

**Trabalho de Conclusão de Curso**

**Princípios da Adesão Dental**

**Eduardo Boni Colle**



**Universidade Federal de Santa Catarina**

**Curso de Graduação em Odontologia**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Eduardo Boni Colle

**Princípios da Adesão Dental**

Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a conclusão do Curso de Graduação em Odontologia.

**Orientadora: Profa. Dra. Sheila Cristina Stolf Cupani**

Florianópolis

2017

Eduardo Boni Colle

## **Princípios da Adesão Dental**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Cirurgião-Dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 18 de maio de 2017.

### **Banca examinadora:**

---

Profa. Dra. Sheila Cristina Stolf Cupani  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Sylvio Monteiro Junior  
Membro  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Shizuma Shibata  
Membro  
Universidade Federal de Santa Catarina

## **Agradecimentos**

Primeiramente agradeço a minha orientadora Sheila Stolf por ter conduzido esse trabalho com paciência e dedicação, pela insistência em me fazer ver o valor de um bom trabalho e me incentivar a procurar a melhor forma de realiza-lo.

Ao Professor Sylvio Monteiro Junior, que me faz ver a nossa profissão de cirurgião dentista com leveza, fazendo muito além do que é de sua competência como professor fazer, com um sorriso fácil e um verdadeiro espírito amigo que levarei sempre em minha lembrança com muito carinho.

Aos meus pais Itamar José Colle e Marinês Boni Colle, por serem meu porto seguro, meu orgulho e exemplo, e principalmente a minha inspiração a ser a cada dia alguém melhor.

À minha irmã Ana Flávia Boni Colle por ser essa pessoa extraordinária, minha parceira e amiga que está sempre ao meu lado.

To my dear Maxine Grell for standing by my side during the hard steps of this work and always trying to show me the profits and the knowledge received by the efforts.

Às minhas duas queridas duplas, João Paulo Lemos e Elora Casett, que entraram na minha vida no início da universidade como colegas e que saíram dela como verdadeiros amigos.

A todos meus amigos e colegas que estiveram comigo durante esse longo caminho da graduação e que contribuíram para que as saudades já sejam grandes antes mesmo do término.

Agradeço imensamente a Deus, por zelar e me guiar, fazendo com que tudo isso fosse possível, e que todos acima cruzassem sua caminhada com a minha.

“It’s a long way to the top if you want to Rock ‘n’ Roll”

Angus Young 1975

## Resumo

O uso de sistemas adesivos já acontece rotineiramente na prática da Odontologia restauradora afim de promover a adesão entre as resinas compostas e os tecidos mineralizados do dente. Com o avanço da tecnologia e o desenvolvimento do campo de pesquisas estes sistemas vêm evoluindo para que haja uma maior eficácia, durabilidade e praticidade. Dessa forma, torna-se fundamental conhecer as diferenças entre a adesão e a coesão, as definições de energia livre de superfície, tensão superficial, molhamento e ângulo de contato e a sua correlação com o esmalte e com a dentina. Portanto, o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão de literatura sobre os princípios de adesão dental. Para tal foram pesquisados artigos científicos por meio dos seguintes sites de busca: MEDLINE/Pubmed, Scielo, Periódicos Capes e Bireme, além da revisão de livros científicos relacionados a área da Odontologia Adesiva. A pesquisa foi limitada entre os anos de 1993 e 2015. Concluiu-se que para o estabelecimento de interações adesivas bem-sucedidas entre os substratos dentais, sistemas adesivos e materiais restauradores torna-se fundamental conhecer e aplicar os princípios da adesão que estão envolvidos no processo.

Palavras-chave: Adesivos Dentinários; Dentina; Esmalte Dentário.

## **Abstract**

The usage of bonding systems is already the routine in the practical of the restorative dentistry aiming the bonding between composites and mineralized tissues of the tooth. With the advance of technology and the research field development these systems are evolving resulting in more efficiency, durability and practicality. Therefore, becomes fundamental to know the differences between adhesion and cohesion, the definitions of free surface energy, surface tension, wetting capacity and contact angle and their correlation with the enamel and dentin. Hence, the objective of this work consists, by means of a literature review, to search informational data about the principles of the dental adhesion. For that, articles were researched by the following platforms: MEDLINE/Pubmed, Scielo, Capes Periodics and Bireme, besides the review of scientific books related to the Adhesive Dentistry field. The research was limited between the years 1993 and 2015. It was concluded that for the establishment of successful adhesive interactions between the dental substrates becomes fundamental to know and apply the principles of adhesion that are involved in the process.

Key-words: Dentin-Bonding Agents; Dentin; Dental Enamel.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	6
<b>2. OBJETIVO</b> .....	8
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	9
<b>4. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	10
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	28
5.1 Princípios da adesão dental.....	28
5.2 Estrutura do esmalte.....	30
5.3 Estrutura da dentina.....	31
5.4 Condicionamento ácido do esmalte e da dentina.....	33
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	37
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	38



## 1. Introdução

O desenvolvimento da Odontologia culminou com o surgimento de novos materiais e técnicas restauradoras. Devido à exigência por padrões cada vez mais estéticos, os sistemas adesivos tornaram-se fundamentais para promover a adesão entre a resina composta e as estruturas dentais. Os preparos cavitários conservadores, e principalmente a cor semelhante aos elementos dentais naturais a qual proporciona mais estética, são os principais motivos que levaram as restaurações com sistemas adesivos a atingirem popularidade (BARATIERI et al., 2010).

Embora alguns autores considerem a adesão ao esmalte uma técnica confiável, a adesão à dentina ainda representa um desafio maior. A adesão em dentina se dá principalmente pelo fato de que a esta, intacta e mineralizada, não permite uma maior difusão dos monômeros resinosos que impregnam o tecido e conferem a ela uma maior capacidade de aderência. A superfície dentinária também é usualmente coberta por uma lama que se adere fracamente a dentina intacta e subjacente. Sendo assim, a dentina precisa ser modificada estruturalmente para permitir uma maior aderência. Apesar das diferenças existentes na adesão com a dentina, a crescente procura por restaurações estéticas tem gerado exaustivas pesquisas sobre os novos materiais restauradores estéticos (PERDIGÃO et al., 2000).

Em 1955, Buonocore criou uma nova perspectiva na odontologia adesiva, introduzindo o conceito de que é possível mudar a estrutura dentária com a aplicação de ácidos na sua superfície e assim deixá-la mais favorável à adesão de materiais restauradores adesivos (BUONOCORE, 1955). Com isto, surgiu no mercado uma grande quantidade de adesivos, que estão classificados, principalmente sob dois aspectos, que são: número de passos clínicos necessário para sua aplicação – sistemas de condicionamento ácido de 2 a 3 passos ou sistemas autocondicionantes de 1 a 2 passos e, pela geração a qual pertencem (1ª a 7ª geração) (BARATIERI et al., 2010).

Os sistemas adesivos de condicionamento ácido total, com 2 ou 3 passos são considerados o melhor método para alcançar uma união eficiente e estável para o esmalte, uma vez que são mais eficazes com relação à durabilidade e a infiltração marginal. Estes sistemas costumam se apresentar em grandes

quantidades de frascos e cores e necessitam ser lavados após a sua utilização. Na tentativa de minimizar estas desvantagens foram desenvolvidos os sistemas adesivos autocondicionantes, nos quais o primer e o adesivo estão juntos, sem a necessidade de condicionamento ácido prévio. A ideia é simplificar a técnica adesiva com o uso de um primer autocondicionante, que se baseia no uso de monômeros polimerizáveis ácidos, sem a necessidade de remoção pela lavagem (PERDIGÃO e LOPES, 1999). Estes sistemas estão apresentados em 1 ou 2 passos podendo viabilizar maior praticidade ao Cirurgião-Dentista. Uma das últimas tendências é a presença dos adesivos universais, também denominados “adesivos multimodo”. Seu uso pode envolver desde a aplicação convencional precedida por ácido fosfórico, passando pela aplicação no modo autocondicionante, aplicação substituindo o silano em cerâmicas vítreas ou pinos de fibra de vidro, ou ainda substituindo primers para cerâmicas policristalinas. Portanto, os adesivos simplificados permitem a aplicação segura e eficaz em múltiplos procedimentos adesivos não restritos ao esmalte e a dentina (TAY et al., 2013).

Dessa forma, para compreender melhor as interações adesivas mediadas pelos sistemas adesivos, os quais atuam como agentes intermediários entre os substratos dentais e os materiais restauradores, torna-se fundamental conhecer os conceitos básicos, entre os quais estão as diferenças entre a adesão e a coesão, a definição de energia livre de superfície, tensão superficial, molhamento e ângulo de contato e a sua correlação com o esmalte e com a dentina.

Diante disso, o objetivo deste estudo é realizar uma revisão de literatura sobre os princípios da adesão dental.

## **2. Objetivo**

O objetivo deste estudo é realizar uma revisão de literatura sobre os princípios da adesão dental.

### **3. Metodologia**

Para a realização desta revisão de literatura foram pesquisados artigos científicos por meio dos seguintes sites de busca: MEDLINE / Pubmed, Scielo, Periódicos Capes e Bireme. Além da revisão de livros científicos relacionados a área da Odontologia Adesiva. Enquanto as palavras-chave utilizadas foram: adesão; sistemas adesivos; adesão a dentina; adesão ao esmalte; princípios da adesão dental. A pesquisa foi limitada aos artigos e livros científicos compreendidos entre os anos de 1993 e 2015.

#### 4. Revisão da literatura

Xie e Powers (1993) realizaram uma pesquisa in vitro sobre a força de adesão de esmalte e dentina humana tratada com cinco contaminantes medidos com ar, água, condições de humidade como controle. Dois marcas de adesivos (baixa viscosidade contendo solvente, AB e alta viscosidade contendo monômero hidrofílico SB) e suas respectivas resinas foram aplicadas as estruturas do dente em duas condições, contaminadas e condicionadas. Os espécimes foram descolados após 24 horas em tensão. Como resultado a adesão mais forte apresentou-se com condições de humidade com adesivo AB (24 MPa) e condições de humidade ou ar para SB (22 MPa) com pequena diferença entre esmalte e dentina. Recondicionamento sem preparação mecânica apresentou resultados semelhantes ao grupo controle. Como conclusão o autor diz que a força de adesão em estruturas dentais pode ser menos sensível a contaminantes comuns que tipicamente assumido.

Silveira et al. (1999) realizou um estudo para avaliar a microinfiltração marginal de restaurações realizadas com Vitremer (VIT) associado ao adesivo Scotchbond Multi-Use Plus -SBMUP. Para o estudo foram utilizados vinte e quatro dentes molares humanos, onde foram preparadas 02 cavidades de classe V padronizadas todas com margens em cimento e em esmalte. Os dentes foram divididos em 03 (oito dentes cada) e restaurados de acordo com os seguintes grupos: 01 -VIT (recomendações do fabricante); 02- VIT (ácido total prévio); 03 - VIT (substituição do Primer do VIT, pelo sistema adesivo SBMUP). Os dentes foram armazenados por sete dias e posteriormente termociclados (500 ciclos, 5°C-55°C, 30 s em cada banho) e inseridos em azul de metileno a 5 %. Após 24 h, foram lavados e desgastados no sentido vestibulo-lingual. Cada restauração foi avaliada por dois examinadores que atribuíram valores de 0 a 3, através de uma lupa microscópica, tanto na parede gengival como na oclusal. Os escores foram compilados e submetidos à análise estatística (teste de Tukey,  $\alpha=1\%$ ). Os autores concluíram que a indicação de se associar o VIT com o SBMUP não deve ser realizada, principalmente em margens onde o esmalte estiver ausente.

Nagen (2000) realizou uma revisão de literatura com intuito de revisar a ação dos ácidos sobre o esmalte dentário, a necessidade ou não de profilaxia previamente à aplicação ácida e o tempo condicionador necessário para que se promova uma boa interação do material resinoso com a interface dentária. O autor concluiu que o condicionamento ácido da superfície de esmalte deve ser feito com ácidos fortes que é o caso do ácido fosfórico, o qual na concentração de 30 a 60%, em forma de gel é o agente preferido para se aplicar no esmalte. O mesmo ressalta que o condicionamento ácido é o maior agente responsável por aumentar a retenção da resina e a microinfiltração da mesma na interface do dente e que a profilaxia deve ser sempre realizada precedendo a restauração.

Castro (2000) realizou uma pesquisa com o objetivo de avaliar pelo microscópio eletrônico de varredura o efeito do ácido bórico à 2% como condicionador da superfície dentinária de dentes humanos sobre diferentes tempos de ação. Para a pesquisa, discos de dentina de 1-1,2 mm de espessura foram obtidos de três molares humanos não erupcionados e recentemente extraídos e estocados em cloramina a 0,05%. Os discos foram desgastados com lixa 600 CC por 15 segundos para se obter uma superfície de "smear layer" suave e regular. Metade da superfície oclusal de cada disco dentinário foi tratado com os agentes experimentais líquido e gel, por tempos de condicionamento 15,30 e 60 segundos. Um total de 50 espécimes foram usados, 5 para cada uma das condições estudadas. Os discos foram então fixados com solução de glutaraldeído a 2,50/0, 0,1 M Cacodilato de Sódio pH 7,4 desidratado em grau ascendente com etanol e tratado com HMDS por 10 minutos. Os espécimes foram imediatamente cobertos com ouro para ser realizada a microscopia eletrônica de varredura. Como conclusão o autor descreve que o ácido bórico a 2% pode ser uma alternativa ao ácido fosfórico mas que mais estudos devem ser realizados.

Novais (2000) realizou um estudo *in vitro* com o objetivo de analisar a morfologia do esmalte dental após a utilização de clareamento caseiro com peróxido de carbamida 10 %. Foram selecionados 22 pré-molares extraídos e analisados em microscopia de luz polarizada. Os dentes foram divididos em 2 grupos e reservou-se 2 para controle. O primeiro grupo foi submetido a 2

semanas de exposição ao agente clareador, sendo 21 períodos de 12 h, intercalados por 12 h de imersão em soro fisiológico. O segundo grupo foi exposto a 42 períodos de 12 h, durante 6 semanas. Os resultados mostraram que o segundo grupo (seis semanas) teve o esmalte alterado quando examinado à luz polarizada, exibindo aspectos atípicos e sugestivos de alterações estruturais enquanto o primeiro grupo continuou com aspecto semelhante ao controle.

Carvalho (2002) realizou um estudo com o objetivo de desenvolver uma linha de raciocínio que emprega a teoria dos parâmetros de solubilidade, para descrever e analisar as interações moleculares que ocorrem durante um procedimento adesivo à dentina, visto que o conceito de condicionamento ácido do esmalte é considerado simples e de alta confiabilidade. O completo entendimento das interações moleculares entre as soluções empregadas em um procedimento adesivo e a matriz de dentina desmineralizada é fundamental para nortear a busca por alternativas que minimizem as limitações dos materiais e que resultem em maior durabilidade de nossas restaurações.

Garcia (2002) realizou um artigo informativo com o intuito de comentar e analisar as diversas modalidades científicas de avaliação da interface adesiva entre dente e restauração. A autora ressaltou que embora os testes laboratoriais não reproduzam fielmente as condições que ocorrem clinicamente, eles representam um importante parâmetro para análise. Como conclusão, foi apresentado que os métodos de avaliação da resistência adesiva selecionados quer seja de tração, cisalhamento, microtração, entre outros, são apenas um dos elementos que determinam os resultados observados e que o melhor método é aquele que atende aos requisitos dos objetivos do trabalho e, principalmente, das hipóteses levantadas.

Junior Rosa et al. (2003) realizou uma pesquisa in vitro para verificar a resistência de união dos adesivos Single Bond (3M ESPE), Excite (VivaDent), Prompt-LPOP (3 MESPE) e Optibond SoloPlus (Kerr) à dentina, por ensaio de tração. Para o trabalho, 30 terceiros molares humanos foram selecionados e extraídos por indicação terapêutica tiveram as raízes removidas na junção

cimento-esmalte, sendo as coroas seccionadas no sentido mesiodistal. As porções dentárias foram incluídas em resinas acrílicas e a superfície foi desgastada para expor a dentina, seguindo-se de acabamento com lixas de carbetto de silício de granulação 400 e 600. Os sistemas adesivos foram aplicados sobre a dentina de acordo com as recomendações dos fabricantes, seguindo-se a construção de um cone de resina composta Z250 (3M ESPE). Para cada sistema adesivo, confeccionaram-se 15 corpos-de-prova os quais foram armazenados em água a 37 graus por 24 H, e após, submetidos ao teste de tração em máquina de ensaio universal EMIC DL-2000 com velocidade de 0,5 mm/minutos. Os resultados apresentaram que o sistema adesivo Optibond Solo Plus (23,71 MPa) foi o que apresentou maior valor médio; O Single Bond (17,16 MPa), o Excite (18,19 MPa) e o Prompt L-Pop (17,56 MPa) tiveram resultados estatisticamente semelhantes entre si.

Tay e Pashley (2003) afirmaram que as novas gerações de adesivos odontológicos se apresentam mais hidrofílicas do que as das primeiras gerações que eram relativamente hidrofóbicas. Isso ocorreu devido a adição de HEMA (2-hidroxetilmetacrilato) à sua composição e permitiu que haja uma maior capacidade de molhamento e de atravessar o smear layer presente na superfície da dentina condicionada. Embora essa característica hidrofílica dos adesivos ter permitido uma maior velocidade e tolerância ao erro no processo de adesão, esta também pode levar a potenciais problemas. Após a descoberta de que primer com água ou HEMA poderia duplicar a força de adesão entre dentina e resina foi introduzida a técnica de “adesão molhada” com adesivos total-etch, mas a pergunta de quão molhada a dentina deveria estar não foi respondida devidamente. A dificuldade de um molhamento uniforme em toda a cavidade que se deseja restaurar faz com que hajam áreas de maior e menor adesividade. Um problema relacionado a uma restauração que não apresente uma maior adesividade em boa parte da sua área é a sensibilidade pós-operatória ocasionada pela condução hidráulica dentro dos túbulos dentinários. Essa sensibilidade pode ser evitada como o uso de resina modificada com ionômero de vidro como um substituto da dentina. Outra forma de diminuir a sensibilidade a técnica de adesão molhada é o uso de adesivos self-etching primer que são cobertos com um adesivo mais hidrofílico que é capaz de selar a dentina



hidratada subjacente. Porém, estes apenas se apresentam em adesivos de dois passos e podem não ser tão eficientes em esmalte. Resinas quimicamente polimerizadas e adesivos contendo monômero resinosos foram descritos incompatíveis pela capacidade desse monômero desativar as aminas necessárias para a polimerização. Recentemente foi descoberto que grande parte dessa incompatibilidade provém da permeabilidade do adesivo e também da capacidade deste em atrair água da dentina subjacente. A simplificação dos passos dos adesivos contemporâneos não aperfeiçoou a qualidade ou a durabilidade da adesão de resina à dentina. O aumento da permeabilidade dos adesivos pode contribuir para a degradação da força de adesão. Uma solução pode ser cobrir os adesivos hidrofílicos com uma camada de adesivo hidrofóbico ou uma fina camada de resina *flow* o que pode permitir da adesão sem sacrificar a força e qualidade.

Susin (2003) realizou uma avaliação comparando a espessura da camada híbrida proporcionada por diferentes sistemas adesivos atuais sobre a influência de diferentes condições do substrato dentinário (úmido, desidratado e reumidificado). Para isso, foram utilizados 180 terceiros molares humanos, hígidos, seccionados na altura do 1/3 médio da coroa dental e as técnicas adesivas foram aplicadas nos respectivos substratos de acordo com as orientações dos fabricantes e duas camadas, de 1mm cada, de resina composta foram aplicadas sobre a área adesivada e cada fragmento analisado foi em microscópio eletrônico de varredura. Como resultado foi analisado que a espessura da camada híbrida obtida mostrou que os sistemas adesivos total-etch tiveram comportamentos semelhantes em função dos substratos, sendo que em dentina úmida a espessura da camada híbrida encontrada foi maior do que em dentina desidratada e reumidificada, porém os sistemas adesivos self-etch apresentaram diferentes performances, quando comparados aos primeiros, apresentando melhores resultados em dentina reumidificada. O autor conclui que entende-se que as condições de substrato dentinário e os sistemas adesivos apresentaram interação e isso determina que as técnicas adesivas realizadas em dentina previnam o colapso das fibras colágenas, que ocorre pela utilização de ar comprimido como meio de secagem da mesma.

Oliveira e Rodrigues (2004) avaliaram a adesividade em esmalte de sistemas adesivos convencionais e autocondicionantes. Visto que até o início da década de 1990 os adesivos utilizados na odontologia necessitavam de condicionamento prévio para obter adesão e a partir deles surgiram os adesivos autocondicionantes com a proposta de eliminar esse passo prévio. Com o intuito de testar a capacidade adesiva desses adesivos os pesquisadores realizaram este trabalho, no qual foram utilizados 3 grupos de 20 incisivos bovinos com superfície de esmalte planificada através de ponta diamantada. Os 3 grupos foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável num anel de PVC com 25 mm de diâmetro por 10 mm de altura. Os grupos foram tratados de maneira diferente de acordo com o fabricante de cada sistema adesivo testado. Na superfície de cada corpo-de-prova foi fixado um cilindro de resina composta de 5 mm de diâmetro e 10 mm de altura e esses foram submetidos à ensaio de cisalhamento numa máquina universal de testes. Os resultados obtidos demonstraram diferenças significativas entre si quando  $p < 0,0001$ : para grupo 1 (CSE-B), 15,77 MPa; para grupo 2 (SBMP), 13,06; para grupo 3 (EeP 3.0) 4,51 Mpa. Mostrou que a adesão do EeP é deficiente mas o CSE-B opostamente se mostrou superior em relação ao SBMP.

Ianni et al. (2004) avaliou a adesão dos materiais utilizados na colagem de braquetes ortodônticos. No seu trabalho in vitro, a força de adesão de diversos materiais de colagem disponíveis atualmente, foi testada por meios de ensaios mecânicos de cisalhamento, conforme norma ISSO/TR11405. Como resultado, Ianni obteve uma maior força de adesão quando utilizado o adesivo hidrofílico Ortho Solo, embora os outros adesivos também se mostraram competentes.

Anido (2005) realizou uma pesquisa onde comparou a profundidade de desmineralização da dentina humana e bovina com ácido fosfórico 37% e com primer ácido e quanto à espessura da hibridização empregando-se um sistema adesivo autocondicionante C/earfil SE Bond-Kuraray (C5) e convencional Adper Single Bond -3M ESPE (5B), seguindo instruções dos fabricantes. Para a pesquisa foram utilizados 15 incisivos humanos e 15 bovinos extraídos e congelados. Fatias de dentina foram obtidas da porção vestibular de 10 dentes para que a análise da desmineralização fosse feita. Os espécimes receberam

uma camada de verniz em sua porção cervical (controle). Foi realizado o tratamento com o ácido fosfórico ou com o primer e as fatias foram fraturadas. Cinco dentes humanos e bovinos destinaram-se à análise da hibridização na porção média de dentina. Foram seccionados, divididos em duas hemi-coroas, isolados com verniz (controle), submetidos ao 5B e C5 e ao desafio químico ácido-base. As amostras foram processadas para análise ao MEV do perfil de adesão e desmineralização. Obtidas quatro medidas e a média para cada amostra, realizou-se a ANOVA ( $p < 0.05$ ) e teste Tukey (5%). Os grupos apresentaram resultados em IJm, semelhantes estatisticamente, para a profundidade de desmineralização com Ácido fosfórico(H: 4,62.1:1,14; B: 4,92.1:1,12) e PR (H:1 ,41.1:0,20 e B: 1,57.1:0,16) e para hibridização com C5 (H: 1,53.1:0,11; B: 1,97.1:0,16) e 5B (H: 3,43.1:1,13; B: 4,31.1:1,28). O autor conclui que: H e B apresentaram comportamento similar durante os procedimentos adesivos; 5B promoveu maior profundidade de desmineralização e espessura de hibridização; e que B podem substituir H em estudos laboratoriais da performance inicial de sistemas adesivos.

Cruz et al. (2005) realizou uma pesquisa com o intuito de analisar em microscópio eletrônico de varredura a micromorfologia do esmalte intacto de dentes decíduos após a aplicação de agentes condicionantes. Para a realização da mesma, foram selecionados 30 molares decíduos hígidos que tiveram o terço médio das superfícies vestibulares condicionados por 3 diferentes condicionadores. No G1 (n=10) foi aplicado a ácido fosfórico a 35 % durante 15 s. No G2 (n=10) foi aplicado o sistema adesivo autocondicionante de etapa única One-upBond F. No G3 (n=10) o condicionamento ácido foi realizado com a aplicação do primer do sistema adesivo autocondicionante de duas etapas Clearfil SE Bond. Após os diferentes tratamentos, todas as amostras foram desidratadas, montadas em bases metálicas, cobertas com ouro e observadas ao microscópio eletrônico de varredura. Após a análise foi observado que as amostras do G1 apresentaram porosidades evidentes do tipo 1 de Silverstone enquanto o G2 apresentou, com menos evidencia, o tipo 2. No G3 não foi observado um padrão de condicionamento. A autora concluiu que diferentes condicionadores resultaram em diferente condicionamento na superfície do esmalte.

Gonçalves (2005) realizou um estudo a fim de verificar a influencia da tecnologia Grander para nas propriedades físicas de dois sistemas adesivos (convencional e autocondicionante) a partir da medição da tensão superficial e do ângulo de contato; e avaliar a formação e a qualidade da camada híbrida em dentina humana e bovina. A tensão superficial de quatro diferentes líquidos (água, Single Bond- 3M, Primer do Clearfil SE Bond -Kuraray, e Bond do Clearfil SE-Kuraray), foi medida antes e após a modificação pelo procedimento Grander em aparelho goniômetro (Ramé-hart). O ângulo de contato com três substratos distintos (placa de titânio, dentina humana e dentina bovina), foi medido para os quatro líquidos também antes e após a modificação pelo procedimento Grander, também em goniômetro. A camada hibrida foi verificada foi avaliada em MEV onde se pode avaliar sua qualidade e formação após a confecção dos espécimes com procedimento adesivo normal ou grander modificado. Essa análise em anova mostrou que houve redução estatisticamente significativa da tensão superficial para todos os líquidos Grander modificados; houve redução estatisticamente significativa do ângulo de contato no substrato humano para todos os líquidos Grander modificados; houve aumento estatisticamente significativo da espessura da camada híbrida para os dois sistemas adesivos Grander modificados; o sistema adesivo convencional normal ou Grander modificado apresentou valores de espessura da camada híbrida superiores ao auto-condicionante.

Garcia et al. (2007) realizou um estudo avaliando a resistência de união ao microcisolamento de sistemas adesivos autocondicionantes all-in-one em esmalte bovino hígido. Foram preparados 78 incisivos bovinos com auxílio de lixas de carbetto de silício até obtenção de amostras de esmalte hígido e desgastado com aproximadamente 150 mm<sup>2</sup>. Aplicaram-se os adesivos Adper Single Bond 2 (3M Espe), One-Up Bond F Plus (Tokuyama Dental) e Hybrid Bond (Sun Medical), e matrizes Tygon foram posicionadas sobre cada amostra de esmalte hibridizado, sendo preenchidas em seu volume Artigo Original de Pesquisa RSBO v. 4, n. 2, 2007 – 21 interno com o compósito Z250 (3M Espe). Após fotoativação, removeram-se as matrizes e expuseram-se os corpos-de-prova (n=13), que foram armazenados em água destilada a 37°C por uma

semana. Decorrido esse período, os corpos-de-prova foram unidos ao dispositivo de teste e ensaiados em uma máquina universal de ensaios (EMIC DL 500), com velocidade de 0,5 mm/min. A resistência de união foi calculada em Mpa, e os dados foram analisados estatisticamente pela Anova e pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Garcia obteve resultados que indicaram uma maior resistência de união para todos os adesivos testados quando os dentes tiveram o esmalte desgastado e o adesivo Adper Single Bond 2 teve uma significativa maior média de resistência de união que os outros adesivos, os quais não apresentaram diferença significativa entre si.

Lopes (2007) realizou uma revisão de literatura a respeito do condicionamento ácido do esmalte, destacando que, embora as mais recentes pesquisas a respeito de sistemas adesivos estão em torno da eficácia e simplificação do condicionamento da dentina, o processo de adesão do esmalte influencia fortemente no desenvolvimento de sistemas adesivos e no sucesso clínico das restaurações. O esmalte é o tecido mais duro do corpo humano, 96% da sua estrutura é mineral, constituída por prismas de cristais hidroxiapatita que são expostos durante a instrumentação. Como todo tecido duro sofre trocas iônicas constantes, é esperado que o esmalte reaja diferentemente ao condicionamento ácido dependendo da idade e a fatores relacionados à saliva e a dieta. Em 1954 Buonocore sugeriu pela primeira vez o condicionamento ácido, técnica que foi apenas 10 anos depois descrita. O tratamento químico do esmalte faz com que este passe de uma superfície de baixa reação à uma superfície mais suscetível à adesão pois retira uma camada superficial de aproximadamente 10  $\mu\text{m}$  e cria uma camada porosa morfologicamente, a energia de superfície dobra fazendo com que a resina de baixa viscosidade tenha um maior embricamento nesta superfície. Em situações clínicas na maioria das vezes é necessária uma adesão de dentina e esmalte ao mesmo tempo e a introdução de primers hidrofílicos se mostra essencial para que essa tarefa seja realizada com uma boa força de adesão visto que seria um trabalho difícil deixar apenas a dentina úmida e o esmalte seco quando se sabe que a umidade afeta negativamente a força de adesão. Outra característica do adesivo quando considerado à sua afinidade pelo esmalte é a viscosidade, adesivos com baixa viscosidade tem uma maior facilidade para penetrar nas áreas interprismáticas resultando numa maior

força de adesão. A concentração do ácido fosfórico para o condicionamento do esmalte deverá ser de 32 % a 40 % visto que há pesquisas que mostram que condicionadores com menores porcentagens trazem um decréscimo na força de adesão assim como o tempo um tempo menor do que 15 s de condicionamento. Por último Lopes afirma que o esmalte deve ser limpo e descontaminado antes do condicionamento e adesão pois pesquisas demonstram que a força de adesão pode cair em até 50 % quando o esmalte se encontra contaminado mesmo que primers hidrofílicos tentem compensar esta perda os quais a presença de saliva pode resultar.

Ikemura e Endo (2009) realizaram uma revisão sobre o desenvolvimento dos adesivos dentais. Novos radicais iniciadores de polimerização, monômeros adesivos e microcápsulas foram sintetizados e seus efeitos sobre adesão foram investigados. Foi descoberto que 5-MSBA contendo iniciadores ternários em conjunto com monômeros adesivos contribuíram para uma boa adesão com boa reatividade de polimerização. Vários tipos de novos monômeros adesivos produtores de grupos carboxilas, ácido fosfórico ou sulfúrico foram sintetizados e suas funções de adesividade investigadas. Foi sugerido que a cadeia flexível de metileno na estrutura de monômeros adesivos foi essencial para sua durabilidade adesiva aprimorada. Também relatam que a combinação de monômeros ácidos com monômeros que contem grupos sulfúricos melhorou a adesão à esmalte, dentina, porcelana, alumina, zircônia, metais preciosos e não preciosos. Uma nova resina adesiva de PMMA (polimetil metacrilato) composta por iniciadores de polimerização micro encapsulados mostraram uma estabilidade na fórmula e uma excelente propriedade adesiva.

Sanabe (2009) realizou uma pesquisa com o objetivo de avaliar a resistência da união de sistemas adesivos à dentina contaminada por cimentos temporários com ou sem eugenol. Para o estudo, foram utilizados 24 terceiros molares humanos e preparadas placas planas de dentina a partir desses. Foi criado o grupo controle (n=8) e as superfícies dos outros grupos foram cobertas com Interim Restorative Material (Caulk Dentsply, Milford, DE, USA) ou Cavit (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) e mantidas em estufa a 37°C por sete dias. Após a remoção dos cimentos, os sistemas adesivos Adper Single Bond (3M ESPE, St.

Paul, MN, EUA) ou Clearfil SE Bond (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japão) foram aplicados segundo a recomendação dos fabricantes e, em seguida, realizadas as construções de coroas em resina composta. Os dentes foram seccionados em espécimes com área transversal de união de  $0,81\text{mm}^2$ , os quais foram submetidos ao teste de microtração em máquina para ensaios mecânicos com velocidade do atuador de  $0,5\text{ mm/min}$ . Os dados foram analisados por testes t e Anova, complementada por testes de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Os resultados apresentaram Para Adper Single Bond (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), a resistência de união foi estatisticamente não-diferente ( $p>0,05$ ) para todas as condições experimentais. Para Clearfil SE Bond (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japão), apenas o grupo Interim Restorative Material (Caulk Dentsplay, Milford, DE, USA) apresentou resistência de união significativamente inferior ( $30,1\pm 13,8\text{ MPa}$ ) em relação aos demais grupos; controle ( $38,9\pm 13,5\text{ MPa}$ ) e Cavit (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) ( $42,1\pm 11,0\text{ MPa}$ ), os quais não apresentaram diferença significativa entre si. A autora conclui que o efeito deletério do recobrimento prévio da dentina com cimento temporário foi apenas verificado no desempenho adesivo do sistema autocondicionante.

Silva e Souza Junior (2010) realizaram uma revisão de literatura comparando os tipos e os principais componentes de diferentes adesivos de convencionais e autocondicionantes disponíveis no mercado, descrevendo suas funções, possíveis interações químicas e características de manejo. Imagens de microscopia eletrônica de varredura (SEM) foram apresentadas para caracterizar as superfícies entre o adesivo e a dentina. Os adesivos de 2 ou 3 passos requerem um condicionamento ácido específico previamente a sua utilização. Já os autocondicionantes empregam monômeros ácidos que desmineralizam e se impregnam a tecidos dentais quase que ao mesmo tempo. Algumas vantagens e desvantagens foram percebidas, principalmente nos adesivos mais simplificados relacionadas as associações e interações químicas. As imagens dos SEM apresentaram diferentes relações entre sistemas adesivos e as superfícies dentais, principalmente na dentina. O autor defendeu que pesquisas sobre tempo de polimerização estendido, a aplicação de corrente elétrica a adesivos, inibidores de metaloproteases de matriz, desenvolvimento de adesivos livres de água, monômeros hidrofóbicos em dentina condicionada com

substâncias de etanol devem ser continuamente desenvolvidas. Apenas com o conhecimento da composição, características e mecanismos de cada adesivo é possível empregar de forma correta afim de obter o sucesso clínico.

Braga et al. (2010) realizou uma revisão sistemática sobre os estudos relacionados a força de adesão entre estrutura dental e adesivo levando em conta a tensão e o cisalhamento. Para esta revisão foram selecionados 100 estudos feitos entre 2007 e 2009 (cisalhamento: 74 estudos e Tensão: 26 estudos) e segundo Braga, sem surpresa, não teve consenso entre os estudos. É descrito as variáveis que influenciam a força de adesão relacionadas ao design do espécime relacionadas à mecânica do teste. A primeira variável relacionada ao design do espécime é a área de adesão onde se verifica uma relação inversamente proporcional entre a área de adesão e a força de adesão verificada, mostrando assim um decréscimo significativo na força de adesão medida em MPa quando a área testada é aumentada. Esta proporção inversa pode ser explicada pelo fato de que em áreas maiores a chance de haver falhas na adesão também é maior. A segunda variável observada é a rigidez da resina utilizada sendo constatada que uma maior rigidez pode aumentar significativamente a força de adesão à dentina. Sobre variáveis relacionadas à mecânica do teste, Braga descreveu primeiramente o tipo de carga utilizado demonstrando que utilizando de diferentes formas de carga há uma diferença na distribuição da área em que o stress é aplicado. Como segundo parâmetro é descrito a velocidade em que a carga é aplicada havendo poucos estudos relacionados a isso e resultados controversos. Por último é mencionado a incidência de falhas coesivas, tanto no substrato dental utilizado como na resina. Essas falhas podem não somente significar uma boa força de adesão mas sim uma limitação do material utilizado. Concluiu-se então que, com essas inúmeras limitações para comparação entre um estudo e outro, pesquisadores devem descrever com máximo detalhamento a configuração do teste que será utilizado e a formação do espécime, sendo assim possível uma comparação mais justa entre os diferentes estudos.

Sinhoreti et al. (2010) realizou uma pesquisa com o objetivo de avaliar o aspecto morfológico da superfície do esmalte e dentina após vários tratamentos



superficiais e também a influência do condicionamento ácido nos valores de resistência ao cisalhamento do *primer* condicionante Etch&Prime 3.0. Para a pesquisa 50 dentes foram selecionados e desgastados, sendo 25 em esmalte e 25 em dentina e cada grupo dividido em 5 subgrupos de acordo com o tratamento 1) condicionamento com ácido fosfórico a 35% por 15s.; 2) condicionamento com ácido maléico a 10% por 15s.; 3) aplicação do *primer* condicionante Etch&Prime 3.0; 4) aplicação do “primer” condicionante Solist; e, 5) o esmalte e dentina foram mantidos hígidos (controle). Os espécimes foram avaliados em microscópio eletrônico de varredura onde observou-se que o ácido fosfórico apresentou maior dissolução em esmalte e remoção da *smear layer* em dentina, seguido pelo maléico e pelos sistemas condicionantes Solist e Etch&Prime 3.0. Posteriormente, 40 dentes tiveram as faces vestibulares desgastadas até se obter superfície plana de 5mm, sendo 20 em esmalte e 20 em dentina. Dividiram-se as amostras em 4 grupos, de acordo com o tratamento superficial: 1) o primer condicionante Etch & Prime 3.0; 2) o primer condicionante Etch & Prime 3.0 foi aplicado no esmalte condicionado com ácido fosfórico; (3) o primer condicionante Etch & Prime 3.0; e, 4) o primer condicionante Etch & Prime 3.0 foi aplicado na dentina condicionada com ácido fosfórico a 35%. Após, confeccionou-se um cilindro do compósito Z-100 na área tratada para submeter os corpos-de-prova ao ensaio de cisalhamento. Os resultados mostraram que Etch&Prime 3.0 apresentou, tanto em esmalte quanto em dentina, valores maiores de cisalhamento quando tratados previamente com ácido fosfórico.

Bispo (2010) realizou uma revisão de literatura sobre a evolução dos sistemas adesivos levando em consideração as limitações destes com os tecidos dentais. Os adesivos de 1ª e 2ª geração eram utilizados para o uso em esmalte pois se acreditava que o ataque ácido à dentina poderia levar danos a polpa mantendo-se assim a “*smear layer*” (observada por BOYDE, SWITSUR e STEWART em 1963) e tendo uma força de adesão de 2 MP a 5 MP os de 1ª e 5 a 10 MP os de 2ª geração. Os adesivos de 3ª geração já removiam o *smear layer* com ácidos fracos e a adesão era meramente mecânica com uma força de união de 8 a 15 MP. Em 1978, FUSAYAMA introduziu o “total-etch” desmistificando o ataque ácido em dentina e a partir daí passou a ser preconizado. A camada-híbrida (camada onde adesivo e a dentina desmineralizada estão presentes) foi

observada por NAKABAYASHI, em 1982 que a descreveu sendo ácido resistente e insolúvel, capaz de diminuir a sensibilidade pós-operatória pois eliminaria o gap resultante da contração de polimerização. Os adesivos de 4ª geração apresentados em 3 frascos ou frasco único (requerem condicionamento ácido com seringa), realizam a remoção do smear layer com ácidos fortes e adesão é feita através da camada híbrida. Os mais modernos de 5ª geração se apresentam nas formas de self-etch (2 passos; primer e bond) ou os chamados de “all-in-one” de apenas um passo. Apresentou que os valores de resistência a tração e cisalhamento não foram maiores em relação as novas gerações e não superaram os valores dos adesivos de 4ª geração, pois na aplicação destes ocorre tempo suficiente para que o primer penetre em profundidade na dentina. O que levaria os adesivos de 5ª geração com valores não satisfatórios e altos índices de micro infiltração a caírem no esquecimento. Foi apresentado também que adesivos com flúor na sua composição, carga inorgânica e partículas nanométricas estão sendo apresentados atualmente mas que são necessários mais estudos para que se confirmem uma superioridade em adesão, capacidade de minimizar a nanoinfiltração e a contração de polimerização sobre os adesivos anteriores. Concluiu que os problemas dos adesivos dentinários ainda permanecem e que a simplificação dos passos é valiosa mas deve ser acompanhada de uma evolução na obtenção de uma adesão hermética.

Jacob (2010) realizou um estudo com o objetivo de avaliar a resistência de união em dentina humana submetida a diferentes formas de armazenagem. Para isso foram selecionados 15 terceiros molares hígidos, divididos em 3 grupos experimentais (n=5): 1) esterilizados em autoclave por 15 min. (121°C) e congelados em água destilada por 60 dias; 2) imersos em solução de glutaraldeído 2 % por 24 h e congelados em água destilada por 60 dias; 3) somente congelados em água destilada por 60 dias (controle). As amostras foram preparadas com disco diamantado sob refrigeração para obtenção de superfícies planas de dentina média, que sofreram a ação de lixas de carbetto de silício n.º 600 para criar lama dentária previamente à hibridização. O sistema adesivo convencional Adper Single Bond 2 e o compósito Filtek Z250 (3M ESPE) foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes. Matrizes transparentes Tygon foram posicionadas sobre cada amostra de dentina

hibridizada e preenchidas em seu volume interno com o compósito. Após fotoativação, removeram-se as matrizes e expuseram-se os corpos de prova, que foram armazenados em água destilada a 37 °C por 24 h antes do ensaio de resistência de união ao microcisalhamento. Como resultado a autora obteve que o grupo controle apresentou resistência de união superior aos grupos experimentais e com isso concluiu que a esterilização em autoclave e a imersão em solução de glutaraldeído reduziram de modo significativo a resistência de união em dentina humana.

Ricci et al. (2011) realizou um estudo com o objetivo de avaliar o efeito da CLX na umectabilidade da dentina hígida (DH) e afetada por cárie (DAC) por um adesivo convencional simplificado. Para isso foram selecionados 60 molares hígidos, dos quais 30 foram artificialmente cariados. Cada substrato, DH e DAC, foi dividido em 3 grupos (n = 10): com smear layer (SL), sem SL impregnada com água e sem SL impregnada com CLX. Sobre a dentina condicionada, foram aplicados 20 mL de água destilada ou digluconato de CLX a 2% por 60 segundos. Em seguida, uma gota do Single Bond 2 foi depositada sobre a dentina. Ângulos de contato entre a dentina e o adesivo foram mensurados e os dados submetidos aos testes de ANOVA e Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Maiores ângulos foram obtidos na DH em comparação a DAC ( $p < 0,05$ ), independente do tratamento da superfície. Para ambas, DH e DAC, ângulos estatisticamente superiores foram obtidos na dentina coberta com SL ( $p < 0,05$ ) e nenhuma diferença foi observada entre a dentina condicionada impregnada por água ou por CLX ( $p > 0,05$ ). A conclusão dos autores foi que a umectabilidade da DAC foi maior do que a da DH e que a mesma não foi influenciada pela CLX.

Kahveci e Belli (2011) realizaram um estudo *in vitro* comparando forças de adesão de 6 adesivos condicionantes e 1 adesivo etch-and-rinse de 1 frasco em esmalte intacto. Para o estudo foram utilizados 28 dentes sadios, extraídos por razões periodontais. O esmalte destes foram limpos com pasta e taça profilática e estes foram randomicamente divididos em 7 grupos. Para cada grupo foram aplicados diferentes adesivos de acordo com as instruções dos fabricantes, sendo estes: Hybrid Bond (Sun Medical); AdheSE One (Ivoclar/Vivadent); One Coat 7.0 (Coltene/Whaledent); Danville Experimental (Danville Materials);

Clearfil S3 Bond (Kuraray); G Bond (GC); e Prelude Total-etch (Danville Materials) como controle. Após a aplicação do adesivo um bloco de 4mm de resina foi construído em cima de cada um e fotopolimerizado por 40 s. Os dentes foram armazenados em água destilada por 24 h, um dente de cada grupo foi mantido para avaliação SEM e os demais foram montados em blocos de resina e seccionados resultando em 15 a 20 espécimes de cada grupo. Cada espécime foi sofreu teste por tensão até a falha e analisados com auxílio de microscópio. Os resultados obtidos demonstraram que os adesivos Clearfill S<sup>3</sup> Bond e G Bond apresentaram forças de adesão equivalentes ao adesivo controle enquanto os outros tiveram números inferiores. Concluem que a força de adesão dos adesivos auto condicionantes é material dependente e que os adesivos Clearfill S<sup>3</sup> Bond e G Bond se mostraram igualmente competentes ao adesivo de dois passos testado em esmalte integro.

Aboushelib (2014) realizou um estudo com o intuito de investigar clinicamente a influência da saliva em relação a força de adesão quando em contato com a dentina a qual será utilizada para adesão com a resina. Foram selecionados 15 pacientes entre 12 e 19 anos em que os pré-molares seriam extraídos por razões ortodônticas. Cavidades de 2,5mm de profundidade, 3 mm de largura e 3 de comprimento foram realizadas em ambos pré-molares. No pré-molar esquerdo o paciente foi instruído a colocar a ponta da língua sobre a cavidade por 1 min. para completo molhamento desta por saliva. O lado direito foi isolado desde o início para que o dente não fosse contaminado pela saliva. Ambos os lados foram levemente secados para retirada do excesso de água e saliva e um adesivo autocondicionante de dois passos foi aplicado. Por fim, as cavidades foram restauradas com resina composta e os pacientes acompanhados a cada 3 meses. Após 3 anos de tratamento ortodôntico os dentes foram extraídos e analisados em 3 etapas: força de adesão à microtensão, análise das superfícies fraturadas e nanoinfiltração das superfícies adesivas. Como resultado se obteve uma força de adesão muito menor nas cavidades em contato com a saliva ( $18 \pm 3$  MPa) em comparação à espécimes isolados ( $24 \pm 2$  MPa). Analisando as superfícies fraturadas se percebeu que nos espécimes em contato com a dentina os prolongamentos de resina dentro dos túbulos dentinários eram mais curtos em relação aos espécimes isolados, com bolhas e facilmente retirados. No teste

de nanoinfiltração os espécimes com saliva apresentaram partículas de prata na camada híbrida enquanto apenas 3 dos isolados apresentaram infiltração. O autor conclui que diversas teorias são propostas para explicar a reação da saliva com a dentina e que os compostos da dentina podem comprometer uma boa adesão com resina. O uso do lençol de borracha se mostrou eficaz em manter a superfície dentinária descontaminada e preservando uma força de adesão maior com menores taxas de nanoinfiltração.

Colombo (2014) realizou uma revisão de literatura com o objetivo de verificar os resultados do tratamento de diferentes superfícies com gás argônio, um plasma frio a pressão atmosférica. O gás argônio vem sendo recentemente estudado e aplicado com a proposta de aumentar a molhabilidade do substrato condicionado como zircônia, dentina e pinos de fibra de vidro levando um aumento da adesão. Em sua revisão, Colombo conclui que o condicionamento com o plasma frio, alterou a superfície dos substratos aumentando a área de superfície e consequentemente reduzindo o ângulo de contato aumentando assim a força de adesão por sistemas adesivos às superfícies testadas.

Souza e Moro (2014) realizaram uma revisão de literatura sobre os diferentes solventes do primer contidos nos agentes adesivos também responsáveis pela crescente força de adesão entre dentina e resina experienciada nos últimos anos. O primer de forma isolada ou combinada com o adesivo está dissolvido em solventes como acetona, álcool e água. Os solventes respondem pela diluição do monômero e na evaporação da água remanescente na superfície dentinária facilitando assim a formação da camada híbrida. Nem água nem resíduos do próprio solvente devem permanecer na intimidade da dentina desmineralizada, pois ambos podem prejudicar a polimerização dos monômeros resinosos contidos no primer ou na resina fluida, aplicada posteriormente. Os autores concluem que há grande importância do solvente na função de auxiliar no deslocamento da água encontrada na superfície da dentina e na rede de colágeno e, assim, permitir uma melhor penetração dos monômeros resinosos em toda a área condicionada da dentina e da etapa de evaporação, após aplicação dos sistemas adesivos. Há a necessidade em conhecer o tipo de

solvente na composição do *primer* para um correto e eficiente modo de aplicação deste sistema adesivo.

Carneiro (2015) realizou uma pesquisa com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes tratamentos de superfície na resistência adesiva de um compósito previamente contaminado com sangue. Para o estudo Sessenta amostras em forma de palito foram confeccionadas, dois incrementos de 2 mm de espessura de um compósito de cor A3,5 (TPH3) foram inseridos numa matriz de silicone, fotoativados e submetidos a diferentes tratamentos superficiais (n = 12): [1] nenhuma contaminação – controle; [2] contaminação com sangue (CS) e secagem com ar; [3] CS, lavagem com água e secagem com ar; [4] CS, lavagem com água, secagem com ar e aplicação de uma resina hidrófoba de um sistema adesivo (Adper Scotchbond Multi-Purpose); [5] CS, lavagem com água, secagem com ar, condicionamento com ácido fosfórico e aplicação da resina hidrófoba de um sistema adesivo. Posteriormente, dois incrementos de 2 mm de espessura de um compósito de cor A1(TPH3) foram inseridos e fotoativados. Após 24 horas de armazenamento em água, as amostras foram submetidas ao teste de resistência à microtração numa máquina de ensaios universal. O padrão de fratura foi avaliado em um estereomicroscópio. Os dados foram analisados utilizando-se ANOVA a um critério e teste de Turkey ( $p < 0,05$ ). Os resultados mostraram que houveram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos. CS e secagem propiciaram os menores valores de resistência de união, enquanto apenas o tratamento CS, lavagem com água, secagem, condicionamento com ácido fosfórico e aplicação da resina hidrófoba de um sistema adesivo promoveram resistência de união similar ao controle. O autor conclui que para uma adesividade entre incrementos de resina adequada foi seguido o protocolo adesivo completo envolvendo condicionamento ácido e aplicação de uma resina hidrófoba de um adesivo em situações de contaminação com sangue.

## 5. Discussão

A utilização dos sistemas adesivos já acontece rotineiramente na prática da Odontologia restauradora afim de promover a adesão entre as resinas compostas e os tecidos mineralizados do dente. Com o avanço da tecnologia e o desenvolvimento do campo de pesquisas estes sistemas vêm evoluindo para que haja uma maior eficácia, durabilidade e praticidade. Para compreender as interações adesivas mediadas pelos sistemas adesivos, os quais atuam como agentes intermediários entre os substratos dentais e os materiais restauradores, torna-se fundamental conhecer os conceitos básicos da adesão aos tecidos dentais.

### 5.1 Princípios da Adesão Dental

A Adesão, segundo Davidson (1996), é o mecanismo que une dois materiais em íntimo contato através de uma interface. Quando este conceito é relacionado com a Odontologia, ocorre o envolvimento de três mecanismos distintos, entre eles, a adesão química, adesão física e adesão mecânica. A adesão química é baseada nas forças de covalência primária, tais como, covalente ou união iônica metálica enquanto a adesão física depende das forças de covalência secundárias, as quais ocorrem em dipolos moleculares (forças de Van der Waals), na interação de dipolos induzidos (forças de Dispersão de London) e na interação da nuvem de elétrons desprotegidos (pontes de hidrogênio). Por último, a adesão mecânica depende da penetração de um material em um outro diferente a nível microscópico (NAKABAYASHI, 2000).

Neste contexto, um aspecto importante é diferenciar a adesão e a coesão. A coesão é a força que mantém as moléculas de um mesmo corpo unidas. É a força de atração resultante das forças que as moléculas de uma mesmo corpo exercem entre si. É a força que está no íntimo da substância.

Já a adesão é a força de atração molecular entre moléculas de corpos diferentes. É a união entre as superfícies de dois corpos diferentes. A adesão é um processo difícil de acontecer, uma vez que, independente da homogeneidade macroscópica destas duas substâncias, em termos moleculares ou atômicos,

qualquer superfície sólida é irregular e rugosa. Dessa forma, quando duas substâncias são colocadas em contato somente alguns pontos ficarão em íntimo contato e assim não haverá adesão. Dessa forma, a adesão é um fenômeno que está diretamente relacionado à área de contato entre as partes e para que se estabeleça a adesão entre duas superfícies é necessário que elas se contatem intimamente.

Para reduzir a dificuldade de aproximação entre os dois sólidos torna-se necessário utilizar um líquido, uma cola, um adesivo, que escoe entre as irregularidades promovendo um maior contato entre as superfícies. Portanto, o adesivo é uma película intermediária inserida entre duas superfícies sólidas.

Dentre outros princípios da adesão relacionados entre si estão a energia livre de superfície e a tensão superficial. Para tanto é preciso considerar uma grade espacial. Dentro da grade, todos os átomos atraem-se mutuamente e as distâncias interatômicas são iguais e a energia entre os átomos é mínima, uma vez que os átomos internos possuem um equilibrado número de átomos vizinhos a sua volta. Já na superfície da grade, o número de átomos é desigual e a energia é maior já que os átomos superficiais não são igualmente atraídos em todas as direções. Portanto, a energia na superfície é maior do que no seu interior. Esta energia nos sólidos é designada de energia livre de superfície e nos líquidos, de tensão superficial.

A diferença de energia livre de superfície entre os sólidos e os líquidos é que propicia que o líquido entre no sólido, molhe-o e aproxime-o a nível molecular. Portanto, quanto maior a tensão superficial do líquido, menor a sua capacidade de infiltração no sólido.

Outro aspecto importante para a interação adesiva é a necessidade de contar com superfícies limpas, uma vez que a presença de contaminantes podem prejudicar a capacidade de molhamento do adesivo sobre o substrato. Portanto, o molhamento depende da presença de irregularidades, de impurezas e da energia livre de superfície do sólido bem como da tensão superficial do líquido.

Neste contexto, toda a vez que se coloca uma gota de um líquido sobre uma superfície de um sólido ocorre a formação de um ângulo denominado de ângulo de contato. O ângulo de contato mede a capacidade de molhamento. Assim, quanto maior o ângulo formado entre líquido e o sólido, menor o poder do líquido penetrar no sólido, navegar dentro do sólido, aproximar-se a nível molecular e



reagir com o sólido. O ideal é que o ângulo de contato se forme o mais próximo possível ao zero grau.

Para que a adesão ocorra, além do contato íntimo que deve existir entre o substrato, esmalte e dentina, e o sistema adesivo, a tensão superficial do líquido que é aplicado deve ser sempre menor que a energia de superfície do esmalte ou da dentina, para que o ângulo de contato se forme o mais próximo possível ao zero grau.

## **5.2 Estrutura do esmalte**

O esmalte dental é a estrutura mais dura encontrada no corpo humano. É mineralizado e poroso. A sua espessura varia em diferentes tipos de dentes e também de região para região se tratando de um mesmo dente. Cúspides e bordas incisais geralmente apresentam uma maior extensão de esmalte em relação as margens cervicais onde se exhibe de uma forma mais delgada.

A composição é basicamente prismática. A porção inorgânica constitui 96% e é formada principalmente por fosfato de cálcio na forma de hidroxiapatita. A porção orgânica compreende 1% da sua estrutura, sendo composta principalmente por proteínas e 4% de água. Algumas proteínas e peptídeos estão presentes em quantidades aproximadamente iguais a fração inorgânica do esmalte.

A estrutura básica do esmalte é o prisma de esmalte. Cada prisma de esmalte é constituído por cristais de hidroxiapatita. Os prismas iniciam-se na junção amelodentinária e dirigem-se para superfície apresentando uma variação de tamanho de 4  $\mu\text{m}$  a 7  $\mu\text{m}$ . Em 1mm<sup>2</sup> de esmalte há cerca de 30 a 40 mil prismas de esmalte e em um prisma de esmalte há bilhões de cristais de hidroxiapatita. Os prismas estão dispostos lado a lado na forma de um buraco de fechadura e os cristais de hidroxiapatita apresentam o formato de um hexágono. O prisma apresenta uma cabeça arredondada e uma cauda. A diferença entre a cabeça e a cauda é a diferença na orientação dos cristais de hidroxiapatita em relação ao eixo longitudinal do prisma.

Na cabeça dos prismas os cristais estão colocados de forma longitudinal ao longo eixo do prisma, já na cauda os cristais estão colocados de forma

transversal. Dessa forma, a maior parte das características estruturais é o resultado de um padrão organizado pela orientação dos cristais de hidroxiapatita.

A porção mais externa do esmalte não possui prismas e é chamada de esmalte aprismático o qual é constituído principalmente pela porção orgânica. Os cristais de hidroxiapatita que são encontrados na porção interna, estão paralelos uns aos outros e perpendiculares à superfície externa, e são denominados de esmalte prismático.

O ácido dissolve a hidroxiapatita de forma seletiva e dissolve completamente a camada aprismática e quando atinge a camada prismática, promove uma dissolução diferencial e seletiva. O ácido penetra com maior ou menor intensidade no esmalte dependendo da distribuição dos cristais de hidroxiapatita no prisma de esmalte. Na cabeça a penetração do ácido ocorre em maior profundidade em relação a cauda o que caracteriza os diferentes padrões de condicionamento.

### **5.3 Estrutura da Dentina**

A dentina, tecido menos mineralizado e menos rígido do que o esmalte. É composta por 70% de substâncias inorgânicas, 20% orgânicas e 10% de água. Suas entidades estruturais básicas são os prolongamentos odontoblásticos, os túbulos dentinários, o espaço perodontoblástico, a dentina peritubular e a dentina intertubular.

Um aspecto tubular é observado na dentina e os túbulos se apresentam em sentido perpendicular à superfície em relação ao plano oclusal. A quantidade de túbulos e o diâmetro são proporcionais à proximidade da polpa, quanto mais próximo maior a quantidade e o diâmetro tubular. Quando estão próximos à junção amelodentinária, há em média 10000 túbulos / mm<sup>2</sup> com diâmetro de aproximadamente 0.87 µm, na porção média 20000 túbulos / mm<sup>2</sup> e na porção próxima a polpa encontram-se 30000 túbulos / mm<sup>2</sup> com diâmetro aproximado à 2,5 µm.

De acordo com Mandarino (2003) a dentina deve ser vista como uma extensão anatômica e fisiológica da polpa, com os componentes estruturais básicos. Os prolongamentos odontoblásticos, formados durante a dentinogênese, ficam alojados nos túbulos dentinários, permanecem na dentina

completamente formada e se estendem por toda a extensão dentinária. O espaço periodontoblástico localiza-se entre a parede do túbulo e o prolongamento odontoblástico e contém líquido tecidual e constituintes orgânicos tais como as fibras colágenas. Os prolongamentos odontoblásticos constituem o tecido vivo da dentina.

Apesar dos dois tipos de dentina serem mineralizados, a dentina peritubular que envolve os túbulos tem alto conteúdo mineral, enquanto a dentina intertubular, que é encontrada entre os túbulos dentinários ou na periferia da dentina peritubular, é caracterizada por seu menor grau de mineralização e constitui a massa dentinária propriamente dita. A dentina mesmo tendo um alto grau de mineralização, apresenta em metade de seu volume total uma matriz orgânica representada por fibras colágenas envolvidas por substância amorfa. É esta morfologia que confere uma maior dificuldade e complexidade para o mecanismo de adesão quando comparada ao esmalte.

A dentina sofre continuamente um processo de transformação quanto a sua mineralização, desde sua fase de desenvolvimento inicial até o seu amadurecimento. Esse processo pode ter origem fisiológica, acompanhando a idade do indivíduo, ou patológica, referente a uma resposta do organismo a um estímulo que pode ser ligado a doença carie ou à um procedimento operatório ou restaurador.

Os odontoblastos continuam formando dentina mesmo após a erupção do dente, havendo uma redução da sua produção. Segundo Mandarino (2003), a atividade odontoblástica durante a formação do dente é de 4 mm de dentina por dia, a qual diminui para 1 mm por dia após as raízes terem sido formadas. Quando se observa um preparo cavitário profundo a deposição dentinária se aproxima de 3,5 mm por dia durante os 27 a 48 dias de pós-operatório.

Kuttler (1959) classificou as várias formas em que a dentina se apresenta em primária, secundária e terciária. A dentina primária é a dentina original, formada antes da erupção dentaria com aspecto normal e regular, não tendo sofrido nenhuma interferência do meio externo. A dentina secundária por sua vez se forma devido a estímulos de baixa intensidade provindos da função biológica natural durante a vida clínica do dente, apresenta túbulos dentinários mais estreitos e tortuosos quando comparada a primária e é depositada em toda a superfície pulpar, principalmente no teto e no assoalho da câmara pulpar. O

volume pulpar sofre uma diminuição com o passar da idade devido a contínua deposição de dentina na câmara pulpar e, os túbulos dentinários, sofrem uma mudança de direção na divisão entre a dentina primária e secundária formando uma linha nítida que demarca esta divisão à nível microscópico.

Por último, a dentina terciária ou reacional é aquela formada quando existe um estímulo de grande amplitude que podem ser decorridos de uma irritação pulpar intensa como cárie, preparo cavitário, erosão, abrasão, irritações mecânicas, térmicas, químicas, elétricas entre outras. Os túbulos dentinários se apresentam irregulares, tortuosos, reduzidos em número e muitas vezes ausentes e se localizam nas zonas subjacentes à área que sofreu o estímulo. Esta irregularidade presente nos canalículos pode ser derivada da morte dos odontoblastos lesados ou mesmo da interferência metabólica ocorrida nas células sobreviventes e recém-diferenciadas.

Outro aspecto importante é considerar que durante o preparo cavitário a medida que a broca de baixa rotação passa nas paredes da cavidade e o tecido cariado é removido, o colágeno da dentina se funde e forma um dique de colágeno ultradelgado designado de lama dentinária. A lama dentinária possui uma espessura de 0,5 µm a 5µm e é composta por restos de matéria orgânica e inorgânica produzidos pela instrumentação da dentina, do esmalte ou do cimento bem como hidroxiapatita e colágeno alterados. A medida que a broca espalha o filme pela superfície da dentina, ela empurra também para dentro dos túbulos dentinários formando os tampões de lama ocluindo os túbulos dentinários e diminuindo a permeabilidade dentinária em até cerca de 86%.

A morfologia da lama dentinária depende do tipo de instrumento e tipo de dentina onde é formada. Quanto mais velho for o instrumento e maior for o calor gerado, maior a espessura da lama dentinária e maior a facilidade para se desprender do fundo da cavidade.

#### **5.4 Condicionamento ácido no esmalte e da dentina**

Buonocore em 1995, baseando-se no princípio industrial que emprega agentes ácidos, os quais, quando empregados na limpeza de superfície, aumenta a capacidade adesiva das tintas resinosas com finalidade de impermeabilizar cascos de barcos e navios, iniciou o desenvolvimento da técnica

de condicionamento ácido para aumentar a adesão das resinas restauradoras à superfície do esmalte. A partir deste momento esta técnica foi investigada por vários pesquisadores, aceita e hoje é utilizada amplamente em procedimentos odontológicos (MONDELLI, 1984).

O condicionamento ácido sobre esmalte objetiva a limpeza do esmalte, o aumento da rugosidade microscópica com a retirada dos cristais prismáticos e interprismáticos, o aumento da energia livre de superfície possibilitando a infiltração de monômero, o selamento da superfície afim de contribuir para a retenção das restaurações de resina composta.

O ácido faz com que aproximadamente 10 µm da superfície do esmalte sejam removidos e poros de 5 µm a 50 µm de profundidade sejam criados possibilitando que o adesivo flua nos microporos quando aplicado, sendo retido micromecanicamente ao esmalte.

Segundo Gwinnet et. al e Silverstone et. al existem três padrões de condicionamento do esmalte. O tipo I é o mais comum entre os padrões, onde a remoção envolve principalmente o núcleo dos primas de esmalte deixando os prismas periféricos relativamente intactos. O padrão de condicionamento tipo II age de forma contrária ao primeiro, de forma que o núcleo continua intacto e os primas periféricos são removidos. O tipo III opera alternadamente removendo em parte prismas periféricos e em parte prismas nucleares.

Existem fatores que podem interferir no condicionamento ácido do esmalte. Um deles é o tipo de ácido utilizado, sendo o ácido fosfórico na concentração de 30% - 40% o mais recomendado atualmente para que seja obtido uma boa superfície de adesão. Entretanto, a concentração do ácido fosfórico também pode modificar o padrão de condicionamento tendo visto que já foi observado a presença de precipitados na superfície os quais podem prejudicar a adesão quando é utilizado em diferentes concentrações. Um exemplo é a formação de precipitados de fosfato monocálcio monohidratado quando a concentração de 50 % for utilizada ou precipitados de fosfato dicálcio dihidratado quando a concentração for menor do que 27 %.

A apresentação do ácido (gel ou solução), a composição química e condição do esmalte que está sendo condicionado, o fato do dente ser decíduo ou permanente, são outras qualidades que podem fazer com que o condicionamento reaja de forma diferente em cada situação aplicada.

Após Buonocore obter sucesso com a adesão da resina ao esmalte condicionado com ácido em 1955, ele tentou realizar o mesmo procedimento com a dentina. A pobre capacidade de molhamento característica das resinas da época e a falta de conhecimento sobre a dentina como substrato para adesão fez com que esta adesão fosse falha, nada comparada à adesão ao esmalte.

Ao analisar as falhas ocorridas nas adesões entre a dentina e a resina composta observou-se que os ácidos utilizados não conseguiam penetrar profundamente na lama dentinária e que a força de adesão entre as superfícies estava apenas na força de coesão entre as moléculas da lama dentinária, sendo esta de 5 MPa, a qual é insuficiente para a união desejada. Ficou claro então que esta lama dentinária deveria ser removida ou modificada (NAKABAYASHI 1990).

Em 1982, Nakabayashi definiu como camada híbrida a estrutura formada nos tecidos dentais duros tais como o esmalte e a dentina pela desmineralização da superfície e subsuperfície, seguida pela infiltração de monômeros e, subsequente polimerização. A dentina hibridizada é então uma camada interfacial que é parte dentina e parte monômeros provindos dos sistemas adesivos infiltrados, o que gera uma camada propícia para que uma adesão desejada seja realizada.

Para que seja possível uma hibridização da dentina, esta tem que ser desmineralizada e infiltrada por resina. O condicionamento ácido faz com que a dentina seja preparada, promovendo uma maior capacidade de molhamento, removendo a lama dentinária, condicionando a dentina subjacente e expondo a rede de fibras colágenas.

Na dentina subjacente, o efeito do ácido condicionador age na dentina peritubular, dissolvendo-a por completo por aproximadamente 10  $\mu\text{m}$  a 20  $\mu\text{m}$  dentro dos túbulos dentinários. Na dentina intertubular, um pouco mais lentamente, é promovida uma dissolução desta por cerca de 3  $\mu\text{m}$  a 8  $\mu\text{m}$ . Como resultado, após a lavagem, a embocadura dos túbulos dentinários estará aumentada em aproximadamente 3 vezes mais do que o diâmetro original, possibilitando uma porosidade ideal para que o adesivo se infiltre (PASHLEY, CARVALHO, 1997).

Após o condicionamento ácido, o primeiro agente do sistema adesivo que será utilizado para que seja infiltrado em meio a rede de fibras colágenas, é o

“Primer”. Primers são conhecidos como promotores da adesão, contém monômeros resinosos com propriedades hidrofílicas e hidrofóbicas, promovendo uma afinidade com as fibras colágenas expostas e capacidade de co-polimerizar com o segundo componente do sistema adesivo. O primer consegue se espalhar e difundir com a superfície da dentina preparada pelo prévio condicionamento. Além disso, o primer apresenta o aumento da capacidade de molhamento e aumenta a energia livre de superfície, se infiltrando entre as fibras colágenas e ocupando os espaços que antes eram ocupados pela porção mineral.

Jacobsen e Soderholm (1995) afirmaram que o objetivo da aplicação do primer é sua difusão pelos espaços interfibrilares de toda a dentina desmineralizada, substituindo a água presente. Na composição do primer, os monômeros são diluídos em solventes como acetona e etanol, conferindo uma característica volátil e alta miscibilidade com água, fazendo com que estes se diluam na água presente e volatizem levando as partículas consigo e deixando apenas os monômeros adesivos infiltrados.

Em seguida, o adesivo propriamente dito ou a resina fluida será o componente final para a formação da camada híbrida, sendo aplicado após o primer. A composição dos adesivos mais comumente utilizados são BIS-GMA (bisfenol glicedil metacrilato) e UDMA (uretano de metacrilato) podendo conter monômeros hidrofílicos como o HEMA para facilitar o contato com a dentina. Os compostos do adesivo se ligam ao primer, formando a camada mais superficial da camada híbrida e permitem uma união com a resina composta que será aplicada posteriormente (ERICKSON, 1992).

O fácil colapso da rede de fibras colágenas é só um dos fatores que dificulta a adesão entre dentina e resina. A difusão dos monômeros pelos túbulos e canalículos dentinários ou o fluxo de fluido constante que acontece neste tecido fazem com que a dentina seja um tecido com uma complexidade altíssima comparada ao esmalte, e com isso a adesão a este substrato ainda permanece em desenvolvimento. A evolução dos sistemas adesivos vem trazendo resultados melhores a cada dia no quesito força de adesão entre dentina e resina trazendo um maior sucesso clínico, mas que ainda precisa continuar a ser estudado.

## **6. Conclusão**

Para o estabelecimento de interações adesivas bem-sucedidas entre os substratos dentais, sistemas adesivos e materiais restauradores torna-se fundamental conhecer e aplicar os princípios da adesão que estão envolvidos no processo.



## Referências

1. ABOUSHELIB, Moustafa N. **Clinical performance of self-etching adhesives with saliva contamination**. Journal of Adhesive Dentistry, v. 13, n. 5, 2011.
2. ANIDO, Andrea. **Dentina humana e bovina: estudo da profundidade de desmineralização e da espessura da hibridização empregando-se um sistema adesivo convencional ou autocondicionante: análise em MEV** São José dos Campos; s.n.;. 318 p. illus, tab, graf. 2005
3. BARATIERI, Luiz Narciso.; MONTEIRO, Sylvio Junior.; **Odontologia Restauradora: Fundamentos e Técnicas**. São Paulo: Santos, 2010.
4. BISPO, Luciano Bonatelli, **Adesivos Dentinarios: interações com o smear layer**. Revista Dentística On line, Ano 9, número 19, 2010
5. BRAGA, Roberto R. et al. **Adhesion to tooth structure: a critical review of “macro” test methods**. Dental Materials, v. 26, n. 2, p. e38-e49, 2010.
6. BUONOCORE, Michael G. **A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces**. J. Dent. Research, v. 34, p. 849-853, 1955.
7. CARNEIRO, Karina Gama Kato et al. **Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use**. Journal of Applied Oral Science, v. 18, n. 3, p. 207-214, 2010.
8. CARVALHO, Ricardo Marins de. **As relações entre alterações dimensionais, permeabilidade e propriedades mecânicas da matriz de dentina desmineralizada: estudo sob a óptica da teoria dos parâmetros de solubilidade**. Diss. Universidade de São Paulo. Faculdade de Odontologia de Bauru, 2002.
9. CASTRO, Marcos Vinícius Fernandes de. **Avaliação microscópica do condicionamento da dentina com ácido fosfórico-bórico**. 2000. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Faculdade de Odontologia de Bauru.
10. COLOMBO, Livia Mourão Pereira Costa; MATAFORA, Flavia Lins; MORO, André Fábio Vasconcelos. **Condicionamento de superfícies na Odontologia com plasma de argônio: uma revisão de literatura**. Revista Brasileira de Odontologia, v. 71, n. 1, p. 85-88, 2014.

11. CRUZ, Ana Carolina et al. **Morfologia do esmalte dentário decíduo condicionado por diferentes agentes: estudo ao microscópio eletrônico de varredura**. *Pesqui. bras. odontopediatria clín. integr*, v. 5, n. 3, p. 241-246, 2005.
12. DELVAN, G da S. et al. **Sistemas Adesivos Dentinários**. 2001. 48 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Especialização em Dentística, Associação Brasileira de Odontologia, Escola de Aperfeiçoamento Profissional, Florianópolis, 2001.
13. ERICKSON, R. L. **Surface interactions of dentin adhesive materials**. *Oper Dent*, v. 5, p. 81-94, 1992.
14. GARCIA, Fernanda Cristina Pimentel, et al. **Testes mecânicos para a avaliação laboratorial da união resina/dentina** *Journal of applied oral science: revista FOB* 10(3):118-127 · January 2002
15. GARCIA, Rubens Nazareno, et al. **Avaliação da resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes em esmalte hígido e desgastado** **Bond strength of self-etching adhesive systems on unground and ground enamel**. 2007.
16. GONÇALVES, Sérgio Eduardo de Paiva. **Dentina humana e bovina: estudo comparativo das propriedades físicas e características da hibridização de sistemas adesivos convencionais ou grander modificados: análise em mev**. 2005. 325 f. Tese (livre-docência) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, 2005
17. IANNI FILHO, Daniel et al. **Avaliação in vitro da força de adesão de materiais de colagem em Ortodontia: ensaios mecânicos de cisalhamento**. *Rev. dent. press ortodon. ortopedi. facial*, v. 9, n. 1, p. 39-48, 2004.
18. IKEMURA, Kunio; ENDO, Takeshi. **A review of our development of dental adhesives—Effects of radical polymerization initiators and adhesive monomers on adhesion**. *Dental materials journal*, v. 29, n. 2, p. 109-121, 2010.
19. JACOB, Ana Paula, et al. **Avaliação da resistência de união em dentina humana submetida a diferentes formas de armazenagem**. *RSBO (Online)*, v. 7, n. 3, p. 297-302, 2010

20. JACOBSEN, Thomas; SODERHOLM, Karl-Johan. **Some effects of water on dentin bonding**. Dent. Mater, Kindlington, v. 11, p. 132-136, 1995.
21. JUNIOR, Rosa et al. **Resistência de união à tração de sistemas adesivos de frasco único e autocondicionantes sobre a dentina**. RFO UPF, p. 38-41, 2003.
22. KAHVECI, Özlem; BELLI, Sema. **Composite bond strength to intact enamel with current simplified adhesives**. Journal of adhesive dentistry, v. 13, n. 1, 2011.
23. LOPES, Guilherme Carpena et al. **Enamel acid etching: a review**. Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995), v. 28, n. 1, p. 18-24; quiz 25, 42, 2007.
24. NAGEM FILHO, Halim et al. **Efeito de condicionamento ácido na morfologia do esmalte**. Rev. Fac. Odontol. Bauru, p. 79-85, 2000.
25. NAKABAYASHI, Nobuo et al. **Hibridização dos tecidos dentais duros**. Quintessence, 2000.
26. NOVAIS, Rita de Cássia Pereira; TOLEDO, Orlando Ayrton de. **Estudo in vitro das alterações do esmalte dentário submetido à ação de um agente clareador**. JBC j. bras. clin. estet. odontol, v. 4, n. 20, p. 48-51, 2000.
27. OLIVEIRA, Wildomar José de; RODRIGUES, José Roberto. **Avaliação da adesividade esmalte de sistemas adesivos convencionais e autocondicionantes**. RFO UPF, v. 9, n. 2, p. 73-78, 2004.
28. PASHLEY, David Henry. **Dentin permeability and dentin sensitivity**. Proceedings of the Finnish Dental Society. Suomen Hammaslaakariseuran toimituksia, v. 88, p. 31-37, 1991.
29. PERDIGÃO, Jorge. et al. **New trends in dentin/enamel adhesion**. Am. J. of Dentistry, San Antonio, v. 13, p. 25-30, November, 2000.
30. RICCI, Hérica Adad et al. **Influência da clorexidina na capacidade de umectabilidade da dentina hígida e afetada por cárie por um sistema adesivo**. ROBRAC, p. 119-124, 2011.
31. SANABE, Mariane Emi et al. **Influência da contaminação da dentina por cimentos temporários na resistência da união de sistemas adesivos**. RGO Revista Gaucha de Odontologia, p. 33-39, 2009
32. SINHORETI, Mário Alexandre Coelho, et al. **Aspectos morfológicos e resistência ao cisalhamento em função dos condicionantes de esmalte**

- e dentina.** *Brazilian Dental Science* 3.1 2010.
33. SOUZA, José Henrique Pereira, MORO, André Fabio Vasconcelos. **Solventes do Primer: revisão de literatura** *Rev. bras. odontol.*, Rio de Janeiro, v. 71, n. 1, p. 80-4, jan./jun. 2014
34. TAY, Franklin R.; PASHLEY, David H. **Have dentin adhesives become too hydrophilic?** *Journal-Canadian Dental Association*, v. 69, n. 11, p. 726-732, 2003.
35. XIE, J.; POWERS, J. M.; MCGUCKIN, R. S. **In vitro bond strength of two adhesives to enamel and dentin under normal and contaminated conditions.** *Dental Materials*, v. 9, n. 5, p. 295-299, 1993.