

MORFOMETRIA DAS PROJEÇÕES DOS DIFERENTES TIPOS DE RESINAS APLICADAS NO ESMALTE ATACADO POR ÁCIDO GEL E SOLUÇÃO *

Lúcia Carneiro de SOUZA**

Lídia Sabbag UTRILLA***

Fausto GABRIELLI****

RESUMO: As resinas compostas Adaptic, Miradapt, Silar e a resina fluida ARM foram aplicadas nas superfícies vestibulares de incisivos e caninos humanos permanentes, tratadas com ácido fosfórico em solução e em forma de gel. Após a descalcificação da lamela dentária com ácido nítrico a 20%, o comprimento das projeções dos diferentes tipos de resinas foi medido com uma ocular micrométrica, acoplada ao microscópio óptico comum. Verificou-se que tanto a resina composta como a fluida penetram nos microporos do esmalte tratado com ácido fosfórico, solução ou gel e que os materiais e ácidos empregados influenciaram a penetração da resina.

UNITERMOS: Esmalte dentário; ácido fosfórico; resinas composta e fluida; projeções de resina.

INTRODUÇÃO

As resinas compostas, desenvolvidas por BOWEN⁴, sofreram ao longo do tempo modificações na composição, forma e tamanho das partículas de carga, bem como na fase orgânica e agente de união^{8,27,29}.

BUONOCORE⁶ propôs o processo de ataque ácido do esmalte, como meio possível de preservar, ao máximo, a estrutura dentária remanescente, eliminando, dessa forma, as retenções mecânicas adicionais. Assim, a partir desta técnica vários pesquisadores têm estudado a aplicação clínica do ácido e seus efeitos na superfície do esmalte. Como consequência, abriu-se perspectivas no sentido de que as superfícies adamantinas quando submetidas à ação de diferentes composições ácidas, e em diferentes tempos, promovessem definidos padrões de descalcificação nas cabeças dos prismas, fato este que deve condicionar, também, diferentes níveis de retentividade para os materiais restauradores^{21, 25}.

O esmalte dentário contém cerca de 96% a 98% de sais minerais, principalmente fosfato de cálcio sob a forma de cristais de hidroxiapatita, os quais, unidos uns aos outros, definem a forma de prismas. No esmalte maturo, num corte transversal, os prismas apresentam forma hexagonal plana, chamada de "buraco de fechadura". É constituído de cabeça e cauda, num arranjo peculiar: quatro cabeças para uma cauda^{3, 28}.

* Resumo da Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP – para obtenção do grau de Mestre na Área de Dentística Restauradora.

** Departamento de Dentística Restauradora – Faculdade de Odontologia da UFPe e da Faculdade de Odontologia – FESPe – 50000 – Recife – PE.

*** Departamento de Morfologia – Faculdade de Odontologia – UNESP – 14800 – Araraquara – SP.

**** Departamento de Odontologia Restauradora – Faculdade de Odontologia – UNESP – 14800 – Araraquara – SP.

Segundo BUONOCORE⁶ e MUENCH¹⁷, o condicionamento ácido consiste na aplicação suave de um ácido sobre a superfície do esmalte, descalcificando-o.

Quando a superfície do esmalte é tratada com ácido fosfórico em concentrações entre 30% e 50% são formadas microporosidades, numa profundidade média de 20 µm a 50 µm, que serão preenchidas pela resina, formando os "tags"².

O objetivo do nosso trabalho foi quantificar, de modo comparativo, o comprimento dos "tags" obtidos com diferentes resinas, quando aplicadas em superfícies de esmalte submetidas ao ataque ácido, uma vez que a retenção das restaurações de resinas compostas depende da capacidade de penetração desse material nos microporos criados pelo condicionamento ácido do esmalte.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 44 dentes incisivos e caninos permanentes recém-extraídos, lavados com água oxigenada a 10 volumes e soda clorada; a seguir, seccionados simetricamente ao meio, no sentido vestibulo-lingual e armazenados em água destilada. As faces vestibulares dos 88 hemi-dentes foram submetidas à profilaxia, com pedra pomes em água e taça de borracha. A superfície adamantina foi condicionada através de uma bolinha de algodão embebida em ácido fosfórico em forma de gel (AMCO) ou solução (JOHNSON & JOHNSON) durante 1 minuto, tomando-se o cuidado de não esfregá-la e mantê-la sempre úmida. Os hemi-dentes foram lavados e secos e, em seguida, procedeu-se à aplicação da resina composta ou fluida como segue:

- a) para os grupos I (gel/Adaptic); II (gel/Miradapt); III (gel/Silar); V (solução/Adaptic); VI (solução/Miradapt); VII (solução/Silar), as resinas compostas foram aplicadas diretamente nas superfícies de esmalte condicionadas;
- b) para os grupos IV (gel/ARM/Adaptic) e VIII (solução/ARM/Adaptic), a resina fluida foi pinçada sobre toda a superfície descalcificada e a seguir recoberta pela resina composta.

Os dentes foram mantidos em água destilada contida em placa de Petri, na temperatura ambiente, durante 24 horas. A seguir foram cortados no sentido vestibulo-lingual, com disco diamantado de dupla face, para obtenção de fatias, de aproximadamente 1,5 mm de espessura. As coroas foram separadas das raízes e as fatias desgastadas em lixa d'água nº 00 até ficarem translúcidas, numa espessura em torno de 100 µm.

As lamelas resultantes foram colocadas em lâminas de vidro e submetidas à ação do ácido nítrico a 20%, gotejado através de pipeta, com a finalidade de descalcificar as estruturas dentárias, ficando preservadas as películas de resina composta, correspondendo aos corpos de prova, que foram cuidadosamente lavadas. A seguir, realizou-se a montagem em água destilada e a lутagem, circundando-se as extremidades das laminulas com parafina.

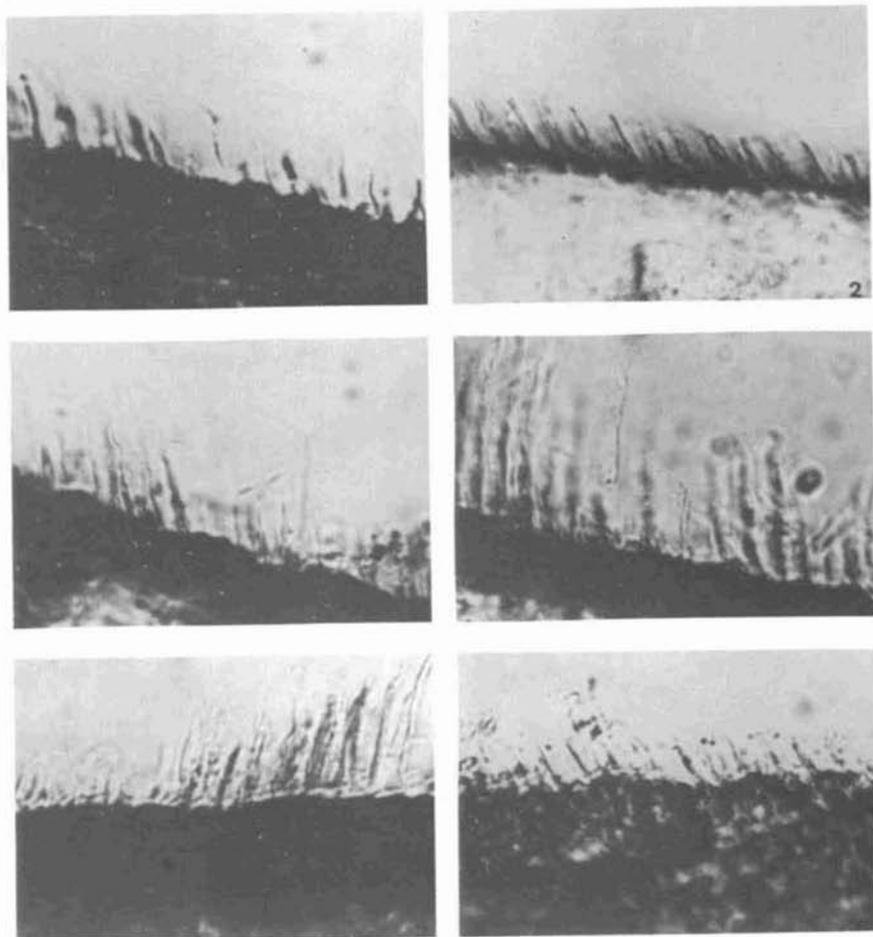
Para verificar as características morfológicas dos "tags" utilizou-se microscópio óptico comum (Wild M 20) e de luz polarizada. Pela morfometria, foram realizadas as medidas aleatórias do comprimento das projeções das resinas com a ocular micrométrica, Meopta 10x, em conjunto com uma objetiva 40x.

Para cada condição experimental, foram feitas 11 repetições, num total de 88, e para cada corpo de prova, 10 medidas totalizando 880.

RESULTADOS

Verificamos através do microscópio óptico comum e de luz polarizada que os "tags" são variáveis em forma e comprimento, podendo ser retos, encurvados, longos ou curtos, de acordo com a região analisada do dente e o material empregado.

Para exemplificar, a comparação entre as Figuras de números 1 a 6 mostra as diferenças existentes entre os aspectos e comprimento das projeções das resinas estudadas: M_1 (Adaptic); M_2 (Miradapt); M_3 (Silar) e M_4 (ARM/Adaptic). Podemos observar que, para M_1 , M_2 e M_4 , os prolongamentos de resina parecem ter comprimento diferente em A_1 (gel) e A_2 (solução). As projeções de M_3 (Silar), no entanto, aparentemente têm comprimento igual para A_1 e A_2 .



- FIG. 1 - Superfície de esmalte tratada com ácido fosfórico em forma de gel e coberta com resina composta Adaptic - microscópio óptico comum Wild M20 \pm 457x.
- FIG. 2 - Superfície de esmalte tratada com ácido fosfórico solução e coberta com resina composta Adaptic - microscópio Wild M20 \pm 457x.
- FIG. 3 - Superfície de esmalte tratada com ácido fosfórico em forma de gel e coberta com resina fluida ARM - microscópio óptico comum Wild M20 \pm 457x.
- FIG. 4 - Superfície de esmalte tratada com ácido fosfórico em solução e coberta com resina fluida ARM - microscópio Wild M20 \pm 457x.
- FIG. 5 - Superfície de esmalte tratada com ácido fosfórico em forma de gel e coberta com a resina composta Miradapt - microscópio óptico comum Wild M20 \pm 457x.
- FIG. 6 - Superfície de esmalte tratada com ácido fosfórico em solução e coberta com resina composta Silar - microscópio óptico comum Wild M20 \pm 457x.

Através destas fotomicrografias, observamos que nos "tags" não foram detectadas partículas de carga de qualquer das resinas compostas estudadas, fato que confirma as observações de JORGENSEN¹³.

O comprimento dos "tags" de resina é dependente do tipo de resina empregada, e para detectar onde estes efeitos ocorrem, construímos a Tabela 1, das médias para este fator.

TABELA 1 – Valores médios dos "tags" de resina para materiais (μm)

M_1	M_2	M_3	M_4
16,0963	10,4318	12,9359	20,0795

Desvio padrão da média: 0,2236

Valor crítico de Tukey a 0,05: 0.6842

Através da comparação destas médias constatamos que, isoladamente, elas são estatisticamente diferentes entre si. Assim, podemos afirmar que a maior penetração ocorreu para o Material M_4 (ARM/Adaptic) seguido de M_1 (Adaptic), de M_3 (Silar) e, finalmente, a menor penetração ocorreu para o M_2 (Miradapt).

Também para o fator ácido transpareceu significância estatística, indicando que a penetração da resina no esmalte é dependente do tipo de ácido empregado.

Assim, observamos que o ácido A_2 (Solução) mostrou-se mais eficiente que o ácido A_1 (gel), conforme Tabela 2.

TABELA 2 – Média do comprimento (μm) dos "tags" para ácidos

A_1	A_2
14,3347	15,4270

Desvio padrão da média: 0,1595

A interação dos fatores principais em estudo, Materiais/Ácidos, também é significativa indicando efeito de um fator sobre o outro.

A Tabela 3 a seguir mostra os valores médios dos comprimentos dos prolongamentos de resinas.

TABELA 3 – Médias de penetração da resina para a interação Material/Ácidos (μm)

MATERIAL \ ÁCIDO	M_1	M_2	M_3	M_4
A_1	14,2400	11,3490	12,6554	19,1345
A_2	17,9527	9,5145	13,2163	21,0245

Desvio padrão da média: 0,3190

Valor crítico de Tukey a 0,05: 0.9764

DISCUSSÃO

Verificamos, pelos resultados obtidos na nossa pesquisa, que tanto a parte orgânica da resina composta como a resina fluida penetram nas microporosidades do esmalte tratado com ácido em solução ou em forma de gel; observamos que os prolongamentos da resina composta são um pouco menores e variam de acordo com a resina utilizada. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por GWINNETT & MATSU¹⁰ que obtiveram "tags" medindo de 10 μm a 25 μm , de acordo com o material empregado; para eles a extensão da superfície de penetração dos prolongamentos de resina dependerá do número de microporos do esmalte em que o material possa fluir e da velocidade de polimerização do mesmo. JORGENSEN¹³ não observou partículas de carga nas projeções de resina; assim, o preenchimento do microrrelevo do esmalte não depende da viscosidade do material, mas da viscosidade de seu componente resinoso e se este componente é disponível em quantidade suficiente da superfície do material composto. Também HORMATI *et alii*¹² não encontraram diferença significativa quando usaram resina sem carga antes da resina restauradora, ou apenas a resina com carga, resultados que concordam com os de PAHLAVAN *et alii*²⁰ e PRÉVOST *et alii*²³.

Para outros autores^{1, 9, 15} a penetração depende da topografia do esmalte que, por sua vez, depende da inclinação dos cristais de hidroxiapatita que compõem os prismas de esmalte; da composição química do selante e da viscosidade do selante. As diferenças do comprimento dos "tags" encontrados para as resinas em estudo podem ser explicadas pela relação da quantidade/tamanho de partículas de carga empregada na confecção destas resinas. Desta forma, o maior comprimento verificado em M_4 (ARM/Adaptic) e M_1 (Adaptic) pode estar condicionado à maior fluidez da resina líquida M_4 , e também ao maior tamanho das partículas que permitiram maior quantidade de fase orgânica para penetrar no esmalte condicionado (M_4). Por outro lado, nas resinas do tipo híbridas M_2 (Miradapt) e de microcarga M_3 (Silar) um maior número de partículas menores tende a reduzir a fase orgânica, provavelmente reduzindo a penetração no esmalte.

Estudos feitos por DOGON⁷ demonstraram que a presença dos "tags" e suas extensões aumentaram à medida que a viscosidade das resinas diminuiu. No entanto, é necessário que não haja contaminação por saliva na superfície do esmalte dentário atacado para que não ocorra alteração no número e tamanho das projeções de resina composta, tornando-as insuficientes para a retenção desejada^{11, 14, 26}.

Em relação à forma do ácido fosfórico, gel ou solução, observamos que houve diferença no comprimento dos "tags". Para M_1 (Adaptic) e M_4 (ARM/Adaptic), os prolongamentos foram maiores em A_2 (solução). Com o material M_2 (Miradapt) obtivemos maiores "tags" em A_1 (gel) e para M_3 (Silar), iguais resultados em A_1 e A_2 .

Segundo MOIN & DOGON¹⁶ as soluções ácidas produzem melhores superfícies atacadas como é evidente pela comparação de amostras obtidas com 50% de ácido fosfórico em solução e 50% de ácido fosfórico em gel. O gel não produz superfícies atacadas uniformes e homogêneas.

Na nossa pesquisa constatamos que em algumas condições experimentais, onde empregamos o ácido em gel, houve irregularidade e até ausência de "tags". Isto vem corroborar o estudo de WALKER & VANN³⁰, cuja análise estatística mostrou que a solução ácida foi significativamente mais efetiva que o gel para condicionar a superfície vestibular dos dentes anteriores decíduos. As superfícies tratadas com ácido solução exibiram um maior número de "tags", que foram distribuídos ao longo da total superfície da resina.

BRÄNNSTRÖM *et alii*⁵, MOIN & DOGON¹⁶ e PUS & WAY²⁴ concordam que o gel é mais fácil de se distribuir sobre a área limitada do esmalte. No entanto, o gel é mais difícil de ser removido da superfície dentária, visto que remanescentes microscópicos do ácido fosfórico em gel foram encontrados após lavagem copiosa de "spray" d'água sobre superfície de esmalte atacada.

Com os resultados obtidos observamos que o comprimento dos "tags" depende do material empregado e da associação do ácido/resina fluida/resina composta do mesmo fabricante, uma vez que os melhores resultados verificados foram com o sistema completo Adaptic. Resultados que estão de acordo com os obtidos por NELSON *et alii*¹⁸, ORTIZ *et alii*¹⁹ e PRÉVOST *et alii*²².

CONCLUSÕES

De acordo com a análise dos nossos resultados e sob as condições experimentais estudadas, podemos concluir que:

– As resinas, composta e fluida, penetram nos microporos do esmalte tratado com ácido fosfórico, em solução ou gel. Os materiais estudados influem no comportamento dos "tags", cuja penetração varia em escala decrescente, da seguinte forma: M₄ (ARM/Adaptic); M₁ (Adaptic); M₃ (Silar); M₂ (Miradapt). Os ácidos influenciaram a penetração da resina, sendo os "tags" maiores quando utilizou-se o ácido fosfórico em solução. Em A₂ (solução) e A₁ (gel) os "tags" variam em tamanho decrescente da seguinte maneira: M₄ (ARM/Adaptic); M₁ (Adaptic); M₃ (Silar); M₂ (Miradapt).

SOUZA, L.C. de *et alii* – Morphometric study of various types of resin tags applied on the enamel treated by acid gel and solution. **Rev. Odont. UNESP**, São Paulo, 17(1/2): 19-26, 1988.

ABSTRACT: *The composite resins Adaptic, Miradapt, Silar and an intermediary resin ARM were applied to the buccal surfaces of canine and incisor permanent human teeth, newly extracted. The enamel surfaces were treated with phosphoric acid gel and solution. After the decalcification of dental structure with 20% nitric acid, the tags were measured with a micrometric ocular lens coupled to a common optic microscope. It was verified that the composite and non composite resins penetrated the enamel micropores treated with phosphoric acid solution or gel form and the materials and the acids influenced this penetration.*

KEY-WORDS: *Enamel; phosphoric acid; resin; resin tags.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARENDS, J. & KEIZER, S. – In vitro studies on enamel resin systems with special reference to improvement of resin adhesion. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE ACID ETCH TECHNIQUE*. St. Moritz, 1974. St. Paul, Minn., North Central Publ., 1975. p. 40-9.
2. BALL, I. A. – The retention of fissure sealants, part 1. *Dent. Update*, 6: 389-401, 1979.
3. BHASKAR, S. N. – *Histologia e Embriologia oral de Orban*. 8. ed. São Paulo, Artes Médicas, 1978. p. 47-107.
4. BOWEN, R. L. – Study adhesive substances for dental applications. *J. am. dent. Ass.*, 65: 240-2, 1962.

5. BRÄNNSTRÖM, M.; NORDENVALL, K. J. & MALMGREN, O. – The effect of various pretreatment methods of enamel in bonding procedures. *Am. J. Orthod.*, 74: 552-60, 1978.
6. BUONOCORE, M. G. – A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. dent. Res.*, 34: 849-53, 1955.
7. DOGON, I. L. – Studies demonstrating the need for an intermediary resin of low viscosity for the acid etch technique. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE ETCH ACID TECHNIQUE. St. Moritz, 1974. St. Paul, Minn., North Central Publ., 1975. p. 100-18.
8. GARONE FILHO, W. – Um novo material restaurador: resinas compostas. Parte III: vedamento marginal, propriedades relacionadas com a integridade da superfície externa e resistência mecânica. *Rev. Ass. paul. Cirurg. Dent.*, 24: 179-86, 1970.
9. GARONE NETTO, N. & GARONE FILHO, W. – Interface resina esmalte condicionado, analisada por microscópio eletrônico de varredura. *Rev. Ass. paul. Cirurg. Dent.*, 29: 35-9, 1975.
10. GWINNETT, A. J. & MATSUI, A. – A study of enamel adhesives: the physical relationship between enamel and adhesive. *Arch. oral Biol.*, 12: 1615-20, 1967.
11. HORMATI, A. A.; DENEHY, G. E. & FULLER, J. L. – Effects of contamination and mechanical disturbance of the quality of acid-etched enamel. *J. am. dent. Ass.*, 100: 34-8, 1980.
12. HORMATI, A. A.; FULLER, J. L. & DENEHY, G. E. – Retentiveness of enamel-resin bonds using unfilled and filled resins. *J. prosth. Dent.*, 47: 502-4, 1982.
13. JØRGENSEN, K. D. – The adaptation of composite and non composite resins to acid etched enamel surfaces. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE ACID ETCH TECHNIQUE. St. Moritz, 1974. St. Paul, Minn., North Central. Publ., 1975. p. 93-9.
14. KOMATSU, J.; RUSSO, M.; TAKAYAMA, S.; HOLLAND, C. Jr.; SASAKI, T. & QUINTELLA, L. P. A. S. – Influência da contaminação do esmalte dental descalcificado pelo ácido na retenção de restaurações de resina composta. *Rev. Ass. paul. Cirurg. Dent.*, 34: 476-9, 1980.
15. MITCHEM, J. C. & TURNER, R. L. – The retentive strengths of acid-etched retained resins. *J. am. dent. Ass.*, 89: 1107-10, 1974.
16. MOIN, K. & DOGON, I. L. – Indirect bonding of orthodontic attachments. *Am. J. Orthod.*, 72: 261-74, 1977.
17. MUENCH, A. – Retenção de resina composta em função do método de aplicação da solução ácida, da orientação dos esforços e da refixação. *Rev. Ass. paul. Cirurg. Dent.*, 30: 299-302, 1976.
18. NELSON, S. R.; TILL, M. J. & HINDING, J. H. – Comparison of materials and methods used in acid etch restorative procedures. *J. am. dent. Ass.*, 89: 1123-7, 1974.
19. ORTIZ, R. F.; PHILLIPS, R. W.; SWARTZ, M. L. & OSBORNE, J. W. – Effect of composite resin bond agent on microleakage and bond strength. *J. prosth. Dent.*, 41: 51-7, 1979.
20. PAHLAVAN, A.; DENNISON, J. B. & CHARBENEAU, G. T. – Penetration of restorative resins into acid-etched human enamel. *J. am. dent. Ass.*, 93: 1170-6, 1976.
21. POOLE, D. F. G. & JOHNSON, N. W. – The effects of different demineralizing agents on human enamel surfaces studied by scanning electron microscopy. *Arch. oral Biol.*, 12: 1621-34, 1967.
22. PRÉVOST, A. P.; FULLER, J. L. & PETERSON, L. C. – The use of an intermediate resin in the acid-etch procedure: retentive strength, microleakage, and failure mode analysis. *J. dent. Res.*, 61: 412-8, 1982.
23. PRÉVOST, A. P.; FULLER, J. L. & PETERSON, L. C. – Composite and intermediate resin tag formation in acid-etched enamel: a scanning electron microscopy evaluation. *J. prosth. Dent.*, 52: 204-7, 1984.
24. PUS, M. D. & WAY, D. C. – Enamel loss due to orthodontic bonding with filled and unfilled resins using various clean-up techniques. *Am. J. Orthod.*, 77: 269-83, 1980.
25. SILVERSTONE, L. M. – The acid etch technique: in vitro studies with special reference to the enamel surface and the enamel-resin interface. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE ACID ETCH TECHNIQUE. St. Moritz, 1974. St. Paul, North Central Publ., 1975. p. 13-39.
26. SILVERSTONE, L. M.; HICKS, M. J. & FEATHERSTON, M. J. – Oral fluid contamination of etched enamel surfaces: an SEM study. *J. am. dent. Ass.*, 110: 329-32, 1985.
27. SMITH, D. C. – Approaches to adhesion to tooth structure. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE ACID ETCH TECHNIQUE. St. Moritz, 1974. St. Paul, Minn., North Central Publ., 1975. p. 119-38.
28. TEN CATE, A. R. – *Oral histology: development, structure, and function*. Saint Louis, Mosby, 1980. p. 46-58.

29. VIEIRA, D. F. – Resinas compostas. *R.G.O.*, 27: 101-8, 1979.
30. WALKER, M. L. & VANN, W. F. Jr. – In vitro comparison of primary incisor enamel surfaces etched with an acid solution or acid gel. *Pediatr. Dent.*, 6: 209-13, 1984.

Recebido para publicação em 10.07.86