fluoroaluminossilicato em forma de pó, ácido tartárico e água. Os componentes são distribuídos de maneira a formarem um pó e um líquido, os quais colocados juntamente reagem quimicamente e originam um cimento de alta resistência, liberando como subproduto o flúor. Tais cimentos no entanto apresentaram desvantagens, que ainda hoje limitam suas aplicações, tais quais curto tempo de trabalho, longo tempo de presa, sensibilidade técnica, fragilidade e susceptibilidade à contaminação precoce. Com o objetivo de contornar tais limitações, mas preservando as boas propriedades do material, cimentos ionoméricos reforçados com resinas fotopolimerizáveis surgiram no mercado. Nestes sistemas, denominados híbridos, dois tipos de reação de solidificação ocorrem: a reação ácido-básica entre o pó de vidro fluoroaluminossilicato e o ácido policarboxílico (a mesma reação que ocorre nos convencionais) e uma reação fotoativada de polimerização de radicais livres entre os grupos metacrilato dos polímeros e 2-hidroxiethylmetacrilato (HEMA). Esta segunda reação propicia um menor tempo de presa, um tempo de trabalho maior e principalmente melhores propriedades físicas. Recentemente, fabricantes advogando o fato de que a reação ácido-básica inicial dos ionômeros fotopolimerizáveis não garante uma completa polimerização, e que o poder de penetração da luz é limitado à uma certa profundidade, desenvolveram um material com um terceiro mecanismo de cura, com a finalidade específica de melhorar a polimerização dos grupos metacrilatos e HEMA. Esta terceira reação é iniciada por um sistema catalisador redox hidro-ativado³.

A intenção deste trabalho é medir a força de união destes recentes cimentos restauradores híbridos, comparando-os com um cimento convencional e derivados reforçados do mesmo. Adicionalmente, através de microscopia eletrônica de varredura, investigar o mecanismo de união à estrutura dentinária.

Tabela 1
GRUPOS TESTADOS

GRUPOS	CLASSIFICAÇÃO
1. Ketac-Fill (ESPE)	Convencional
2. Ketac Silver (ESPE)	Cermet (convencional reforçado)
3. Miracle Mix (GC)	Convencional misturado
4. Variglass (Dentsply)	Composto resina/ionômero
5. Photac Fill (ESPE)	Híbrido (dupla cura)
6. Fuji II LC (GC)	Híbrido (tripla cura)
7. Vitremer (3M)	Híbrido (tripla cura)

MATERIAIS E MÉTODOS

Cento e cinco primeiro e segundo molares permanentes recém-extraídos foram utilizados neste estudo. Os dentes, imediatamente após extração foram limpos e armazenados em NaCl 0,9% (soro fisiológico). A face oclusal dos dentes foi desgastada sob constante refrigeração numa máquina de polimento (Buheler Ltd.) utilizando-se inicialmente uma lixa SiC (Silicon Carbide) nº 60. As raízes dos dentes foram removidas parcialmente e as coroas então foram fixadas com resina acrílica a anéis metálicos, de forma que a superfície oclusal dos dentes ficasse projetada acima da resina. Os dentes fixados no anel foram então armazenados por 24 horas em NaCl a 37 °C. Imediatamente antes do preparo final dos espécimes, a face oclusal dos dentes foi novamente desgastada por lixas SiC 180 e subseqüentemente SiC 600 a fim de expor a dentina o mais superficialmente possível. Utilizando-se uma lupa estereoscópica (American Optical Corp.) as superfícies dentinárias foram analisadas para se ter certeza de que nenhum remanescente de esmalte estivesse presente. A superfície do dente foi então lavada, ligeiramente seca com ar descontaminado, e coberta com uma fita adesiva com uma perfuração circular de 3mm de diâmetro. A fita perfurada desta forma tem por objetivo demarcar e padronizar a área de adesão.

Os espécimes foram divididos em 7 grupos de 15 (tabela 1) e cada grupo foi individualmente tratado para cada material de acordo com as recomendações do fabricante. Os espécimes foram então transferidos para um aparelho descrito por RETIEF^{4,5} o qual contém um molde dividido de Teflon com um orifício circular de 3,5mm de diâmetro. Uma plataforma comprime o molde de Teflon contra a superfície do dente permitindo um contato ideal. Os cimentos foram inseridos na abertura do orifício do molde de Teflon através de seringa (Centrix™) e fotopolimerizados por 40 segundos quando necessário. Após 15 minutos os espécimes foram removidos do aparelho e armazenados em NaCl 0,9% por 24 horas e submetidos ao teste de cisalhamento em uma máquina de testes Instron modelo 1011. A força de cisalhamento foi aplicada à base do cilindro de ionômero através de uma ponta biselada à uma velocidade de 0,5mm/min. A resistência de união foi calculada em megapascals (MPa) e os dados analisados estatisticamente através de análise

Tabela 2
RESULTADOS

GRUPOS	FORÇA DE ADESÃO (MPa)		
	Média	DP	Varição
Fuji II LC	10.98	2.49	7.02 - 14.56
Vitremer	10.81	2.51	8.18 - 15.87
Ketac-Fill	5.01	1.56	2.30 - 6.17
Ketac-Silver	4.49	1.21	2.51 - 6.71
Miracle-Mix	4.04	0.97	2.56 - 5.65
Variglass	3.02	2.33	0.63 - 8.59
Photac Fill	0.64	1.35	0.00 - 3.40

de variância (ANOVA)⁵ seguidos por teste de múltipla comparação de Duncan's e Student-Newman-Keuls⁶.

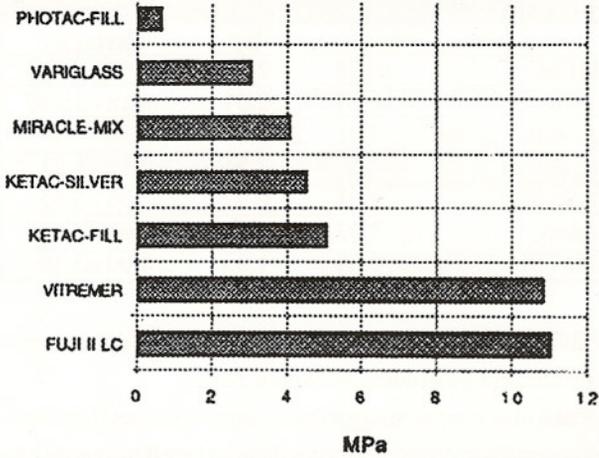
Par a observação microscópica, alguns dentes foram restaurados e então fraturados através da interface dentina/restauração ou então tiveram sua dentina dissolvida por imersão alternada em ácido clorídrico 10% e Hipoclorito de Sódio 5% a fim de se expor a interface dentina/restauração. Os espécimes foram cobertos com Ouro/Paládio num Sputter Coater (Anatech) e visualizados num microscópio eletrônico de varredura (ISO 100B) a 15kV.

RESULTADOS

Resistência de união: os dados provenientes do teste de adesão estão listados na tabela 2 e no gráfico 1 em ordem decrescente de magnitude. A análise estatística indicou diferenças significantes entre os materiais ($p = 0.0001$), que foram identificadas pelos testes de Duncan's e Student-Newman-Keuls (médias unidas por uma linha vertical não foram significativamente diferentes). A resistência de união à dentina do Fuji II LC (GC) e Vitremer (3M) foram as maiores encontradas e não foram diferentes entre si, mas significativamente maior que a dos outros materiais testados. Ketac Fill, Ketac Silver, Miracle Mix e Variglass não diferenciaram-se, mas foram significativamente maior que Photac-Fill.

Microscopia eletrônica de varredura: figura 1 denota a estrutura de uma superfície dentinária recém-abrasionada com discos de lixo sílica-carbide nº 600, evidenciando a camada superficial de detritos frouxamente unidos (esfregação dentinário). Figuras 2 e 3 mostram superfícies dentinárias tratadas com GC conditioner e ESPE conditioning (ambas soluções de ácido poliacrílico), onde observa-se a remoção do esfregação dentinário e abertura parcial dos túbulos. Figuras 4 e 5 ilustram superfícies dentinárias tratadas com ProBond primer e Vitremer primer, onde nota-se a persistência de uma camada amorfa encobrendo a estrutura tubular subjacente. Figuras 6, 7, 8 e 9 ilustram espécimes fraturados através da interface dente/restauração, denotando em comum a não penetração dos diferentes materiais profundamente na dentina, contrariamente ao material photac Fill (figura 10). A figura 11 evidencia o sítio de fratura, mostrando a falha adesiva/coesiva bem como a área bem

**Gráfico 1
RESULTADOS**



delimitada, importante no cálculo da força de cisalhamento e frequentemente negligenciada.



Fig. 1 - Superfície dentinária condicionada com lixa sílica-carbeto nº 600 (2000x).

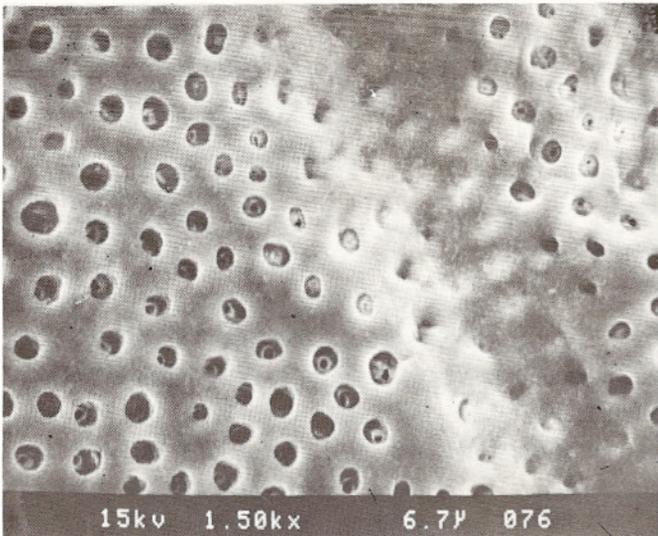


Fig. 2 - Superfície dentinária condicionada com GC conditioner (ácido poliacrílico 10%) por 10 segundos e lavada. Observe a remoção completa do esfregaço dentinário e abertura parcial dos túbulos (1500x).

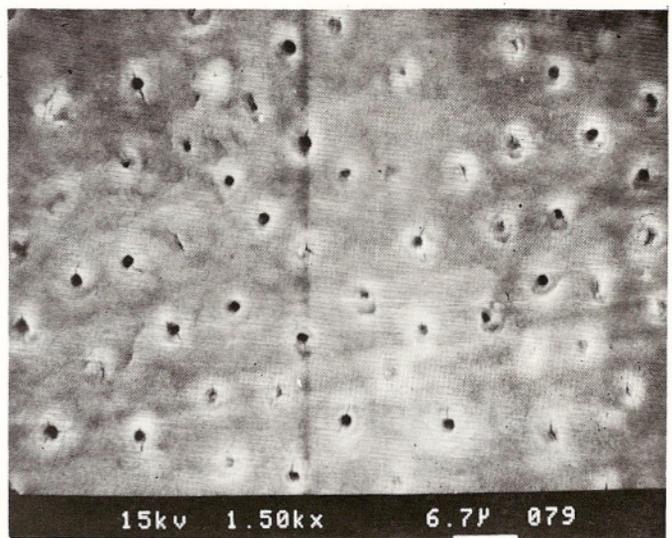


Fig. 3 - Superfície dentinária condicionada com ESPE conditioning (10s) e lavada. Remoção do esfregaço dentinário e remoção dos plugs dentinários na maioria da estrutura (1500x).

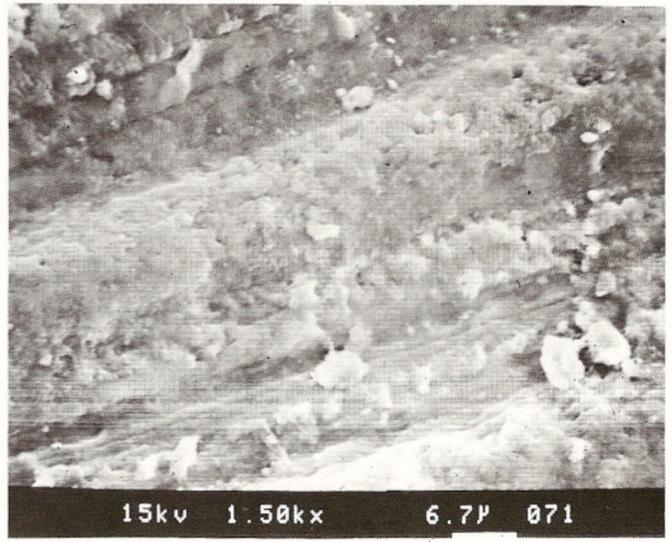


Fig. 4 - Superfície dentinária condicionada com ProBond Primer por 30 segundos e seca. Note a persistência do esfregaço dentinário encobrindo a dentina tubular subjacente.

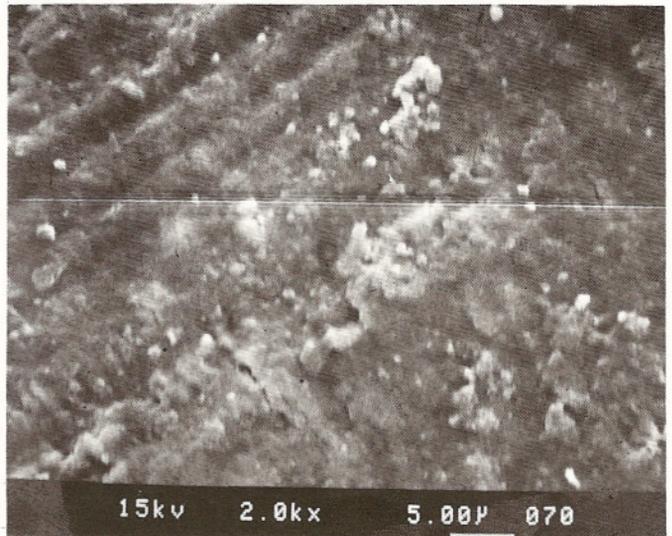


Fig. 5 - Superfície dentinária tratada com Vitremer Primer. A camada polimerizada mistura-se ao esfregaço dentinário e não há qualquer evidência de abertura tubular.

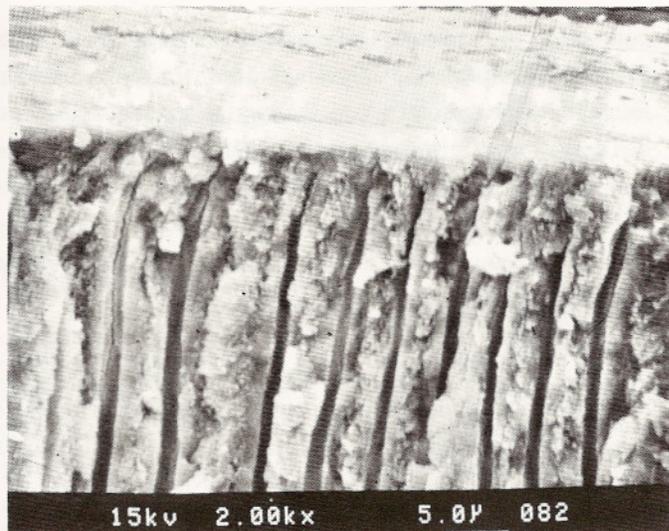


Fig. 6 - Espécime fraturado através da interface Fuji II LC/dentina. Apenas penetração superficial do material é observada (2000x).

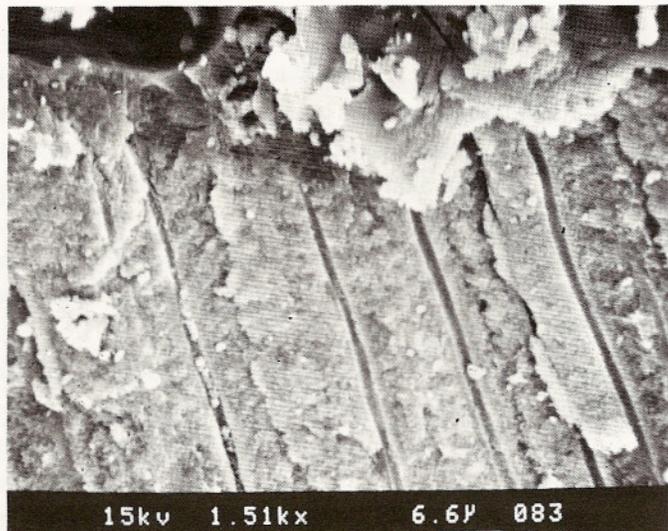


Fig. 7 - Espécime fraturado através da interface Variglass/dentina. Túbulos não preenchidos e não detecção de nenhuma reação superficial do material com dentina (1500x).

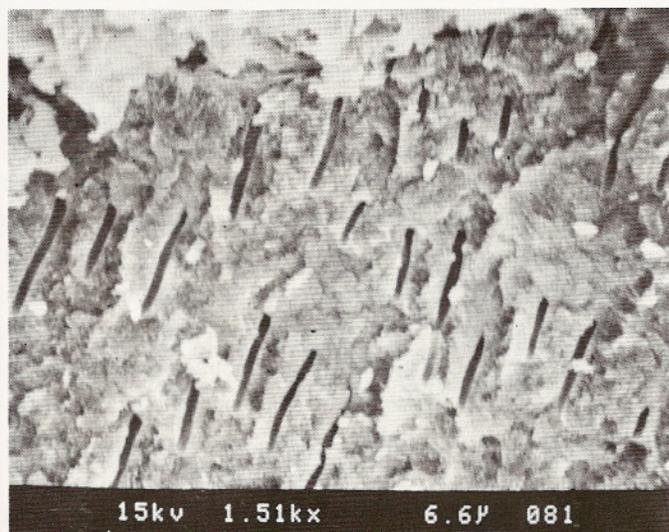


Fig. 8 - Similarmente, estruturas tratadas com Vitremer não mostraram qualquer penetração na estrutura tubular, sugerindo uma reação localizada com a dentina superficial (1500x).

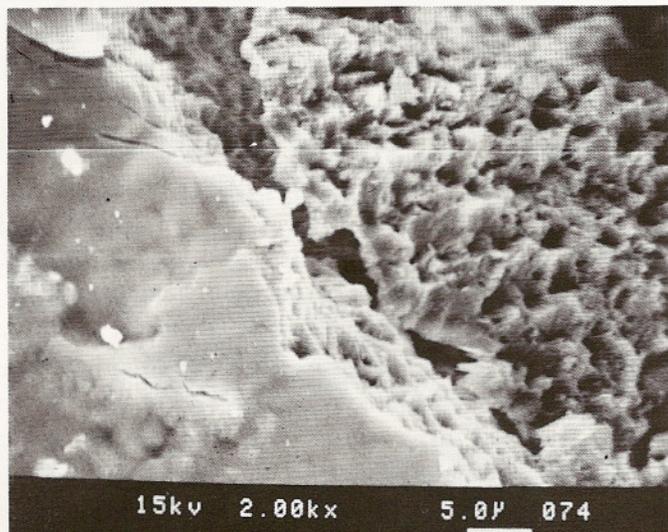


Fig. 9 - Outro aspecto da interface Vitremer/dentina evidenciando o travamento mecânico superficial (2000x).

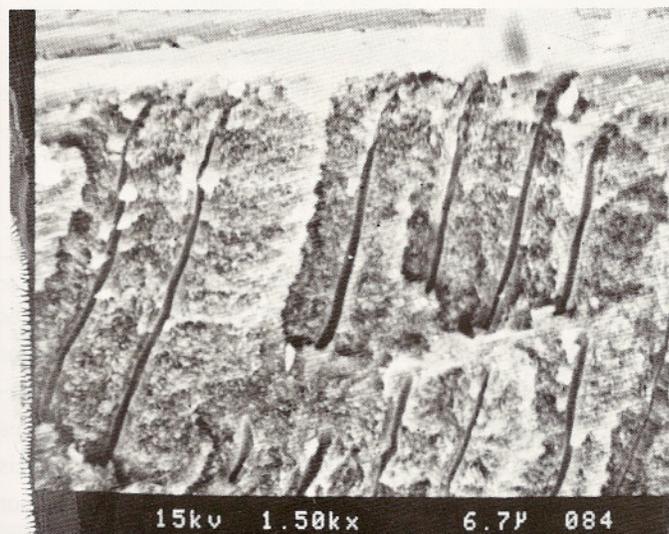


Fig. 10 - Estrutura fraturada através da interface Photac Fill/dentina evidenciando penetração do material no interior dos túbulos dentinários.



Fig. 11 - Espécime fraturado denotando a bem delimitada área de adesão ionômero/dentina. A fratura foi na sua maior parte adesiva, mas nota-se traços de fratura coesiva, sendo que 10% da área ainda possui ionômero de vidro (18x).

A adesão forte e resistente de materiais restauradores à estrutura dental é uma grande e constante expectativa da classe odontológica. Neste sentido, cimentos ionoméricos vêm sempre sendo relegados a um segundo plano quando comparados às resinas compostas, visto as propriedades não tão favoráveis do primeiro. No entanto, avançada tecnologia em fotopolimerização e estabilização resinosa provocou o surgimento de uma nova e superior classe de materiais: os cimentos ionoméricos híbridos. Os cimentos híbridos combinam tecnologia das resinas compostas e ionômeros de vidro; eles possuem múltiplos mecanismos de cura, e adicionalmente às vantajosas propriedades inerentes aos ionômeros convencionais, possuem maior resistência à compressão e tração diametral, são mais resistentes à umidade e dessiccação e oferecem melhor acabamento e polimento. Tais vantagens, somadas à melhor resistência de união à estrutura dental, ressaltam a necessidade de uma reavaliação na utilização e indicação destes materiais.

Quando comparados os resultados deste estudo com estudos previamente feitos em nosso laboratório sob as mesmas condições, nós pudemos verificar que os cimentos Fuji II LC e Vitremer obtiveram resultados superiores a muitos sistemas adesivos dentinários/resinas compostas^{6,7}, ainda que inferiores aos mais recentes adesivos disponíveis, constatando a evolução e o estágio avançado em que os ionômeros híbridos se encontram. Mas, qual é a força de união ideal? Quanto em resistência em termos de MPa é necessário para obtenção de uma restauração resistente e sem infiltração marginal? A resposta para tais perguntas não é fácil e especula-se que para obtenção de uma restauração sem microinfiltração um mínimo de 17 PMA deve ser atingido⁸. No entanto, deve-se entender que não existe uma resistência de união oficial ou ideal reconhecidamente adequada para todos os propósitos, uma vez que as propriedades do dente em harmonia com os materiais restauradores sob condições orais funcionais são que determinam o nível necessário de resistência de união. Assim sendo, grandes valores obtidos em laboratório nem sempre garantem os melhores resultados clínicos, por outro lado, não devemos deixar de reconhecer que testes laboratoriais bem empregados provêm uma excelente estimativa do desempenho clínico do material.

Há basicamente dois tipos de cimentos ionoméricos disponíveis atualmente: os convencionais e os híbridos. Os cimentos convencionais solidificam-se somente através de uma reação ácido-básica a qual resulta em cruzamento iônico de cadeias poliácidas, enquanto que os cimentos híbridos combinam a reação ácido-básica com polimerização dos grupos funcionais metacrilatos presentes nos monômeros hidro-solúveis ou presentes como grupos pendentes na cadeia poliácida. Todos os cimentos híbridos disponíveis atualmente são sistemas fotopolimerizáveis, e apesar de alguns materiais (Vitremer e Fuji II LC) possuírem ainda um terceiro mecanismo de cura (

polimerização química dos grupos funcionais metacrilatos), eles foram desenvolvidos primariamente para serem fotopolimerizáveis, obtendo melhor performance quando curados desta forma. É importante no entanto, distinguir cimentos ionoméricos híbridos de compostos resinosos liberadores de flúor, pois tais compostos não possuem reação ácido-básica, condição sinequanon para o material ser classificado como ionômero de vidro.

É consenso que cimentos ionoméricos convencionais aderem-se a esmalte e dentina através de ligações iônicas à hidroxiapatita, sendo universalmente proposto que a ligação é provavelmente o resultado de substituição de íons fosfato da estrutura superficial da hidroxiapatita por íons poliácridatos⁹. Cimentos ionoméricos híbridos provavelmente aderem-se à estrutura dental similarmente aos ionômeros convencionais, mas devido à sua composição, eles também possuem em parte capacidade adesiva similar aos sistemas resinosos, potencializando sua força de união. Outros fatores que também contribuem significativamente são as melhores propriedades físicas dos cimentos híbridos e a presença dos condicionadores, que por conterem monômeros tais quais 2-hidroxiethylmetacrilato (HEMA) podem infiltrar-se e polimerizar-se na dentina desmineralizada formando retenções micro-mecânicas. Torna-se importante mencionar aqui, que a fotopolimerização é fator fundamental na força de união, uma vez que sua influência em ionômeros híbridos é tão grande quanto à influência sobre os adesivos dentinários/resinas compostas. Especificamente, foi evidenciado que a resistência de união aumenta linearmente com o tempo de polimerização do condicionador ou do material restaurador¹⁰.

Apesar da controvérsia existente sobre a validade ou não de testes de adesão laboratoriais na previsão da performance clínica do material, tais testes vêm há muito sendo utilizados e mantêm uma correlação muito boa com o desempenho clínico do material, justificando o seu uso. Outras propriedades no entanto são necessárias ao material além do poder de adesão, como a porcentagem de contração de polimerização, resistência ao desgaste, liberação de flúor e estética, que computados juntamente ditarão a escolha final do material.

CONCLUSÃO

A habilidade de cimentos ionoméricos em aderir-se à estrutura dentária têm aumentado significativamente nos últimos anos, particularmente com o surgimento dos novos cimentos ionoméricos híbridos, que provavelmente por possuírem melhores características físicas e condicionadores mais efetivos apresentam melhores valores de adesão. A avaliação de seis cimentos ionoméricos e um composto resinoso liberador de flúor quanto à resistência de união sob forças de cisalhamento demonstrou significantes diferenças entre os diferentes materiais mostrando maiores valores para Fuji II LC e Vitremer. Ketac-

Fill, Ketac-Silver, Miracle-Mix e Variglass foram significativamente menor que os dois primeiros, mas não diferenciaram-se estatisticamente. Photac-Fill apresentou os valores mais baixos. A microscopia eletrônica de varredura não conseguiu identificar o mecanismo de adesão de cada um dos produtos.

CONCLUSION

The ability to bond glass ionomer cements to dentin has improved greatly in recent years, particularly due to the new hybrid glass ionomers, which probably possess better physical characteristics and more efficient conditioners. The shear bond strength evaluation of six glass ionomers cements and a fluoride release resin-based material showed significant differences among the materials. Fuji IILC and Vitremer obtained the higher values and were not different between themselves. Ketac-Fill,

Ketac-Silver, Miracle-Mix and Variglass were ranked second, being not different among themselves. Photac-Fill showed the smallest value. The scanning electron microscopy did not identify the exact adhesion mechanism of each one of the products.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WILSON, A.D. & KENT, B.E. A new translucent cement for dentistry: the glass ionomer cement. *British Dental Journal*, 132: 133-35, 1972.
2. WILSON, A.D. & McLEAN, J.W. *Glass Ionomer Cements*. Chicago, Quintessence Publishing Co., 1988.
3. VITREMER - *Tri-Cure Glass Ionomer System*. Technical Product Profile, December, 1992.
4. CHAIN, M.C.; RETIEF, D.H.; DENYS, F.R. and RUSSELL, C.M. Laboratory evaluation of the A.R.T. bonding system. *Am J. Dent.* 4 (7): 195-199, 1994.
5. CHAIN, M.C.; RETIEF, D.H.; CHAIN, J.B.; ARAÚJO, R.M.; RUSSELL, C.M. Shear Bond Strength and SEM studies of Optibond. *J. Dent. Res.* 73: 199, 1994.
6. RETIEF, D.H.; O'BRIEN, J.A.; SMITH, L.A. In vitro investigation and evaluation of dentin bonding agents. *Am. J. Dent.* (1): 176-183, 1988.
7. KAMEL, F.M.; RETIEF, D.H.; MANDRAS, R.S. et al. A laboratory study of the Herculite XR System. *Am. J. Dent.* (3): 270-277, 1990.
8. RETIEF, D.H.; MANDRAS, R.S.; RUSSELL, C.M. Shear bond strength required to prevent microleakage at the dentin/restoration interface. *Am. J. Dent.*, 1994, in press.
9. WILSON, A.D.; PROSSER, H.F. and POWIS, D.M. Mechanism of adhesion of polyelectrolyte cements to hydroxyapatite. *J. Dent. Res.* 62: 590-592, 1983.
10. HINOÚRA, K.; IMAI, H.; ONOSE, H. and MOORE B.K. Factors influencing dentin bond of a tri-cured type II glass ionomer. *J. Dent. Res. (Spec. Iss)* 73: Abstract 1815, 1994.

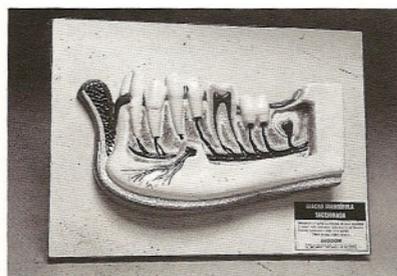
A INFORMAÇÃO É O MELHOR INVESTIMENTO

Super-Macro-Modelos

Agora, ficou mais fácil para o cirurgião-dentista explicar seu trabalho aos pacientes e à população.

A INODON, investindo na informação, criou 3 kits de Super-Macro-Modelos demonstrativos: mandíbula seccionada, dente desmontável, e seqüência da erupção. Trata-se de um material didático em tamanho ampliado e colorido, que vai deixar seus clientes melhor informados sobre a Odontologia. Os kits também são indicados para atividades educacionais nas escolas.

Super-Macro-Modelos INODON: a informação é o melhor investimento.

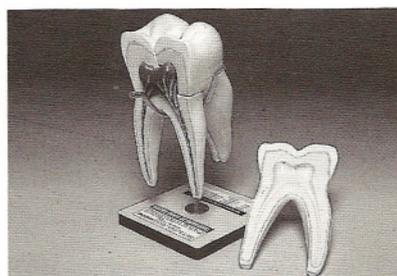


MACRO MANDÍBULA SECCIONADA

Kit com Super-Macro-Modelo da mandíbula (ampliado 3 vezes) dissecada lateralmente, mostrando dentes, artérias, veias e nervos. O primeiro molar encontra-se seccionado, expondo as partes internas do dente. Vem montado num quadro de fórmica, para ser usado sobre a mesa ou parede.

A Macro-Mandíbula-Seccionada ainda representa a cárie proximal, inervação radicular, trabeculado ósseo e o germe dentário do siso.

(Mede 36cm de largura por 26cm de altura).



MACRO DENTE DESMONTÁVEL

Kit com Super-Macro-Modelo de um dente molar (ampliado 7 vezes) desmontável em 3 partes, mostrando a coroa, colo e raízes (na parte frontal); esmalte, dentina, polpa dentária e cimento (na parte posterior); e câmara pulpar, canal radicular e fórama (na parte lateral).

O Macro-Dente-Desmontável é montado num pedestal de alumínio (pode ser usado sobre mesa ou estande), e também representa a superfície oclusal com cúspides, sulcos, fissuras, etc.

(Mede 16cm de altura por 10cm de largura).



MACRO SEQUÊNCIA DA ERUPÇÃO

Kit com 6 manequins seriados montados numa maleta de madeira, para ser usado sobre a mesa ou parede. Demonstra o desenvolvimento da dentição em tamanho natural com as diversas fases da erupção. Um dos manequins possui gengiva removível para exemplificar os germes dentários.

Ainda representa didaticamente as dentições decídua, mista (6 a 9 anos) e permanente (12 a 19 anos).

(Mede 51cm de largura por 36cm de altura).

Participe do esforço da Odontologia brasileira
em explicar-se para as pessoas

RG

Estr. da Ponta Grossa, 5245
POA/RS - CEP: 91780-580
Fone: (02151) 248-57-55
Fax: (02151) 248-32-48