

SÉRGIO RICARDO GARCIA BADINI



**ESTUDO DA PASSAGEM DE DIFERENTES  
CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO FOSFÓRICO  
ATRAVÉS DA DENTINA E OBSERVAÇÃO DA  
MORFOLOGIA DENTINÁRIA PELO MICROSCÓPIO  
ELETRÔNICO DE VARREDURA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia , Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE, pelo curso de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA, Área de Concentração em Odontologia Restauradora.

Orientador: Prof. Dra. Rosehelene Marotta de Araújo

São José dos Campos  
1997

DISL  
B141e  
f. 1318

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:

RIBEIRO, J.F. et al. *Roteiro para redação de monografias, trabalhos de cursos, dissertações e teses*. São José dos Campos, 1994. 63p.

BADINI, S.R.G. *Estudo da passagem de diferentes concentrações de ácido fosfórico através da dentina e observação da morfologia dentinária pelo microscópio eletrônico de varredura*. São José dos Campos, 1997, 187p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

A Deus que me proveu de capacidade para dedicar  
meus estudos de maneira satisfatória.

À minha esposa e companheira Jacqueline. Sem sua dedicação, compreensão e carinho nas horas mais difíceis e angustiantes, este trabalho não seria realizado. A você, todo o meu amor e afeto.

Aos meus pais, que sempre dedicaram os dias de  
suas vidas ao meu sucesso profissional.

Ao meu irmão Paulo Henrique. Meu idolo  
profissional, a quem devo em muito minha realização  
profissional.

---

À Profa. Dra Rosehelene Marotta de Araújo.

Soube ser orientadora e cúmplice deste trabalho, onde sem sua dedicação e paciência sua execução seria impossível.

Obrigado pela acolhida e transmissão de conhecimentos.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Adjunto José Eduardo Junho de Araujo, Diretor da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP, minha gratidão pela possibilidade me pós graduar por esta Universidade.

À Profa. Dra. Maria Amélia Máximo de Araújo. Um agradecimento muito especial. Graças ao seu apoio e preocupação que possuí por seus alunos, pude ter a certeza de que cresceria em minha carreira universitária.

Aos meus colegas do Mestrado, os quais sempre me apoiaram por estar longe de casa, em particular à amiga Symone Cristina Teixeira, que sempre me acolheu e me apoiou nas horas mais difíceis deste curso.

Aos funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora, que sempre me acolheram com alegria, em especial a Terezinha S. O. Costa pela colaboração na formatação desta dissertação.

Às bibliotecárias da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP, em especial a Ângela de Brito Bellini pela revisão bibliográfica desta dissertação.

Ao Prof. Dr. Jaime Ribeiro de Freitas, por ter tido uma valiosa cooperação neste trabalho, quando cedeu sua máquina para a confecção dos cortes dos dentes.

Ao Prof. Dr. Henrique Cerveira Netto, o qual sempre me apoiou em minha carreira acadêmica, sem o qual não conseguiria realizar este sonho.

Ao Prof. Mário Sérgio Sandoval, meu carinho e respeito pelos seus conhecimentos e qualidades.

Ao Prof. Emílio Carlos Zanatta, colega e amigo das horas mais difíceis e angustiantes.

Ao Prof. Marco Antônio de Lima Guerra, que nas horas de inquietude soube oferecer de maneira digna e confortadora seu auxílio e compreensão.

Ao Prof. Dr. Francisco Damico, o qual possui conhecimentos infinitos da Odontologia, agradeço este carinho dedicado por todas as vezes que precisei da sua ajuda e compreensão.

Ao Prof. Flávio Paulo de Faria pelas fotografias de microscopia eletrônica de varredura.

À reitoria da UNIMES, que me acolheu com respeito e dignidade como seu professor.

À CAPES, pela bolsa concedida no decorrer do desenvolvimento deste trabalho.

## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| 1 INTRODUÇÃO.....   | 11  |
| 2 REVISÃO DA LITERATURA.....  | 21  |
| 3 PROPOSIÇÃO.....   | 123 |
| 4 MATERIAL E MÉTODO.....  | 124 |
| 4.1 Materiais.....  | 124 |
| 4.2 Métodos.....  | 125 |
| 4.2.1 Estudo da passagem do ácido.....  | 125 |
| 4.2.2 Avaliação da dentina em Microscópio Eletrônico de<br>Varredura em corte transversal.....  | 131 |
| 4.2.3 Avaliação da dentina em Microscópio Eletrônico de<br>Varredura em corte longitudinal..... | 132 |
| 5 RESULTADOS.....   | 136 |
| 6 DISCUSSÃO.....  | 151 |
| 7 CONCLUSÕES.....   | 165 |
| 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 166 |
| RESUMO.....   | 184 |
| <i>ABSTRACT</i> .....   | 186 |

## 1 INTRODUÇÃO

A Odontologia Restauradora está cada vez mais preocupada em aprimorar os materiais restauradores no que concerne a sua adesão à estrutura dentária, diminuindo a infiltração bacteriana na interface dente/restauração e aumentando a longevidade da restauração. Para esta finalidade, a técnica do condicionamento ácido e a aplicação dos adesivos estão cada vez evoluindo mais.

A aplicação de ácido na estrutura dentária, surgiu com Buonocore<sup>8</sup>, em 1955, quando este utilizou, em esmalte, o ácido fosfórico a 85%, que promovendo microporosidades através da desmineralização do esmalte, aumentam o embricamento mecânico da resina ao dente e melhorando a retenção à estrutura dentária. Para melhorar a adesão dos materiais restauradores à estrutura dentária, vários autores (Alex<sup>1</sup>; Buonocore<sup>8</sup>; Chain & Leinfelder<sup>12</sup>; Fujitani et al.<sup>31</sup>; Fusayama<sup>32</sup>) concordam que o dente deva ser tratado com substâncias ácidas desmineralizadoras, tanto no esmalte quanto na

dentina. Desde então, cresceu o interesse na utilização do ácido nas estruturas duras do dente (esmalte e dentina) para promover a união e a adaptação marginal dos materiais restauradores à base de resina (Lee Junior et al.<sup>46</sup>). Com a técnica do condicionamento ácido total de esmalte e dentina, o preparo cavitário fica restrito a remoção do tecido cariado diminuindo o tempo de trabalho (Alex<sup>1</sup>). Com a subsequente aplicação do adesivo, ocorre a formação da camada híbrida e a formação dos *tags* de resina no esmalte e na dentina, aumentando a adesão da resina ao dente (Alex<sup>1</sup>; Cox<sup>21</sup>; Erickson<sup>28</sup>; Fujitani et al.<sup>31</sup>; Nakabayashi et al.<sup>52</sup>; Tay et al.<sup>77</sup>; Uno & Finger<sup>80</sup>).

A dentina é um substrato fundamental, e suas propriedades e características são as chaves dos determinantes restauradores e preventivos dos processos de doença dos dentes. Suas características limitam os tratamentos de hoje e, melhorar o entendimento de sua natureza, terá importantes conseqüências para os procedimentos dentais onde deverá prover novos métodos de preservar e proteger o dente (Marshall Junior<sup>49</sup>).

Os textos clínicos e histológicos têm um conceito clássico de que o binômio dentina/polpa é um órgão ou um complexo.

O fundamento deste conceito se baseia em considerações embriológicas e clínicas, onde existe uma grande interação entre a dentina e a polpa. De fato, métodos de tratamento não apropriados à dentina, têm dramáticas conseqüências à polpa (Butler<sup>9</sup>; Goldberg & Lasfargues<sup>34</sup>; Paul & Scharer<sup>63</sup>).

Os conceitos de condicionamento total, adesão à dentina úmida e formação da camada híbrida, eram impensáveis e incompreensíveis até pouco tempo atrás. Porém com o aparecimento de novos sistemas adesivos e evolução das pesquisas sobre características da dentina e sua complexidade e dos estudos das causas das inflamações pulpares, hoje é possível o emprego dos sistemas adesivos com mais segurança (Alex<sup>1</sup>).

O pré-tratamento da dentina recém cortada e exposta ao ácido semelhante ao que acontece ao esmalte, irá melhorar a retenção dos materiais restauradores através da penetração dos adesivos nos túbulos dentinários para a formação dos *tags* de resina dentro dos túbulos e pela formação da camada híbrida, porém a complexidade deste processo na dentina é maior do que em esmalte (Alex<sup>1</sup>; Macko et al.<sup>48</sup>; Paul & Scharer<sup>63</sup>; Wakabayashi et al.<sup>82</sup>).

Bertolotti<sup>2</sup>, em 1992, relatou que o condicionamento dentinário é definido como qualquer alteração da dentina realizado após a criação da *smear layer*.

O tratamento com ácido na dentina é utilizado para a remoção da *smear layer*, que é uma camada amorfa, homogênea, polida, depositada sobre a dentina, quando esta é cortada com instrumentos manuais ou rotatórios (Alex<sup>1</sup>; Bertolotti<sup>2</sup>; Brannstrom<sup>4</sup>; Buonocore<sup>8</sup>; Cox<sup>16-17</sup>; Cox & Suzuki<sup>20</sup>; Meryon et al.<sup>50</sup>; Pashley<sup>54</sup>; Pashley et al.<sup>58-60</sup>).

Cox<sup>21</sup>, em 1993, relatou que esta *smear layer* é composta de *debris* semelhantes à dentina, sendo constituída por uma fase orgânica e uma fase inorgânica e, possuindo de 1 a 5 micrometros de espessura. Ela possui variações regionais em sua qualidade, onde nas cavidades mais profundas, possuem mais material orgânico do que quando comparada àquelas depositadas em cavidades superficiais. A *smear layer* também varia na sua composição química e na sua topografia quando se utiliza pontas diamantadas ou de aço para o seu corte, assim como quando se utiliza a refrigeração com água ou ar (Eick et al.<sup>26</sup>). Além dela ocluir os túbulos dentinários parcialmente,

passando a ser chamada de *smear plugs*, ela parece possuir uma significativa tenacidade, pois não pode ser facilmente lavada ou removida da dentina subjacente, porém pode ser facilmente removida com o tratamento ácido.

Alguns autores (Alex<sup>1</sup>; Chain & Leinfelder<sup>12</sup>; Erickson<sup>28</sup>; Gwinnett<sup>40</sup>; Perdigão et al.<sup>65</sup>; Uno & Finger<sup>80</sup>) relatam que os agentes condicionadores ácidos, assim como os agentes queladores de cálcio, removem a *smear layer* superficial da dentina e desmineralizam a superfície, enquanto os componentes minerais são dissolvidos e as fibras colágenas podem entrar em colapso e perder seu suporte. Assim, quando é aplicado um sistema adesivo, alguns monômeros penetram no colágeno e na rede de proteínas e formam uma rede impregnada de resina e colágeno, chamada de camada híbrida, que após a polimerização da resina oferece uma zona mecânica de retenção entre estes dois substratos.

A relutância dos clínicos em se utilizar o ácido fosfórico na dentina, se baseiam nos trabalhos de: Cox et al.<sup>22</sup>; Crowell<sup>23</sup>; Franquin & Brouillet<sup>30</sup>; Retief<sup>69</sup>; Stanley et al.<sup>75</sup>; que relataram as diversas e severas reações pulpares com este procedimento; porém foi

demonstrado que a dentina restringe a penetração dos íons hidrogênio (Lee Junior et al.<sup>46</sup>; Chan et al.<sup>13</sup>; Wang & Hume<sup>83</sup>; Pashley et al.<sup>57</sup>), mesmo pouca espessura do remanescente dentinário, onde o diâmetro dos túbulos dentinários é maior e em maior quantidade (Cox et al.<sup>22</sup>).

O ácido fosfórico causa alterações significantes na morfologia da superfície dentinária, removendo a *smear layer*, abrindo, alargando e desmineralizando a superfície dentinária (Brannstrom<sup>7</sup>), porém a forma desta dentina desmineralizada depende de vários aspectos, como tipo, forma e concentração do ácido utilizado (Bertolotti<sup>2</sup>; Pashley et al.<sup>57</sup>; Perdigao et al.<sup>64</sup>; Tojo et al.<sup>78</sup>).

As soluções ácidas podem e fazem a desnaturação protéica, incluindo o colágeno, proteínas não colágenas e as enzimas nos processos odontoblásticos. Esta acidez das soluções e hipotonicidade dos ácidos, devem causar reação pulpar imediata, assim como, deslocamento odontoblástico, desmineralizando a superfície dentinária (Pashley<sup>55</sup>).

A desmineralização dentinária com o condicionamento ácido também aumenta a permeabilidade dentinária (Dijken<sup>25</sup>;

Okamoto et al.<sup>53</sup>; Pashley & Pashley<sup>56</sup>; Pasley et al.<sup>62</sup>; Perdigao et al.<sup>64</sup>; Perdigao et al.<sup>65</sup>; Retief et al.<sup>70</sup>; Tay et al.<sup>77</sup>).

Em um trabalho com dentina humana cortada, com espessura de 1 milímetro, Lee Junior et al.<sup>46</sup>, em 1973, notificou que ocorria pequena alteração na superfície dentinária *in vitro*, quando se aplicava o ácido fosfórico a 50%, durante 1, 2 e 5 minutos e não foi verificado a penetração do ácido. Jennings & Ranly<sup>41</sup> porém descrevem que este ácido é capaz de penetrar pela dentina, porém não é capaz de atingir a câmara pulpar.

Sendo a dentina uma estrutura permeável, formada pelos túbulos dentinários (Alex<sup>1</sup>; Goldberg & Lasfargues<sup>34</sup>; Marshall Junior<sup>49</sup>), esta permeabilidade facilita a inflamação pulpar (Brannstrom & Nyborg<sup>7</sup>; Retief<sup>69</sup>; Kanca<sup>42</sup>; Pashley et al.<sup>54-5</sup>; Pashley & Pashley<sup>56</sup>; Pashley et al.<sup>57,59</sup>).

Segundo Pashley<sup>55</sup>, as reações pulpares são mais severas em dentinas condicionadas do que em dentinas não condicionadas, pois a mesma torna-se mais permeável ao ingresso de substâncias tóxicas à polpa através dos túbulos dentinários, assim como facilita a penetração das bactérias e seus produtos .

A maioria dos agentes condicionadores com ácido fosfórico na forma de gel, possuem na sua constituição micropartículas de sílica. Este componente incorporado nos géis servem para deixar o ácido mais espesso e propiciar um controle maior de manuseio do ácido pelo operador, para que o ácido não escoe facilmente pelas estruturas dentárias que não necessitam ser condicionadas. Entretanto, as partículas de sílica ficam aderidas na superfície dentinária após o condicionamento ácido, mesmo com abundantes lavagens com água (Alex<sup>1</sup>; Kanca<sup>44</sup>; Perdigão & Swift Junior<sup>64-5</sup>; Perdigão et al.<sup>66</sup>), porém não interferem na resistência à adesão dos materiais (Guba et al.<sup>36</sup>).

Alguns pesquisadores (Bertolotti<sup>2</sup>; Council Dental Materials<sup>14</sup>; Cox<sup>18</sup>; Cox et al.<sup>21</sup>; Crowell<sup>23</sup>; Eriksen<sup>29</sup>; Leinfelder<sup>47</sup>) indicam a proteção dentinária antes da utilização de cimentos que contenham ácido fosfórico na sua constituição ou quando se utilizarem condicionadores dentinários à base do ácido fosfórico por acreditarem que este ácido seja o responsável pela inflamação e necrose pulpar. Porém outros autores (Alex<sup>1</sup>; Brannstrom & Nordenvall<sup>7</sup>; Fujitani et al.<sup>31</sup>; Fusayama<sup>32</sup>; Kanca<sup>41-3</sup>) não acham necessário a proteção pulpar,

pois relatam que a inflamação pulpar é causada pela microinfiltração bacteriana à polpa.

Para Leinfelder<sup>47</sup>, em 1992, os trabalhos que caracterizam o aumento de adesão dos materiais restauradores adesivos, após a dentina ter sido condicionada *in vivo*, são realizados no maior rigor de técnica com o uso inclusive do isolamento absoluto, para que não ocorra contaminação da cavidade pela saliva podendo comprometer os resultados do trabalhos.

A tendência atual para o emprego da técnica do condicionamento ácido em dentina, é de diminuir a concentração e tempo de aplicação do ácido, onde segundo Pashley<sup>58</sup>, em 1981, as melhores retenções têm sido conseguidas com o condicionamento dentinário com ácidos diluídos, durante um tempo de aplicação de trinta segundos ou menos.

Segundo Perdigao & Swift Junior<sup>65</sup>, em 1994, a dentina condicionada com o ácido malêico a 10%, não deixa *debris* na superfície dentinária e esta superfície fica com suas características semelhantes às superfícies condicionadas com o ácido fosfórico 10% sem sílica.

As controvérsias existentes entre os autores e a aceitação entre os profissionais da área de Odontologia em empregar a técnica do condicionamento total do esmalte e dentina pelo ácido fosfórico, despertou-nos o interesse em estudar o assunto para verificar se ocorre a passagem do ácido em dentina profunda e observar em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), as alterações morfológicas ocorridas na dentina condicionada .

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Em 1927, Crowell<sup>23</sup>, procurou estudar as reações físico-químicas dos cimentos de fosfato de zinco e do cimento de silicato, visto que eram os materiais mais empregados na prática odontológica. Todos os cimentos eram preparados através da adição de um pó (base) a um líquido (ácido), até a produção de uma massa, onde em curto espaço de tempo, endurecia ou tomava presa. Na maioria dos cimentos, eram utilizados o ácido fosfórico no líquido. Os cimentos de fosfato de zinco são os mais antigos utilizados na prática odontológica e possuem em torno de 50% de ácido fosfórico na concentração do líquido. O autor cita que a reação de irritação pulpar poderia ser causada por três ácidos: ácido arsênico, ácido fluorídrico ou ácido fosfórico (cuja reação inflamatória poderia ser causada pelo tempo prolongado deste ácido contido no cimento em contacto com o dente). As conclusões deste autor foram: a) este ácido tende saturar o fluido dentinário, porém pode ser removido talvez pela circulação deste

líquido; b) o ácido fosfórico pode ser neutralizado pelos sais minerais da dentina; c) existe a possibilidade da resposta inflamatória ser causada pelas bactérias da cárie (em cavidades profundas) e não por este ácido ; d) caso for utilizado um germicida na cavidade antes da colocação do cimento que contenha o ácido fosfórico na sua constituição, não ocorrerá inflamação pulpar. Porém se o germicida não for utilizado e o cimento com ácido fosfórico for colocado, a infecção remanescente irá provavelmente causar irritação pulpar e morte desta polpa; e) em cavidades profundas, é recomendado a utilização de vernizes cavitários ou bases, para que o ácido não penetre no dente.

Buonocore<sup>8</sup>, em 1955, verificando que a indústria tratava as superfícies metálicas para obter melhor adesão de pinturas e coberturas de resina sobre o metal, elaborou um estudo, onde foi tratada a superfície de esmalte com ácido fosfórico a 85%, para que ocorresse a alteração superficial dentária pelo tratamento químico, produzindo uma nova superfície à qual os materiais resinosos pudessem aderir. Isto porque, acreditava o autor que, uma simples descalcificação resultaria na remoção da estrutura superficial

necessária para melhorar a receptividade à adesão. Foi conseguido um aumento da resistência de união das resinas acrílicas à estrutura dental, quando aplicados este ácido por 30 segundos, lavados com água, seco e colocado sobre a região as restaurações com resinas acrílicas. Uma das principais razões do aumento da adesão das resinas acrílicas à estrutura dentária, era devido ao aumento na área de superfície devido a ação do condicionamento ácido.

Procurando avaliar se a dentina vital era permeável ao ácido fosfórico, um dos constituintes dos cimentos de silicato, Swartz et al.<sup>76</sup>, em 1968, prepararam cavidades com peça de mão, nas superfícies oclusais de molares e pré-molares de três macacos, até quando a cavidade apresentasse a dentina logo abaixo do esmalte e as restauraram com cimento de silicato, o qual possuía fósforo radioativo (<sup>32</sup> P) no líquido. Os dentes foram extraídos após 24 horas de terem sido restaurados e cuidadosamente desgastados com uma pedra no sentido da superfície oclusal até o fundo do preparo cavitário para que fosse exposta a dentina do fundo da cavidade. Após a exposição do fundo da cavidade foi utilizado um fino disco de papel para remover completamente a restauração. As superfícies foram lavadas com

detergente e os dentes foram analisados em microscópio para averiguar que não existia mais material restaurador remanescente. Os dentes foram incluídos em blocos de resina termo-polimerizáveis e seccionados com discos diamantados refrigerados com água, sendo obtidos discos de dentina que variavam de 200 a 300 micrometros. Os autores relataram que a dentina era permeável ao ácido constituinte do silicato (no caso o ácido fosfórico radioativo -  $^{32}P$ ) e que esta penetração ácida decrescia, conforme aumentava a profundidade dos cortes. Estudos *in vitro*, demonstraram que a espessura de 0,1 mm de dentina era eficaz na redução da penetração ácida em dentina.

Eick et al.<sup>26</sup>, em 1970, selecionaram quatro pares de pré-molares que iriam ser extraídos por razões ortodônticas e prepararam as superfícies oclusais com brocas de alta rotação, onde metade destas superfícies eram preparadas com brocas diamantadas e metade com brocas de aço, afim de avaliar diferenças ou não na constituição da *smear layer*, tanto na sua topografia quanto na sua química, quando se variassem os instrumentos de corte e o tipo de refrigeração utilizada (a seco ou com *spray* água/ ar). As conclusões por eles observadas no Microscópio Eletrônico de Varredura e pela

Microsonda Eletrônica para averiguação da *smear layer* foram de que esta *smear layer* era mais espessa quando se realizaram os cortes a seco em relação aos cortes úmidos e que ocorrera uma deformação plástica e elástica da dentina, na área do corte seco. Também observaram que as superfícies cortadas com brocas diamantadas deixaram as superfícies mais rugosas que as cortadas com brocas de aço, porém as características dos *debris* foram semelhantes.

Para avaliarem os efeitos da penetração do  $^{32}\text{P}$  *in vivo* em dentina e esmalte, incorporado no ácido fosfórico a 75%, Jennings & Ranly<sup>41</sup>, em 1972, adicionaram 0,1 ml de  $^{32}\text{P}$  em 1 ml de ácido fosfórico a 75%. O trabalho foi realizado em dentes caninos de maxila e mandíbula de cães *Beagle* jovens. Com uma pedra montada, a dentina foi exposta e aplicado o ácido fosfórico  $^{32}\text{P}$  a 75% em esmalte e dentina, durante um e dois minutos. Os dentes foram extraídos (variando o tempo de 1 hora a 24 horas), cortados no sentido mesio-distal e expostos ao filme radiográfico (No-Screen Medical X-Ray, Eastman Kodak Co.). Os resultados demonstraram que o ácido fosfórico  $^{32}\text{P}$  a 75%, penetrou em esmalte e dentina, sendo maior sua penetração em dentina, sem que tivesse atingido a polpa e também não

houve diferença de penetração quando a aplicação variou de 1 ou 2 minutos.

Brannstrom & Nyborg<sup>7</sup>, em 1973, relataram que nas cavidades restauradas com cimento de silicato ou resina composta, ocorre um espaço na interface dente/restauração devido a contração destes materiais, o que ocasionaria a invasão bacteriana aos túbulos dentinários através desta região, e podendo ocorrer uma inflamação pulpar pela difusão dos tóxicos bacterianos à polpa. Os autores relataram que a difusão dos produtos tóxicos bacterianos mais do que a irritação química dos materiais, provocaria a irritação da polpa, e afirmam que: a) as bactérias podem permanecer nas paredes das cavidades após a restauração, desde que as cavidades não tenham sido restauradas em condições sépticas; b) que as bactérias podem penetrar no espaço dente/restauração, após o dente ter sido restaurado. Para avaliarem, então, os efeitos do tratamento cavitário com soluções microbicidas e seus efeitos no crescimento bacteriano e pulpar, os autores utilizaram 44 pares de pré-molares, onde prepararam cavidades na superfície vestibular a 1 mm acima da gengiva com pontas diamantadas, com profundidade de 2,0 a 2,5 milímetros. Após

os preparos realizados, as cavidades receberam a aplicação de fluoreto microbicida e posteriormente foram lavadas com água e secas com ar. Os autores notaram que a solução teste não tinha efeito irritante à polpa mesmo com a fina camada de dentina remanescente. Foi demonstrado que a solução poderia eliminar bactérias existentes nas paredes da cavidade antes da cavidade ser restaurada, e desta forma, o tipo de material restaurador utilizado não demonstrou ser irritante à polpa. Nas cavidades onde não procedeu a limpeza com o agente microbicida, foram encontradas bactérias, o que sugere serem os efeitos bacterianos tóxicos à polpa, e não os materiais restauradores por si só.

Gwinnett<sup>37</sup>, em 1973, avaliou as alterações estruturais *in vitro* do esmalte e dentina em dentes anteriores fraturados, quando da aplicação do ácido fosfórico a 50% durante 1 minuto. Realizou um trabalho em vinte dentes humanos onde dez foram fraturados na borda incisal e tratados com ácido e, os outros dez dentes, foram desgastados na borda incisal com disco de carborundum. Sete dentes foram tratados com o ácido fosfórico a 50% durante 1 minuto e três serviam como grupo controle. O autor verificou que o pré-tratamento ácido do esmalte, produziu um significativo aumento da porosidade do esmalte e,

na dentina desgastada a aparência era irregular, porém mais plana que o esmalte, com seus componentes tubulares obscuros. Condicionando-se a superfície dentinária, produziu uma superfície ondulada, túbulos abertos e alargados, confirmando a alteração estrutural da dentina pelo ácido.

Como havia um interesse do uso de condicionadores ácidos nas estruturas duras do dente para melhorar a adesão e a adaptação marginal das resinas restauradoras, Lee Junior et al.<sup>46</sup>, em 1973, realizaram um trabalho *in vitro* para avaliarem se o ácido fosfórico e o ácido cítrico aplicados sobre a dentina, seriam capazes de penetrar pelos túbulos dentinários. Os autores resolveram realizar este trabalho, tendo em vista que embora a técnica do condicionamento ácido nas estruturas duras do dente tenham ganho popularidade, alguns adeptos relatam que a aplicação do ácido fosfórico na estrutura dura do dente poderia resultar em dano à polpa dental, especialmente quando um ácido forte é aplicado diretamente sobre a dentina exposta. Essas especulações são justificadas, pois vários estudos histopatológicos da polpa dental após os procedimentos restauradores têm demonstrado que a polpa é sensível à vários tipos de irritação. Foram utilizados

molares e pré-molares extraídos e guardados em água destilada até o seu uso. Foram preparados discos de dentina em uma área compreendida entre a região logo abaixo da coroa e acima da polpa por um disco diamantado. Foi removido o esmalte remanescente e as espessuras dos discos variaram de 1 a 2 mm de espessura, típica do remanescente dentinário sobre a polpa em situações clínicas. Para a aplicação do ácido, a superfície dentinária foi seca com papel absorvente e colocadas sobre um papel medidor de pH. As concentrações de ambos os ácidos eram de 50%, os quais foram aplicados à temperatura ambiente, durante 1, 2 e 5 minutos. Após o tempo de aplicação, os discos foram lavados e guardados em água destilada, para que posteriormente pudessem ser observados na microscopia eletrônica de varredura. Os autores observaram que nenhuma penetração foi verificada a nível de alterar a coloração dos papéis medidores de pH, mesmo quando utilizados 5 minutos de aplicação, o que excede o tempo de trabalho clínico. Este tratamento ácido deixou a superfície dentinária com considerável rugosidade, pela dissolução preferencial da dentina peritubular. Com a utilização de uma ampliação de vinte mil vezes, nenhuma alteração dentinária significativa

foi observada e os problemas resultantes de irritação pulpar com os cimentos que contém o ácido fosfórico na sua constituição é devido ao tempo de permanência deste com a dentina recém-cortada.

Brannstrom & Johnson<sup>5</sup>, em 1974, relataram a importância que tem se dado aos problemas de adesão entre as superfícies duras dos dentes e vários tipos de bases, cimentos e materiais restauradores. Para se conseguir uma boa adesão, a superfície deve estar limpa o que pode ser feito não só com peróxido e álcool, mas também com substâncias desmineralizadoras. A limpeza é necessária por causa da contaminação da saliva, sangue, e camada de detritos produzidos durante o preparo ou por outras substâncias. Foi demonstrado que a lama dentinária produzida durante o preparo cavitário, pode conter microorganismos que sobreviveriam e cresceriam entre a restauração e as paredes cavitárias. Foi notado que as toxinas bacterianas eram as únicas causadoras das injúrias pulpares, e estas observações sugerem que as superfícies dentinárias sejam limpas antes do uso das bases, cimentações e restaurações para que as superfícies fiquem livres das bactérias. Para avaliar quais os efeitos de alguns condicionadores e agentes de limpeza sobre a superfície da

dentina preparada, os autores realizaram um estudo em sessenta pré-molares que iriam ser extraídos por razões ortodônticas. Com uma broca diamantada girando entre 6 mil a 10 mil rpm, sob refrigeração a água, a cúspide lingual de cada dente foi reduzida até que uma pequena área de dentina fosse exposta. Foi pedido que o paciente bochechasse para contaminar a área com saliva, e o dente era então isolado com isolamento absoluto. A dentina era lavada com água, seca com ar e aplicadas as soluções e logo depois, secas as superfícies novamente. Os agentes foram: *spray* de água (controle); água, acetona, 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e 95% álcool, 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e 95% álcool, solução de fluoreto de sódio microbicida 3%; ácido cítrico 50%, ácido fosfórico 50% e óxido de zinco 7%; ácido láctico 20%; cavity; C.P.C. Após a utilização destes, os dentes foram extraídos com o isolamento absoluto em posição e guardados em formalina e estudados seus efeitos no Microscópio Eletrônico de Varredura. Com ampliações de duzentas vezes a 11 mil vezes, a aparência da dentina exposta aos agentes de limpeza foi uniforme, semelhante às superfícies limpas com *spray* água/ar. As superfícies dentinárias estavam cobertas com um depósito de *debris* e as aberturas tubulares e a zona peritubular não eram reconhecidas. Já

quando se utilizou as soluções desmineralizadoras, os depósitos de *debris* pareciam ter sido removidos. A superfície plana deu a impressão que um fino filme (película) de material orgânico permaneceu dentro dos túbulos. Todas as aberturas dos túbulos foram abertas e a maioria das entradas da zona peritubular na superfície dentinária tinham sido removidas e os diâmetros dos túbulos dentinários eram de 3 a 5 micrometros, quando normalmente são de 1 a 2 micrometros. Pela vista transversal, os túbulos apresentaram-se alargados em forma de funil e este alargamento se estendia de 10 a 20 micrometros abaixo da superfície. Os efeitos foram, segundo os autores, os mesmos para todas as soluções desmineralizadoras testadas. Nas áreas dentinárias limpas somente com o *spray* de água, os autores relataram que os depósitos de *debris* eram tão espessos que os túbulos podiam ser identificados com dificuldade ou não identificados. Com exceção das substâncias desmineralizadoras (as mais efetivas), a maioria distinguiu depósitos ao redor das aberturas dos túbulos. Os autores ressaltaram que o efeito das soluções desmineralizadoras foi de alargar e abrir os túbulos, e também que desde que os *plugs* oferecem certa proteção, alguns procedimentos de limpeza como o condicionamento ácido



aplicado de forma ativa, isto é esfregando a superfície, parecem não ser um procedimento adequado. O tratamento da dentina com agentes desmineralizadores parecem ser inadvertidos por outra razão. Tais soluções alargam os túbulos e aumentam a área líquida da superfície exposta em torno de 10 a 25%, o que causa um aumento de umedecimento da superfície dentinária, pois o fluido dentinário está sempre presente ao redor dos túbulos abertos, provenientes das forças capilares, e onde a pressão a nível pulpar é maior que a nível da abertura dos túbulos.

Retief et al.<sup>69</sup>, em 1974, procuraram avaliar qual seria a resposta pulpar frente ao condicionamento dentário com o ácido fosfórico, visto que existem relatos de que este ácido pode provocar as inflamações pulpares, apesar de ser o ácido mais comumente utilizado na prática odontológica. Os autores utilizaram três macacos adultos onde foram realizadas cavidades de Classe V vestibular ou lingual em 22 dentes de cada animal. As cavidades foram preparadas com brocas de aço cone invertido nº 2 em baixa rotação, refrigerada a água. Após o preparo, bolas de algodão embebidas em ácido fosfórico 50% foram colocadas sobre as cavidades durante um minuto. Depois de removidas

X1318

as bolas de algodão e lavadas e secas as cavidades, estas foram restauradas com cimento de óxido de zinco e eugenol. As cavidades dos dentes controle não receberam a aplicação do ácido, somente sendo restauradas com o cimento de óxido de zinco e eugenol. Os animais foram mortos em períodos de quatro dias, duas semanas e seis semanas, onde suas polpas foram analisadas posteriormente histologicamente. Os autores observaram que quando foi aplicado o ácido fosfórico a 50% sobre a dentina recém-cortada, ocorreu inflamação pulpar mais severa do que as encontradas no grupo controle. Desta forma, os autores preconizaram que uma base protetora seja colocada sobre a dentina recém-cortada antes da aplicação do ácido fosfórico 50% .

Stanley et al.<sup>75</sup>, em 1975, relataram que as resinas colocadas diretamente sobre as cavidades preparadas (condicionadas ou não), eram tóxicas à polpa, e que esta intensidade da resposta inflamatória, aumentava quando a dentina era pré-tratada com ácido o que indicava um aumento da permeabilidade dentinária. Os autores propuseram em um trabalho, avaliar a resposta pulpar humana, frente a dois compósitos restauradores e se, condicionando-se a dentina com

ácido fosfórico a 50% durante 120 segundos ou com ácido cítrico a 50% por 60 segundos, aumentaria a resposta inflamatória pulpar pelo aumento da permeabilidade dentinária. Foram realizadas 150 cavidades de Classe V profundas, onde cinquenta dentes foram restaurados com resina sem o condicionamento ácido; 56 dentes restaurados com resina após o condicionamento ácido (21 dentes com o ácido fosfórico e 35 com ácido cítrico) e 44 com OZE (grupo controle). A profundidade das cavidades eram de 2,5 mm preparadas com brocas carbeto de tungstênio nº 699 L, refrigeradas com *spray* água/ar. Após o condicionamento ácido, os dentes foram lavados e secos para receberem a resina. Os dentes foram extraídos em intervalos de 3, 15 e sessenta dias. Os autores observaram que após os dentes serem avaliados histologicamente, os que possuíam remanescente dentinário maior que 1,0 mm de espessura, a resposta pulpar não foi severa, porém os dentes em que os remanescentes eram menores que 1,0 mm, uma resposta severa se desenvolveu. Todos os abscessos, lesões com evidência de necrose química e lesões estendendo-se as superfícies pulpares opostas, ocorreram em espécies com remanescentes dentinários de 1,0 mm ou menos. Os autores também verificaram que

em pacientes mais jovens, era possível verificar respostas pulpareas mais severas, talvez pelo fato de haver menos formação de dentina secundária e que em cavidades com menos de 1,0 mm de remanescente dentinário, deve-se utilizar uma base protetora para se condicionar a dentina, porém, de preferência, condicionar apenas o esmalte, sendo recomendável o uso de base de hidróxido de cálcio para este fim.

Visando avaliar a superfície dentinária condicionada com ácido fórmico 1/20 N durante 20 segundos de aplicação, Tojo et al.<sup>78</sup>, em 1975, avaliaram em vinte terceiros molares humanos extraídos, o aspecto dentinário de uma região onde esta dentina havia sido fraturada propositalmente, após o condicionamento ácido e avaliada em microscopia eletrônica de varredura e de transmissão de elétrons. Com a associação destes dois microscópios, os autores puderam avaliar a dentina dentro e ao redor do túbulo dentinário. Os autores observaram que a aparência do túbulo dentinário era de uma estrutura membranosa e tubular e que a dentina peritubular humana parece ser mais calcificada que a interbular e mais influenciada com o ácido. Eles também observaram que correu uma rápida dissolução da dentina peritubular e das estruturas membranosas dos túbulos

dentinários, quando da utilização do ácido. Os autores também relataram que a aparência da estrutura dentinária, depende da estrutura da parede tubular dentinária, atrição dental, abrasão, idade e do tipo e concentração do ácido usado pelo condicionamento.

Eriksen<sup>29</sup>, em 1976, relatou que o condicionamento ácido do esmalte é usado para aumentar a retenção dos selantes resinosos e materiais restauradores, e que não parece ter qualquer efeito irritante para a polpa. Porém, ressaltou o autor, que a validade de se usar condicionamento ácido *in vivo* em dentina para que melhore a adesão dos materiais restauradores resinosos é questionável, pois tem-se demonstrado que o uso de ácidos concentrados na dentina vital pode agravar seriamente a resposta pulpar às resinas compostas. O autor estudou o efeito do ácido cítrico sobre a polpa dental, quando este é aplicado sobre a dentina recém cortada e a capacidade de proteção de uma base de hidróxido de cálcio (Dycal, L.D.Caulk Co.) sobre a dentina recém cortada. Utilizou 38 dentes de quatro macacos (*Cercopithecus aethiops*), onde foram realizados preparos cavitários de Classe V com brocas número 35 cone invertido, realizando os preparos com até metade do volume dentinário. Deste total de cavidades, 13

foram tratadas diretamente com o ácido e 25 tratadas após os dentes terem sido protegidos com uma base de hidróxido de cálcio. Após 2 minutos de aplicação, as cavidades foram lavadas e restauradas com resina composta. Entre a terceira e a quarta semana após o tratamento, oito dos dentes tratados com ácido, apresentaram respostas inflamatórias severas. Dois dentes tiveram necrose pulpar e três deles, respostas inflamatórias de leve a severa. Entre a segunda e a quarta semana, foram avaliados também os dentes que foram protegidos com a base de hidróxido de cálcio, os quais tiveram reações pulpares consideradas normais. O autor observou que as soluções ácidas devem remover os *debris* deixados durante o preparo cavitário, dissolver a dentina peritubular na sua superfície e expor os túbulos abertos. Esses efeitos irão aumentar a possibilidade do extravasamento dos fluídos dentinários e o ingresso de bactérias no espaço entre a resina restauradora e o preparo cavitário. As bactérias penetram mais profundamente na dentina tratada com ácido, do que a não tratada. O autor concluiu também que os agentes deletérios atingirão a polpa com mais facilidade e por estes motivos, uma camada protetora de hidróxido de cálcio é recomendada.

Para verificar o efeito do condicionamento ácido no esmalte e dentina, Brannstrom & Nordenvall<sup>6</sup>, em 1977, prepararam 44 cavidades vestibulares em 22 pré-molares que iriam ser removidos por razões ortodônticas. Essas cavidades foram preparadas com 2 milímetros de diâmetro por 2 a 2,5 milímetros de profundidade sob refrigeração a água. As cavidades foram secas e aplicou-se Tubulicid para remoção dos *debris*. Sete pares de dentes foram condicionados com ácido fosfórico a 37%, lavadas com *spray* água/ar e apenas uma restaurada com Concise (3 M), as outras não foram restauradas. Um par de cavidades foram condicionadas por 15 segundos e em outros quatro pares por 2 minutos os quais não foram restaurados. Em cinco outros pares, um par foi condicionado por 15 segundos e quatro pares por 2 minutos. Em cinco outros pares, apenas um par foi condicionado, porém os cinco foram restaurados. Como resultado, os autores verificaram que ao estudar as cavidades em Microscopia Eletrônica de Varredura, os dentes condicionados por 15 segundos ou 2 minutos não apresentavam diferenças apreciáveis nas superfícies cavitárias e no esmalte ao redor. Os túbulos dentinários assumiram uma forma aberta, alargada e de funil e os *debris*, *plugs* e a dentina

peritubular próxima a superfície foram totalmente removidas. A superfície intertubular estava coberta com um filme constituído provavelmente de substância orgânica, incluindo o colágeno. Os autores relataram que a infiltração bacteriana parece ser a principal causa dos danos pulpares e não os constituintes da resina e o fato de não ter sido demonstrado diferença entre as superfícies correspondentes das resinas colocadas nas cavidades condicionadas por 15 segundos e 2 minutos, sugere-se que condicionamentos em tempos menores devam ser recomendados.

Gwinnett<sup>38</sup>, em 1977, relatou que o tratamento com o ácido fosfórico é usado freqüentemente para promover a adesão entre os tecidos dentais e certos tipos de resina. As interfaces entre diferentes resinas e dentina condicionada, indicaram que quando se utilizou este ácido para o condicionamento, os túbulos e suas extensões laterais foram preenchidas pela resina. Durante o desenvolvimento da técnica do condicionamento ácido o autor relatou que foi sugerido que a dentina deveria ser tratada similarmente ao esmalte, para que promovesse a adesão também com resina; porém, ocorre uma modificação morfológica da dentina após a aplicação do agente

condicionador, como alargamento tubular pela perda da dentina peritubular, em profundidades de até 100 micrometros. Como o ácido fosfórico pode penetrar por vários micrometros na dentina, ele pode alcançar as extensões dos odontoblastos que ocupam porção dos túbulos, causando a inflamação pulpar. Para verificar a alteração dentinária e a penetração da resina na dentina, o autor utilizou trinta molares humanos que foram extraídos e guardados em fixador de Karnovsky até serem utilizados para a experiência. Com um disco diamantado refrigerado seccionou-se os dentes em um ângulo de 45 graus expondo os túbulos dentinários e a polpa. A dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 50% durante 1 minuto, lavada, seca e aplicado sobre ela, o adesivo. Com o estudo de Microscopia Eletrônica de Varredura, encontrou-se resina em uma profundidade de até 0,2 milímetros, pois o ácido alargou os túbulos, facilitando a penetração do adesivo. O autor concluiu que quanto maior a concentração do ácido, maior deve ser a penetração do adesivo : a dentina deve ser protegida com uma base para a aplicação do ácido, para não ocorrer dano pulpar e que a dentina deve ter pelo menos 1 milímetro de espessura para ser condicionada.

Para averiguar a resposta pulpar frente a aplicação do ácido fosfórico à dentina, Macko et al.<sup>48</sup>, em 1978, realizaram um trabalho onde foram preparadas cavidades de Classe V com brocas nº 35 em alta rotação refrigeradas com *spray* água/ar em 46 pré-molares, em pacientes de idade variando entre 13 a 22 anos, cujos dentes avaliados clinicamente e radiologicamente, eram livres de cárie e de doença periodontal, onde seriam extraídos por razões ortodônticas. A profundidade das cavidades eram até atingir a dentina. Os dentes do grupo controle ou do grupo experimental foram escolhidos aleatoriamente. Terminados os preparos cavitários, os dentes foram secos com jatos de ar durante 5 segundos. O grupo experimental recebeu aplicação do ácido fosfórico a 50% contendo 7% de óxido de zinco por peso (Nuva Seal, L.D.Caulk Co.) durante um minuto diretamente em dentina, e o grupo controle apenas a aplicação de água destilada. Após a lavagem do ácido com *spray* água/ar e secagem da cavidade, ambos os grupos foram restaurados temporariamente com cimento de óxido de zinco e eugenol. Os espaços das extrações dos elementos dentais para os experimentos, variaram de 30 minutos a 150 dias de intervalo para análise histológica da polpa. Os autores

observaram que o ácido fosfórico a 50% com 7% de óxido de zinco, causou no máximo respostas pulpres moderadas em cavidades rasas; embora a inflamação tenha agido como mecanismo protetor da polpa, também ocorreu uma fase destrutiva pulpar com a presença dos agentes irritantes; mesmo que o ácido tenha permanecido por um curto espaço de tempo na dentina, a inflamação persistiu por um período maior de tempo onde sugere-se que esta resposta patológica é devida ao remanescente dos produtos de desintegração dentinário e dos odontoblastos que são destruídos pelo ácido. Os autores também observaram que ocorreu inflamação pulpar sem dor; não havia presença de bactérias nas paredes cavitárias ou nas adjacências dos túbulos dentinários. Por causar inflamação pulpar, o ácido não deveria ser usado diretamente em dentinas expostas.

Pashley et al.<sup>58</sup>, em 1981, verificaram através de tratamentos superficiais com ácido cítrico diluído a 6%, a remoção da *smear layer*, correlacionando os efeitos deste tratamento, com a permeabilidade dentinária *in vivo*. Os autores relataram que a *smear layer* é aparentemente responsável pela não penetração de bactérias nos túbulos dentinários, assim como impede a penetração das pequenas

e grandes moléculas através dos túbulos, além de oferecer maior resistência ao deslocamento do fluido dentinário, o qual é responsável pela sensibilidade dentinária. Como existem relatos que os melhores resultados de adesão das resinas à dentina são com ácidos diluídos, os autores utilizaram o ácido cítrico a 6% aplicados *in vitro* em vinte discos dentinários obtidos de terceiros molares extraídos, os quais foram cortados com discos diamantados em uma espessura de  $1 \pm 0,05$  milímetros de espessura. Os tempos de aplicação foram de 5, 15, 30, 45 e 60 segundos. Os autores processaram vários discos de dentina para serem observados no Microscópio Eletrônico de Varredura, onde após a desidratação dos discos dentinários, estes foram colocados em uma câmara para obtenção de vácuo para que uma fina camada de ouro recobrissem estes discos para a observação no microscópio. Os resultados observados foram: tempo 5 segundos removeu superficialmente a *smear layer*; com tempo de 15 segundos, metade dos túbulos foram abertos; com 30 segundos, a maioria da *smear layer* foi removida; com 60 segundos de aplicação, o ácido removeu praticamente todo a *smear layer* assim como a superfície da dentina peritubular, produzindo orifícios de três a quatro vezes mais larga que o

normal. Os autores observaram que a produção da *smear layer* durante os procedimentos restauradores, estabelece uma barreira protetora e a sua remoção através do condicionamento ácido, aumenta a permeabilidade dentinária em até vinte vezes.

Para verificarem os efeitos que o condicionamento ácido *in vivo* em dentina de cães provocam sobre a permeabilidade dentinária, Pashley et al.<sup>59</sup>, em 1983, realizaram um trabalho em 11 cães jovens *Mongrel*. Foram preparadas cavidades vestibulares nos primeiros molares dos cães, para que pudessem ser instalados mecanismos capazes de verificar o movimento dos fluídos dentinários. Essas cavidades foram condicionadas com ácido cítrico 6% durante dois minutos, lavadas com água, secas com ar e sobre elas adaptadas os mecanismos de verificação da condutância hidráulica. Os autores observaram um aumento de cinco vezes na condutância hidráulica, quando a dentina foi condicionada com o ácido, e relataram que a presença da *smear layer* gera uma barreira ao movimento do fluído dentinário e também limita a difusão de várias outras substâncias à polpa, como por exemplo as bactérias e seus produtos bacterianos.

Brannstrom<sup>4</sup>, em 1984, relatou que as conseqüências patológicas da *smear layer* e se ela deve ou não estar presente sob as restaurações, são questões complicadas pois o problema está relacionado com a presença das bactérias na *smear layer* sob as restaurações. O autor verificou que ocorreu uma proliferação bacteriana na *smear layer* sob as restaurações de cimento de silicato e que a *smear layer* que fica exposta na cavidade bucal desaparecia e, este espaço era ocupado por bactérias e que após uma semana, a maioria dos túbulos eram abertos e alguns até alargados. Quanto à remoção desta *smear layer*, o autor relatou que não se deve esperar que se forme uma película mineralizada abaixo das restaurações onde a saliva não circula. O que ocorre é que o fluido dos túbulos e ao redor da restauração deve reduzir com o tempo, pois os túbulos na proximidade pulpar devem ser parcialmente bloqueados por dentina irregular. Em restaurações precárias onde existem uma penetração e proliferação bacteriana, ocorre também a remoção parcial da *smear layer* talvez pelo ácido bacteriano. O autor também relatou que os *smear plugs* presentes na abertura dos canaliculos previnem a invasão bacteriana para dentro dos túbulos, porém não previnem a invasão das

toxinas bacterianas por difusão para a polpa e que com o condicionamento ácido dentinário e a remoção dos *smear plugs* e da dentina peritubular da superfície, a área úmida dos túbulos deve crescer entre 10 a 25% do total. Quando se utiliza o ácido fosfórico a 37% por apenas 5 segundos, o autor revelou que este tempo é o suficiente para remover os *smear plugs* e a dentina peritubular. O autor observou que o condicionamento ácido, detergentes, cimentos de fosfato de zinco, cimentos de silicato, ionômero de vidro e resinas não produzem dano e inflamação pulpar apreciável mesmo quando aplicados à exposição pulpar e também que o ácido fosfórico a 37% aplicado em dentina profunda por 15 segundos ou 1 minuto não resulta em nenhuma reação pulpar apreciável, inflamação ou necrose. Como conclusões, o autor observou que nas cavidades preparadas a *smear layer* deverá ser removida e os *smear plugs* apenas tratados antissépticamente, pois previnem a saída dos líquidos dos túbulos dentinários, melhoram a adaptação dos materiais e reduzem o risco de multiplicação bacteriana na *smear layer*. Desta forma, os agentes desmineralizantes que removem a *smear layer* e o *smear plug* e abrem e alargam os túbulos, não deveriam ser usados, pois a dentina ficaria molhada e no caso da

contaminação bacteriana, haveria uma invasão destas dentro dos túbulos dentinários, ficando exposta uma superfície mais permeável para as toxinas difundirem-se à polpa.

O Council On Dental Material<sup>14</sup>, em 1984, publicou um artigo onde relatou que as vantagens da adesão à dentina têm sido reconhecido pelos profissionais odontológicos, porém esta adesão não é tão eficaz quanto a do esmalte. Também é relatado neste artigo que o condicionamento ácido dentinário produz reações pulpareas quando o remanescente dentinário for menor que 1,0 milímetro de espessura e que também ocorrem alterações morfológicas nesta dentina, especialmente o alargamento dos túbulos. A conclusão deste artigo é de que o condicionamento ácido dentário deve ficar confinado ao esmalte, pois quando este ácido contacta a dentina recém cortada, normalmente causa respostas pulpareas indesejáveis.

Pashley<sup>54</sup>, em 1984, relatou que a profundidade da *smear layer*, depende se a dentina é cortada a seco ou molhada (pela quantidade e tipo de refrigeração empregada), e do tipo do instrumento utilizado. Geralmente o corte a seco, relatou o autor, provoca *smear layer* maior do que com o corte molhado e o mesmo ocorre com

brocas, onde as diamantadas produzem *smear layer* mais espessas em relação às brocas de aço. Esta *smear layer* promove uma resistência maior ao deslocamento dos fluidos dentinários (conductividade hidráulica), e sua profundidade durante os procedimentos clínicos pode variar de um a 5 micrometros. Esta *smear layer* é uma barreira à penetração das bactérias dentro dos túbulos dentinários, porém ela não é eficaz quando da difusão dos produtos bacterianos que podem difundir-se através dela, penetrar pelos túbulos dentinários e atingir a polpa causando inflamação. O condicionamento ácido dentinário remove a *smear layer* e não injuria a polpa, principalmente quando se utilizam ácidos diluídos, porém além de remover a dentina em uma profundidade de 5 a 10 micrometros nos túbulos, deixando-os com uma forma afunilada, sua remoção elimina a barreira física para a penetração bacteriana, aumentando a permeabilidade dentinária de quatro a nove vezes.

Cox<sup>15</sup>, em 1987, relatou através de um levantamento bibliográfico que há duas hipóteses para explicar a inflamação pulpar: a) é uma consequência direta da toxicidade química, tanto quanto do pH dos materiais, balanceamento osmótico, monômeros das resinas e

outros agentes químicos, quando colocados diretamente sobre a dentina e/ou tecidos pulpare; b) que a inflamação pulpar abaixo de várias restaurações é causada por infecção bacteriana, onde estas bactérias estão presentes nos *gaps* das restaurações e nas adjacências dentinárias. Estudos que combinaram fatores microbiológicos e histológicos, demonstraram que culturas de bactérias removidas das cavidades estavam diretamente associadas com a inflamação pulpar e necrose.

Para avaliarem diferentes agentes de remoção da *smear layer*, Meryon et al.<sup>50</sup>, em 1987, realizaram um estudo *in vivo* e *in vitro*. Para o estudo *in vivo*, utilizaram *Ferrets* fêmeas, onde prepararam cavidades de Classe V em canino com brocas de carbeto de tungstênio nº 57, refrigeradas a água. Após os preparos realizados, estes foram lavados, secos e sobre eles, aplicados os agentes condicionadores com uma bolinha de algodão por 30 segundos. Os agentes utilizados para este estudo foram: ácido fosfórico a 37% (3M, St. Paul); ácido poliacrílico a 25% (De Trey; Weybridge; Surrey; United Kingdom); ácido cítrico a 50% (De Trey); ácido láctico a 3% em água, EDTA a 10% em água com pH 7.2; Tubulicid Red Label pH 7.3

(Dental Therapeutics). Os autores utilizaram *scores* para a Microscopia Eletrônica de Varredura a saber:

- 0 - Superfície completamente recoberta com *smear layer*, sem túbulos visíveis.
- 1 - Superfícies cobertas com uma fina camada de *smear layer* mas com os orifícios dos túbulos visíveis, ocasionalmente com túbulos abertos.
- 2 - *Smear layer* parcialmente removida; orifícios da maioria dos túbulos dentinários abertos ou parcialmente abertos.
- 3 - *Smear layer* na sua maioria removida e a maioria dos túbulos completamente abertos.
- 4 - *Smear layer* completamente removida; dentina peritubular removida, resultando em um aumento dos orifícios tubulares.

Para os estudos *in vitro* foram cortado discos de dentina de terceiros molares humanos extraídos e realizados os mesmos procedimentos que os testes *in vivo*. Os autores observaram que os efeitos dos condicionamentos ácidos *in vitro* foram mais severos que os

efeitos *in vivo*, onde os mesmos relataram que a redução do efeito do condicionamento ácido *in vivo* em relação ao *in vitro*, é provavelmente pela presença do fluido dentinário, que extravasa dos túbulos recém-cortados e em adição, o potencial de diluição deve-se pelo fato do fluido agir como tampão devido ao seu alto conteúdo de proteína. O EDTA que é conhecido como solubilizador de proteína, pode explicar seus severos efeitos *in vivo* em contraste com os agentes ácidos. A ordem encontrada pelos autores dos efeitos causados na dentina *in vitro* foram: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3% < Tubulicid < ácido fosfórico a 37% < ácido láctico a 50% < ácido poliacrílico a 25% < ácido cítrico a 50% < EDTA a 10%; e *in vivo* foram: EDTA a 10% > ácido cítrico a 50% > ácido fosfórico a 37% > ácido poliacrílico a 25% > ácido láctico a 50% ; o Tubulicid promoveu algum clareamento na *smear layer* enquanto os resultados encontrados com a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3% foram semelhantes aos do grupo controle e ficou evidente neste estudo que a aplicação de água com bolinha de algodão não removeu a *smear layer*. Os autores concluíram que o efeito do ácido fosfórico a 37% *in vivo*, demonstrou que além de remover a *smear layer*, alargar os orifícios dos túbulos dentinários, o ácido deve também degradar a matriz do colágeno, que

pode deixar a dentina com aparência lisa e gelatinosa e que também a ordem dos resultados obtidos neste estudo deve refletir a facilidade com que as bactérias são capazes de penetrar nos túbulos das cavidades e adversamente atingirem a polpa.

Tem sido demonstrado que o ácido fosfórico, apesar de ser irritante, é menos tóxico que outros ácidos, sua principal ação é indireta, deixando a dentina mais permeável, facilitando a passagem de agentes químicos ou bacterianos à polpa. Para avaliar os efeitos de vários agentes na polpa, Franquim & Brouillet<sup>30</sup>, em 1988, utilizaram 134 dentes pré molares humanos hígidos, onde realizaram cavidades de Classe V e dividiram em quatro grupos a saber: grupo I: 43 dentes que somente foram restaurados com resina composta Silux (3M, Dental Products); grupo II: 41 dentes que foram condicionados com ácido fosfórico a 37% por sessenta segundos, lavados por 30 segundos com água, secos e restaurados com resina composta Silux; grupo III: quarenta dentes com aplicação de EDTA por 30 segundos e restaurados com resina composta Silux; grupo IV: dez dentes restaurados com IRM (L.D. Caulk Co. Div. Dentsplay International.), que serviram como grupo controle. Quando avaliados histologicamente,

os autores observaram que as respostas inflamatórias nos dentes condicionados com os ácidos, variaram de leve a severa, e que o uso dos adesivos dentinários e do *primer* como pré-tratamento não são biocompatíveis. No grupo controle a resposta pulpar foi mínima, o que demonstrou uma relativa inocuidade do método utilizado. Embora a maioria das lesões pulpares regredissem com o tempo, recomendaram para a prevenção da inflamação ou reações degenerativas da polpa, que um cimento biológico intermediário seja usado antes do condicionamento das paredes dentinárias em cavidades profundas, persistindo a dúvida se a inflamação ocorre pela toxicidade do material ou pela presença bacteriana na dentina.

Para avaliar *in vitro* a penetração na dentina de diferentes agentes condicionadores, Meryon et al.<sup>51</sup>, em 1988, cortaram dentinas de terceiros molares humanos em discos de 50, 100 e 200 micrometros, onde foram sobre elas aplicadas os agentes condicionadores como ácido fosfórico a 37%; ácido poliacrílico a 25%; ácido cítrico a 50%; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3% e EDTA a 10%, todos por um minuto, lavados com água destilada e secos com papel absorvente. Posteriormente foram feitas micrografias de três mil vezes de

magnitude. Para avaliar os efeitos estruturais dos ácidos na dentina e elucidar a controvérsia sobre a profundidade de penetração ácida e dano pulpar, os autores observaram que a limpeza cavitária com *spray* água/ar e peróxido de hidrogênio, são incapazes de remover a *smear layer*. Como resultado deste trabalho, os autores observaram que nenhum dos condicionadores testados aparentemente penetraram por toda a espessura de dentina dos discos confeccionados e os ácidos testados são neutralizados pela dentina através dos 200 micrometros e em muitos casos abaixo desta profundidade. É especulado que a aplicação destes condicionadores *in vivo* em presença do fluido dentinário, provocará a neutralização mais rapidamente e com menor penetração, onde é postulado que nenhum dano à polpa ocorre quando da aplicação dos agentes condicionadores em dentinas de espessuras maiores que 200 micrometros.

Para avaliarem o substrato dentinário da *smear layer*, Pashley et al.<sup>60</sup>, em 1988, utilizaram coroas de terceiros molares extraídos e não cariados (dentes não rompidos), onde cortaram estes dentes em suas raízes ao nível da junção esmalte - cimento e posteriormente o esmalte foi removido com uma secção paralela, com

um disco de baixa rotação Isomet (Buehler, Lake Bluff, Illinois; USA). A *smear layer* foi produzida com um disco diamantado e brocas de baixa e alta rotação. Verificaram em Microscopia Eletrônica de Varredura com baixa magnitude (2000X) que a *smear layer* tinha uma aparência amorfa e em alta magnitude (18000X) podia ser verificada uma estrutura globular variando de 0.05 a 1.0 micrômetro de diâmetro, que são partes de substrato dentinário.

Pashley et al.<sup>62</sup>, em 1989, compararam a permeabilidade dentinária e a resistência ao cisalhamento entre a dentina vestibular e oclusal após vários tratamentos superficiais dentinários. Realizaram esta pesquisa em terceiros molares não rompidos onde prepararam uma superfície dentinária vestibular com disco diamantado e produziram a *smear layer* com papel abrasivo. Removeram as raízes dos dentes no limite cimento-esmalte e verificaram a permeabilidade desta região e após esta verificação, vedaram esta dentina com Scotchbond/Silux (3M, Dental Products). Após esta verificação realizaram o mesmo trabalho, só que condicionaram a região com ácido cítrico a 6% por 2 minutos. Avaliaram também a permeabilidade desta região tratada com oxalato de potássio. Os testes de permeabilidade foram realizados

antes e após a aplicação dos agentes de união. Para comparar esta permeabilidade com a permeabilidade da dentina oclusal, o mesmo trabalho repetiu-se, porém o corte foi feito em dentina paralela à superfície oclusal. As conclusões dos autores mostraram que as características de permeabilidade da dentina oclusal são heterogêneas, onde existem áreas de alta permeabilidade sobre os cornos pulpaes ao contrário da região central que exibem baixa permeabilidade, pois a dentina próxima ao corno pulpar possui maior quantidade de túbulos dentinários com diâmetros maiores que na dentina superficial; relataram também que a remoção da *smear layer* aumenta a permeabilidade e a umidade dentinária e que a dentina vestibular parece ter características de permeabilidade similares a da dentina oclusal na presença de *smear layer*, porém quando aplicado o ácido, esta permeabilidade é maior na dentina vestibular, talvez pela sua maior proximidade da polpa. Em relação ao teste de cisalhamento, os autores observaram que a resistência à adesão das resinas compostas foram maiores com a *smear layer* e com dados estatísticos semelhantes quando a dentina foi tratada com o oxalato. Quando houve somente o

tratamento com o ácido, a resistência ao cisalhamento das resinas compostas foi menor.

Cox<sup>16</sup>, em 1990, publicou um trabalho de revisão bibliográfica, onde caracterizou a *smear layer*, definindo-a como sendo uma camada de *debris* que é deixada em todas as paredes cavitárias após o preparo dos dentes com instrumento rotatório ou manual tanto nos processos restauradores quanto nos procedimentos periodontais ou endodônticos. Ela é composta por uma porção mais externa de uma camada contínua de matriz amorfa que recobre todas as paredes cavitárias e por uma porção mais profunda, constituída por *plugs* que obstruem os túbulos cortados. A *smear layer* é formada por fibras colágenas mineralizadas da dentina em forma de glóbulos dispersos dentro de uma matriz amorfa de depósitos. Ela possui uma adesividade a superfície dentinária instrumentada e não pode ser lavada, limpa ou removida com um jato de *spray* água/ar, somente podendo ser removida quando o dente é condicionado com ácido ou desmineralizado. Estudos de Microscopia Eletrônica de Varredura mostraram na camada externa da *smear layer*, glóbulos de esmalte e de dentina que variavam de 0,5 a 0,1 micrometros de diâmetro e que

existem diferenças na composição da *smear layer* quanto a profundidade; as cavidades mais profundas, contém mais material orgânico, talvez em parte pelo grande número dos processos odontoblásticos e proteoglicanas dentro dos túbulos. Sua espessura externa varia 0,5 a 1,3 micrometros e as *smear plugs* estendem-se aproximadamente 1,0 - 2,0 micrômetros no interior de cada túbulo cortado, dependendo do tipo de instrumentação utilizada. Quanto a sua permeabilidade, o autor relatou, que os *smear plugs* reduzem a saída da condução hidráulica do fluido dentinário, tanto quanto diminuem a invasão bacteriana à polpa e a difusão de produtos tóxicos dentro dos túbulos dentinários. O autor afirmou que a permeabilidade dentinária não se deve a espessura da *smear layer* externa e sim do grau de velamento das *plugs* dos túbulos. Relatou que a condução hidráulica é menor em cavidades mais rasas, quando comparadas com as mais profundas por causa do aumento do número de túbulos e material orgânico ao redor da polpa. Com o condicionamento dentinário, ocorre um aumento de 5 a 20% da condução hidráulica com a remoção dos *smear plugs*. Quando a dentina é condicionada com ácido, a porção orgânica da *smear layer* torna-se comprometida, formando microcanais

que permitem uma profusão-difusão dinâmica do fluido e produtos bacterianos através da interface dente/restauração, onde as bactérias e seus produtos poderiam atingir a polpa, ocorrendo assim as patologias pulpareas.

Para avaliar os efeitos dos pré-tratamentos dentinários, Dijken<sup>25</sup>, em 1990, realizou um trabalho em 113 pacientes (52 homens e 61 mulheres) portadores de ao menos quatro lesões de abrasão ou erosão cervical sem cárie. Todas as cavidades foram restauradas sem terem sido preparadas. As cavidades foram divididas em quatro grupos que receberam os seguintes tratamentos: a) condicionada com ácido fosfórico a 37% por 60 segundos; b) condicionada com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos; c) esfregaço de NaOCl por 20 segundos; d) limpeza com Tubulicid por 60 segundos. Posteriormente as cavidades foram lavadas com *spray* água/ar por 30 segundos e secas com jatos de ar e depois foram restauradas com resinas compostas (Concise - 3M Dental Prod. St. Paul, Minn.; Scotchbond/Silar - 3M Dental Prod.; Clearfil Bonding Sistem - Kurary Co. Ltd. Osaka, Japan; Cervident Adhesion Promotor/Cervident - S.S.White Philadelphia, Pa.; Dentin Bonding Agent/Miradapt - Johnson and Johnson East Windsor, N.J.),

ou ionômero de vidro (Fuji II - G-C Dental Industrial Corp. Tokio, Japan). O autor observou que nenhum dos agentes adesivos testados demonstraram médias de retenção aprovadas pela ADA apesar dos pré tratamentos dentinários; após seis meses de observação do cimento de ionômero de vidro, este cumpriu com o critério de avaliação da ADA, tanto quando se aplicou o NaOCl a 5% ou o Tubulicid como agentes condicionadores; cáries recorrentes não foram encontradas ao redor das restaurações dos cimentos de ionômero de vidro e com baixa frequência ao redor dos grupos que utilizaram somente os adesivos dentinários. Quanto a estrutura dentinária após o tratamento superficial, os autores observaram que a *smear layer* depositada sobre estas abrasões cervicais foram removidas com a aplicação do ácido fosfórico a 37% tanto com 15 segundos como com 60 segundos de aplicação.

Kanca<sup>42</sup>, em 1990, levantou a hipótese de que a causa da inflamação pulpar em dentes tratados com ácido fosfórico em dentina, não seria causada pelo ácido fosfórico propriamente dito e sim pelo uso prolongado de restaurações de óxido de zinco e eugenol que é considerado tóxico. O autor também relatou que a utilização do ácido fosfórico na dentina pode melhorar a adesão da resina na dentina,

porém existem controvérsias quanto as respostas pulpres e eficácia de adesão em relação à dentina, pois na dentina existem diferenças estruturais no seu substrato e alta concentração orgânica. Nos trabalhos que o autor relatou que utilizaram o ácido fosfórico em dentina e ocorreram inflamações pulpres, também utilizaram o cimento de óxido de zinco e eugenol como material restaurador temporário. Estes dentes tinham então, resposta inflamatória pulpar por causa da remoção da *smear layer*, que serve como uma barreira física da dentina e sua remoção causa um significativo aumento na permeabilidade dentinária, propiciando uma difusão do eugenol à polpa. O autor concluiu que o tratamento da dentina com ácidos, por si só, não injuria a polpa. O fracasso no selamento do dente depois do condicionamento ácido poderá causar problemas à polpa.

Kurosaki et al.<sup>45</sup>, em 1990, revelaram através de exames no Microscópio Eletrônico de Varredura, que condicionando-se o assoalho da cavidade, ocorre uma leve desmineralização da superfície da dentina intertubular, e uma produção de faixas de aberturas cilíndricas ou de abertura em forma de anel nos orifícios dos túbulos dentinários da camada turva (camada de dentina, que recobre

os túbulos dentinários preenchidos pelos processos odontoblásticos, sem os cristais intra-tubulares) ou transparente (camada abaixo da dentina turva, homogênea com os túbulos preenchidos por depósitos de cristais intra-tubulares) respectivamente. Os autores também relataram, que através de um estudo literário, o medo tradicional do condicionamento dentinário persiste em algumas áreas pois as experiências eram realizadas com materiais não adesivos ou com os adesivos ineficientes das resinas tradicionais, onde nestes casos, somente o esmalte era condicionado e a maioria da dentina era coberta por uma base. Mesmo sabendo que o condicionamento ácido contribui para a proteção pulpar associado aos adesivos, a grande parte do medo do condicionamento ácido dentinário deve-se as experiências passadas sobre a irritação pulpar pelos materiais tradicionais, os quais abrem os túbulos dentinários pelo ácido e aumentam a permeabilidade dentinária. Para verificarem os efeitos do condicionamento ácido na dentina em cavidades conservadoras, os autores realizaram seus trabalhos em dentes cariados, onde foi removida a cárie e verificada as características da dentina turva e da dentina transparente quando utilizado o ácido fosfórico a 40%, durante 1 minuto. O grupo controle

não utilizou dentes cariados. Os dentes recém - extraídos, foram armazenados em água durante duas horas até serem realizados os preparos cavitários e a remoção da cárie. Foi utilizado um detector de cárie (solução vermelho ácido 52 a 1% em propileno glicol), que foi aplicado por 10 segundos e lavado com água e a cárie remanescente foi removida com brocas em baixa rotação. Em trinta dentes manteve-se a camada turva, e em outros trinta a camada transparente. O ácido fosfórico a 40% foi aplicado em vinte dentes de cada grupo durante um minuto e lavado com jato de água/ar durante quinze segundos. Dos dez dentes não cariados que foram utilizados como controle, cinco foram condicionados e cinco não. Quando os dentes foram avaliados no Microscópio Eletrônico de Varredura, os autores verificaram que após o condicionamento houve a remoção da *smear layer* e *smear plug*, com a abertura dos túbulos dentinários e a dissolução da parede dentinária peritubular. Este processo, aumentou um pouco a permeabilidade da parede dentinária, pois alargou as aberturas dos túbulos. Os autores relataram que os estudos que utilizam dentes extraídos para verificar a profundidades de penetração do ácido diferem dos resultados em dentes vitais, onde a profundidade de penetração ácida é maior nos

dentes extraídos, pois os dentes vitais possuem os túbulos preenchidos pelos processos odontoblásticos e permitem que o ácido penetre somente a uma profundidade de aproximadamente 10 micrometros. Mesmo nos dentes não cariados, ocorreu a dissolução superficial dos cristais de apatita pelo ácido e afetou as fibras colágenas, porém a camada dentinária que é desmineralizada pelo ácido é logo completamente remineralizada, provando que a aplicação de ácido por um curto espaço de tempo não afeta o tecido deletariamente. Os autores verificaram neste trabalho que condicionando a dentina em procedimentos restauradores conservadores, a permeabilidade dentinária não aumenta muito e houve aumento na adesão da resina e no selamento dos túbulos dentinários.

Kanca<sup>43</sup>, em 1991, relatou a dificuldade clínica em manter o ácido somente no esmalte, não permitindo que este caia na superfície dentinária durante os procedimentos restauradores. O autor propôs descrever um sistema de adesivo de esmalte/dentina, que utiliza o ácido fosfórico para remover a *smear layer* dentinária, um *primer* hidrofílico e um agente de união sem carga. Em um grupo de dentes, o autor utilizou como condicionador, o ácido fosfórico a 37% em forma

de gel, onde tratou o esmalte e dentina por 20 segundos, lavou com *spray* água/ar por 30 segundos e secou com jatos comprimidos de ar. Verificou que removendo a *smear layer* com o ácido, a permeabilidade dentinária aumentou e diminuí, no entanto, a habilidade de adesão das resinas, pois o fluido extravasa para fora dos túbulos. Este selamento físico do dente não promove uma barreira eficaz ao ingresso das bactérias e por conseguinte, ocorrerá a inflamação pulpar. Há controvérsia entre os autores quanto a aplicação ou não do ácido fosfórico como agente condicionador para a remoção da *smear layer*. Este ácido é usualmente escolhido pois é familiar ao clínico, fácil de se adquirir e barato ao fabricante, condiciona o esmalte e remove a *smear layer* em um curto espaço de tempo. O autor relatou que os sistemas adesivos têm sido empregados com sucesso na prática clínica por mais de 18 anos e que a incidência de sensibilidade pós operatória tem sido virtualmente negligenciada. O ácido fosfórico não deverá ser o ácido de eleição para os condicionamentos dentinários no futuro, porém eliminando as más interpretações do passado a seu respeito e entendendo-se os seus efeitos nas superfícies dentais, teremos o caminho para o futuro dos sistemas adesivos.

Nakabayashi et al.<sup>52</sup>, em 1991, fizeram uma revisão bibliográfica sobre o mecanismo de adesão em dentina. Relataram que vários tipos de mecanismos (ambos mecânicos e químicos), têm sido propostos para a adesão das resinas em dentina. Extensivas pesquisas no Japão nos últimos dez anos, têm demonstrado que a adesão forte e duradoura entre a resina e o dente vital irá se formar quando um monômero como o 4-META, que contém grupos químicos hidrofílicos e hidrofóbicos, penetrarem no tecido e polimerizarem no local. Esta impregnação de resina, cria uma camada híbrida transicional. A fina camada de dentina reforçada com resina, estão unidas a nível molecular, selando a superfície contra a microinfiltração e em parte tornando-a resistente aos ácidos. O condicionamento ácido dentinário com o ácido fosfórico usado para preparar a dentina para receber o 4-META, produz uma resistência a adesão muito baixa e na observação ao Microscópio Eletrônico de Varredura, não foi verificada a formação da camada híbrida. A aparência foi de que o ácido não apenas descalcificou a dentina, mas também desnaturou o colágeno, diminuindo a difusão do 4-META na dentina. Quando este ácido foi comparado com a solução 10-3 (10% ácido cítrico e 3% cloreto

férrico), houve a preservação do colágeno, porém não aumentou a resistência a adesão à dentina. Os autores relataram que no mecanismo de adesão da resina à dentina deve existir a camada híbrida, pois quando ocorrer a verdadeira hibridização da dentina, a resistência à adesão (particularmente na dentina profunda, úmida e com muitos túbulos) aumenta consideravelmente. A camada híbrida forma uma película ácido resistente que sela a dentina, prevenindo hipersensibilidade e cáries secundárias.

Okamoto et al.<sup>53</sup>, em 1991, avaliaram os efeitos do ácido fosfórico a 40% no colágeno dentinário. Os autores realizaram a aplicação do ácido fosfórico em dentinas pré-tratadas com ácido tânico e em dentinas sem tratamento. Como conclusões os autores relataram que em qualquer caso, o colágeno dentinário que é exposto ao ácido fosfórico, deve exibir sua superfície desmineralizada e com a *smear layer* removida; quando a aplicação do ácido fosfórico foi precedida da aplicação do ácido tânico, a alteração do colágeno dentinário foi reduzida e que a desnaturação do colágeno também ocorre *in vivo*, embora esta desmineralização provavelmente seja menos afetada, pelo efeito tampão dentinário.

Analisando a permeabilidade dentinária em uma revisão de literatura, Pashley & Pashley<sup>56</sup>, em 1991, relataram que a maioria dos materiais permitem microinfiltração dos fluidos bucais e bacterianos e a permeabilidade dentinária permite movimentos da cavidade à polpa e vice-versa, e esta infiltração está associada com a irritação pulpar, justamente por causa desta permeabilidade através dos túbulos dentinários. A *smear layer* que é formada durante os procedimentos operatórios, é uma barreira dentinária. Uma dentina fina coberta com uma camada de *smear layer* é uma barreira melhor que aquela formada por dentina fina com a sua *smear layer* removida. A dentina é permeável por ser composta por túbulos microscópicos que penetram na matriz dentinária e se dirigem da polpa à periferia, onde a sensibilidade dentinária ocorre normalmente pela comunicação da dentina exposta com a polpa. A dentina pode ser uma barreira à difusão dos fluidos pulpares dependendo de algumas variáveis, como por exemplo, a dentina superficial tem menos túbulos por  $\text{mm}^2$  do que a profunda; a dentina mais espessa, oferece mais resistência aos fluidos do que a dentina fina, pois a permeabilidade dentinária depende do número de túbulos por  $\text{mm}^2$  e seus diâmetros. Os autores relataram

que a dentina profunda é mais permeável que a superficial por ter mais túbulos e de diâmetros maiores. Desta forma, a dentina oclusal é menos permeável que a dentina localizada sobre os cornos pulpares, porém um (01) milímetro de dentina pode diminuir a concentração de um material de cimento a mil vezes, ficando menor o seu poder de penetração.

Prati et al.<sup>68</sup>, em 1991, realizaram um trabalho com Microscopia Eletrônica de Varredura para analisarem as características da *smear layer* após a aplicação de substâncias ácidas na dentina, e a permeabilidade dentinária. Sempre que a dentina é cortada com um instrumento manual ou rotatório, uma considerável quantidade de *debris*, chamada de *smear layer*, são produzidos e espalhados sobre a superfície dentinária e tem sido demonstrado, que esta camada de *debris* aumenta a resistência aos fluídos dentinários através da dentina, o que significa que a permeabilidade dentinária deve ser influenciada pela *smear layer*. A avaliação da permeabilidade dentinária é uma maneira de entender os efeitos dos tratamentos químicos na superfície dentinária e seu impacto sobre os materiais restauradores. Os autores utilizaram dentes humanos extraídos de pacientes que tinham idade de vinte a trinta anos, os quais foram guardados em soluções salinas a

temperatura ambiente. Os dentes foram cortados na união cimento-esmalte para remoção das suas raízes. Posteriormente as superfícies dentinárias dos dentes foram tratadas com ácido fosfórico a 37%, poliacrílico a 25% e malêico a 10%, e com uma substância salina para o grupo controle, todos por 60 segundos de aplicação, usando uma pequena esponja. A superfície dentinária foi lavada com água e seca com jatos de ar. A permeabilidade dentinária foi mensurada através da condução hidráulica e expressa como extravasamento de fluidos. A permeabilidade foi mensurada após a aplicação do ácido fosfórico a 37% por 2 minutos, para avaliar a máxima permeabilidade conseguida nos corpos de prova de dentina. A média do extravasamento dos fluidos foi qualificada como o máximo da permeabilidade dentinária e todas as mudanças subsequentes na permeabilidade foram expressas como uma porcentagem do valor máximo. Uma nova *smear layer* foi produzida com um disco abrasivo e a permeabilidade novamente mensurada. Finalmente após ter submetido cada corpo de prova de dentina às soluções químicas, a permeabilidade foi remensurada. Os autores observaram que com a aplicação do ácido fosfórico a 37%, houve um aumento da permeabilidade dentinária em torno de 96,4% e

que quando observado ao Microscópio Eletrônico de Varredura, ocorreu a remoção da *smear layer*, deixando intacta as fibras colágenas. O ácido maléico a 10%, aumentou a permeabilidade dentinária em torno de 105,2%. Com o ácido poliacrílico, o valor foi de 64,5% com a remoção parcial da camada de *smear layer* e com os *smear plugs* parcialmente visíveis. A solução controle não removeu a *smear layer* e a permeabilidade dentinária demonstrou o menor valor.

Bertolotti<sup>2</sup>, em 1992, realizou um levantamento sobre os trabalhos relacionados ao condicionamento do substrato dentinário. O autor relatou que o objetivo do condicionamento dentinário é criar na dentina microrretenções e também uma adesão química com o agente de união. As mudanças físicas principais são: de aumentar ou diminuir a espessura e a morfologia da *smear layer* e mudar a forma dos túbulos dentinários. Já as mudanças químicas principais são as modificações da fração da matéria orgânica (por volta de 20% por volume) e a descalcificação da porção inorgânica. Caso a *smear layer* e a *smear plug* sejam removidas, a dentina exposta torna-se mais permeável e mais sensível, neste caso para o sucesso clínico, a dentina condicionada deve ser selada para prevenir sensibilidade e patologias.

Quanto ao ácido fosfórico, o autor relatou que na sua forma líquida, ocorre a remoção da superfície dentinária e a superfície condicionada fica limpa e bem definida, com os orifícios dos túbulos alargados em forma de funil. Nos ácidos fosfóricos em géis que contém sílica, que é usada para deixar o ácido mais viscoso, similarmente ocorre a abertura dos túbulos, porém deixam uma “cobertura” substancial do agente (sílica) sobre a dentina a qual, mesmo com uma extensa lavagem, não é removida. O autor relatou ainda que recentemente as concentrações ácidas e o tempo de condicionamento tem sido redefinido para o ácido fosfórico na dentina, onde como exemplo, uma solução de 10% de ácido parece resultar em melhores resultados adesivos em relação a altas concentrações (normalmente 37% a 40%).

Adesivos resinosos tem atravessado várias gerações rapidamente e recentes aplicações clínicas agora encorajam *in vivo* o condicionamento dentinário e adesão. Desta forma relatou Cox<sup>17</sup>, em 1992, o condicionamento dentinário poderá melhorar a retenção como um resultado das extensões da resina dentro dos túbulos dentinários. O condicionamento dentinário é um processo de desmineralização superficial ou de remoção da *smear layer*, abrindo os túbulos

dentinários e expondo a camada superficial das fibras colágenas. O autor relatou que a *smear layer* é um substrato dinâmico, produzido clinicamente, consistindo de uma camada externa contínua com *plugs* adjacentes que protegem por vários micrometros os túbulos dentinários. Vários tratamentos dentinários removem a camada externa da *smear layer*, *smear plugs*, alterando a dentina peritubular, assim como 3 ou mais micrometros de dentina intertubular. Cavidades rasas têm uma área superficial de dentina intertubular grande em relação a área peritubular, onde o número e diâmetro dos túbulos dentinários são uma pequena porção da área total. Em cavidades profundas apresenta-se uma área superficial grande de dentina orgânica e dentina peritubular com amputação de grande parte dos processos odontoblásticos, onde ocorre aumento do fluido dentinário. O autor ainda relata que a microinfiltração é um fenômeno dinâmico que mistura uma certa quantidade de fluidos e produtos bacterianos ao longo da interface dente/restauração e esta microinfiltração é uma das maiores causas de cárie recorrente, inflamação e necrose pulpar. A capacidade de qualquer remanescente dentinário ser uma barreira física, (mecânica ou térmica) tanto *in vivo* quanto *in vitro*, talvez seja mais importante ao

sucesso do que qualquer outro tratamento restaurador. Com o advento dos condicionadores de esmalte e dentina que devem desinfetar o remanescente dentinário, assim como os novos *primers* hidrofílicos e sistemas adesivos que infiltram no substrato dentinário, os profissionais clínicos devem esperar que a colocação dos adesivos com os materiais resinosos restauradores, sejam compatíveis com a dentina e com a polpa. Em adição estes novos sistemas propiciam uma adesão durável e um mecanismo híbrido ao dente, do qual deverá se esperar uma consistente prevenção à futuras microinfiltrações por agentes contaminantes bacterianos.

Cox & Suzuki<sup>19</sup>, em 1992, realizaram um levantamento bibliográfico a respeito das respostas pulpareas aos procedimentos restauradores. Comentaram sobre as características da polpa dental que é um tecido de origem mesenquimal, contendo fibroblastos, vasos sanguíneos, células sanguíneas, nervos sensoriais e autônomos, terminações nervosas, que está envolvida por uma “concha” rígida (dentina e esmalte), e as características da dentina, que é o tecido mineralizado mais duro do organismo, contendo processos odontoblásticos, elementos neurais, proteínas plasmáticas e é vital

durante a vida do dente. Quanto a capacidade tampão da dentina, os autores relataram que vários estudos demonstraram que o ácido fosfórico falhou em penetrar na dentina mesmo quando esta era de espessura delgada. Quanto ao condicionamento ácido na dentina vital, relataram que o condicionamento com o ácido fosfórico a 50% remove os *debris* superficiais, promove rugosidades microscópicas que aumentam a área de adesão e a permeabilidade dentinária e resultam em respostas pulpares.

Ericson<sup>28</sup>, em 1992, publicou um trabalho que relata a interação dos adesivos dentinários. Relatou que quando a dentina é cortada, ocorre a formação da *smear layer*, que é espalhada pelas paredes do preparo, tendo por volta de 1,0 micrometro de espessura, dependendo do instrumento utilizado. A *smear layer* tem forte adesão à dentina e não pode ser removida somente com lavagem ou esfregando-se à dentina. Além da *smear layer*, forma-se também a *smear plug* que pode estender-se por vários micrometros dentro dos túbulos. A *smear layer* e a *smear plug* agem como barreiras no movimento dos fluídos dentinários à superfície e também podem limitar o ingresso de toxinas à polpa. O autor relatou ainda que removendo-se a *smear layer* e a

*smear plug*, resulta em um aumento da permeabilidade da dentina e este aumento depende da força do ácido, sua concentração e se existem componentes modificadores da solução condicionadora. O autor relatou também que uma das propostas do condicionamento dentinário é a remoção da *smear layer* para providenciar uma superfície mais propícia à adesão e que quando também remove-se a *smear plug*, pode-se aumentar de cinco a vinte vezes a permeabilidade da dentina. Testes realizados, demonstraram que o ácido não penetrou profundamente na dentina, pois possui um bom efeito tampão e que a superfície dura dentinária pode dar a indicação de que quando ocorre a desmineralização com ácido fosfórico de 30% a 50% de concentração com aplicação por um minuto, perde-se em torno de 15% a 30% do seu valor inicial, o que corresponde a 10 ou 15 micrômetros de profundidade. As interações superficiais de vários componentes dos sistemas adesivos dentinário são constituídos com um mecanismo de adesão micromecânica. A desmineralização da superfície dentinária seguida pela penetração do adesivo, propicia uma energia superficial compatível para uma boa penetração do monômero. A complementação adesiva ocorre quando o agente adesivo penetra dentro da superfície

desmineralizada, condicionada pelo *primer* e então polimerizada. Isto resulta em uma camada reforçada de dentina/resina, ou camada híbrida, que consiste em: polímero, colágeno e hidroxiapatita.

Fujitani et al.<sup>31</sup>, em 1992, relataram que a técnica do condicionamento ácido com o ácido fosfórico tem sido aceito como rotina nos procedimentos clínicos para restaurações com adesivos, onde a aplicação deste, seguido do agente de união, aumenta a adesão e melhora a adaptação entre o compósito e as paredes de esmalte. As paredes dentinárias são intencionalmente condicionadas para a remoção dos *debris* ou da *smear layer*, para melhor adesão e adaptação da resina nas paredes cavitárias, porém nestes casos, é considerado que se intensifica as reações na polpa. Os autores propuseram então um trabalho para avaliar as respostas pulpares em dentes de macacos com ácido fosfórico a 37% em esmalte e dentina. Foram utilizados 105 dentes íntegros de quatro macacos japoneses (*Macaca fuscata*) entre seis e oito anos, onde foram realizados preparos de Classe V com biséis. Trinta cavidades receberam ácido somente no esmalte durante 60 segundos; outras trinta cavidades, foram condicionadas em esmalte e dentina também por 60 segundos e

todas forma lavadas com *spray* água/ar durante 15 segundos e secas com jatos de ar durante 10 segundos. Posteriormente nestas sessenta cavidades que foram condicionadas com o ácido fosfórico a 37% com sílica foram aplicadas o Clearfill New Bond (Kuraray Co., Osaka, Japan) e restaurados com resina. Trinta cavidades foram restauradas com cimento de óxido de zinco e eugenol (Eugedain, Showa Yakuhin Kako Co., Tokyo, Japan) que foi utilizado como grupo controle negativo, e quinze com cimento de silicato (Syntrex F, L.D. Caulk Co., Milford, DE, USA) que foi utilizado como grupo controle positivo, ambos sem o pré tratamento ácido. As avaliações histológicas foram realizadas três, trinta, noventa dias após o tratamento. Os autores observaram que no grupo onde condicionou-se apenas o esmalte e foi aplicado o adesivo com a resina, a resposta inflamatória variou de leve a severa em cada intervalo. No grupo onde condicionou-se o esmalte e a dentina e também a aplicação do adesivo e da resina composta, exibiu-se inflamação de moderada a severa na metade das espécies em estágio inicial, onde foram observados desarranjo de células, redução dos odontoblastos e hiperemia que foram diminuindo com o tempo e, aos noventa dias, era de nenhuma a leve a resposta

inflamatória. Com o cimento de óxido de zinco e eugenol, a inflamação foi de nenhuma a leve e nenhuma bactéria foi encontrada nas cavidades. Em relação ao cimento de silicato, foi observado reações inflamatórias leves no terceiro dia, que foram aumentando com o passar do tempo e foram encontradas bactérias nas cavidades onde a sua quantidade aumentava também com o tempo. Com os adesivos ocorreu reações inflamatórias pulpres de leve à severas, desorganização dos odontoblastos, hiperemia pulpar, que iam diminuindo com o passar do tempo. Os autores relataram também que poucas bactérias podiam ser observadas ao longo das cavidades e que existe uma correlação significativa entre a presença de bactérias nas paredes das cavidades e o grau de inflamação pulpar. Com a aplicação do agente condicionador, ocorreu a remoção da *smear layer* e a abertura dos túbulos dentinários, que deve aumentar a resposta pulpar pela facilidade da penetração de irritantes e ocorreu também a deposição sobre a dentina condicionada de partículas de sílica contidas no gel do agente condicionador. Os autores concluíram que o condicionamento ácido dentinário pode causar irritação pulpar, porém esta irritação é transitória e não afeta o prognóstico das restaurações

adesivas, o que indica que quando se tem dentina remanescente entre o material restaurador e a polpa dental, a irritação química das restaurações de resinas compostas são transitórias.

Em 1992, Fusayama<sup>32</sup>, relatou que com a técnica do condicionamento ácido total, ocorre uma simplificação considerável da técnica restauradora, pois permitiu o tratamento das paredes cavitárias em um único passo, sem a necessidade da proteção pulpar, onde se utiliza o ácido fosfórico a 40% durante 30 a 40 segundos de aplicação. Em dentes vivos, a penetração do ácido variou em torno de 10 micrometros, quando os túbulos eram preenchidos pelos prolongamentos odontoblásticos, porém em dentes extraídos, quando foi aplicado o adesivo após o condicionamento ácido, este penetrou na dentina em torno de 100 micrometros na dentina. O autor ainda relatou que desde que o ácido não seja deixado sobre a dentina ou quando é aplicado sobre a polpa e totalmente removido com uma lavagem de *spray* água/ar, não ocorre injúria pulpar.

Em um relato sobre os efeitos do condicionamento ácido ao complexo dentino-pulpar, Pashley<sup>55</sup>, em 1992, fez várias considerações sobre o condicionamento e como o ácido é usado para

remover a *smear layer* e promover a adesão da resina diretamente à matriz da dentina; porém foram encontradas reações pulpare moderadas e severas com grandes possibilidades de serem causadas pela microinfiltração bacteriana e seus produtos. A *smear layer* tem uma espessura de 1 a 2 micrometros e é facilmente removida por ácido. Diferentemente do esmalte, quando a dentina é condicionada, sua superfície torna-se pobre em minerais e rica em proteínas, e úmida. A desmineralização da dentina depende do pKa ácido, seu pH, concentração química e viscosidade. O ácido desmineraliza também a matriz sólida da dentina, causando porosidades na mesma. O condicionamento ácido revela desintegração da matriz dentinária peritubular em uma profundidade de 15 micrometros, além da desnaturação protéica incluindo o colágeno, proteínas não colágenas e enzimas dos processos odontoblásticos, o que deve causar a irritação pulpar. A reação inflamatória causada pelo ácido e pela colocação da resina, deve durar de 24 a 48 horas; após este tempo, algo mais deverá estar irritando a polpa (bactérias e seus produtos tóxicos que ganham espaço na cavidade devido a um material que não selou eficazmente a cavidade). As variáveis mais importantes, se a irritação pulpar irá

ocorrer após o condicionamento ácido na dentina, é a adequada adaptação do material restaurador, selamento das margens, prevenção das microinfiltrações e o bloqueio dentro dos túbulos de bactérias e seus produtos. A associação da *smear layer* com a *smear plug* formam uma unidade fisiológica que é responsável pela redução da permeabilidade dentinária, onde as reações pulpares são mais severas em dentinas condicionadas do que nas não condicionadas porque tornam estas dentinas mais permeáveis. A viscosidade da solução influi na desmineralização, onde a maioria dos ácidos géis propõe melhorar o manuseio e limitar sua distribuição pelo dente. Quanto menor a viscosidade do ácido maior seu poder de difusão. O peso molecular também é importante, visto que a difusão do ácido é inversamente proporcional ao seu peso molecular. Como conclusão, o autor relatou que o condicionamento ácido na dentina não é danoso à polpa, porém é mais um fator de irritação do complexo dentino-pulpar, em adição aos estímulos vibratórios, térmicos e mecânicos que acompanham a preparação cavitária e que idealmente a profundidade de condicionamento não deveria exceder de 1 a 2 micrometros.

Pashley et al.<sup>57</sup>, também em 1992, relataram que a maioria dos sistemas adesivos usam condicionadores ácidos para remover a *smear layer* e desmineralizar a superfície dentinária, onde os efeitos do ácido parecem ser mínimos se ocorrer a aplicação dos agentes adesivos e das resinas, conseguindo-se um bom selamento. A maioria dos estudos que utilizam ácido fosfórico de 37% a 50% durante um minuto de aplicação, demonstraram apenas uma inflamação da polpa, mas nenhum trabalho relatou a hipertonicidade destes ácidos onde, relataram os autores, a observação comum do deslocamento dos núcleos dos odontoblastos dentro dos túbulos dentinários deve ser resultado da hipertonicidade das soluções ácidas, mais do que o grau de acidez por si só. A *smear layer* tem aproximadamente 1 micrômetro de espessura e a *smear plug* de 1 a 2 micrometros de extensão onde somados tem em média de 2 a 3 micrometros de comprimento, obliterando os túbulos efetivamente. Removendo-se a *smear layer* e não a *smear plug*, não há um aumento da permeabilidade da dentina, não há um aumento do potencial de irritação pulpar por infiltração de produtos bacterianos, há o aumento do potencial de desnaturação do colágeno e/ou redução da porosidade da matriz desmineralizada pela

precipitação de íons cálcio e fosfato. Os autores também relataram que os efeitos químicos dos condicionadores são normalmente limitados a 5 micrometros em dentina e está sendo recomendada aplicação de ácidos com baixa concentração e por tempo curto de aplicação.

Retief et al.<sup>70</sup>, em 1992, para avaliarem os efeitos do condicionamento dentinário com o ácido fosfórico utilizaram trinta molares humanos extraídos, os quais foram cortados e condicionados com ácido fosfórico a 37% por 20 segundos de aplicação, resultando na completa remoção da *smear layer* e a descalcificação da dentina sob esta *smear layer*, além de abrir e alargar os túbulos dentinários, o que pode causar a sensibilidade pós-operatória. Os autores observaram que apesar da aplicação direta do ácido na dentina ainda continuar em discussão, acredita-se que a microinfiltração e o ingresso de bactérias na interface dente/restauração, são as causas mais prováveis da sensibilidade pós-operatória e inflamação pulpar e que nenhuma evidência histológica indica que a aplicação do ácido fosfórico diretamente em dentina recém-cortada cause respostas pulpares. Este procedimento, concluíram os autores, deverá ser evitado até que se tenha dados histológicos evidentes.

Chain & Leinfelder<sup>12</sup>, em 1993, relataram através de uma revisão bibliográfica que o maior problema da Dentística Restauradora continua sendo a falta de adesão dos materiais restauradores aos tecidos mineralizados do dente, o que possibilita intensa microinfiltração na interface dente-restauração, com conseqüente infecção bacteriana, fratura das margens, manchamento marginal, etc. Os autores relataram que quando ocorria necrose pulpar em dentes restaurados após um período de tempo, a responsabilidade era da alta concentração de íons hidrogênio provenientes dos materiais restauradores, onde foi sempre especulado que o íon hidrogênio difunde-se através dos túbulos dentinários e dentro da câmara pulpar. Os autores também relataram que quanto ao condicionamento ácido com ácido fosfórico na dentina, duas considerações são fundamentais: tempo de condicionamento e concentração do ácido, onde quanto maior a concentração e mais longo o tempo de permanência do material condicionador em contato com a dentina, maior o grau de reação. Os ácidos utilizados na dentina removem de forma agressiva a *smear layer*, abrem os túbulos dentinários e removem parte da dentina peritubular, mesmo com o ácido fosfórico a 10%. Além de abrir os

túbulos dentinários também penetraram até uma profundidade de aproximadamente 50 - 70 micrometros e o ácido difunde-se lateralmente removendo a hidroxiapatita da dentina peritubular. A técnica não é tão simples como aparenta ser, pois o condicionamento ácido da dentina envolve uma remoção seletiva de uma das fases, seguida da reposição dessa fase por um polímero, o qual cria uma zona híbrida e uma alta resistência à adesão. Os autores relataram ainda que falhas na utilização de técnicas apropriadas podem prontamente resultar em invasão bacteriana, a qual por sua vez, pode ocasionar morte pulpar.

Um trabalho de revisão bibliográfica publicado por Cox et al.<sup>21</sup>, em 1993, abrangeu quais os efeitos que na polpa dental poderiam causar os materiais restauradores estéticos. Os autores relataram que durante o manuseio da cavidade, forma-se a *smear layer*, que é composto por fases: uma orgânica e outra inorgânica, espalhadas em uma matriz amorfa; também ocorre a formação da *smear plug*, a qual deve diminuir a invasão bacteriana à polpa e a difusão dos produtos tóxicos dentro do complexo dos túbulos dentinários. Esta *smear layer* possui variações regionais em sua qualidade, onde

cavidades mais profundas possuem mais matriz orgânica. Quanto ao condicionamento ácido na dentina vital, os autores relataram que o ácido fosfórico e outros ácidos, tem o propósito clínico de remover a *smear layer* e os *debris* dentinários para melhorar a interface adesiva, porém, foram diretamente responsabilizados por causar a morte dos odontoblastos assim como a morte do tecido pulpar subjacente a estes odontoblastos. Isto porque levou-se em consideração os estudos do cimento de silicato. O que ocorre com este cimento é que o ácido fosfórico que não reage com o pó do cimento de silicato e que fica em contato com as paredes do preparo cavitário, desmineraliza a *smear layer* e a *smear plug* dentinário, deixando o complexo tubular dentinário desprotegido onde ocorre o movimento do fluido dentinário dentro do complexo dos túbulos dentinários, reportado pelos pacientes com sensibilidade pós operatória, e a facilidade de uma penetração de bactérias no interior dos túbulos dentinários, causando uma infecção bacteriana da dentina e polpa, podendo causar inflamação ou necrose pulpar. Um consenso clínico é de que condicionando-se a dentina viva com ácido ocorre um aumento imediato de 5% a 20% da saída do fluido dentinário, em consequência da remoção da *smear plug* o que

aumenta a permeabilidade dentinária. A resposta inflamatória pulpar é conhecida por ser causada por um selamento impróprio da interface dentinária onde ocorre a invasão bacteriana nos túbulos dentinários com a eventual inflamação pulpar. Os autores também relataram que quando foi utilizado o ácido fosfórico a 10% em dentes de macacos, não houve resposta inflamatória ou infiltração bacteriana. Em relação ao hidróxido de cálcio, suas vantagens citadas são: estimular a formação da deposição da dentina esclerótica e reparativa, ser bactericida e bacteriostático por causa de seu alto pH onde tem sua aplicação nas condutas endodônticas, estimular a formação da ponte de dentina nas exposições pulpares, proteção pulpar e proteção contra sensibilidade pós operatória quando se utilizar restaurações com resinas compostas; suas desvantagens seriam: o hidróxido de cálcio não adere à *smear layer* ou aos túbulos dentinários, é dissolvido quando ocorre a microinfiltração, sofre dissolução quando é aplicado sobre ele o ácido fosfórico.

Kanca<sup>44</sup>, em 1993, relatou que o ácido fosfórico é largamente utilizado na clínica odontológica e que pode ser simultaneamente utilizado em esmalte e dentina, dependendo do

sistema adesivo utilizado. O mesmo relatou que a maioria dos ácidos fosfóricos géis, contém micropartículas de sílica em sua constituição para manter este gel coesivo. O autor realizou um trabalho em 120 molares humanos extraídos para verificar os efeitos do ácido fosfórico a 37% com sílica, ácido fosfórico a 37% com sílica e oxalato, e ácido fosfórico a 38% sem sílica e sem oxalato (líquido). Os dentes receberam aplicação dos ácidos por 20 segundos e foram lavados por cinco segundos com *spray* água/ar, para avaliar os efeitos dentinários causados por estes ácidos, assim como seus efeitos na retenção das restaurações quando utilizado o sistema All Bond. Em relação as alterações dentinárias provocadas por estes ácidos, o autor observou que houve uma diferença marcante na superfície dentinária tratada com os três agentes ácidos. As superfícies tratadas com o ácido fosfórico líquido, removeu a *smear layer* e abriu os túbulos dentinários com a dentina intertubular livre de *debris* ou precipitados. As superfícies tratadas com ácido fosfórico contendo sílica, resultaram em deposição de precipitados na superfície, os quais aparentemente não foram eliminados com lavagem de *spray* água/ar, onde alguns túbulos dentinários pareciam estar obliterados pela sílica. As superfícies

tratadas com ácido fosfórico reforçado com oxalato, demonstraram estar com os seus túbulos dentinários obliterados com os seus precipitados.

A penetração da resina dentro dos túbulos após a remoção da *smear layer* ocorre quando a fase mineral da dentina foi removida por condicionadores ácidos ou queladores, foi o que afirmaram Pashley et al.<sup>61</sup>, em 1993. Os autores realizaram um trabalho em terceiros molares humanos para compararem a subestrutura de uma dentina fraturada com a da dentina coberta por *smear layer*. Foram obtidos discos de dentinas e, fraturados com cinzel e martelo e, para produzir a *smear layer* utilizou-se broca diamantada de granulação média para o desgaste dentinário, refrigerada com *spray* água/ar. No estudo da dentina condicionada, sempre utilizou-se o ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos de aplicação. Os autores relataram que mesmo que a *smear layer* seja removida pelo ataque ácido e a superfície dentinária seja desmineralizada, a profundidade de desmineralização é de apenas 5 a 7,5 micrometros; o condicionamento ácido dentinário com solução de ácido fosfórico a 37% por 30 segundos, causa mudanças significantes na dentina, alargando os orifícios dos túbulos (3

micrometros de diâmetro por causa da perda da dentina peritubular), aumentando a porosidade da dentina intertubular e da matriz desmineralizada dos túbulos dentinários. O condicionamento ácido parece aumentar o potencial de porosidade da dentina, como revelado pela diferença entre o arranjo das fibras colágenas da superfície e através da superfície para criar um fino filme superficial de fibras colágenas condensadas; quando o condicionador ácido remove a fase mineral da dentina, ocorre uma mudança radical na composição; o colágeno residual consiste em pequenos pedaços de colágeno insolúvel desmineralizado, onde devem penetrar nos espaços ou porosidades da matriz dentinária enriquecendo a superfície com material orgânico; após o condicionamento ácido, a dentina exibe poros produzidos pela dissolução da apatita ao redor das fibras colágenas, cujas porosidades estendem-se 5 a 10 micrometros na dentina intertubular onde sua formação foi facilitada pela perda da matriz dentinária peritubular.

Paul & Scharer<sup>63</sup>, em 1993, relataram que desde a introdução da técnica do ataque ácido, as resinas possuem adesão ao esmalte, porém esta adesão não é tão simples em dentina. Os autores também descreveram as características da dentina, a qual tem como

principal elemento estrutural, além dos túbulos, a dentina intertubular. Esta dentina consiste aproximadamente de 50% de fibras colágenas, e que a principal porção do constituinte inorgânico é a hidroxiapatita. A dentina peritubular consiste de hidroxiapatita sem colágeno. A média da espessura dentinária nos dentes é de 3.0 mm. No limite cemento-esmalte que é a área mais crítica de adesão, a dentina superficial, consiste primeiramente de dentina intertubular. A interrelação do agente adesivo com a rede de colágena da dentina intertubular, com a formação dos *tags* dentro dos túbulos dentinários, parecem ser o produto de adesão da dentina.

As respostas pulparem aos agentes condicionadores de dentina foram estudadas por Stanley<sup>74</sup>, em 1993, o qual relatou que a maioria dos condicionadores tem pH abaixo de 5,5 e que estes ácidos podem modificar a vitalidade pulpar, onde a *smear layer*, a *smear plug* e a dentina peritubular podem ser aproximadamente dissolvidas por ácidos fortes; mas a concentração do ácido na polpa é substancialmente reduzida quando este atravessa a dentina em uma espessura maior que 1,0 milímetro, sendo que o ideal seria a remoção da *smear layer*, permanecendo a *smear plug*. O autor também revelou que o fluido

dentinário move-se perifericamente através dos túbulos dentinários e presumivelmente através dos microcanais de infiltração, carregando as bactérias e seus produtos à polpa. Em relação aos ácidos, o autor relatou que tanto o ácido cítrico quanto o fosfórico, são muito destrutivos pois removem a *smear layer*, abrem e largam o túbulos dentinários e aumentam a severidade da reação pulpar quando da colocação dos materiais restauradores. Não existe diferença significativa entre o condicionamento ácido por 15 segundos e 2 minutos na superfície de dentina, onde tempos curtos de exposição são recomendáveis, visto que apenas 5 segundos de exposição com ácido fosfórico 37% produz mudanças superficiais em dentina. Os ácidos removem a *smear layer* e descalcificam a dentina em várias profundidades, deixando um resíduo de colágeno em colapso pela remoção dos minerais de suporte. O autor relatou que, para se obter o sucesso dos agentes condicionadores é necessário que o ácido seja: a) isotônico; b) relativamente neutro (pH 5,5-8,0); c) não tóxico à dentina, polpa e gengiva; d) compatível com a química dos materiais; e) solúvel a água e facilmente removível; f) incapaz de remover a dentina e esmalte quimicamente; g) capaz de melhorar superfícies para

adesão. Como conclusão, o autor relatou que a eficácia de adesão da dentina ocorre com técnicas de condicionamento com ácidos fracos, períodos curtos de aplicação e pode-se eliminar o ato de esfregar a dentina, gerando respostas pulpare menores.

Considerando a dentina vital, o clínico deve ter em mente que ela é uma extensão da polpa, sendo a primeira linha de resposta às conseqüências da microinfiltração, relatou Cox<sup>18</sup>, em 1994. Existem dados comprovando que os componentes tóxicos de vários materiais dentários causam a maioria das inflamações pulpare e necrose, porém dados mais recentes têm demonstrado que a biocompatibilidade da maioria dos materiais estão ligados em função do controle da infiltração bacteriana. O autor relatou que a dentina profunda é mais permeável que a dentina rasa e a dentina coronária sobre os cornos pulpare são mais permeáveis que a dentina radicular; cavidades preparadas profundas com menos de 1,5 milímetro de remanescente dentinário, representa um potencial biológico de exposição pulpar e deveria ser tratado por hibridização do substrato vital com os sistemas adesivos mais novos. Recentes dados têm demonstrado que condicionando-se a dentina com um *primer*

hidrofilico e com uma correta colocação do adesivo, não ocorre dano à polpa, mesmo quando o cimento de hidróxido de cálcio não é utilizado.

Cox & Susuki<sup>20</sup>, em 1994, relataram através de uma revisão de bibliografia, que a polpa dental é um tecido de baixa especificidade, pois a todos os estímulos responde somente através de sintomatologia dolorosa. Está envolta em uma concha rígida de tecido duro, que é delimitada pelos odontoblastos, os quais são mais densos na polpa coronária e que a dentina é o tecido mineralizado mais duro do organismo, contendo os processos odontoblásticos. Os autores também relataram que o condicionamento ácido dentinário aumenta de imediato de 5% a 20% o extravasamento do fluido dentinário, que ocorre quando a *smear plug* é removida. Ainda relataram que certas publicações reportaram que o condicionamento à dentina causava inflamação pulpar e eventualmente necrose, porém estudos que aplicaram ácido fosfórico a 37% ou cítrico a 10% - 3% ou malêico a 10% em dentina vital e subsequente tratamento com sistemas adesivos compatíveis, não apresentaram qualquer irritação pulpar, inflamação ou necrose e ainda, um estudo que avaliou a remoção da *smear layer* com a aplicação do ácido fosfórico em dentes não humanos primatas, com

concentração de 10% e 32% em dentinas recém preparadas por 15 e 30 segundos de aplicação, mostrou que quando ocorria o vedamento da cavidade e prevenia-se a infiltração bacteriana, não havia inflamação pulpar.

Hoje é largamente aceito que um método de melhorar a resistência de adesão da resina à dentina e esmalte, é através da penetração da resina nestes tecidos. Para avaliar então a contribuição da alteração tecidual na resistência de adesão da dentina condicionada, Gwinnett<sup>39</sup>, em 1994, realizou um trabalho em quarenta dentes molares, e um dos ácidos utilizados foi o ácido fosfórico a 10%, durante 20 segundos de aplicação. O autor relatou que a alteração tecidual ocorreu em uma profundidade de cinco micrometros.

Gwinnett<sup>40</sup>, em 1994, relatou que a dentina é uma extensão anatômica e fisiológica da polpa, onde a extensão ectoplasmática dos odontoblastos ocupa os túbulos dentinários e, os agentes colocados sobre a dentina, deveriam ser compatíveis com estes tecidos. Por isso havia relutância em se usar ácidos na dentina exposta. Os ácidos, em particular o ácido fosfórico, eram considerados a causa das patologias pulpares irreversíveis, porém com o aumento na

quantidade de bactérias e microinfiltrações resultantes de quebras do selamento entre a restauração e o dente, se tornaram mais compreensível e aceitável estas patologias. A penetração da resina na dentina é referida como hibridização, onde a retenção micromecânica do adesivo na estrutura dentinária é uma importante chave para otimizar o aumento da resistência à adesão das resinas compostas à dentina. O autor ressaltou que os ácidos atuais e as fórmulas resinosas não causam a necrose pulpar, porém as bactérias sim.

Perdigao & Swift Junior<sup>64</sup>, em 1994, avaliaram a resistência a tração de um agente de união fosfato ester (Clearfil Photo Bond - Kuraray Co., Osaka, Japan.) com o condicionamento dentinário com diferentes concentrações de ácido fosfórico. O trabalho utilizou sessenta molares humanos que foram cortados para expor a porção mediana da dentina coronária, os quais foram divididos aleatoriamente em seis grupos de dez dentes cada. O primeiro grupo foi utilizado como controle e nos outros cinco grupos foram utilizados ácido fosfórico para o condicionamento: K etchat (40% com sílica); Uni-Etch (32% sem sílica), All Etch (10% sem sílica) e Ultra Etch (10% com sílica), o último grupo com um gel de 10% ácido cítrico e 20%

cloreto de cálcio aplicados todos por 15 segundos. Os resultados em relação ao ácido fosfórico quando avaliado no Microscópio Eletrônico de Varredura, os autores relataram que o condicionamento ácido remove a *smear layer* e desmineraliza a superfície da dentina; os condicionadores que contém concentrações ácidas altas (40%) removem mais o cálcio superficial do que os ácidos menos concentrados (10%), porém a despeito da concentração do ácido, a profundidade de desmineralização variou de 2,5 a 8,0 micrometros de profundidade e os condicionadores géis que são reforçados com sílica, deixaram partículas de depósitos na superfície dentinária, que não pode ser removida com vigorosa lavagem. A concentração do ácido fosfórico tem pouco efeito na adesão dos adesivos estudados. Outras variáveis, como a viscosidade e a osmolaridade dos agentes condicionadores, talvez sejam fatores mais importantes na adesão que a concentração dos ácidos.

Perdigao & Swift Junior<sup>65</sup>, em 1994, realizaram um trabalho para avaliar através do Microscópio Eletrônico de Varredura, os efeitos de vários agentes condicionadores (ácido fosfórico a 35% com sílica; ácido fosfórico a 10% semi-gel sem sílica; ácido maléico a

10%; Gluma condicionador que contém na sua composição 1,6% de ácido oxálico, 2,6% de nitrato de alumínio e 2,7% de glicina em água, e solução 10/3 (10% ácido cítrico e 3% cloreto férrico), na morfologia de cinco novos agentes adesivos: All-Bond 2 (Bisco, Inc., Itasca, IL., USA); Amalgambond (Parkell, Farmingdale, NY, USA); Gluma 2000 (Bayer/Miles Dental, South Bend, IN, USA); Optibond (Kerr Manufacturing Company, Romulus, MI, USA) e Scotchbond Multipurpose (3M Dental Products Division, St. Paul, MN, USA). Utilizaram molares humanos extraídos e não cariados, onde foram realizadas cavidades de Classe V em 25 dentes nas faces vestibulares e linguais com broca de carbeto de tungstênio nº 55. Os resultados em relação ao ácido fosfórico a 35%, demonstraram alterações significantes na morfologia da superfície dentinária, removendo a *smear layer*, abrindo e alargando os túbulos dentinários e desmineralizando a superfície dentinária. Quando compararam o ácido malêico a 10% com o ácido à fosfórico 10% sem sílica, tiveram como resultado a ausência de depósitos na superfície e com os túbulos dentinários em forma de funil. Os condicionadores do sistema Gluma 2000 deixaram os túbulos, na sua maioria nas superfícies dentinárias,

fechados. Os autores observaram que com a exceção do sistema Gluma 2000, todos os agentes adesivos avaliados demonstraram se adaptar bem às dentinas condicionadas. Na Microscopia Eletrônica de Varredura ficou demonstrado que havia um infiltrado de resina (adesivo) na dentina formando a camada híbrida.

Perdigao et al.<sup>66</sup>, em 1994, relataram que com a evolução dos adesivos, os fabricantes mudaram a consistência dos ácidos de líquido para gel, para que este ficasse confinado ao esmalte e não caísse na dentina, pois acreditava-se que o ácido fosfórico em contato com a dentina causasse inflamação pulpar. Para isto, foi incorporado a sílica, a qual deixa *debris* que não são removidas com lavagem de água, porém não afetam a resistência à adesão da resina. O condicionamento ácido da dentina têm-se tornado uma técnica freqüente e comum e é conhecido como *total-etch*. Os autores realizaram um trabalho para verificar a contaminação da sílica em dentina condicionada e avaliaram no Microscópio Eletrônico de Varredura onde utilizaram quarenta molares humanos extraídos, que foram cortados com discos diamantados. Os dentes foram condicionados com ácido fosfórico com sílica (ácido fosfórico a 35% -

Scotchbond Etching Gel, 3M Dental; ácido fosfórico a 10% - Ultra-Etch, Ultradent Products) e sem sílica (ácido fosfórico a 32% - Uni-Etch, Ultradent Products; ácido fosfórico a 10% - All-Etch, Ultradent Products.), durante 15 segundos de aplicação e depois lavados com água. Na Microscopia Eletrônica de Varredura, observaram que quando se utilizou qualquer concentração do ácido fosfórico, a *smear layer* foi removida, os túbulos dentinários alargados, porém com ácido fosfórico que continha sílica na sua constituição, os *debris* de dentro dos túbulos dentinários não foram removidos. Os ácidos que não continham sílica, não deixaram esta substância de resíduo sobre a superfície dentinária, após a lavagem. Os autores ainda relataram que condicionando-se a dentina com ácido, alargaram-se os túbulos dentinários e estes ficaram com forma de funil porém não foi removido completamente a dentina peritubular

A técnica do condicionamento ácido total em combinação com formulações melhoradas de *primers* hidrofílicos e resinas, tem sido advogadas como sendo um método seguro e efetivo de se conseguir adesão significativa à dentina, relataram Tay et al.<sup>77</sup>, em 1994. Enquanto o condicionamento ácido remove a *smear layer*

para otimizar a adesão através da hibridização, os *debris* que normalmente ocluem a entrada dos túbulos dentinários chamados de *smear plug*, também são removidos. Ao menos que estes túbulos sejam devidamente selados, um extravasamento dinâmico de fluidos dentinários, bactérias e seus produtos podem ocorrer na interface dente-restauração. O efeito resultante da micro- infiltração, é a difusão dos produtos bacterianos dentro do complexo dos túbulos dentinários, que geralmente pode resultar em inflamação pulpar e eventual patologia periapical, onde existem amplas evidências que demonstram que as bactérias presentes na interface dente/restauração são as principais causas da inflamação pulpar. Para avaliarem as evidências do selamento *in vivo* com o uso do sistema adesivo All-Bond 2 (Bisco, Itaska, Il., USA), os autores utilizaram vinte pré-molares humanos que precisavam ser extraídos por razões ortodônticas e neles realizaram cavidades de Classe V vestibulares de aproximadamente 4 mm de diâmetro com alta rotação refrigeradas com água, tendo a superfície oclusal em esmalte e a margem gengival o mais próximo da gengiva sem traumatizá-la. A profundidade da cavidade foi a mais profunda possível clinicamente, sem que expusesse a polpa dental. Os autores

condicionaram a dentina com ácido fosfórico a 10% (All-Etch Semi-Gel, Bisco, Itasca, IL.) durante 20 segundos, lavando e secando e, deixaram as superfícies ligeiramente úmidas para aplicarem o adesivo All Bond 2 seguindo as recomendações do fabricante. Restauraram as cavidades com resina Z 100 (3M, St. Paul, MN.). A preparação da metade dos espécimes para avaliarem no Microscópio Eletrônico de Varredura, foram feitas com criofratura, onde cortes longitudinais de aproximadamente 2 mm além do centro do preparo cavitário foram realizados com discos diamantados. Os espécimes foram mergulhados em hidrogênio líquido por 10 minutos e pressionados com instrumento agudo para promover a fratura da dentina. Os dentes foram lavados repetidamente com água destilada e desidratados com etanol. Na Microscopia Eletrônica de Varredura, os autores observaram que ocorreu a formação da camada híbrida ao longo da interface dentina/resina, com profundidade de penetração variando de 2 a 8 micrometros. Em relação ao ácido, os autores observaram que com a aplicação deste ácido em concentração de 10%, na dentina foi removida a *smear layer* e a *smear plug*, que normalmente ocluem a

entrada dos túbulos dentinários, alargando os orifícios pela completa remoção da dentina peritubular mineralizada.

Wakabayashi et al.<sup>82</sup>, em 1994, relataram que o uso do ácido fosfórico tem sido largamente aceito como tratamento do esmalte para adesão da resina ao esmalte; porém não é possível se conseguir uma adesão forte e estável na dentina por causa da sua complicada estrutura e atividade biológica. Para examinar a dissolução e a remoção do colágeno dentinário utilizando o ácido fosfórico seguido da aplicação de NaCl 10% em dentina recém cortada e da aplicação convencional do condicionador sem o NaCl e a resistência de adesão do adesivo Clearfil New Bond, os autores utilizaram molares humanos extraídos, que foram conservados em solução salina ou água destilada. A superfície oclusal foi cortada com disco diamantado e a superfície dentinária polida com papel siliconizado. Após a secagem da dentina, esta foi condicionada com ácido fosfórico a 40% (Panavia Etching Agent L, Kuraray, Osaka, Japan) e aplicado o NaCl 10% (Neo Cleaner, Neo Dental, Tokyo, Japan.); depois destes procedimentos, aplicaram o sistema adesivo Clearfil New Bond (Kuraray). Os autores observaram que: a) com tratamento por 30 segundos com o ácido

fosfórico seguido da aplicação do NaCl 10% por 60 segundos, permitiu uma adesão de aproximadamente 9.7 Mpa; b) a aplicação do NaCl por 60 segundos após a aplicação do ácido fosfórico, eliminou a camada de colágeno exposta; c) a remoção da camada de colágeno pelo NaCl, aumentou a resistência de adesão entre a resina e a dentina; d) a resistência de adesão criada por este experimento, obteve resultados altos (6.2 Mpa), mesmo após a exposição dos espécimes na termociclagem de dez mil ciclos com temperaturas variando de 4 °C à 60°C.

White et al.<sup>84</sup>, em 1994, relataram que existem controvérsias entre os estudos que relataram que o ácido aplicado à polpa causa inflamação pulpar, com os estudos que relataram que a inflamação pulpar é causada pela inflamação bacteriana. O condicionamento ácido é aplicado à dentina em um esforço de se aprimorar a adesão dos materiais dentais, embora alguns autores digam que a dentina deveria ser protegida de soluções de pH baixo. O ácido fosfórico a 37% não apenas remove a *smear layer*, mas o cálcio e o fosfato também são removidos da superfície, abrem-se microporos muito menores que o túbulos dentinários, o que facilita a penetração dos adesivos. Este ácido, age desmineralizando a camada superficial da

*smear layer*, *smear plug* dentro dos túbulos dentinários e a dentina peritubular, o que permite a microinfiltração bacteriana. Além disso, ocorre a abertura dos túbulos dentinários, com um imediato aumento de 5% a 20% do extravasamento do fluido dentinário. Os autores utilizaram macacos adultos *Rhesus*, que tinham idades entre quatro-cinco anos, com dentição normal dos 28 dentes, empregando 112 dentes vitais neste estudo. Após os animais terem sido sedados, os dentes foram isolados com rolos de algodão estéreis, foram preparadas cavidades de Classe V no limite cemento-esmalte com brocas nº 330 de carbeto de tungstênio refrigeradas com água. A cada quatro preparos, as brocas eram trocadas. Foram comparados os sistemas adesivos All - Bond (Bisco, Inc., Itasca, Il., USA.), com o Scotchbond 2 (3 M Dental Prod. Co.), seguindo as orientações do fabricante para as suas aplicações, onde metade dos dentes foram restaurados com o cimento de silicato e metade com IRM (L.D. Caulk Co. Div. Dentsplay Int.). Os intervalos para as extrações dos dentes para avaliar as respostas pulpares foram de 3, 25 e 80 dias. Dez grupos positivos (restaurados somente com cimento de silicato) e dez grupos negativos (restaurados somente com IRM) foram restaurados no mesmo período.

Os resultados observados nos estudo histológicos foram que os dentes restaurados somente com o cimento de silicato, tiveram o maior grau de inflamação pulpar e que os dentes restaurados com a OZE, nenhuma reação. Como havia grande presença de bactérias nos dentes restaurados somente com o cimento de silicato, comprovou-se que a presença destas eram responsáveis pela inflamação pulpar. As reações dos dentes que utilizaram os sistemas adesivos foram semelhantes. Os autores relataram ainda que a dentina possui uma capacidade de filtrar ou tamponar os materiais colocados sobre ela, não ocorrendo a infiltração pulpar.

Alex<sup>1</sup> em 1995, relatou através de um levantamento bibliográfico, que o condicionamento ácido total tem ganho popularidade nos últimos anos e por boas razões, pois o esmalte e a dentina podem ser tratados em um único passo, onde diminui o tempo de trabalho e possibilidade de erro do operador. O ácido remove a *smear layer* dentinária, aumenta a energia de superfície e modifica o substrato dentinário, que pode ser infiltrado subseqüentemente pelo *primer* e pelo adesivo, formando a camada híbrida, que promove um importante selamento, onde protege a dentina e a polpa. A espessura e

a qualidade desta camada depende do sistema adesivo e da técnica empregada. Muitos *primers* têm incorporado no seu meio, acetona ou álcool, que agem como solventes. Isto é significativo porque eles possuem propriedades de molhamento e uma afinidade natural por água. Ao unirem-se às moléculas de água estes evaporam facilitando a penetração dos adesivos na dentina condicionada.

Em 1995, Uno & Finger<sup>79</sup>, investigaram os efeitos do ácido fosfórico gel em diferentes concentrações e quantidades diferentes de sílica, em compatibilidade e eficácia de adesão à dentina quando utilizado o Sistema Gluma CPS (Bayer AG, Leverkusen, Germany). Em contraste com os agentes de união anteriores, os adesivos dentinários recentes utilizam apenas um componente para o tratamento simultâneo de esmalte e dentina. Longe de evitar a contaminação inadvertida do esmalte com o condicionador dentinário aplicado após o condicionamento do esmalte, os sistemas *uni-etch* reduzem os componentes e os passos operatórios do tratamento, resultando na simplificação de adesão da resina composta. O sistema Gluma de adesão ao esmalte e dentina utiliza o ácido fosfórico 20% para o condicionamento do elemento dental. Os autores utilizaram

agentes condicionadores géis com 5% de  $\text{SiO}_2$  como agente espessante e 5 (PA 5/5), 10 (PA 10/5), 20 (PA 20/5) ou 35%  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (PA 35/5), uma solução aquosa de 20% de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (PA 20/0) e um gel de ácido fosfórico a 20% com 10% de  $\text{SiO}_3$  (PA 20/10). Os produtos utilizados foram: Gluma 3 *primer* (Bayer AG, Leverkusen, Germany); Gluma 4 Sealer (Bayer AG, Leverkusen, Germany) e uma resina composta híbrida Peakfill (Bayer AG, Leverkusen, Germany). Para este trabalho os autores utilizaram molares e pré-molares extraídos que foram guardados em solução de cloramina 1%. Para a avaliação da resistência de adesão à dentina, os dentes foram envolvidos em resina epóxica, onde as superfícies dentinárias foram expostas com discos de papel de granulação 600. A dentina foi condicionada com as respectivas formulações ácidas experimentais por 30 segundos e lavadas por 30 segundos. As superfícies foram secas com papel absorvente e foi aplicada o *primer* por 30 segundos e seco com jatos de ar. Após este procedimento, os autores aplicaram o adesivo e a resina composta. Os corpos de prova ficaram imersos em água destilada a  $37^\circ\text{C}$  por 24 horas. Para avaliarem a performance marginal, foram realizados preparos cilíndricos de aproximadamente 3 mm de diâmetro por 1,5

mm de profundidade. Os preparos foram realizados sob refrigeração água/ar e após estes preparos terem sido confeccionados realizaram as aplicações ácidas, como descritas anteriormente. Para avaliarem a microinfiltração marginal, os autores selecionaram dez molares hígidos e prepararam cavidades de Classe V vestibulares. O diâmetro das cavidades eram de 3 mm, por 1,5 mm de profundidade. A cavidade oclusal terminava em esmalte, onde foi confeccionado um bisel de aproximadamente 0,5 mm. As cavidades foram condicionadas com PA 20/5 por 30 segundos, lavadas e secas e, aplicou-se sobre elas, o *primer* e o adesivo. Posteriormente a polimerização do adesivo, aplicou-se a resina composta para o processo de termociclagem. Alguns corpos de prova foram preparados para a inspeção no Microscópio Eletrônico de Varredura, após o condicionamento dentinário com o ácido fosfórico (solução PA 20/0 e a PA 20/5). Os autores observaram que não houve diferença na resistência de adesão quando compararam as diferentes concentrações de sílica no ácido ou quando compararam tempos diferentes de aplicação do ácido. A infiltração marginal também não teve diferença estatística quando avaliaram as mesmas variáveis. Os autores concluíram que não houve

diferença estatística quando compararam as variáveis quantidade de sílica, tempo de aplicação do ácido e concentração do ácido, em relação a resistência de adesão da resina composta.

Gilpatrick et al.<sup>33</sup>, em 1996, propuseram verificar as reações pulpares causadas pelo ácido fosfórico a 10%, aplicado em dentina logo abaixo do limite amelo-dentinário, por vinte segundos. Os autores utilizaram 24 voluntários com idade variando de dez à 16 anos, que necessitavam extrair seus dentes pré-molares, por razões ortodônticas. Cada paciente deveria propiciar para o estudo três pré molares, onde deveriam ser dois superiores (um direito e outro esquerdo) e o terceiro pré-molar inferior (de qualquer lado da mandíbula). Os dentes deveriam estar livres de cáries e restaurações. Em cada paciente, o pré-molar inferior seria utilizado como grupo controle negativo, o qual não recebeu o tratamento condicionador. Os pré-molares superiores, foram divididos aleatoriamente e utilizados como grupo controle e grupo experimental. Os dentes após serem anestesiados, foram isolados com isolamento absoluto e preparadas cavidades de Classe V com medidas aproximadas de 2 mm de diâmetro por 0,5 mm de profundidade em ambos pré-molares superiores, no

terço médio vestibular. O esmalte do grupo experimental foi biselado e condicionado com ácido fosfórico a 32 % (Bisco, Itasca, IL., U.S.A.) por 20 segundos e a dentina com ácido fosfórico a 10% (Bisco) também por 20 segundos. Após este procedimento, foi aplicado sobre a cavidade o adesivo All-Bond 2 (Bisco) e a resina composta Silux (3 M, St. Paul, MN, U.S.A.) de acordo com as recomendações do fabricante.

No grupo controle, o preparo da cavidade foi o mesmo do grupo experimental, porém toda a dentina foi recoberta com o cimento de ionômero de vidro Vitrebond (3 M). Após este procedimento, o esmalte foi condicionado com o ácido fosfórico a 37% e aplicado o adesivo Scotchbond 2 (3 M) e a resina Silux. Os dentes foram extraídos 14 dias após estes procedimentos restauradores e avaliados histologicamente nos seguintes quesitos: inflamação pulpar, trauma e necrose. Os autores conseguiram avaliar vinte espécies do grupo controle negativo, 21 espécies do grupo controle experimental e 22 espécies do grupo controle, pois alegaram que os espécimes eram danificados durante os procedimentos de corte histológicos, não podendo assim serem observados. As observações dos autores foram: no grupo controle negativo, um exemplo demonstrou uma inflamação

leve e em dezenove espécies, nenhuma resposta inflamatória; todas as espécies do grupo experimental e do grupo controle não demonstraram evidências de inflamação; no grupo controle negativo, dois dentes demonstraram um leve grau de necrose/trauma, enquanto 18 demonstraram nenhum sinal de trauma ou necrose; quatro espécies do grupo controle demonstraram sinais não contínuos de necrose ou trauma. Os autores relataram que não houve diferenças estatísticas significantes entre os grupos em relação a inflamação pulpar. Pelos pacientes serem jovens com seus túbulos dentinários em maior quantidade e os dentes estarem sem restaurações, facilitou a difusão do ácido dentro dos tecidos pulpare. Os autores concluíram que aparentemente o ácido fosfórico a 10% aplicados em pacientes jovens por 20 segundos, não é deletério ao tecido pulpar, porém mais estudos *in vivo* são necessários, variando a espessura da dentina, tempo de aplicação e as concentrações ácidas.

Em 1996, Perdigão et al.<sup>67</sup> procuraram avaliar os efeitos de seis agentes condicionadores dentinários sobre a dentina, utilizando o ácido fosfórico, com as seguintes variáveis: a) ácido fosfórico 10% líquido; b) ácido fosfórico 10% com sílica; c) ácido fosfórico 10% sem

sílica; d) ácido fosfórico a 37% líquido; e) ácido fosfórico a 35% com sílica; f) ácido fosfórico a 32% sem sílica. Os autores utilizaram trinta molares humanos extraídos sem cárie, mantidos em solução de 0,5% de cloramina à temperatura de 4°C. Foi removido o esmalte oclusal e produzidos trinta discos dentinários de 600 + ou - 100 micrometros de espessura, obtidos da porção média da coroa dentinária, através de um disco diamantado montado em um seccionador micrométrico, paralelos à superfície oclusal. Foi criada uma *smear layer* com um disco de papel de granulação 500 por 60 segundos. Os condicionadores ácidos foram aplicados por 15 segundos, lavados com água por 10 segundos e secos com ar livre de impurezas, por 1 a 2 segundos. Após a secção dos discos dentinários, metade deles foram avaliados no sentido longitudinal para vista dos túbulos e metade dos túbulos observados por vista transversal. Os autores observaram que a profundidade de desmineralização do ácido fosfórico a 32% ; a 35% e a 37% foram semelhantes e estatisticamente similares porém foram mais profundos que o ácido fosfórico a 10%. Os ácidos que continham sílica em sua constituição, deixaram depósitos deste agente espessante sobre o colágeno, mesmo após a lavagem com água. A dentina peritubular foi

mais sensível aos ácidos, onde entrada dos túbulos assumiram uma forma de funil. A profundidade de desmineralização da dentina peritubular foi menor quando se usou o ácido fosfórico com sílica em relação ao ácido fosfórico com polímero (sem sílica). Os autores relataram que os resultados obtidos sugerem que concentrações similares de ácido fosfórico que contem diferentes agentes espessantes, resultam em profundidade de desmineralização e morfologias de dentinas condicionadoras diferentes.

Os efeitos dos condicionadores ácidos na desmineralização da dentina, foram investigados por Uno & Finger<sup>80</sup>, em 1996. Os autores avaliaram a relação entre o condicionamento dentinário por diferentes tempos de duração com diferentes ácidos, a profundidade de desmineralização e a capacidade de penetração do *primer* e do adesivo no colágeno. Realizaram testes em incisivos e pré-molares humanos extraídos, e as superfícies dentinárias foram expostas com discos e condicionadas com ácido fosfórico a 5%; a 10%; a 20% e a 35% durante 15; 30; 60; 120 segundos. Os autores concluíram que a profundidade de desmineralização da dentina é relativa a agressividade do ácido e do tempo de condicionamento. Esta

profundidade de desmineralização na dentina deve-se ao colapso do colágeno quando a fração dentinária é removida e esta atua como camada que reduz a difusão do ácido. A desmineralização da dentina com aplicações curtas do ácido por 30 segundos, como recomendam os fabricantes, promoveu uma descalcificação em torno de 15 micrometros para o ácido fosfórico gel a 35%. Condicionando-se com o ácido fosfórico a 20% por 30 segundos, há a formação e camada híbrida de 10 micrometros.

Elíades et al.<sup>27</sup>, em 1997, relataram que um grande número de agentes condicionadores tem sido introduzidos no mercado para tratamento dentinário, resultando em efeitos morfológicos, áreas de desmineralização e de composição diferentes. Os autores avaliaram os efeitos de alguns condicionadores ácidos na morfologia dentinária, composição molecular e conformação do colágeno *in situ*. Os autores utilizaram o ácido cítrico a 10% sem sílica (Clearfil CA Agent, Kuraray Co., Osaka, Japan); o ácido fosfórico a 35% com sílica (3M Scotchbond Etchant, 3M Dental Products Co., MN, USA.); e o ácido maléico a 10% (Scotchbond Mult-Porpose, 3M Dental Products Co.), os quais foram aplicados em trinta molares humanos recém extraídos.

As coroas dos dentes foram cortadas na altura da câmara pulpar em um plano perpendicular ao eixo longitudinal do dente, utilizando um disco diamantado em baixa rotação refrigerado com água. O esmalte foi removido e, um segundo corte foi executado paralelo ao primeiro, 2 mm em direção à superfície oclusal. Os discos de dentina obtidos foram polidos com um disco de papel de granulação 600 para produzir a *smear layer* e avaliados em Microscópio Espectroscópico. Os cortes dentinários foram aleatoriamente divididos em três grupos para a aplicação do ácido, onde: Grupo I: CA Agent; Grupo II: Scotchbond Etchant (SE); Grupo III: Scotchbond MP Etchant (SM), de acordo com a recomendação do fabricante. Após o condicionamento, os discos foram analisados através do Microscópio de Força Atômica (MFA) pelo Microscópio de Reflexão Interna (MRI). Os autores observaram que as mensurações do pH foram de: CA Agent 0,10 + ou - 0,02; SE 0,06 + ou - 0,01; SMP 1,0 + ou - 0,02. Na observação da *smear layer*, foi verificado que esta camada amorfa cobria a maior parte da superfície dentinária e, em algumas regiões, os túbulos dentinários estavam fechados pelas *smear plugs*. A aplicação do Scotchbond MP Etchant, removeu a *smear layer*, abriu e deixou os orifícios dos túbulos

dentínários em forma afunilada; puderam também notar remanescentes dos processos odontoblásticos. Os discos tratados com Scotchbond Etchant também removeram a *smear layer*, abriram e deram forma afunilada aos túbulos, porém com o diâmetro dos orifícios dos túbulos menores; partículas depositadas com diâmetro de aproximadamente 0,06 micrometros foram observadas pelos autores, demonstrando a presença da sílica coloidal. Quando observaram o CA Agent, verificaram que nem toda a *smear layer* foi removida e alguns túbulos dentínários estavam parcialmente fechados. Quando observaram a rugosidade da dentina, verificaram que todos os agentes condicionadores produziram maior rugosidade na dentina quando comparados com os dentes não tratados. A profundidade de descalcificação da dentina foi em ordem crescente: CA Agent < Scotchbond Etchant < Scotchbond MP Etchant. Os autores observaram a formação de um colar na zona de transição entre a dentina intertubular e a dentina peritubular, que era da diferença de desmineralização entre as duas dentinas, pois a dentina peritubular é mais mineralizada que a intertubular, neutralizando o ácido mais facilmente. Os autores concluíram que todos os agentes

condicionadores testados, induziram alterações significantes na morfologia dentinária, composição molecular e conformação do colágeno.

Cagidiaco et al.<sup>10</sup>, em 1997, propuseram avaliar se haviam diferenças entre a dentina desmineralizada com dois tipos de ácidos, um inorgânico e outro orgânico, em condições clínicas e laboratoriais. Desta forma, para uma análise laboratorial, os autores utilizaram 16 dentes anteriores extraídos por razões periodontais, os quais foram armazenados em água destilada à temperatura ambiente, por no máximo três semanas. Cavidades de classe V foram preparadas com diâmetros de 3mm e com profundidades de 2mm, com brocas diamantadas de alta rotação, refrigeradas com *spray* de água. A metade da cavidade se localizava em esmalte e a outra metade em cemento. Esses dentes foram posteriormente divididos aleatoriamente em dois grupos de oito dentes. As cavidades do grupo 1 foram condicionadas com o ácido fosfórico a 36 % gel (De Trey Etch, Dentsplay, Konstanz, Germany) por 15 segundos, lavados com água por 20 segundos e mantidos úmidos. Estes dentes foram seccionados ao meio e as cavidades condicionadas fraturadas com cinzel e martelo.

Os corpos de prova do grupo 2, foram manipulados igualmente ao grupo 1, porém utilizou-se o ácido malêico a 10 % (3M.St.Paul, USA). Para o estudo clínico (*in vivo*), os autores utilizaram oito dentes anteriores que iriam ser extraídos também por problemas periodontais, onde foram divididos em dois grupos de quatro dentes. Os dentes foram isolados com isolamento absoluto e cavidades de Classe V foram preparadas semelhantemente as do estudo *in vitro*. Os dentes do grupo 3, receberam o mesmo tratamento do grupo 1 e os dentes do grupo 4, o mesmo tratamento do grupo 2. Os dentes foram extraídos com o isolamento em posição e procedeu-se a metodologia igual ao estudo *in vitro*, para análise em Microscópio Eletrônico de Varredura. Como resultado, os autores observaram que no grupo 1 houve alterações na dentina com o alargamento dos orifícios dos túbulos dentinários (aproximadamente 3 micrometros) pela perda da dentina peritubular. Ocorreu o aparecimento de porosidades na dentina intertubular e a presença de fibras colágenas expostas na dentina intertubular e na zona desmineralizada da dentina peritubular, com orientações diferentes. A profundidade de desmineralização nos túbulos foi uniforme e variou de 5 a 10 micrometros. O grupo 2

apresentou características de desmineralização semelhantes ao grupo 1 com profundidade de desmineralizações variando de 3 a 10 micrometros. No grupo 3 e 4 as observações foram semelhantes aos estudos *in vitro*. Ambos os ácidos criaram um colapso na rede de colágeno, pela remoção dos seus componentes minerais. Os autores concluíram que: ambos os ácidos testados tiveram efeitos similares na completa remoção da *smear layer* e na desmineralização dentinária, deixando uma rede de colágeno porosa; tanto o condicionamento *in vivo* quanto *in vitro*, produziram uma micromorfologia similar na dentina; o ácido fosfórico a 36% e o ácido malêico a 10 % produziram efeitos similares de desmineralização dentinária.

### 3 PROPOSIÇÃO

Uma vez que há controvérsias entre os autores, quanto as injúrias causadas pelo ácido fosfórico a polpa, propusemos realizar este trabalho para verificar *in vitro* a passagem de diferentes concentrações de ácido fosfórico através de dentina com 0,3 mm de espessura, e ainda observar as alterações morfológicas causadas por diferentes concentrações deste ácido empregando o Microscópio Eletrônico de Varredura.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Materiais

Para avaliar a passagem do ácido na dentina, foram empregados diferentes concentrações e formas de apresentação, conforme o Quadro 1:

Quadro 1 - Materiais ácidos empregados, respectivos lotes, fabricantes e agente espessante.

| MATERIAIS   | LOTE   | FABRICANTE | ESPESSANTE |
|---|--------|------------|------------|
| ATAACK TEC <sup>R</sup><br>Ácido fosfórico 10% semi-gel | -----* | DENTAL TEC | -----*     |
| UNI-ETCH <sup>R</sup><br>Ácido fosfórico 32% semi-gel   | 029086 | BISCO      | POLIMERO   |
| ETCH 37 <sup>TM</sup><br>Ácido fosfórico 37% semi-gel   | 119145 | BISCO      | POLIMERO   |
| ESTICID <sup>R</sup><br>Ácido fosfórico 35% gel         | 0123   | KULZER     | SÍLICA     |
| ÁCIDO FOSFÓRICO 50%<br>Líquido                          | -----  | PHARMAKO'S | -----      |

\* Informação não fornecida pelo fabricante.

## 4.2 Método

Foram empregados 72 dentes humanos, molares e pré-molares, hígidos e erupcionados, que após extraídos e limpos com solução fisiológica, foram armazenados em água destilada, e congelados em recipientes plásticos com tampa.

Os dentes selecionados foram obtidos através de exodontias por indicação ortodôntica e para tratamento prévio a radioterapia, em pacientes com Carcinoma Espino Celular intra bucal no Instituto Arnaldo Vieira de Carvalho - Santa Casa - São Paulo.

### 4.2.1 Estudo da passagem do ácido

Foram selecionados para esta fase de estudo, sessenta dentes aleatoriamente.

Para a confecção de uma base para os cortes dos dentes, foi manipulada resina acrílica ativada quimicamente incolor JET (Artigos Odontológicos Clássico, Lapa, S.P.), a qual foi vertida ainda em sua fase líquida dentro de uma matriz de silicona com

medidas de 4 centímetros de comprimento por 2 centímetros de altura, por 2 centímetros de largura; estes dentes, um a um, foram posicionados para que a resina acrílica os envolvesse, desde a porção ligeiramente abaixo do limite amelo-cementário até o ápice radicular. Os mesmos foram mantidos em posição até a completa polimerização da resina acrílica onde posteriormente o conjunto foi removido da matriz de silicone, para o acabamento do suporte de resina acrílica.

Para a obtenção da dentina com a profundidade de 0,3 mm da polpa, os dentes foram seccionados em direção do seu longo eixo com disco de carborundum da marca Vicking (Vicking, Ind. Bras., Barueri, S.P.), (Figura 1-a) montado em um mandril de peça de mão em baixa velocidade. Os cortes foram realizados sempre refrigerados com *spray* água/ar, no sentido vestibulo-lingual, até o limite da porção coronária do dente e exposição da câmara pulpar. Posteriormente a porção mesial deste corte foi removida, permanecendo apenas a porção distal do remanescente coronário (Figura 1-b).

Após o corte de cinco dentes ou quando ocorria a fratura do disco, este era trocado por um novo para garantir sempre a mesma qualidade de corte.

Após o corte do dente e exposição da câmara pulpar, o remanescente de tecido pulpar foi removido com uma cureta n° 05 Duflex (S.S.White Art. Dentários Ltda., Juiz de Fora, MG., Ind. Bras.), até as entradas dos canais radiculares e, com uma sonda exploradora Duflex, verificada a presença de possíveis remanescentes dentinários que pudessem estar obliterando o corno pulpar.

Com uma ponta diamantada n° 1012 FKG Sorensen (KG Sorensen, Ind. Com. Ltda, Brasil.), em alta rotação e refrigerada com *spray* água/ar, era removida qualquer remanescente dentinário (Figura 1-c).

Para facilitar os cortes em dentina, todo o esmalte dental do remanescente coronário distal do dente montado sobre a base de resina acrílica era removido com o disco de carborundum, sempre refrigerado com *spray* água/ar, permanecendo apenas a dentina.

Após estes procedimentos, os dentes foram posicionados no torno fixador de dentes da máquina de cortes dentais do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP, idealizada pelo Professor Jaime de Freitas Ribeiro (Figura 2), onde com um disco de serra de aço de 40mm x 0,2 mm x10 mm (Serras Circulares Saturno de Aço Rápido HSS - Saturno, Ind. Bras.), foram realizados cortes perpendiculares ao corno pulpar do remanescente coronário, a uma distância de 0,3 mm do referido corno para cada uma das amostras, sempre refrigerado com água (Figura 1-d).

Para se obter a distância de 0,3 mm da polpa dental, o disco foi posicionado tangenciando o corno pulpar. Através de um micrótomo acoplado à máquina de corte que possuía graduações de 0 a 50, onde a cada dez marcações correspondia a 0,1 mm, o dispositivo foi girado de 0 a 30, obtendo-se assim 0,3 mm de distância do corno pulpar. Quando durante estes procedimentos, a câmara pulpar era visualizada ou mesmo exposta, o dente era descartado .

Posteriormente foram armazenados em água destilada, até a aplicação do ácido para a observação em MEV.

Previamente à aplicação dos ácidos, as superfícies dentinárias foram submetidas a ação de uma lixa de papel de granulação fina Assorted Pin-Hole Discs (E.C. Moore Co. Inc., 13325 Leonard, Deaborn, MIC., U.S.A.) em baixa rotação, sob refrigeração apenas de jatos de ar, para reforçar a produção da *smear layer*.

Em seqüência, os elementos dentais foram lavados com *spray* água/ar por 20 segundos e secos com ar comprimido.

Para avaliar a penetração do ácido fosfórico em suas diferentes concentrações através da dentina a 0,3 mm da polpa, foi acomodado um pedaço de papel medidor de pH ácido - Tornassol - (Inlab, cod. 6170, lote 701501, S.P., Br.) dentro da câmara pulpar de cada dente, com um instrumento de ponta romba, espátula nº 01 da Duflex. O papel de tornassol sofre alteração de cor quando alguma substância ácida entra em contato com ele. Este papel de tornassol foi acomodado de tal forma que recobrisse todo o teto da câmara pulpar, sem que houvesse espaço entre a porção mais alta do corno pulpar e o papel de tornassol (Figura 1-e). Logo em seguida, foram realizados os tratamentos superficiais com a aplicação do ácido fosfórico (Figura 1

f), em diferentes concentrações, originando seis grupos de dez dentes cada, como exposto no Quadro 2:

QUADRO 2 - Distribuição dos grupos segundo os tratamento superficiais dentinários em relação ao tempo.

| GRUPO | TRATAMENTO SUPERFICIAL<br>DENTINÁRIO    | TEMPO (Seg.) |
|-------|---|--------------|
| G1    | Sem Tratamento Superficial              | -----        |
| G2    | Ácido fosfórico 10% semi gel            | 15           |
| G3    | Ácido fosfórico 32% semi gel sem sílica | 15           |
| G4    | Ácido fosfórico 35% gel com sílica      | 15           |
| G5    | Ácido fosfórico 37% semi gel sem sílica | 15           |
| G6    | Ácido fosfórico 50% líquido             | 15           |

Os ácidos foram aplicados através de seringas na porção dentinária mais próxima do corno pulpar, com exceção do ácido fosfórico 50% líquido, que foi aplicado com bolinhas de algodão de forma passiva, durante 15 segundos.

Após o período de tempo de 15 segundos de aplicação, o papel medidor de pH foi removido imediatamente de dentro da câmara pulpar dos dentes, o qual foi reservado sobre uma placa de vidro, para a verificação da passagem ou não do ácido pela estrutura

dentínaria. Os corpos de provas foram lavados com *spray* água/ar para remoção do ácido, por um período de 20 segundos e secos com jatos de ar livres de impurezas, durante vinte segundos.

Realizou-se então a observação visual do papel de tornassol, para verificar se o ácido fosfórico em suas diferentes concentrações era ou não capaz de difundir-se pela dentina e atingir este papel, alterando a sua cor. Para cada corpo de prova foi verificado se houve ou não a passagem do ácido através da estrutura dentínaria e anotados os resultados.

#### 4.2.2 Avaliação da dentina em MEV - corte transversal

De cada grupo, e do grupo controle, foram separados aleatoriamente dois dentes para serem observadas as superfícies oclusais no MEV (JEOL JSM- 5300), situado no Centro de Microscopia da Faculdade Paulista de Medicina - São Paulo, sob tensão aceleradora 25 Kv. Os corpos de prova foram colados com Cola Super Bonder (Loctite Brasil Ltda., Itapevi, S.P., Ind. Bras.) sobre um suporte metálico (*stub*). Após este procedimento, os corpos

de prova foram armazenados em uma câmara de vácuo para receberem a metalização a ouro numa camada de aproximadamente 25 a 30 nanômetros por *sputtering* (aparelho Balzers SCD 50 Sputter Coater), com a finalidade de evitar o acúmulo de carga elétrica durante a observação ao MEV. Para se atingir o vácuo de  $5 \times 10^{-2}$  milibar, levou-se aproximadamente uma hora. Após a metalização, os corpos de prova foram levados ao MEV para a observação dos mesmos, com aumentos originais de 5.000 x, 15.000 x, e fotografadas as áreas selecionadas com filme FUJI 120 mm NEOPAN.

#### 4.2.3 Avaliação da dentina em MEV - corte longitudinal

Foram selecionados 12 novos dentes também aleatoriamente, onde procederam-se os cortes como descritos anteriormente. Estes dentes receberam nesta fase um corte, com o disco de aço Saturno, tangenciando o corno pulpar para se obter uma lâmina de dentina de aproximadamente 0,3 mm de espessura, para observar o que ocorria com as entradas dos túbulos dentinários no sentido longitudinal.

## 6 DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho foi verificar se ocorre a passagem do ácido fosfórico, em diferentes concentrações em dentina profunda, situada a 0,3 mm da câmara pulpar e a atuação na dentina.

Através do método que empregou o papel de tornassol, verificamos que não houve passagem do ácido fosfórico em todas as porcentagens e viscosidades empregadas para este estudo. Corroborando com estes achados, Swartz et al.<sup>76</sup>, em 1968; Jenings & Ranley<sup>41</sup> em 1972; Lee Junior et al.<sup>46</sup> em 1973; Meryon et al.<sup>51</sup>, em 1988, também verificaram que não ocorreu a penetração do ácido, embora tenham realizado a avaliação em diferentes condições metodológicas.

Lee Junior et al.<sup>46</sup> em 1973; Pashley et al.<sup>58</sup> em 1981; Chan & Jensen<sup>13</sup> em 1986, consideraram que a não penetração do ácido ocorre porque a dentina restringe a penetração dos íons

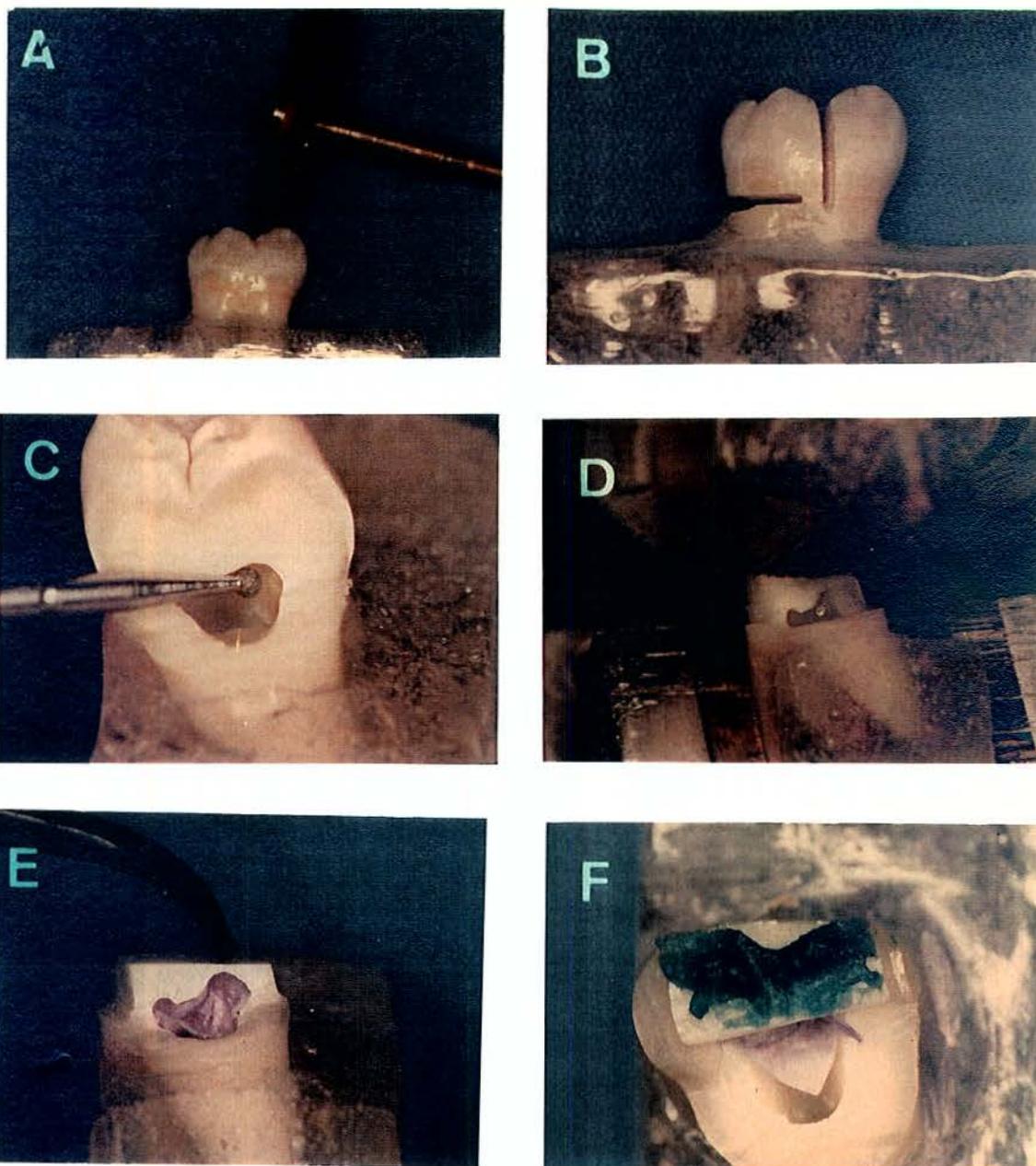


FIGURA 1- Técnica para verificação do ácido através da dentina: a) secção do dente no sentido V-L.; b) remoção da porção distal; c) remoção do remanescente dentinário; d) cortes de 0,3 mm com a serra circular; e) Papel de tornassol em posição; f) aplicação do ácido fosfórico.

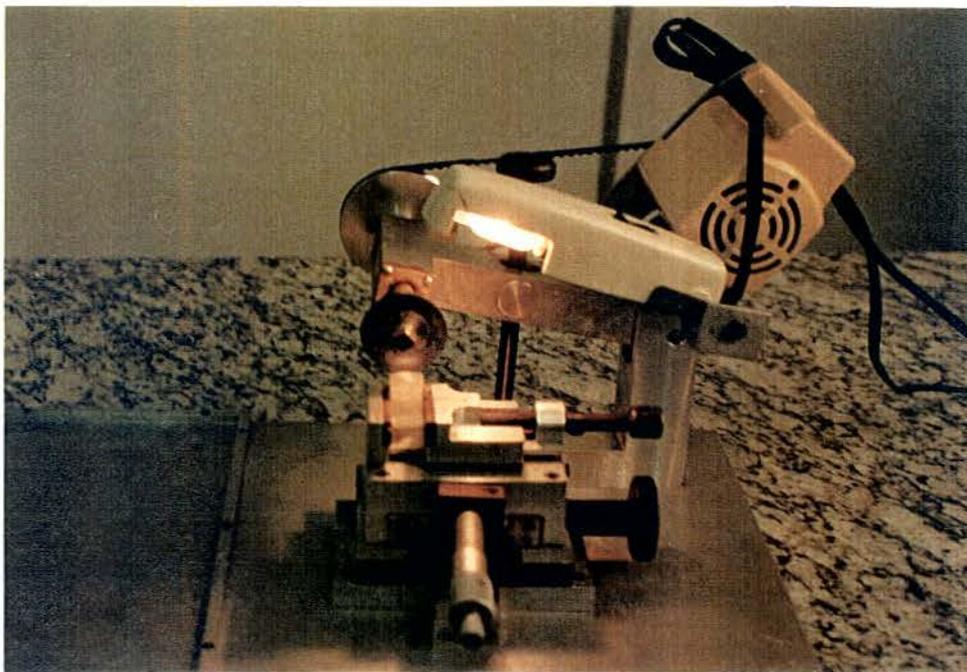


FIGURA 2- Máquina de corte.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Verificação da passagem do ácido

Após o condicionamento ácido, foi verificado que não houve a passagem do ácido fosfórico através da dentina para todas as concentrações testadas.

Tabela 1 - Verificação da passagem do ácido através da estrutura dentinária

| CORPO DE PROVA \ GRUPO | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------|---|---|---|---|---|
| 1                      | N | N | N | N | N |
| 2                      | N | N | N | N | N |
| 3                      | N | N | N | N | N |
| 4                      | N | N | N | N | N |
| 5                      | N | N | N | N | N |
| 6                      | N | N | N | N | N |
| 7                      | N | N | N | N | N |
| 8                      | N | N | N | N | N |
| 9                      | N | N | N | N | N |
| 10                     | N | N | N | N | N |

S = houve passagem do ácido

N = não houve passagem do ácido

## 5.2 Verificação da morfologia dentinária em MEV

5.2.1 As observações no Microscópio Eletrônico de Varredura nos cortes transversais de dentina, demonstraram que:

a) grupo 1:

- grupo controle: na análise dos corpos de prova deste grupo em MEV, verificamos uma superfície amorfa, ondulada e homogênea, caracterizando a camada de *smear layer*, recobrando toda a superfície e obliterando os túbulos dentinários (Figura 3).

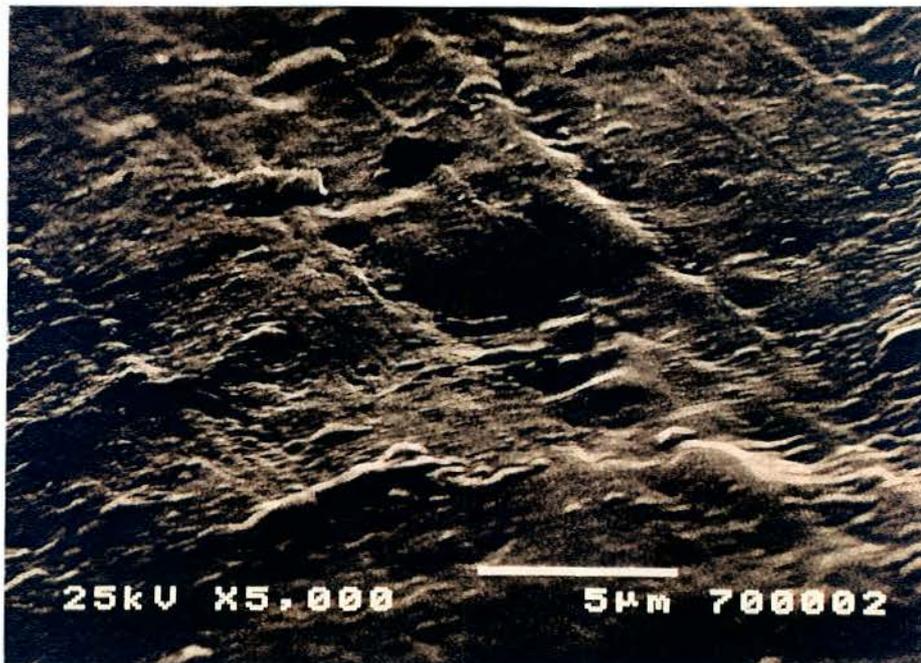


FIGURA 3 - Vista da camada de *smear layer* em corte transversal da dentina. Fotomicrografia de Microscópio Eletrônico de Varredura de 5.000x de aumento original.

b) grupo 2:

- *ácido fosfórico 10%*, sem sílica: neste grupo, a *smear layer* foi parcialmente removida, permanecendo a dentina peritubular parcialmente desmineralizada (seta), podendo ser observada a pouca abertura dos túbulos dentinários, com uma ligeira dissolução da dentina superficial e peritubular (Figura 4).



FIGURA 4 - Vista oclusal da dentina tratada com o Ácido Fosfórico 10%, em Microscópio Eletrônico de Varredura, com aumento original de 5.000x

c) grupo 3:

- *ácido fosfórico 32% sem sílica*: na análise dos corpos de prova do grupo 3, observamos que houve a remoção completa da *smear layer*, abertura e alargamento dos túbulos dentinários (seta), com a remoção preferencial da dentina peritubular (Figura 5).

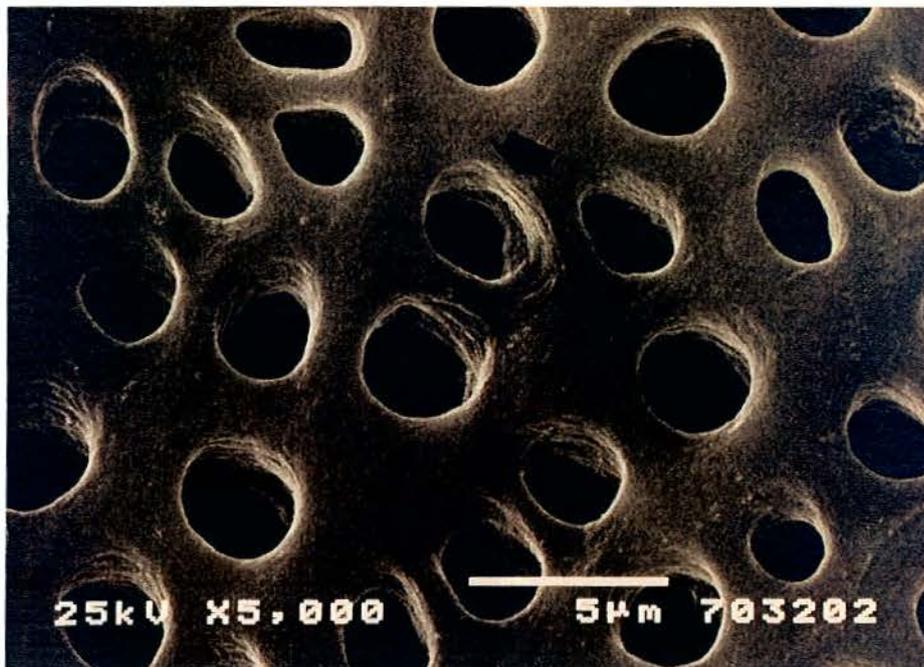


FIGURA 5 -Vista oclusal da dentina tratada com o Ácido Fosfórico 32% em Microscópio Eletrônico de Varredura, com aumento original de 5.000x

d) grupo 4:

- *ácido fosfórico 35% com sílica*: nestes corpos de prova, foi observada a perda da dentina peritubular (seta), o aumento e alargamento do diâmetro dos túbulos dentinários, a presença de depressões na dentina intertubular (Figura 6).

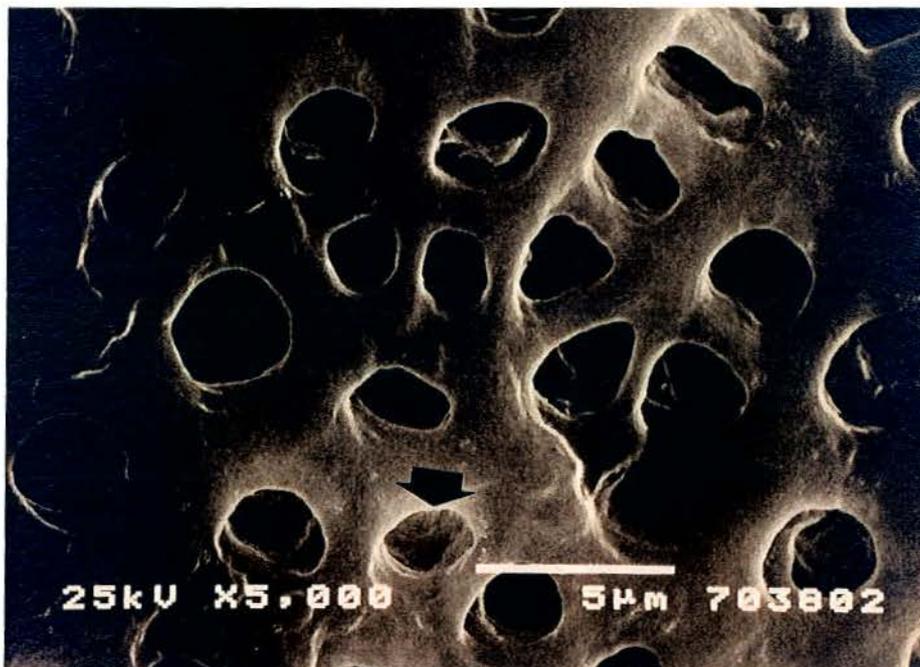


FIGURA 6 - Características da dentina tratada superficialmente com o Ácido Fosfórico 35% com sílica em Microscópio Eletrônico de Varredura com aumento original de 5.000x.

e) grupo 5:

- *ácido fosfórico 37%, sem sílica*: neste grupo, pode-se observar a remoção completa da camada de *smear layer*, abertura dos túbulos dentinários (seta), e a descalcificação da dentina peritubular (Figura 7).

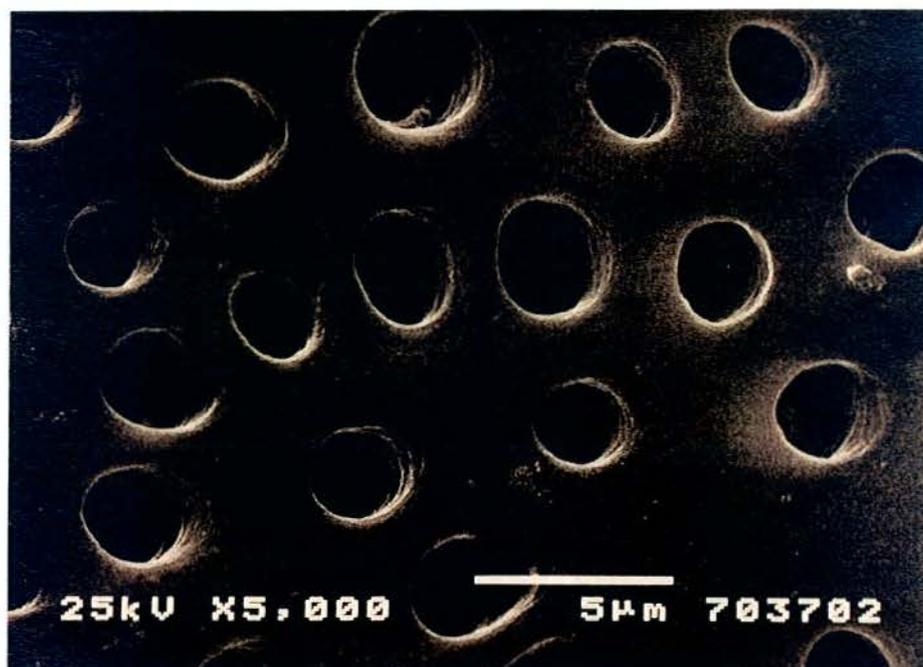


FIGURA 7- Características da dentina tratada superficialmente com ácido fosfórico 37% sem sílica, observada em Microscópio Eletrônico de Varredura com aumento original de 5.000x.

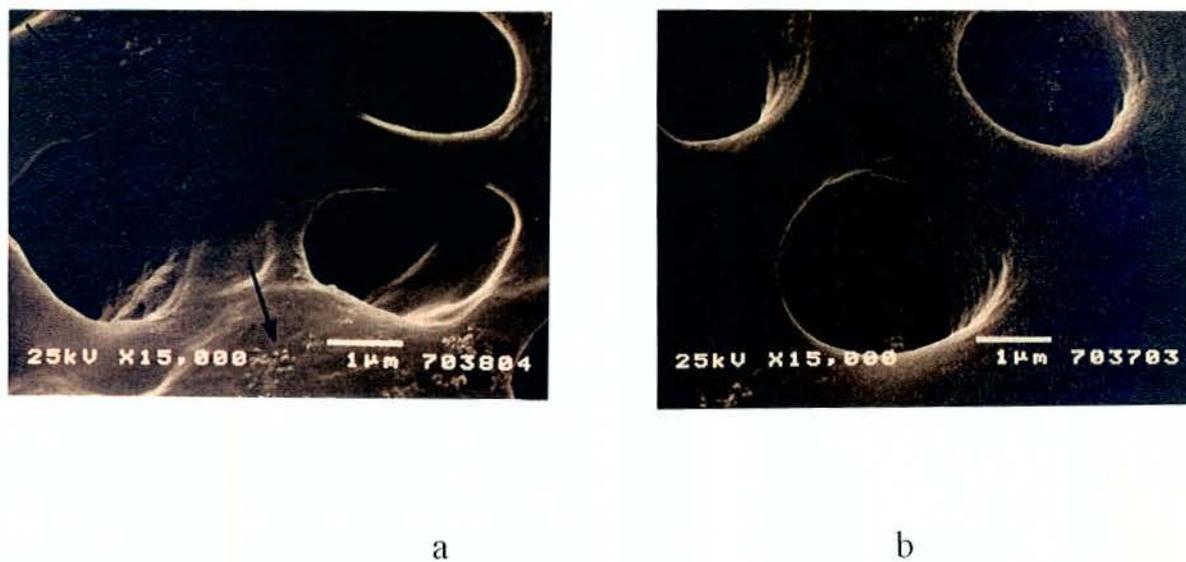


FIGURA 8 - Detalhe de três túbulos dentinários após a ação do ácido fosfórico: a) 35% com sílica (seta), em Microscópio Eletrônico de Varredura com aumento original de 15.000x; b) 37% sem sílica, em Microscópio Eletrônico de Varredura com aumento original de 15.000x.

f) grupo 6:

- *ácido fosfórico 50%* líquido: neste grupo pode ser observado que o ácido deixou a superfície dentinária levemente ondulada, com a remoção por completa da *smear layer*, e com a remoção preferentemente da dentina peritubular (seta); (Figura 9).

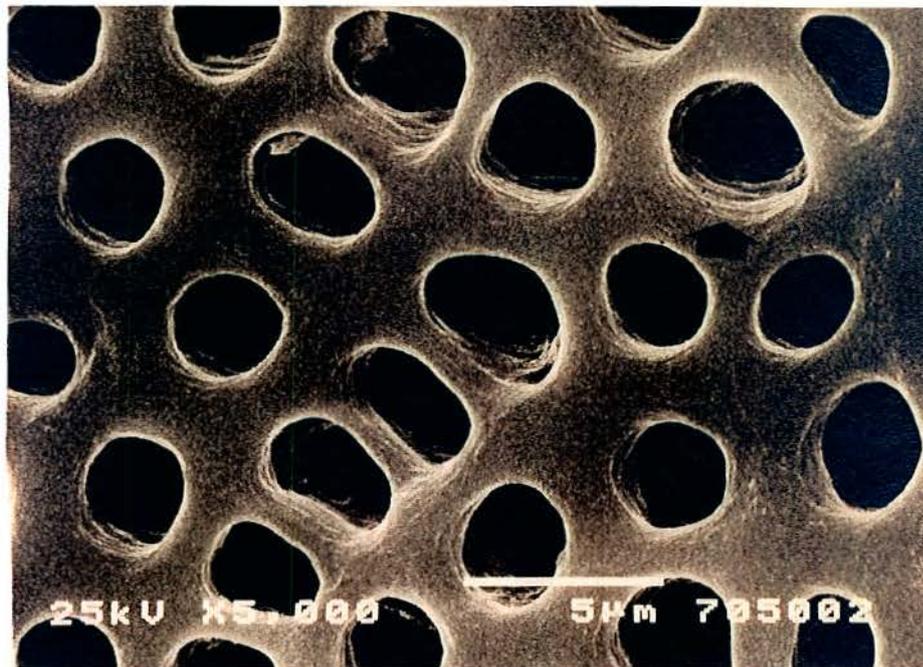


FIGURA 9 - Completa remoção da *smear layer*, desmineralização da dentina peritubular, com o aumento e alargamento dos túbulos dentinários através do Microscópio Eletrônico de Varredura, com aumento original de 5.000x.

5.2.2 As avaliações em MEV com corte longitudinal da dentina demonstraram que:

a) grupo I:

- grupo controle: nesta avaliação, pode-se observar a presença da *smear layer* com os túbulos dentinários fechados pelo *smear plug* (seta); (Figura 10).

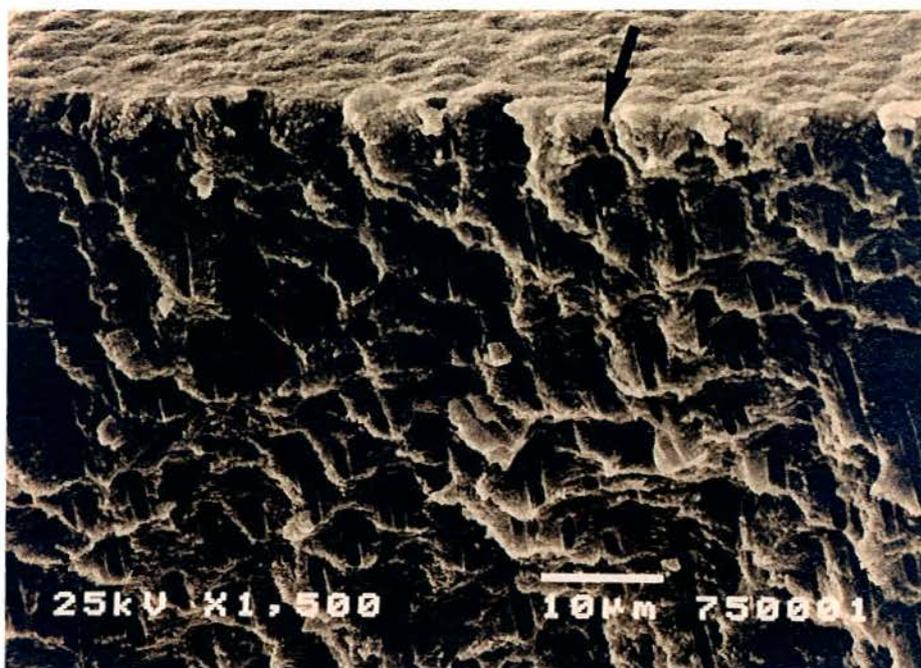


FIGURA 10 - Vista longitudinal da dentina condicionada, onde não são observadas as aberturas dos túbulos dentinários. É possível verificar a presença dos *smear plugs* obliterando os túbulos dentinários. Microscópio Eletrônico de Varredura com aumento original de 1.500x.

b) grupo 2:

- *ácido fosfórico 10%*, sem sílica: foi observado nesta avaliação que o ácido provocou um leve alargamento da entrada dos túbulos dentinários, deixando-os com forma de funil (seta), além da desmineralização da dentina peritubular (Figura 11).

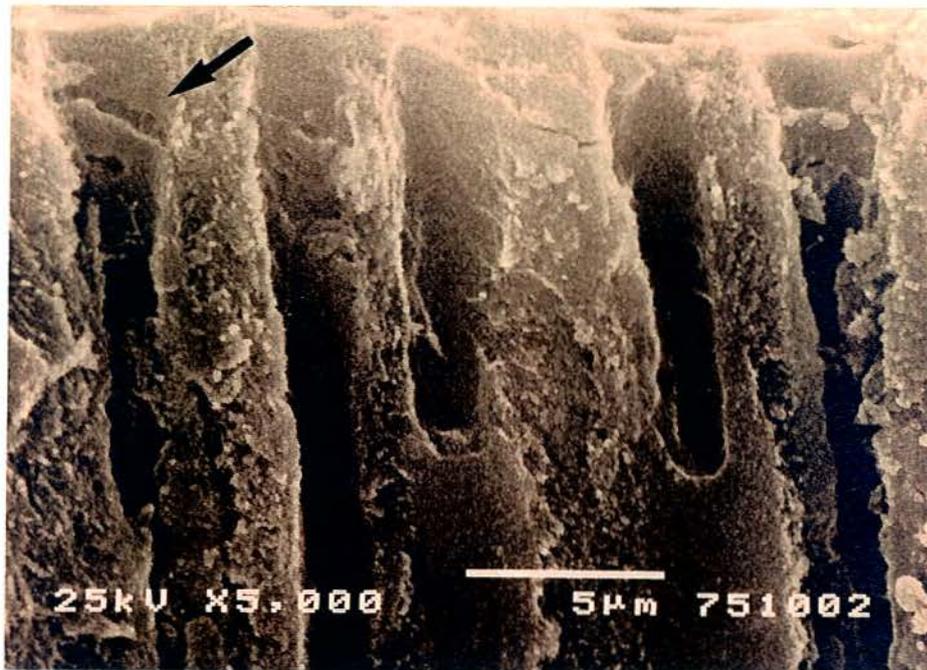


FIGURA 11 - Fratura longitudinal dentinária após o tratamento superficial com o Ácido fosfórico 10%, observados em Microscópio Eletrônico de Varredura com aumento original de 5.000x.

c) grupo 3:

- *ácido fosfórico 32%* sem sílica: o tratamento ácido observado neste corpo de prova, demonstra que houve a abertura e alargamento dos túbulos dentinários (seta), deixando-os com forma de funil, através da desmineralização da dentina peritubular (Figura 12).

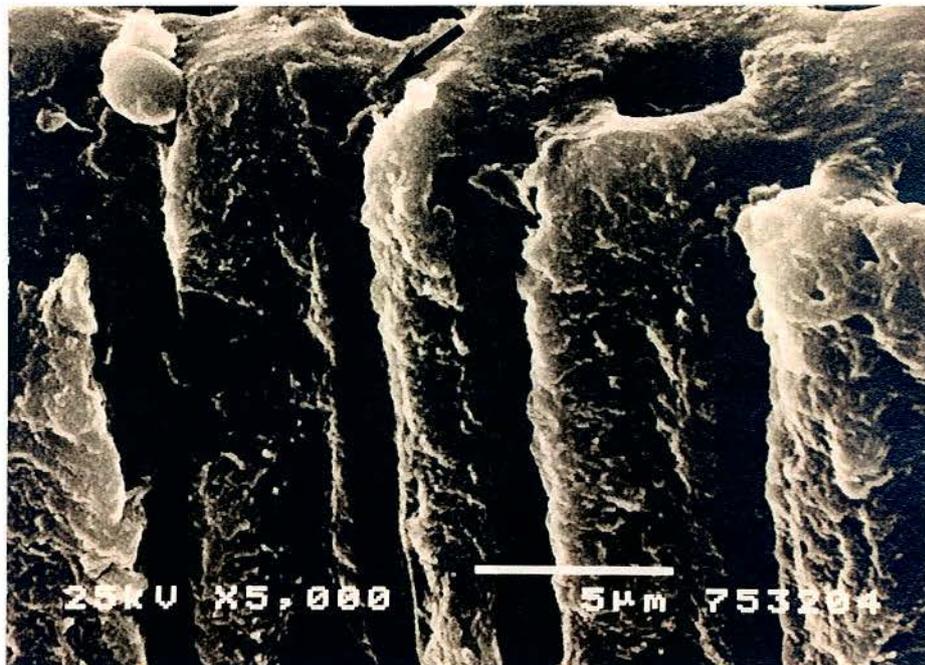


FIGURA 12 -Vista longitudinal dos túbulos dentinários após o tratamento superficial com o Ácido Fosfórico 32%, em Microscópio Eletrônico de Varredura com aumento original de 5.000x.

d) grupo 4:

- *ácido fosfórico 35%, com sílica*: neste grupo foi observado o aumento dos diâmetros dos túbulos dentinários pela desmineralização da dentina peritubular pelo ácido, deixando estas estruturas tubulares com forma de funil e irregulares (seta), pela desmineralização do colágeno. Não foi possível, nesta magnitude verificar a presença dos precipitados de sílica (Figura 13).

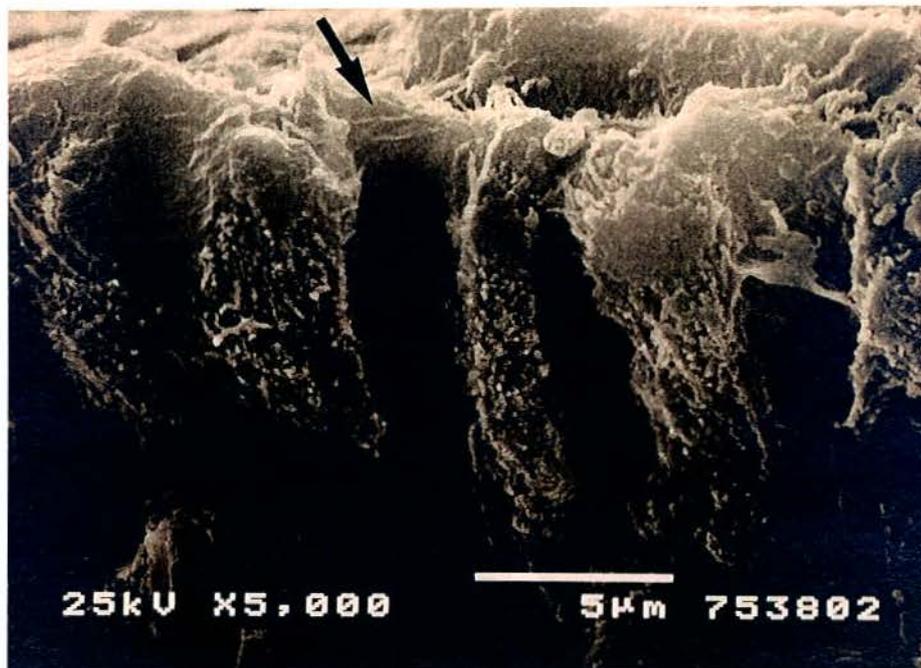


FIGURA 13 - Vista da desmineralização ácida dentinária pelo ácido fosfórico 35% com sílica. Microscópio Eletrônico de Varredura com aumento original de 5.000x.

e) grupo 5:

- *ácido fosfórico 37%, sem sílica*: a fotomicrografia eletrônica demonstrou que o ácido abriu e alargou os túbulos dentinários (seta), deixando este corpo de prova com características semelhantes ao do *Ácido Fosfórico 35% com sílica* (Figura 14).

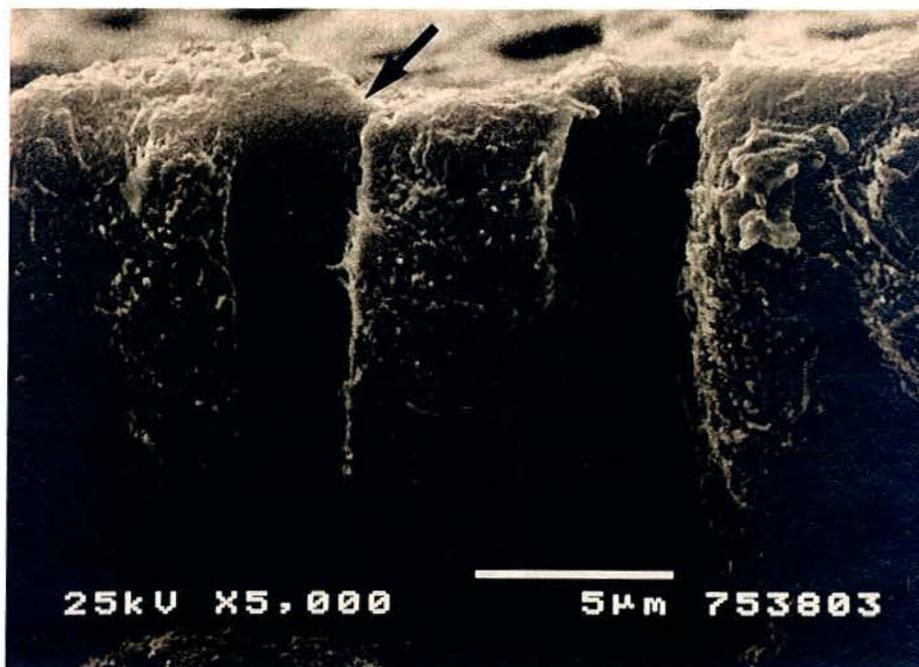


FIGURA 14 - Ação do ácido fosfórico 37% sem sílica em dentina fraturada, após o seu tratamento superficial. Microscópio Eletrônico de Varredura com aumento original de 5.000x.

f) grupo 6:

- *ácido fosfórico 50%, líquido*: através da análise microscópica, foi observado que houve a remoção total da smear layer, desmineralização dentinária, deixando os túbulos dentinários abertos (seta), alargados e com forma de funil (Figura 15).

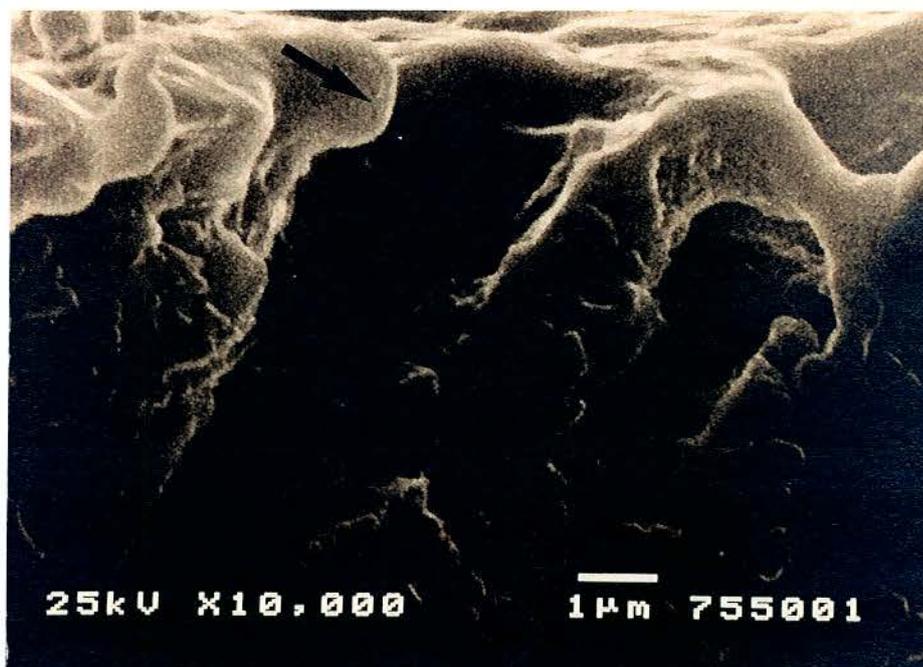


FIGURA 15 - Vista longitudinal do túbulo dentinário, após o tratamento com o Ácido Fosfórico 50%. Microscópio Eletrônico de Varredura com aumento original de 10.000 x.

## 6 DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho foi verificar se ocorre a passagem do ácido fosfórico, em diferentes concentrações em dentina profunda, situada a 0,3 mm da câmara pulpar e a atuação na dentina.

Através do método que empregou o papel de tornassol, verificamos que não houve passagem do ácido fosfórico em todas as porcentagens e viscosidades empregadas para este estudo. Corroborando com estes achados, Swartz et al.<sup>76</sup>, em 1968; Jenings & Ranley<sup>41</sup> em 1972; Lee Junior et al.<sup>46</sup> em 1973; Meryon et al.<sup>51</sup>, em 1988, também verificaram que não ocorreu a penetração do ácido, embora tenham realizado a avaliação em diferentes condições metodológicas.

Lee Junior et al.<sup>46</sup> em 1973; Pashley et al.<sup>58</sup> em 1981; Chan & Jensen<sup>13</sup> em 1986, consideraram que a não penetração do ácido ocorre porque a dentina restringe a penetração dos íons

hidrogênio e segundo Wang & Hume<sup>83</sup> em 1988, a dentina exerce um efeito tampão, diminuindo a capacidade de penetração do ácido.

Segundo Pashley<sup>55</sup> em 1992, o condicionamento ácido dentinário tem como desvantagens o aumento da permeabilidade dentinária, do potencial de inflamação pulpar pela infiltração bacteriana, do potencial de desnaturação do colágeno e diminuição da porosidade da matriz desmineralizada pela precipitação de íons cálcio e fosfato. Entretanto, Perdigão et al.<sup>67</sup> em 1996, considera que o condicionamento ácido na dentina aumenta a porosidade da mesma.

Através do MEV observamos as alterações morfológicas ocorridas na dentina, sendo que no grupo 1, sem condicionamento em corte transversal, com magnitude de 5.000 X, verificamos uma camada lisa e homogênea, que obstruía a entrada dos túbulos dentinários, chamada de *smear layer*. Eick et al.<sup>26</sup>, 1970; Brannstrom & Johnson<sup>5</sup>, em 1974; Pashley et al.<sup>58</sup>, em 1981; Brannstrom<sup>4</sup>, em 1984; Pashley<sup>54</sup>, em 1984; Pashley & Pashley<sup>56</sup>, em 1991; Prati et al.<sup>68</sup>, em 1991; Erickson<sup>28</sup> em 1992, também verificaram a presença da *smear layer* em estudos semelhantes. Em uma vista longitudinal com uma magnitude de 1.500x, observou-se que a entrada

dos túbulos dentinários estava obstruídas, caracterizando os *smear plugs* da mesma maneira que os estudos de Pashley et al.<sup>58</sup>, em 1981; Pashley<sup>54</sup>, em 1984; Kanca<sup>42</sup>, em 1990; Pashley & Pashley<sup>56</sup>, em 1991; Fujitani et al.<sup>31</sup>, em 1992; Eliades et al.<sup>27</sup>, em 1997, mostraram observações semelhantes, corroborando com este trabalho.

No grupo 2, quando a dentina foi condicionada com o ácido fosfórico a 10% no corte transversal, verificamos que a camada de *smear layer* foi parcialmente removida, corroborando com os achados de Davis et al.<sup>24</sup>, em 1992. No corte longitudinal o ácido provocou um ligeiro alargamento da entrada dos túbulos dentinários, e desmineralização da dentina peritubular.

Os autores Gwinnett<sup>40</sup>, em 1994; Perdigao & Swift Junior<sup>64</sup>, em 1994; Perdigao & Swift Junior<sup>65</sup>, em 1994; Tay et al.<sup>77</sup>, em 1994; Uno & Finger<sup>80</sup>, em 1996, utilizando ácido fosfórico a 10% por tempos de: 20 segundos; 15 segundos; 20 segundos; 20 segundos e 15, 30, 60, 120 segundos respectivamente, observaram a remoção da *smear layer* e a desmineralização da dentina peritubular na entrada dos túbulos, contrariando os resultados deste trabalho, onde ocorreu a

desmineralização parcial da *smear layer* e a abertura também parcial da entrada dos túbulos dentinários.

Perdigão et al.<sup>67</sup>, em 1996, observaram que o ácido fosfórico a 10% com sílica aplicados em dentina por 15 segundos e a 10% com polímero também aplicados em dentina por 15 segundos, resultaram em diferentes profundidades de desmineralização na dentina intertubular, a despeito de suas concentrações similares.

Em 1994, Tay et al.<sup>77</sup>, observaram que o ácido fosfórico a 10% aplicados por 20 segundos, provocou uma desmineralização numa profundidade de 2 a 8 $\mu$ m, e formação de uma camada híbrida, quando aplicado o adesivo dentinário, enquanto Gwinnett<sup>40</sup>, em 1994, observou uma desmineralização de 5 $\mu$ m e Uno & Finger<sup>79</sup>, em 1995, observaram uma desmineralização de 10 $\mu$ m de dentina condicionada, e a formação da camada híbrida, após a aplicação do adesivo quando utilizaram o ácido fosfórico a 20% por 30 segundos.

Observando o grupo 3, em que foi utilizado o ácido fosfórico a 32% sem sílica, os corpos de prova mostraram no corte transversal que houve a completa remoção da *smear layer*, abertura e

alargamento dos túbulos dentinários com remoção preferencial da dentina peritubular. No corte transversal o tratamento com ácido demonstrou que houve abertura e alargamento dos túbulos dentinários, deixando-os com forma de funil, através da desmineralização da dentina peritubular.

Perdigão & Swift Junior<sup>64</sup>, em 1994, utilizando o ácido na mesma concentração e comparando através do MEV com o ácido fosfórico 40%, ambos aplicados por 15 segundos, verificaram também que ocorreu remoção da *smear layer* corroborando com este trabalho. Observando a profundidade de desmineralização dentinária com o ácido fosfórico a 32%, esta variou de 2,5 a 8  $\mu\text{m}$ . Os autores relataram que quanto maior a concentração do ácido, maior a remoção superficial do cálcio dentinário.

Perdigão et al.<sup>67</sup>, em 1996, concluíram que a profundidade de desmineralização do ácido fosfórico a 32%, 35% e 37% por 15 segundos foi estatisticamente semelhante, porém maiores que a 10%. Com todas as concentrações houve desmineralização da dentina peritubular e os túbulos assumiram forma de funil.

No grupo 4 foi utilizado o ácido fosfórico a 35% onde o fabricante utilizou como agente espessante a sílica. Foi observado em corte transversal com 5.000x de aumento, a perda de dentina peritubular, aumento e alargamento dos túbulos dentinários, e em aumento 15000x, a presença de restos de sílica sobre a dentina intertubular.

No corte longitudinal da dentina, também ocorreu a remoção da *smear layer* e *smear plug*, abrindo e alargando a entrada dos túbulos dentinários, e deixando-os em forma de funil.

Eliades et al.<sup>27</sup>, em 1997, utilizando o ácido fosfórico a 35%, malêico a 10% e cítrico a 10%, observaram a remoção da *smear layer* e alargamento dos túbulos em forma de funil, estando de acordo com as observações deste trabalho.

Cagidiaco et al.<sup>10</sup>, em 1997, observaram que o ácido fosfórico a 36% e o ácido malêico a 10%, ambos aplicados em dentina por 15 segundos, foram semelhantes na desmineralização dentinária onde removeram a *smear layer* deixando uma rede de colágeno porosa, e a profundidade de desmineralização variou de 5 a 10 $\mu$ m.

Perdigao et al.<sup>67</sup>, em 1996, utilizando ácido fosfórico a 35% com sílica durante 15 segundos, observaram também a desmineralização da dentina peritubular.

Kanca<sup>43</sup>, em 1991; Bertolotti<sup>2</sup>, em 1992; Fujitani et al.<sup>31</sup>, em 1992; Perdigao et al.<sup>66</sup>, 1994; Perdigao et al.<sup>67</sup>, em 1996, Eliades et al.<sup>27</sup>, em 1997, utilizando ácido com sílica, também observaram depósitos de sílica sobre a dentina, além da remoção da *smear layer* e alargamento dos túbulos dentinários, deixando-os com forma afunilada, estando coincidente com as observações deste trabalho.

Uno & Finger<sup>80</sup>, em 1996, quando compararam as alterações morfológicas que ocorriam na dentina condicionada com o ácido fosfórico com sílica nas concentrações de 5%, 10%, 20% e 35%, ambos aplicados por 15, 30, 60 e 120 segundos, relataram que a profundidade de desmineralização da dentina é relativa à concentração do ácido e do tempo de condicionamento; o ácido fosfórico a 35% desmineralizou 15 $\mu$ m quando aplicado por 30 segundos e, segundo Perdigao et al.<sup>67</sup>, em 1996, Pashley<sup>55</sup>, em 1992, o ácido fosfórico com

sílica tem profundidade de desmineralização menor, porém o efeito de desmineralização parece ser semelhante a despeito da viscosidade.

Ruse & Smith<sup>71</sup>, em 1991 e Eliades et al.<sup>27</sup>, em 1997, reportaram que a sílica contida em alguns géis devem interagir com a superfície dentinária descalcificada através da formação de uma camada de silico-fosfato durante o condicionamento.

Segundo Van Meerbeeck<sup>81</sup>, 1993, a sílica não é removida após abundantes lavagens pois unem-se com os íons cálcio residuais que ficam na área descalcificada e aderem aos grupos orgânicos da superfície dentinária.

No grupo 5, condicionando a dentina com ácido fosfórico a 37% pode-se observar neste trabalho em vista transversal, a remoção da *smear layer*, abertura dos túbulos dentinários e descalcificação da dentina peritubular.

Em uma vista longitudinal dos túbulos dentinários, houve a remoção dos *smear plugs*, abertura e alargamento da entrada dos túbulos dentinários e a descalcificação da dentina peritubular.

Pesquisadores como Meryon et al.<sup>50</sup>, em 1987; Prati et al.<sup>68</sup>, em 1991; White et al.<sup>84</sup>, em 1994; Retief et al.<sup>70</sup>, 1992, também

observaram que quando aplicado o ácido fosfórico a 37% na dentina, a *smear layer* foi removida, houve alargamento dos orifícios dos túbulos, degradação da matriz de colágeno, e desmineralização da dentina peritubular aumentando a permeabilidade dentinária. Meryon et al.<sup>50</sup>, 1987, observaram ainda que a agressão do ácido era maior no estudo *in vitro* que *in vivo*, pois o fluido dentinário agia como tampão, diminuindo o poder de penetração do ácido.

Semelhantes resultados encontraram Brannstrom & Nordenvall<sup>6</sup>, em 1977; Perdigo et al.<sup>67</sup>, em 1996, utilizando o ácido fosfórico por 15 segundos, Brannstrom<sup>4</sup>, em 1984, com 5 segundos, Kanca<sup>43</sup>, em 1991 e Retief et al.<sup>70</sup>, em 1992, por 20 segundos, Cândido<sup>11</sup>, em 1980 por 1 minuto, Perdigo & Swift<sup>64</sup>, em 1994 com ácido fosfórico a 40%; Kurosaki et al.<sup>45</sup>, em 1990, com ácido fosfórico a 40%; Cagidiaco et al.<sup>10</sup> com ácido fosfórico a 36%, em 1997 e Gonçalves<sup>35</sup> a 37,5%, em 1994.

Pashley et al.<sup>61</sup>, em 1993, utilizando o ácido fosfórico a 37% por 30 segundos observaram uma desmineralização da dentina de 5 a 7,5 $\mu$ m. Kurosaki et al.<sup>45</sup>, em 1990, com ácido fosfórico a 40%,

aplicados por 1 minuto, observaram uma desmineralização de 10 $\mu$ m em dentes vivos.

No grupo 6, a observação ao MEV em corte transversal quando foi aplicado o ácido fosfórico a 50% líquido, houve a remoção completa da *smear layer*, desmineralização da dentina peritubular, aumento e alargamento dos túbulos dentinários semelhante a forma de um funil.

Também em corte longitudinal, a *smear layer* e a *smear plug* foram removidas, abrindo e alargando os túbulos dentinários e removendo a dentina peritubular.

Vários pesquisadores observaram mudanças na morfologia dentinária aplicando diferentes tipos de ácidos.

Lee Junior et al.<sup>46</sup>, em 1973, em observação no MEV também observaram que aplicando o ácido fosfórico a 50% por 1, 2 e 5 minutos a dentina ficava irregular pela dissolução da dentina peritubular.

Tojo et al.<sup>78</sup>, em 1975, relataram que a dentina peritubular parece ser mais calcificada que a intertubular e mais

influenciada pelo ácido, ocorrendo assim uma desmineralização maior na dentina peritubular.

Gwinnett<sup>37</sup>, em 1973 e Gwinnett<sup>38</sup>, em 1977 aplicando ácido fosfórico a 50% por 1 minuto, verificaram que ocorre modificação morfológica da dentina deixando-a com a superfície ondulada e com o alargamento dos túbulos pela perda da dentina peritubular.

Blosser<sup>3</sup>, em 1990, comentou que o ácido nítrico a 2,5% desmineraliza a matriz sólida da dentina, deixando-a porosa, e que desmineraliza a dentina peritubular em mais ou menos 14 µm de profundidade, pois a despeito deste ácido ser em torno de 20 vezes mais fraco que o ácido fosfórico a 37%, a profundidade de desmineralização é semelhante, desnaturando as proteínas (colágeno e enzimas dos processos odontoblásticos).

Em nosso trabalho, também pudemos observar que as características morfológicas da desmineralização dentinária quando variamos as concentrações ácidas e viscosidades, foram semelhantes. Porém com o ácido fosfórico a 10%, a desmineralização foi parcial

talves pela sua menor concentração ou pelo tipo de agente espessante utilizado, que não foi fornecido pelo fabricante.

Com a remoção total da *smear layer* pelo condicionamento, além das alterações morfológicas causadas pelo ácido, há o **aumento da permeabilidade dentinária** (Swartz et al.<sup>76</sup>, em 1968; Pashley et al.<sup>58</sup>, em 1981; Pashley et al.<sup>59</sup>, em 1983; Pashley<sup>54</sup>, em 1984; Pashley & Pashley<sup>56</sup>, em 1991; Erickson<sup>28</sup>, em 1992; Fujitani et al.<sup>31</sup>, em 1992; Pashley<sup>55</sup>, em 1992; Pashley et al.<sup>57</sup>, em 1992; Marshall Junior<sup>49</sup>, em 1993; White et al.<sup>84</sup>, em 1994), e **dependendo da concentração dos ácidos pode haver reação pulpar** (Brannstrom & Nyborg<sup>7</sup>, em 1973; Gwinnett<sup>37</sup>, em 1973; Retief et al.<sup>69</sup>, em 1974; Stanley et al.<sup>75</sup>, em 1975; Gwinnett<sup>38</sup>, em 1977; Macko et al.<sup>48</sup>, em 1978; Pashley<sup>54</sup>, em 1984; Meryon et al.<sup>50</sup>, em 1987; Franquin & Brouillet<sup>30</sup>, em 1988; Pashley & Pashley<sup>56</sup>, em 1991; Pashley et al.<sup>57</sup>, em 1992; White et al.<sup>84</sup>, em 1994) **ou invasão de bactérias** (Brannstrom & Johnson<sup>5</sup>, em 1974; Brannstrom & Nordenvall<sup>6</sup>, em 1977; Gwinnett<sup>38</sup>, em 1977; Macko et al.<sup>48</sup>, em 1978; Kanca<sup>42</sup>, em 1990; Pashley & Pashley<sup>56</sup>, em 1991; Retief et al.<sup>70</sup>, em

1992; White et al.<sup>84</sup>, em 1994; Tay et al.<sup>77</sup>, em 1994), **mesmo com a formação da camada híbrida** (Sano et al.<sup>73</sup>, em 1995).

Sano et al.<sup>72</sup>, em 1994 e Sano et al.<sup>73</sup>, em 1995, reportaram que ocorre a nanoinfiltração na base da camada híbrida, pelos hiatos submicromilimétricos na área mais profunda, que deve ser responsável pela infiltração marginal.

1 Sendo assim, numa cavidade profunda, de acordo com Gwinnett<sup>37</sup>, em 1973; Macko et al.<sup>48</sup>, em 1978; Franquin & Brouillet<sup>30</sup>, em 1988; Retief et al.<sup>70</sup>, em 1992; Stanley<sup>74</sup>, em 1993, deveria ser realizado uma proteção pulpar, procurando evitar a contaminação da cavidade (Leinfelder<sup>47</sup>, 1992).

4 Mesmo verificando que o ácido fosfórico em diferentes concentrações não ultrapassou a dentina profunda com 0,3 mm de espessura acima da câmara pulpar, não podemos nos esquecer que ocorreram mudanças morfológicas. Existe uma correlação direta entre a dentina e a polpa, onde uma agressão química do ácido sobre a dentina poderá levar clinicamente, a uma resposta pulpar adversa. O clínico deverá ser criterioso na indicação deste procedimento e na

metodologia a ser empregada para este fim, para que não ocorra problemas pulpares.

## 7 CONCLUSÕES

A metodologia empregada nos permite concluir que:

- a) não houve passagem do ácido fosfórico através da dentina com 0,3 mm de espessura, com as diferentes concentrações estudadas;
- b) o ácido fosfórico 32% sem sílica, 35% com sílica, 37% sem sílica e 50% líquido, aplicado na dentina por 15 segundos, mostraram em MEV, alterações morfológicas semelhantes;
- c) o ácido fosfórico a 10% quando observado em Microscópio Eletrônico de Varredura em uma vista transversal, demonstrou que houve uma abertura parcial dos túbulos dentinários;
- d) houve remoção preferencial da dentina peritubular;
- e) a sílica contida no ácido fosfórico a 35% não foi removida totalmente após a lavagem.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\*

- 1 ALEX, T.G. Advances in adhesive technology, *Curr. Opin. Cosmet. Dent.*, p. 69-74, 1995.
- 2 BERTOLOTI, R.L. Conditioning of the dentin substrate. *Oper. Dent.*, supl. 5, p. 131-6, 1992.
- 3 BLOSSER, R.L. Time dependence of 2.5% nitric solution as an etchant on human dentin and enamel. *Dent. Mater.*, v. 6, p. 83-7, Apr. 1990.
- 4 BRANNSTROM, M. Smear layer: pathological and treatment consideration. *Oper. Dent.*, supl. 3, p. 35-42, 1984.

---

\* Baseado em:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro.  
*Referências Bibliográficas*. NBR 6.023. Rio de Janeiro, 1989, 19p.

- 5 BRANNSTROM, M., JOHNSON, G. Effects of various conditioners and cleaning agents on prepared dentin surfaces: a scanning electron microscopic investigation. *J. Prosthet. Dent.*, v. 31, n. 4, p. 422-30, Apr. 1974.
  
- 6 BRANNSTROM, M., NORDENVALL, K.J. The effect of acid etching on enamel, dentin, and inner surface of the resin restoration: a scanning electron microscopic investigation. *J. Dent. Res.*, v. 56, n. 8, p. 917-23, Aug. 1977.
  
- 7 BRANNSTROM, M., NYBORG, H. Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: growth of bacteria and effect on the pulp. *J. Prosthet. Dent.*, v. 30, n. 3, p. 303-10, Sept. 1973.
  
- 8 BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. Dent. Res.*, v. 34, n. 6, p. 849-53, Dec. 1955.

- 9 BUTLER, W.T. Dentin extracellular matrix and dentinogenesis.  
*Oper. Dent.*, supl. 5, p. 18-23, 1992.
- 10 CAGIDIACO, M.C., FERRARI, M., DAVIDSON, C.L.  
Comparision of in vivo and in vitro demineralized dentin with  
phosphoric and maleic acid., *J. Dent. Child.*,v. 17, n. 1, p. 17-  
21, Jan./Feb. 1997.
- 11 CANDIDO, M.S.M. *Efeito de alguns agentes de lumpeza sobre  
a dentina observado através de microscópio eletrônico de  
varredura*. Bauru, 1980. 203p. Dissertação (Mestrado em  
Odontologia) - Faculdade de Odontologia de Bauru,  
Universidade de São Paulo.
- 12 CHAIN, M.C., LEINFELDER, K.F. O estágio atual dos adesivos  
dentinários. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*, v. 47, n. 6, p. 1173-  
80, nov./dez. 1993.

- 13 CHAN, D.C., JENSEN, M.E. Dentin permeability to phosphoric acid: effect of treatment whit bonding resin. *Dent. Mater.*, v. 2, n. 6, p. 251-6, Dec. 1986.
- 14 COUNCIL ON DENTAL MATERIALS. Instruments and Equipment. *Resin dentin bonding systems. J. Am. Dent. Assoc.*, v. 108, p. 240-1, Feb. 1984.
- 15 COX, C.F. Biocompatibility of dental materials in the absence of bacterial infection. *Oper. Dent.*, v. 12, n. 4, p. 146-52, Autumn 1987.
- 16 COX, C.F. Characterizing the smear layer. *Ned. Tijdschr. Tondheelkd.*, v. 97, n. 3, p. 107-8, Mar. 1990.
- 17 COX, C.F. Effects of adhesive resins and various dental cements on the pulp., *Oper. Dent.*, suppl. 5, p. 165-76, 1992.

- 18 COX, C.F. Biocompatibility of dental materials. Bacterial microleakage: evaluation and treatment. p. 1-7, 1994. (Paper).
- 19 COX, C.F., SUZUKI, S. Pulp response to restorative procedures. *Jpn. Quintessence*, v. 11, n. 8, p. 56-68, Aug. 1992.
- 20 COX, C.F., SUZUKI, S. Biological update of Ca(OH)<sub>2</sub> bases, liners and new adesives sistems. *Dent. Update*, v. 5, n. 4, p. 19-24, Apr. 1994.
- 21 COX, C.F., SUZUKI, S., LEINFELDER, K.F. Esthetic restorative materials: their effect on the dental pulp. p. 1-9, 1993. (Paper).
- 22 COX, C.F., et al. Reparative dentin: factors affecting its deposition. *Quintessence Int.*, v. 23, n. 4, p. 257-70, Apr. 1992.
- 23 CROWELL, W.S. Physical chemistry of dental cements. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 14, p. 1030-48, June 1927.

- 24 DAVIS, E.L. et. al. Adhesion to dentin bonding agents after smear layer treatments. *Am. J. Dent.*, v.5, n. 1, p. 29-32, Feb. 1992.
- 25 DIJKEN, J.W.V. The effect of cavity pretreatment procedures on dentin bonding: a four year clinical evaluation. *J. Prosthet. Dent.*, v. 64, n. 2, p. 148-52, Aug. 1990.
- 26 EICK, J.D., et al. Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of *debris* by use of the electron microprobe. *J. Dent. Res.*, v. 49, n. 6, p. 1359-68, Nov./Dec. 1970.
- 27 ELIADES, G., PALAGHIAS, G., VOUGIOUKLAKIS, G. Effect of acidic conditioners on dentin morphology, molecular composition and collagen conformation *in situ*. *Dent. Mater.*, v. 13, p. 24-33, Jan. 1997.

- 28 ERICKSON, R.L. Surface interactions of dentin adhesive material.  
*Oper. Dent.*, supl. 5, p. 81-94, 1992.
- 29 ERIKSEN, H.M. Protection against harmful effects of a restorative procedure using a acidic cavity cleanser. *J. Dent. Res.*, v. 55, n. 2, p. 281-4, Mar./Apr. 1976.
- 30 FRANQUIN, J.C., BROUILLET, J.L. Biocompatibility of a enamel and dentin adhesive under different conditions of application. *Quintessence Int.*, v. 19, n. 11, p. 813-26, 1988.
- 31 FUJITANI, M., INOKOSHI, S., HOSODA, H. Effect of acid etching on the dental pulp in adhesive composite restorations. *Int. Dent. J.*, v. 42, n. 1, p. 3-11, Feb. 1992.
- 32 FUSAYAMA, T. Total etch technique and cavity isolation. *J. Esthet. Dent.*, v. 4, n.4, p. 105-9, July/Aug. 1992.

- 33 GILPATRICK, R. O. et al. Pulpal response to dentin etched with 10% phosphoric acid in dentin. *Am. J. Dent.*, v. 9, n. 3, p.125-9, June 1996.
- 34 GOLDBERG, M., LASFARGUES, J.J. Pulpo-dentinal complex revisited. *J. Dent.*, v. 23, n. 1, p. 15-20, Feb. 1995.
- 35 GONÇALVES, S.E.P. *Adesivos multi uso - avaliação da resistência adesiva à dentina frente a teste de cisalhamento, estereomicroscopia e microscópio eletrônico de varredura.* São José dos Campos, 1994. 149p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista.
- 36 GUBA, C.J., COCHRAN, M.A., SWARTZ, M.L. The effects of etching time and etching solution viscosity on bond strength and enamel morphology. *Oper. Dent.*, v. 19, p. 146-53, 1994.

- 37 GWINNETT, A.J. Structural changes in enamel and dentin of fractured anterior teeth after acid conditioning *in vitro*. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 86, n. 1, p. 117-22, Jan. 1973.
- 38 GWINNETT, A.J. The morfologic relationship between dental resins and etched dentin. *J. Dent. Res.*, v. 56, n. 10, p. 1155-60, Oct. 1977.
- 39 GWINNETT, A. J. Altered tissue contribution to interfacial bond strenght with acid conditioned dentin. *Am. J. Dent.*, v. 7, n. 5, p. 243-6, Oct. 1994.
- 40 GWINNETT, A.J. Bonding basics: what every clinician should know. *Dent. Update*; v. 5, n. 2, p. 35-41, 1994.
- 41 JENNINGS, R.E., RANLY, D.M. Autoradiographic studies of <sup>32</sup>P penetration into enamel and dentin during acid etching. *J. Dent. Child.*, p. 69-71, Jan./Feb. 1972.

- 42 KANCA, J. An alternative hypothesis to the cause of pulpal inflammation in teeth treated with phosphoric acid on the dentin. *Quintessence Int.*, v. 21, n. 2, p. 83-6, Feb. 1990.
- 43 KANCA, J. A method for bonding to tooth structure using phosphoric acid as a dentin - enamel conditioner. *Quintessence Int.*, v. 22, n. 4, p. 285-90, Apr. 1991.
- 44 KANCA, J. Etchant composition and bond strength to dentin. *Am. J. Dent.*, v. 6, n. 6, p. 287-90, Dec. 1993.
- 45 KUROSAKI, N. et al. The effect of etching on the dentin of the clinical cavity floor. *Quintessence Int.*, v. 21, n. 2, p. 87-92, Feb. 1990.
- 46 LEE JUNIOR, H.L. et al. Effects of acid etchants on dentin. *J. Dent. Res.*, v. 52, n. 6, p. 1229-33, Nov./Dec. 1973.

- 47 LEINFELDER, K.F. Acid etching of dentin: to early to recommend. *Quintessence Int.*, v. 23, n. 4, p. 229, Apr. 1992.  
(Editorial).
- 48 MACKO, D.I., RUTBERG, M., LANGELAND, K. Pulpal response to the application of phosphoric acid to dentin. *Oral Surg.*, v. 45, n. 6, p. 930-45, June, 1978.
- 49 MARSHALL JUNIOR, G.W. Dentin: microstructure and characterization. *Quintessence Int.*, v. 24, n. 9, p. 606-6, Sept. 1993.
- 50 MERYON, S.D., TOBIAS, R.S., JAKEMAN, K.J. Smear removal agents: a quantitative study *in vivo* and *in vitro*. *J. Prosthet. Dent.*, v. 57, n. 2, p. 174-9, Feb. 1987.
- 51 MERYON, S.D., TOBIAS, R.S., JOHNSON, S.G. Penetration of dentin by different conditioners *in vitro*: a quantitative study. *Endod. Dent. Traumatol.*, v. 4, n. 3, p. 118-21, 1988.

- 52 NAKABAYASHI, N., NAKAMURA, M., YASUDA, N. Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. *J. Esthet. Dent.*, v. 3, n. 4, p. 133-8, July/Aug. 1991.
- 53 OKAMOTO, Y., et al. Effects of phosphoric acid and tannic acid on dentin collagen. *J. Oral Rehabil.*, v. 18, n. 6, p. 507-12, Nov. 1991.
- 54 PASHLEY, D.H. Smear layer: physiological considerations. *Oper. Dent.*, suppl. 3, p. 13-29, 1984.
- 55 PASHLEY, D.H. The effects of acid etching on the pulpodentin complex. *Oper. Dent.*, v. 17, n. 6, p. 229-42, Nov./Dec. 1992.
- 56 PASHLEY, D.H., PASHLEY, E.L. Dentin permeability and restorative dentistry: a status report for the American Journal of Dentistry. *Am. J. Dent.*, v. 4, n. 1, p. 5-9, Feb. 1991.

57 PASHLEY, D.H., HORNER, J.A., BREWER, P.D. Interactions of conditioners on the dentin surface. *Oper. Dent.*, supl. 5, p. 137-50, 1992.

58 PASHLEY, D.H., MICHELICH, V., KEHL, T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J. Prosthet. Dent.*, v. 46, n. 5, p. 531-7, Nov. 1981.

59 PASHLEY, D.H. et al. The effects of acid etching on the *in vivo* permeability of dentine in the dog. *Arch. Oral. Biol.*, v. 28, n. 7, p. 555-9, 1983.

60 PASHLEY, D.H., et al. Scanning electron microscopy of the substructure of smear layers in human dentin. *Arch. Oral. Biol.*, v. 33, n. 4, p. 265-70, 1988.

61 PASHLEY, D.H. et al. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int.*, v. 24, n. 9, p. 618-31, Sept. 1993.

- 62 PASHLEY, E.L. et al. Dentin permeability and bond strenghts after various surface treatments. *Dent. Mater.*, v. 2, p. 375-8, Nov. 1989.
- 63 PAUL, S.J., SCHARER, P. Primarily research. *J. Esthet. Dent.*, p. 5-9, Jan./ Feb. 1993.
- 64 PERDIGAO, J., SWIFT JUNIOR, E.J. Adhesion of a total-etch phosphate ester bonding agent. *Am. J. Dent.*, v. 7, n. 3, p.149-52, June, 1994.
- 65 PERDIGAO, J., SWIFT JUNIOR, E.J. Analysis of dental adhesive systems using scanning electron microscopy. *Int. Dent. J.*, v. 44, n. 4, p. 349-59, Aug. 1994.
- 66 PERDIGAO, J., DENEHY, G.E., SWIFT JUNIOR, E.J. Silica contamination of etched dentin and enamel surfaces: a scanning electron microscopic and bond strength study. *Quintessence Int.*, v. 25, n. 5, p. 327-33, Mar. 1994.

- 67 PERDIGAO, J. et al. Morphological field emission - SEM study of the effect of six phosphoric acid etching agents on human dentin. *Dent. Mater.*, v.12, p. 262-71, July, 1996.
- 68 PRATI, C. et al. Scanning electron microscopy and dentinal permeability analysis of smear layer. *Boll. Soc. Ital. Biol. Sper.*, v. 67, n. 5, p. 481-5, May, 1991.
- 69 RETIEF, D.H., AUSTIN, J.C., FATTI, L.P.. Pulpal response to phosphoric acid. *J. Oral Pathol.*, v. 3, p. 114-22, 1974.
- 70 RETIEF, D.H., et al. Phosphoric acid as a dentin etchant. *Am. J. Dent.*, v. 5, n. 1, p. 24-8, Feb. 1992.
- 71 RUSE N.D., SMITH, D.C. Adhesion to bovine dentin - surface characterization. *J. Dent. Res.*, v. 70, n. 6, p. 1002-8, June, 1991.

72 SANO, H. et. al. Microporous dentin zone beneath resin impregnated layer. *Oper. Dent.*, v. 19, n. 4, p. 59-64, 1994.

73 SANO, H. et. al. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper. Dent.*, v. 20, n. 1, p. 18-25, Jan./Feb. 1995.

74 STANLEY, H.R. Pulpal responses to conditioning and bonding agents. *J. Esthet. Dent.*, v. 5, n. 5, p. 208-14, 1993.

75 STANLEY, H.R., GOING, R.E., CHAUNCEY, H.H. Human pulp response to acid pretreatment of dentin and to composite restoration. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 91, p. 817-25, Oct. 1975.

76 SWARTZ, M.L. et al. *In vivo* studies on the penetration of dentin by constituents of silicate cements. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 76, p. 573-8, Mar. 1968.

77 TAY, F.R., et al. Structural evidence of a sealed tissue interface with a total-etch wet-bonding technique *in vivo*. *J. Dent. Res.*, v. 73, n. 3, p. 629-36, Mar. 1994.

78 TOJO, J. et al. Scanning and transmission electron microscopic studies of the etched dentin surface. *NihonUn. Sch. Dent.*, v. 17, n. 4, p.95-101, 1975.

79 UNO, S., FINGER, W.J. Phosphoric acid as a conditioning agent in the gluma bonding system. *Am. J. Dent.*, v. 8, n. 5, p. 236-41, Oct. 1995.

80 UNO, S., FINGER, W.J. Effects of acidic conditioners on dentine demineralization and dimension of hybrid layers. *J. Dent.*, v. 24, n. 3, p. 211-6, 1996.

- 81 VAN MEERBEEK, B. et al. Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin dentin interdiffusion zone. *J. Dent. Res.*, v. 72, n. 2, p. 495-501, Feb. 1993.
- 82 WAKABAYASHI, Y. et al. Effect of dissolution of collagen on adhesion to dentin. *Int. J. Prosthodont.*, v. 7, n. 4, p. 302-6, 1994.
- 83 WANG, J.D., HUME, W.R. Diffusion of hydrogen ion and hydroxyl ion from various sources through dentin. *Int. Endod. J.*, v. 21, p. 17-26, 1988.
- 84 WHITE, K.C. et al. Pulp response to adhesive resin systems applied to acid-etched vital dentin: damp versus dry *primer* application. *Quintessence Int.*, v. 25, n. 4, p. 259-68, Apr. 1994.

BADINI, S.R.G. *Estudo da passagem de diferentes concentrações de ácido fosfórico através da dentina e observação da morfologia dentinária pelo microscópio eletrônico de varredura*. São José dos Campos, 1997, 187p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

1

## RESUMO

A finalidade deste trabalho foi verificar a passagem do ácido fosfórico em diferentes concentrações em dentina profunda, situado a 0,3mm da câmara pulpar, e observar as alterações morfológicas da dentina pelo MEV. Setenta e dois corpos de prova, molares e pré-molares humanos hígidos, foram utilizados para este trabalho onde foi exposta a dentina oclusal. Através da máquina especialmente elaborada para o corte dos dentes, foi cortada a dentina deixando-a com espessura de 0,3 mm acima do corno pulpar. Os dentes foram aleatoriamente divididos em seis grupos de dez dentes cada: grupo 1 - controle ( sem tratamento ácido ); grupo 2 - ácido fosfórico a 10% sem sílica; grupo 3 - ácido fosfórico a 32% sem sílica; grupo 4 - ácido fosfórico a 35% com sílica; grupo 5 - ácido fosfórico a 37% sem sílica e grupo 6 - ácido fosfórico a 50% líquido. Foi alojado na câmara pulpar dos corpos de prova, um papel de tornassol que atapetasse toda

esta câmara, a fim de que quando aplicado o ácido fosfórico nas suas diferentes concentrações, pudéssemos avaliar a passagem mesmo. Cada concentração do ácido foi aplicada por quinze segundos e lavadas com *spray* água/ar. Observamos que: a) não houve a passagem do ácido fosfórico através da dentina com as diferentes concentrações estudadas; b) o ácido fosfórico a 10% sem sílica em corte transversal, demonstrou abertura parcial dos túbulos dentinários; c) o ácido fosfórico a 32% sem sílica, 35% com sílica, 37% sem sílica e 50% líquido demonstraram alterações morfológicas semelhantes; d) houve remoção preferencial da dentina peritubular; e) a sílica contida no ácido fosfórico a 35% não foi totalmente removida após abundantes lavagens.

Palavras chave: Ácido fosfórico; dentina; condicionamento total.

BADINI, S. R. G. *Study of phosphoric acid penetration through dentin with different acid concentrations and S.E.M. observations of dentin morphological structure.* São José dos Campos, 1997, 187p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

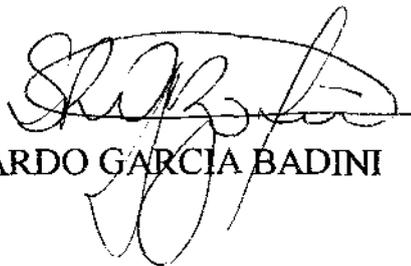
#### **ABSTRACT**

*The purpose of this study was to verify acid penetration of phosphoric acid at variable concentrations, into deep dentin, located at 0,3 mm from the pulp chamber, and also observe dentin morphological changes with S.E.M. Occlusal dentin of human sound molars and premolars was exposed totaling 72 specimens. A special designed device was used to section teeth, obtaining 0.3 mm of remaining dentin over pulp horns. Teeth were randomly assigned to six groups with ten teeth each: group 1 - Control (no acid conditioning); group 2 - 10 % phosphoric acid; group 3 - 32 % phosphoric acid; group 4 - 35 % phosphoric acid with silica; group 5 - 37 % phosphoric acid; group 6 - 50 % phosphoric acid solution. A pH indicating paper was placed on pulp chamber walls in order to verify acid penetration of acid etchants. Each etchant was applied for 15 seconds, spray rinsed and air dried. Conclusions: a) no acid penetration occurred through dentin; b) dentin tubules were partially open in crosscut 10 %*

*phosphoric acid specimens; c) similar morphological changes were found for 50 % solution, 37 %, 35 % and 32 % phosphoric acid groups; d) most structural removal occurred at peritubular dentin; e) silica from 35% acid gel was not completely removed from dentin surface after thorough rinsing.*

*Key words: Phosphoric acid; dentin; total etching.*

Autorizo a reprodução deste trabalho  
São José dos Campos, 25 de novembro de 1997

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters that appear to read 'Sérgio Ricardo Garcia Badini'. The signature is written over a horizontal line.

SÉRGIO RICARDO GARCIA BADINI