

PENETRAÇÃO DE ADESIVOS ORTODÔNTICOS  
EM DIFERENTES REGIÕES DE ESMALTE CONDICIONADAS.  
ESTUDO IN VITRO\*

Marlei Aparecida Seccani GALASSI\*\*  
Lourdes Aparecida Martins dos SANTOS-PINTO\*\*\*  
Maria Cristina BORSATTO\*\*

- RESUMO: A união formada entre o esmalte condicionado e uma resina adesiva ainda é um fator de controvérsia, sobretudo em relação aos materiais e às regiões do esmalte submetidos aos procedimentos adesivos. A profundidade de penetração das resinas ortodônticas Concise (3M) e Superbond (Ortho Source) na superfície de esmalte, após 30 segundos de condicionamento ácido, foi analisada em microscopia óptica. Foram utilizados 18 pré-molares extraídos por razões ortodônticas que, após a colagem de bráquetes, foram seccionados e descalcificados para a observação dos tags nas regiões oclusal, média e cervical. Observou-se que a resina Concise apresentou tags com maior comprimento médio que a resina Superbond. Na resina Concise os tags da região oclusal apresentaram-se maiores que os das regiões média e cervical, que foram estatisticamente iguais. Na resina Superbond, os tags apresentaram valores iguais para as três regiões analisadas.
- PALAVRAS-CHAVE: Adesivos; ortodontia; propriedades de superfície.

---

\* Resumo da Dissertação de Mestrado – Área de Odontopediatria – Faculdade de Odontologia – UNESP – 14801-903 – Araraquara – SP.

\*\* Doutoranda em Odontologia – Departamento de Clínica Infantil – Faculdade de Odontologia – UNESP – 14801-903 – Araraquara – SP.

\*\*\* Departamento de Clínica Infantil – Faculdade de Odontologia – UNESP – 14801-903 – Araraquara – SP.

## Introdução

A colagem de bráquetes diretamente sobre os dentes se deve à descoberta, por Buonocore<sup>8</sup> em 1955, da técnica do condicionamento ácido ao esmalte dentário, que permitiu a adesão de um material resinoso à superfície do dente. O ataque ácido produz poros microscópicos no esmalte nos quais um material resinoso pode escoar e polimerizar, formando projeções de resina em forma de agulhas (tags).<sup>20</sup>

Em 1965, Newman<sup>26</sup> introduziu na ortodontia a colagem de acessórios ortodônticos, eliminando assim problemas relacionados à separação dentária e à cimentação de bandas. Os bráquetes tornam o aparelho mais estético quando comparado com as bandas, oferecem melhor acesso à limpeza, reduzindo o acúmulo de placa e, conseqüentemente, a incidência de lesões de cárie.<sup>13</sup>

A união que se forma entre o esmalte condicionado e a resina pode ser afetada por diversos fatores, como o pré-tratamento da superfície do esmalte: o tipo, a concentração e o tempo que o ácido deve permanecer sobre o esmalte; as características do material adesivo, a estrutura do esmalte dentário e a possibilidade de contaminação no meio bucal podem, também, influenciar a penetração e a retenção dos adesivos.<sup>1, 5-8, 10, 11, 17, 19, 21, 24-27, 31, 33-35, 39</sup>

No que diz respeito às características do material adesivo indicado para a colagem de bráquetes, este deverá possuir alguns requisitos como: ser compatível com as estruturas bucais, ser resistente em meio bucal e às forças produzidas pela mastigação e pela movimentação ortodôntica, não sofrer alteração dimensional e ainda atuar como agente preventivo da cárie dentária.<sup>23, 26</sup>

Considerando-se as controvérsias que existem relacionadas à profundidade de penetração dos adesivos na superfície do esmalte, é proposta deste estudo avaliar a profundidade de penetração de dois diferentes adesivos ortodônticos, no esmalte humano tratado com ácido.

## Material e método

Foram utilizados 18 pré-molares hígidos, recém-extraídos por razões ortodônticas, 18 bráquetes (S2C - 03Z - 0,22 x 0,28 - Dental Morelli) e dois sistemas de fixação ortodôntica: Concise Ortodôntico (3M do Brasil) e Superbond (Ortho Source). Os dentes foram limpos e

armazenados em formalina a 4% da qual foram removidos 48 horas antes do experimento e colocados em água destilada.

Os dentes selecionados foram divididos aleatoriamente em dois grupos com nove dentes cada. No momento da utilização, os dentes receberam profilaxia com pedra pomes e água, com auxílio de taça de borracha; foram lavados com água em spray da seringa tríplice e secos com jato de ar. A seguir, realizou-se na superfície vestibular a aplicação de solução de ácido fosfórico a 37% (que acompanhavam o kit dos materiais adesivos empregados) durante 30 segundos, e foram, então, novamente lavados e secos.

A manipulação dos materiais para a colagem dos bráquetes seguiu rigorosamente as instruções do fabricante. Após a colagem, os dentes ficaram expostos ao ar por 5 minutos, quando foram colocados em ambiente úmido.

Utilizando-se disco diamantado, montado em torno (Nevoni), os dentes foram seccionados no sentido vestibulo-lingual, em três cortes longitudinais, sendo obtidos quatro fragmentos. Desprezadas as secções laterais, as duas centrais, com uma espessura de 1 mm cada, foram desgastadas com lixa de água na seqüência de granulação 80 a 600 (3M do Brasil) até atingir a espessura de 100  $\mu$ m aproximadamente (Figura 1).

Os fragmentos foram montados em lâminas de vidro, submetidos à descalcificação em ácido nítrico a 40% por aproximadamente 10 minutos, para eliminar os tecidos duros dentais, restando somente o adesivo e suas projeções. Imersos em água destilada e recobertos por lamínulas, os cortes foram examinados por meio de microscópio óptico de luz polarizada (Carl Zeiss-Jena) e objetivas 10/0,25 e 3,2/0,10. As projeções de resina (tags) foram medidas com ocular micrométrica em três regiões distintas, nas porções correspondentes às regiões oclusal, média e cervical do fragmento, sendo as medidas realizadas da base ao topo do conjunto de projeções resinosas mais uniformes.

Para a avaliação dos dados obtidos aplicou-se o modelo estatístico de análise de variância paramétrico a dois critérios fixos, nível de significância de 0,05 e teste adicional a partir dos conjuntos de médias.

## Resultado

As médias obtidas bem como os respectivos desvios padrão estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Média e desvio padrão do comprimento das projeções resinosas, segundo os grupos

Material	Região	Nº	Média (µm)	Desvio padrão
Concise	Oclusal	9	51,16	8,99
	Média	9	33,96	10,34
	Cervical	9	30,72	7,79
Superbond	Oclusal	9	25,01	4,04
	Média	9	22,61	4,91
	Cervical	9	21,46	7,78

A análise comparativa dos materiais evidenciou que a resina Concise apresentou comprimento médio de tags de 38,62 µm (Gráfico 1 e Figura 2), sendo superior ao apresentado pela resina Superbond, que foi de 23,02 µm (Gráfico 1 e Figura 3). Quando avaliamos as regiões, independentemente do material utilizado, observamos que na região oclusal os tags apresentaram valor médio de 38,08 µm e nas regiões

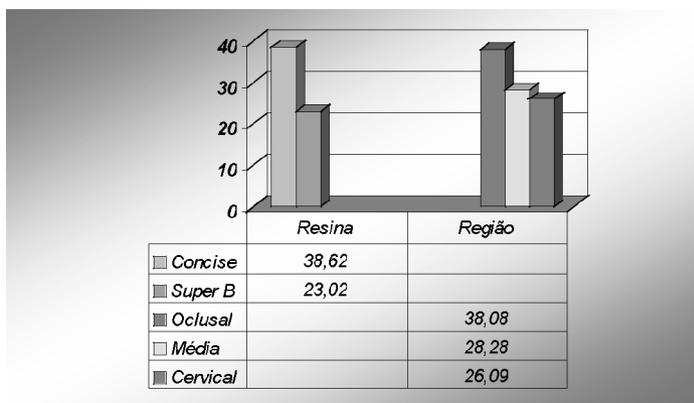


GRÁFICO 1 – Comprimento médio dos tags (µm), segundo os principais fatores.

média e cervical de 28,28 e 26,09 µm, respectivamente (Gráfico 1).

Quando analisamos a interação resina x região (Gráfico 2), observamos que para a resina Concise os tags da região oclusal foram maiores

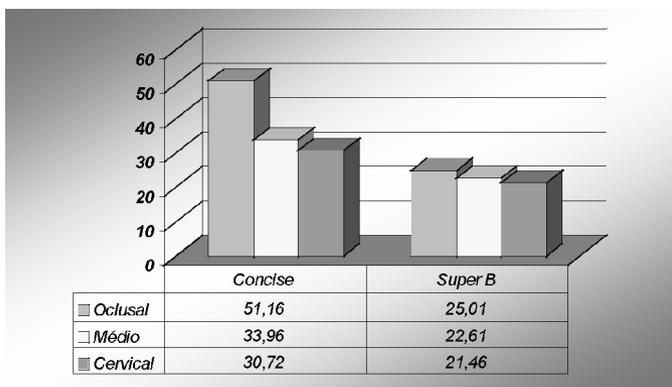


GRÁFICO 2 - Comprimento médio dos tags ( $\mu\text{m}$ ), segundo a interação resina x região.

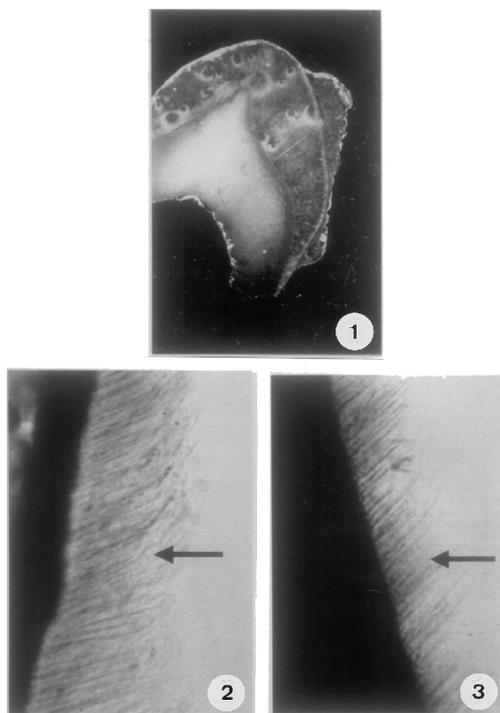


FIGURA 1 - Seção dental desgastada ( $100 \mu\text{m}$ ).

FIGURA 2 - Tags da resina Concise (comprimento médio  $38,62 \mu\text{m}$ ).

FIGURA 3 - Tags da resina Superbond (comprimento médio  $23,02 \mu\text{m}$ ).

que nas regiões média e cervical, e para a resina Superbond os comprimentos médios dos tags foram semelhantes nas três regiões analisadas.

## Discussão

Quando uma resina adesiva é colocada sobre uma superfície de esmalte condicionado, penetra através dos poros produzidos pelos agentes condicionadores, dando origem a extensões filamentosas denominadas tags, consideradas fundamentais para a retenção do material<sup>10, 16, 17, 24, 32</sup> e responsáveis pela impermeabilização da superfície, com conseqüente redução da infiltração marginal.<sup>10</sup>

A formação de tags em superfícies de esmalte condicionadas pode ser influenciada por vários fatores relacionados aos materiais adesivos, entre eles a composição do material,<sup>4, 14, 37</sup> viscosidade,<sup>3, 9, 11, 18, 23, 36, 37</sup> tensão superficial,<sup>10, 20</sup> coeficiente de penetração,<sup>12, 28, 29</sup> ângulo de contato,<sup>2, 29</sup> umectabilidade,<sup>4, 24, 32, 36</sup> alterações dimensionais<sup>10, 36</sup> e tempo de polimerização.<sup>36</sup>

Além das propriedades inerentes ao material resinoso, outros fatores relacionados à estrutura do esmalte também interferem na quantidade e qualidade dos tags formados que dependem do número e características dos microporos resultantes da aplicação do ácido. Não existe um padrão único de condicionamento ácido; segundo alguns autores,<sup>1, 14, 15, 16</sup> as alterações produzidas na superfície do esmalte estão relacionadas às características histológicas, tais como a disposição dos prismas e a solubilidade do esmalte.<sup>25, 33</sup> Assim sendo, o padrão de ataque pode variar de um dente para outro e até mesmo em uma única superfície de um mesmo dente.<sup>29, 31, 35</sup>

A extensão e a profundidade do condicionamento também estão relacionadas ao tipo e à concentração do ácido utilizado,<sup>5, 7, 15, 35</sup> bem como ao seu tempo de aplicação.<sup>5, 11, 27, 39</sup>

No presente estudo, as variáveis independentes foram os diferentes materiais e as regiões da superfície vestibular de pré-molares. Na análise da penetração dos adesivos, a resina Concise apresentou valores médios de comprimento de tags superiores (38,62  $\mu\text{m}$ ) aos da resina Superbond (23,02  $\mu\text{m}$ ) (Gráfico 1). Marra<sup>22</sup> em 1994 encontrou para a resina Concise valores médios de penetração superiores aos nossos (56,66  $\mu\text{m}$ ), tendo sido semelhantes para condicionamento ácido de 30 e 60 segundos.

As diferenças no comprimento dos tags encontradas nos materiais analisados podem ser atribuídas às propriedades químicas e físicas destes, especialmente à viscosidade do monômero, que era visivelmente superior para a resina Superbond. Segundo alguns autores,<sup>10, 38</sup> a utilização de resinas adesivas menos viscosas promove maior umectabilidade da superfície do esmalte condicionada, resultando em maior penetração da resina.

Jørgensen & Shimokobe<sup>18</sup> constataram que apenas o monômero penetra e polimeriza no interior das microporosidades, sendo, portanto, a sua viscosidade e quantidade na superfície do compósito mais importantes que a viscosidade do próprio material. Esta observação foi confirmada em trabalhos que encontram tags com os mesmos valores de comprimentos quando utilizam resinas fluidas e compostas,<sup>3, 39</sup> nos quais não foram observadas a presença de cargas nos tags.

A observação de que adesivos resinosos mais densos formavam prolongamentos resinosos circulares e curtos, enquanto os mais fluidos proporcionavam prolongamentos em maior número e mais extensos foi realizada por Buonocore<sup>9</sup> em 1975 e confirmada por Smith,<sup>36</sup> Asmussen,<sup>2</sup> Ten Cate et al.<sup>38</sup> Por outro lado, a afirmação de que os comprimentos dos tags não dependem da viscosidade pode ser encontrada nos trabalhos de Pahlavan et al.<sup>30</sup> e Diedrich.<sup>11</sup>

No presente estudo, observamos que houve diferença estatisticamente significativa no comprimento dos tags encontrados nas porções correspondentes às regiões oclusal (38,08  $\mu\text{m}$ ), que foram maiores que as das regiões média e cervical; para as duas últimas houve igualdade estatística, 28,28 e 26,09  $\mu\text{m}$ , respectivamente (Gráfico 1).

Variações no comprimento dos tags entre as regiões oclusal, média e cervical da face vestibular do dente foram também relatadas por Arakawa et al.<sup>1</sup> e Marra,<sup>22</sup> tendo sido essas variações atribuídas à direção na orientação dos prismas e à composição química do dente, as quais determinam o tipo de padrão de ataque ácido para cada região.

Uma possível explicação para os diferentes resultados relativos aos comprimentos dos tags em uma mesma superfície pode ser encontrada em estudos que demonstram a reação do esmalte à ação do ácido de acordo com a inclinação dos prismas em relação à sua superfície. Assim, quando o ataque se dá em direção paralela aos prismas, dissolvem-se especialmente suas cabeças, enquanto no ataque em sentido perpendicular dissolve-se especialmente a cauda. Isso também pode ser explicado em função da orientação dos cristais, que, na cabeça do prisma,

são paralelos ao seu longo eixo e na cauda assumem uma inclinação de até 65° desse eixo. Podem ainda ocorrer variações da morfologia de um dente para outro, como também de superfície para superfície, ou de região para região em uma mesma superfície, que explicam as diferentes formas de ataque.<sup>2, 35</sup>

Os prismas são maiores na região oclusal da coroa e menores onde o esmalte se torna mais afilado, o que poderia também explicar as variações existentes nos padrões de ataque ácido e formação de tags nas diferentes regiões.

Quando analisamos a interação resina x região, observamos que a resina Concise apresentou prolongamentos resinosos estatisticamente maiores para a região oclusal (51,16  $\mu\text{m}$ ) e igualdade de valores para as regiões média e cervical (33,96 e 30,73  $\mu\text{m}$ ), respectivamente. No entanto, a resina Superbond apresentou igualdade estatística de valores para as três regiões: 25,01  $\mu\text{m}$  para a oclusal; 22,61  $\mu\text{m}$  para a média e 21,46  $\mu\text{m}$  para a cervical. Essas observações nos levaram a inferir que, para a resina Concise, a topografia do esmalte condicionado na região superior permitiu condições mais favoráveis à penetração de resina, resultando em tags mais longos, ao passo que na resina Superbond a alta viscosidade do produto pode ter dificultado a penetração da resina nos poros obtidos.

Embora tenha sido nosso propósito quantificar as extensões resinosas formadas durante a colagem de bráquetes utilizando diferentes adesivos, é preciso que se tenha em mente que os valores de tags obtidos muitas vezes não estão diretamente relacionados com sua retenção sobre a superfície do esmalte. Smith et al.<sup>36</sup> verificaram que não houve diferença em relação à força de união ao esmalte quando comparou resinas que apresentavam comprimentos de tags estatisticamente diferentes.

## Conclusão

Com base na metodologia empregada concluímos que:

- A resina Concise apresentou maior comprimento médio de tags que a resina Superbond.
- Na resina Concise a região oclusal apresentou tags com maior comprimento que a média e a cervical, e as últimas apresentaram igualdade estatística.

- Na resina Superbond os tags apresentaram valores estatisticamente iguais para as três regiões analisadas.

GALASSI, M. A. S., SANTOS-PINTO, L. A. M. dos, BORSATTO, M. C. Comparative evaluation of the depth of penetration of two orthodontic adhesives in enamel surface etched study in vitro. *Rev. Odontol. UNESP (São Paulo)*, v.28, n.1, p.97-107, 1999.

- **ABSTRACT:** Adhesive enamel bonding can be affected by different factors such as type of material, enamel surface and others. Orthodontic adhesives penetrations were observed after 30 seconds of acid application for bonding brackets with Concise (3M) and Superbond (Ortho Source). Sound premolars (20) which had been extracted for orthodontic treatment were used. Brackets were bonded according to the manufacturer instructions and cut into sections, and then decalcified to analyze the resinous projections on superior, middle and inferior regions under optical microscope. The Concise resin showed greater penetration when compared with Superbond resin. There was no significant difference in the tags length on the middle and inferior regions, however they were smaller than on the superior region in Concise resin. The Superbond resin showed the same tags length on the three regions.
- **KEYWORDS:** Adhesives; orthodontics; surface properties.

## Referências bibliográficas

- 1 ARAKAWA, Y. et al. The effect of acid etching on the cervical region of the buccal surface of the human premolar with special reference to direct bonding techniques. *Am. J. Orthod.*, v.76, p.201-8, 1979.
- 2 ASMUSSEN, E. Penetration of restorative resins into acid etched enamel. 1. Viscosity, surface tension and contact angle of restorative resin monomers. *Acta Odontol. Scand.*, v.35, p.175-82, 1977.
- 3 \_\_\_\_\_. Penetration of restorative resins into acid etched enamel. 2. Dissolution of entrapped air in restorative resin monomers. *Acta Odontol. Scand.*, v.35, p.183-91, 1977.

- 4 BAHARAV, H. et al. Penetration of etched enamel by bonding agents. *J. Prosthet. Dent.*, v.60, p.545-7, 1988.
- 5 BAYNE, S. C. et al. Update on dental composite restoration. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.125, p.687-701, 1994.
- 6 BEECH, D. R., JALALY, T. Bonding of polymers to enamel: influence of deposits formed during etching, washing and time period of water immersion. *J. Dent. Res.*, v.59, p.1156-62, 1980.
- 7 BRANNSTROM, M. et al. Etching of young permanent teeth with an acid gel. *Am. J. Orthod.*, v.82, p.379-83, 1982.
- 8 BUONOCORE, M. G. A simple method on increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. Dent. Res.*, v.34, p.849-53, 1955.
- 9 BUONOCORE, M. G. Pit and fissure sealing. *Dent. Clin. North Am.*, v.19, p.367-83, 1975.
- 10 BUONOCORE, M. G. et al. Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding. *Arch. Oral Biol.*, v.13, p.61-70, 1968.
- 11 DIETRICH, P. Enamel alterations from bracket bonding and debonding: a study with the scanning electron microscope. *Am. J. Orthod.*, v.79, p.500-22, 1981.
- 12 FAUST, J. B. et al. Penetration coefficient, tensile strength, and bond strength of thirteen direct bonding orthodontic cements. *Am. J. Orthod.*, v.73, p.512-25, 1978. (p.51-60, 1982).
- 13 FIELDS JR., H. W. Bonded resins in orthodontics. *Pediatr. Dent.*, v.4, p.51-60, 1982.
- 14 GARONE NETTO, N., GARONE FILHO, W. Interface resina/esmalte condicionado, analisada por microscópio eletrônico de varredura. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*, v.29, p.35-9, 1975.
- 15 GWINNETT, A. J. Histologic changes in human enamel following treatment with acidic adhesive conditioning agents. *Arch. Oral Biol.*, v.16, p.731-8, 1971.
- 16 \_\_\_\_\_. Morphology of the interface between adhesive resins and treated human enamel fissures as seen by scanning electron microscopy. *Arch. Oral Biol.*, v.16, p.237-8, 1971.
- 17 GWINNETT, A. J., MATSUI, A. A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesive. *Arch. Oral Biol.*, v.12, p.1615-20, 1967.
- 18 JÖRGENSEN, K. D., SHIMOKOBE, H. Adaptation of resinous restorative materials to acid etched enamel surfaces. *Scand. J. Dent. Res.*, v.83, p.31-6, 1975.
- 19 KOMATSU, J. et al. Influência da contaminação do esmalte dental descalcificado pelo ácido na retenção de restauração de resina composta. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*, v.34, p.476-9, 1980.

- 20 KOPEL, H. M. Pretreating enamel to increase adhesion of plastic restorative materials. The technique. *J. South. Calif. Dent. Assoc.*, v.39, p.752-5, 1971. In: FANTINI, S. M. Avaliação dos métodos de cimentação e cola-gem ortodôntica sobre o esmalte dentário. *Ortodontia*, v.18, p.24-32, 1985.
- 21 LABART, W. A. et al. Brackets retention after 15 second acid conditioning. *J. Clin. Orthod.*, v.22, p.254-5, 1988.
- 22 MARRA, E. M. O. Avaliação da profundidade de penetração de resinas orto-dônticas no esmalte, em função do tempo de condicionamento ácido. Estudo in vitro. Araraquara, 1994. 111p. Dissertação (Mestrado em Odon-topediatria) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
- 23 MATASA, C. G. Adhesion and its ten commandments. *Am. J. Orthod. Den-tofacial Orthop.*, v.95, p.355-6, 1989.
- 24 MITCHEM, J. C., TURNER, L. R. The retentive strengths of acid etched re-tained resins. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.89, p.1107-10, 1974.
- 25 MIURA, F. et al. Scanning electron microscopic studies on the direct bon-ding system. *Bull. Tokyo Med. Dent. Univ.*, v.20, p.245-6, 1973.
- 26 NEWMAN, G. V. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am. J. Orthod.*, v.51, p.901-12, 1965.
- 27 NORDENVALL, K. J. et al. Etching of deciduous teeth and young and old permanent teeth: a comparison between 15 and 60 seconds of etching. *Am. J. Orthod.*, v.78, p.99-108, 1980.
- 28 O'BRIEN, W. J. et al. Penetrability of sealants and glazes. *Oper. Dent.*, v.3, p.51-6, 1978.
- 29 OLIVER, R. G. The effects of differing etch times on the each pattern on ena-mel of unerupted and erupted human teeth examined using the scanning electron microscope. *Br. J. Orthod.*, v.14, p.105-7, 1987.
- 30 PAHLAVAN, A. et al. Penetration of restorative resins into acid etched human enamel. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.93, p.1170-76, 1976.
- 31 RETIEF, D. H. Effect of conditioning the enamel surface with phosphoric acid. *J. Dent. Res.*, v.52, p.333-41, 1973.
- 32 \_\_\_\_\_. The mechanical bond. *Int. Dent. J.*, v.28, p.18-27, 1978.
- 33 SHEYKHOLESLAM, Z., BUONOCORE, M. G. Bonding of resins to phospho-ric acid-etched enamel surfaces of permanent and deciduous teeth. *J. Dent. Res.*, v.51, p.1572-6, 1972.
- 34 SILVERSTONE, L. M. Fissure sealants: laboratory studies. *Caries Res.*, v.8, p.2-26, 1974.
- 35 SILVERSTONE, L. M. et al. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res.*, v.9, p.373-87, 1975.

- 36 SMITH, D. C. Approaches to adhesion to tooth structure. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ACID ETCH TECHNIQUE, 1975, St. Paul. Proceedings... Saint Paul, 1975. p.119-38.
- 37 SOUZA, L. C. et al. Morfometria das projeções dos diferentes tipos de resinas aplicadas no esmalte atacado por ácido gel e solução. Rev. Odontol. Unesp, v.17, p.19-26, 1988.
- 38 TEN CATE, J. M. et al. Polymer adhesion to enamel. The influence of viscosity and penetration. J. Oral Rehabil., v.4, p.149-56, 1977.
- 39 WANG, W. W., LU, C. T. Bond strength with various etching times on young permanent teeth. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., v.100, p.72-9, 1991.