



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

RAFAEL ALVES DE LARA

**INFLUÊNCIA DA SUPERFÍCIE DENTINÁRIA BOVINA NA
RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE SISTEMAS ADESIVOS**

2014

RAFAEL ALVES DE LARA

**INFLUÊNCIA DA SUPERFÍCIE DENTINÁRIA BOVINA NA
RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE SISTEMAS ADESIVOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Odontologia do Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Prótese dentária.

Orientador: Prof. Ass. Dr. Rubens Nisie Tango

São José dos Campos

2014

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:
Alvarez S, Coelho DCAG, Couto RAO, Durante APM. Guia prático
para Normalização de Trabalhos Acadêmicos do ICT. Rev. São
José dos Campos: ICT/UNESP; 2013.

L32i Lara, Rafael Alves de
Influência da superfície dentinária bovina na resistência de união de sistemas
adesivos / Rafael Alves de Lara. - São José dos Campos : [s.n.], 2014.
58 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora) – Instituto de Ciência e
Tecnologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista, 2014.
Orientador: Prof. Dr. Rubens Nisie Tango

1. Adesivo dentinário. 2. Dente bovino. 3. Morfologia. I. Tango, Rubens Nisie. II.
Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos, UNESP - Univ
Estadual Paulista. III. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. IV.
UNESP – Univ Estadual Paulista. V. Título

tD 15

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação do
Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos – UNESP

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho,
por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a
fonte.

São José dos Campos, 12 de fevereiro de 2014.
E-mail: rafaalalveslara@gmail.com

Assinatura: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rubens Nisie Tango (Orientador)

Instituto de Ciência e Tecnologia
UNESP – Univ Estadual Paulista
Campus de São José dos Campos

Prof. Dra. Alessandra Buhler Borges

Instituto de Ciência e Tecnologia
UNESP – Univ Estadual Paulista
Campus de São José dos Campos

Prof. Dra. Maria Cristina Rosifini Alves-Rezende

Faculdade de Odontologia
UNESP – Univ Estadual Paulista
Campus de Araçatuba

São José dos Campos, 12 de fevereiro de 2014.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho, essa conquista à completa e total entrega, compreensão, carinho e paciência de minha amada esposa Yve, do carinho incondicional de meus amados filhos Mateus e Luiza, que souberam e tiveram que viver com minha ausência nesse período. Por eles fui capaz dessa conquista através do estímulo em mim depositado.

A meus sogros Dorival e Ione, que ajudaram demais minha família durante minha ausência.

A meus pais Luiz e Maria Angélica, que me permitiram ser quem sou com todo esforço para ensino e educação além da formação pessoal e de caráter.

A meus irmãos Tiago e Guta, que souberam entender minha condição de vida durante esse período.

Aos meus pacientes que aceitaram respeitosamente minha ausência bem como os atrasos em seus tratamentos.

Ao meu orientador Rubens que me deu suporte e apoio em toda minha jornada e para todas as minhas necessidades em cada momento.

A Deus que me manteve vivo e são para poder chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

À UNESP de São José dos Campos por me receber tão bem durante meu período de estudo.

Aos professores Estevão, Paula, Tarsicio, Alexandre, Rubens e Guilherme, que me receberam e me aceitaram em seu departamento desde meu estágio.

Ao professor Guilherme Saavedra pela amizade, carinho, preocupação e ajuda sempre, um grande amigo.

Ao Professor Alexandre Borges, meu agradecimento pela confiança, carinho e respeito profissional.

Aos colegas de pós-graduação meu muito obrigado.

Às minhas grandes amigas, Ariane, Ellen, Ligia, obrigado é pouco que tenho para vocês.

A todos os funcionários e técnicos da faculdade de odontologia de São José dos Campos, com agradecimento em especial para Marcão e Fernandinho.

Agradeço ainda ao programa de pós-graduação da UNESP São José dos Campos.

“Quando penso que cheguei no meu limite descubro que tenho forças para ir além.” Ayrton Senna

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| LISTA DE FIGURAS | 07 |
| LISTA DE QUADROS E TABELAS | 08 |
| RESUMO | 09 |
| ABSTRACT | 10 |
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 14 |
| 3 PROPOSIÇÃO | 30 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 31 |
| 4.1 Material | 31 |
| 4.2 Métodos | 31 |
| 4.3 Grupos | 35 |
| 4.3.1 Grupo 1 Normal / Convencional | 35 |
| 4.3.2 Grupo 2 Invertido / Convencional | 39 |
| 4.3.3 Grupo 3 Normal / Autocondicionante | 39 |
| 4.3.4 Grupo 4 Invertido / Autocondicionante | 40 |
| 5 RESULTADOS | 41 |
| 5.1 Análises de Fratura | 42 |
| 6 DISCUSSÃO | 43 |
| 7 CONCLUSÃO | 49 |
| 8 REFERÊNCIAS | 50 |
| APÊNDICE | 56 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Dente bovino íntegro e hígido | 32 |
| Figura 2 – Separação da coroa e da raiz | 32 |
| Figura 3 – Coroa bovina separada da raiz | 32 |
| Figura 4 – Desgaste incisal para padronização da amostra | 33 |
| Figura 5 – Planificação e regularização da superfície dentinária | 34 |
| Figura 6 – Amostras NORMAL e INVERTIDA prontas | 34 |
| Figura 7 – ISOMET 1000, <i>Buehler, Ltd</i> | 36 |
| Figura 8 – Amostra pronta para corte no eixo X | 36 |
| Figura 9 – Amostra em corte no eixo X | 37 |
| Figura 10 – Cortes no eixo X realizados | 37 |
| Figura 11 – Aplicação de hidrocolóide para a preparação dos palitos . | 37 |
| Figura 12 – Hidrocolóide aplicado e geleificado sobre a amostra | 37 |
| Figura 13 – Início dos cortes no eixo Y | 38 |
| Figura 14 – Cortes no eixo Y realizado | 38 |
| Figura 15 – Palito pronto para fase de testes | 39 |
| Figura 16 – Gráfico de Análise de Fraturas | 42 |

LISTA DE QUADROS E TABELAS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Descrição dos materiais utilizados | 31 |
| Tabela 1 – Resultado de ANOVA 2 fatores | 41 |
| Tabela 2 – Resultado de teste de Tukey | 41 |
| Tabela 3 – Tabela dos grupos das unidades amostrais | 56 |

Lara RA. Influência da superfície dentinária bovina na resistência de união de sistemas adesivos [dissertação]. São José dos Campos (SP): Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2014.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da superfície dentinária bovina na resistência de união (RU) de dois sistemas adesivos. Em dois grupos (n = 5) o esmalte vestibular de incisivos bovinos foi removido até a exposição da camada intermediária de dentina. Nos outros dois grupos os dentes bovinos foram desgastados a partir da face lingual ultrapassando os limites da câmara pulpar expondo dessa forma a parede vestibular da câmara pulpar. Os dentes foram planificados e polidos em lixadeira rotatória com lixas nas granulações sequenciais e crescente de 120 até 600 a fim de padronizar a formação da *smear layer*. Os adesivos utilizados foram o *Single Bond 2* (3M - ESPE) (SB2) e o *ClearFill* (Kuraray) (CF). Os dentes dos grupos tratados com SB2 e os tratados com CF tiveram um bloco de resina composta (TPH 3, *Dentsply*) construído sobre cada superfície tratada. Após armazenagem por 24 h em estufa 37 °C, cada conjunto dente/restauração foi seccionado nos eixos X e Y (ISOMET 1000, *Buehler*) para obter espécimes em forma de palito, contendo 1 mm² de área de secção transversal. A RU foi obtida em teste de microtração em máquina de ensaio universal (EMIC DL-1000) utilizando-se o dispositivo de Geraldeli, a uma velocidade de 0,5 mm/min. As fraturas foram analisadas em estereomicroscópio e classificadas em duas categorias: Tipo I – fratura adesiva, Tipo II – fratura mista. Os valores de resistência de união (MPa) foram submetidos a análise de variância de 2 fatores e ao teste de Tukey para comparação entre os grupos, ambos com $\alpha = 0,05$. Foram obtidos os seguintes valores: G1 (normal/convencional) = 43,9 ± 4,8 MPa; G2 (invertido/convencional) = 29,2 ± 5,4 MPa; G3 (normal/autocondicionante) = 13,9 ± 2,1 MPa e G4 (invertido/autocondicionante) = 12,7 ± 3,4 MPa, com significância para direção da dentina, para os sistemas adesivos bem como para a interação dos fatores. Limitado pela metodologia do estudo pode se concluir que direção de colagem influencia na resistência de união principalmente em adesivos autocondicionantes.

Palavras-chave: Adesivo dentinário. Dente bovino. Morfologia.

Lara RA. *Influence of bovine dentin surface on the bond strength of adhesive systems [dissertation]. São José dos Campos (SP): Institute of Science and Technology, UNESP - Univ Estadual Paulista, 2014.*

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of bovine dentin surface on the bond strength (BS) of two adhesive systems. In two groups (n = 5) buccal enamel of bovine incisors was removed by exposing the middle dentin. In the other two groups bovine teeth were ground from the lingual surface exposing the buccal wall of the pulp chamber. The teeth were ground flat and polished on sequentially with # 120 to 600 sandpapers in order to standardize the smear layer. The adhesives were Single Bond 2 (3M - ESPE) (SB2) and ClearFill (Kuraray) (CF). A block of composite resin (TPH 3, Dentsply) was constructed on the adhesive treated surface. After storage for 24 hours at 37 °C, each set was sectioned in X and Y (ISOMET 1000, Buehler) axes to obtain i-shaped specimens, with 1 mm² cross sectional area. The BS was obtained by mechanical microtensile testing in a universal testing (EMIC DL - 1000) using the Geraldeli's device at cross head speed of 0.5 mm/min. The fractures were examined under a stereomicroscope and classified into two categories: Type I - adhesive fracture, type II - mixed fracture. Data of bond strength (MPa) were submitted to 2-way ANOVA and Tukey's test for comparison between groups, both with $\alpha = 0.05$. With the average values for the groups tested as follows: G1 (normal/Conventional) = $43,9 \pm 4,8$ MPa, G2 (invert/conventional) = $29,2 \pm 5,4$ MPa; G3 (normal/self-etching) = $13,9 \pm 2,1$ MPa and G4 (invert/self-etching) = $12,7 \pm 3,4$ MPa with significance for the direction of the dentin for adhesive systems as well as for the interaction of factors. Limited by the methodology of the study it can be concluded that the direction of bonding influences on the bond strength primarily in self-etching adhesives.

Keywords: Dentin bonding. Bovine tooth. Morphology.

1 INTRODUÇÃO

A dentina, tecido biológico complexo possui vários componentes estruturais (orientação de túbulos ou localização da dentina) que podem influenciar diretamente nas propriedades mecânicas da mesma, assim como a variação da morfologia bem como a distribuição dos túbulos dentinários está diretamente relacionada com as características da dentina (Liu et al., 2002).

A busca por informações sobre adesão dos materiais à estrutura dentária ainda é uma constante para validar o que se chama de odontologia adesiva.

O material, que quando aplicado entre as superfícies de substratos distintos, é capaz de uni-las e ainda sim promover resistência à separação das mesmas é definido como agente de união (Kinlock, 1987).

A hibridização pode ser alcançada através de diferentes estratégias adesivas. Existem sistemas em que o *primer* e o adesivo são aplicados após a remoção total da *smear layer* e desmineralização da superfície da dentina pelo condicionamento com ácido fosfórico. São os sistemas adesivos convencionais e podem ser realizados em dois ou três passos, conforme a apresentação do fabricante, com *primer* e adesivo em frasco único ou em frascos separados, respectivamente. Existem ainda os sistemas adesivos autocondicionantes, no qual o *primer* desempenha as funções do condicionador e do *primer* propriamente dito, aplicado separadamente ou em conjunto com o adesivo (de Paiva Gonçalves et al., 1999; Tay et al., 2000; Anido, 2001).

O desenvolvimento de diversas técnicas bem como suas descrições decorre dos avanços nas pesquisas e desenvolvimento de novos materiais. Pode se afirmar que a adesão efetiva das resinas

restauradoras à estrutura mineralizada é objeto de estudo há pelo menos 40 anos (Van Meerbeek et al., 1992b).

No que diz respeito ao tecido dentinário é possível afirmar que há uma combinação entre uniões micromecânicas e químicas (Bowen et al., 1982).

Estudos tem sido realizados no intuito de entender o processo de hibridização, pois acredita-se que a camada híbrida é o mais efetivo mecanismo de adesão dentinária. A formação da zona de interface dentina/resina composta é resistente à fratura e a microinfiltração marginal, sendo fundamental para os procedimentos restauradores adesivos, motivo pelo qual muita atenção tem sido dada para o desenvolvimento de uma camada híbrida efetiva (Tam, Pilliar, 2000).

No intuito de se encontrar um substituto ideal para dentes humanos em pesquisa, vários substratos têm sido utilizados. Por exemplo, em testes de adesividade têm sido utilizados dentes de cães (Forssell-Ahlberg et al., 1975), cabras (Gray, Burgess, 1991), macacos (Forssell-Ahlberg et al., 1975) e bois (Retief, 1990; Silva, 1996; Bonfim, 2001; Anido, 2001; Corrêa et al., 2003; Dutra-Corrêa et al., 2004).

No estudo de Bonfim (2001) houve a comparação entre a micromorfologia da dentina bovina e da dentina humana, em microscópio eletrônico de varredura. A partir dessa avaliação concluiu-se que a dentina bovina apresentou maior densidade tubular/área nas proximidades da polpa e menor densidade nas proximidades do limite amelo-dentinário, o que se assemelha à dentina humana. No que diz respeito ao diâmetro dos túbulos dentinários, quando na dentina bovina, apresenta-se ao contrário da dentina humana, ou seja, com menor diâmetro próximo à polpa e maior diâmetro próximo ao esmalte. Diante do exposto afirmam os autores, que é urgente a necessidade de padronização para a utilização de dentes bovinos nas pesquisas

Schilke (1999) ao avaliarem a resistência ao cisalhamento da dentina bovina, a fim de avaliar a possibilidade desta ser substitua

para a dentina humana em pesquisas laboratoriais, verificaram, que o resultado obtido apresentou valores mais altos para coroa bovina, assim como para a dentina radicular em comparação com dentina humana de dentes decíduos. Já a dentina bovina radicular mostrou-se um substituto inadequado à dentina humana em virtude de sua maior resistência ao cisalhamento comparada à humana.

A utilização de dente bovino ocorre frente ao fato da crescente dificuldade na obtenção de dentes humanos para pesquisa, devido à diminuição da quantidade de dentes disponíveis, do maior controle a partir dos comitês de ética em pesquisa e também dos dentes bovinos advirem em maior quantidade de um mesmo animal diminuindo a variabilidade das amostras. No entanto, de acordo com Rueggeberg (1991) há que se padronizar a utilização, para que haja credibilidade em função das diferenças morfológicas das dentinas e da ocorrência de valores muito mais altos em relação aos humanos de acordo com Schilke (1999).

2 REVISÃO DE LITERATURA

O termo odontologia adesiva é fruto do desenvolvimento de pesquisas e materiais que permitiram a evolução dos procedimentos adesivos. A importância dos substratos e dos materiais nessa linha evolutiva é de suma importância para o entendimento dessa fase que a odontologia dinamicamente se encontra. Iniciamos esse trabalho com um histórico desse período.

Em 1955, Rose et al., verificaram que as dificuldades clínicas dos materiais restauradores acrílicos ocorriam devido à falta de união entre material e estrutura dental. Testes *in vitro* para melhor descrever os materiais adesivos foram realizados os quais encontraram que, partículas finamente divididas, como óxido de alumínio e carbonato de cálcio, tem tendência a aumentar a adesão entre polímeros talvez por melhorar a capacidade de umedecimento e adaptação do material ao dente. Os melhores valores de adesão observados durante os testes foram obtidos com a combinação de um material à base de vinil acetato modificado, contendo grupos ácidos com polimetilmetacrilato e partículas de óxido de alumínio. Após imersão em água por uma semana, este material mantinha suas características adesivas. Para os autores, estes resultados indicam que os materiais adesivos para aplicação dental não devem conter grupos sensíveis à água.

No estudo de Buonocore et al. em 1956 foi relatado que uma resina apresentava capacidade de se unir à superfície da dentina humana. Os dentes utilizados eram de humanos e foram desgastados até a obtenção de uma área plana sobre a qual colocaram uma folha de alumínio, para delimitar a área a ser avaliada. A sugestão dos autores é

que a união aconteceu em decorrência da combinação química entre a matéria orgânica da dentina e componentes da resina adesiva.

No estudo realizado por Bowen em 1965b, foi analisado, a partir de um trabalho realizado *in vitro*, se poderia haver aumento da adesão à dentina em função do tratamento de superfície e da aplicação de um agente ativador de superfície. Para isso foi utilizado o comonômero ativador de superfície N-fenilglicina e glicidil metacrilato (NPG-GMA) a fim de aumentar a adesão à dentina, associado ao tratamento da dentina com NaOH (hidróxido de sódio) a 0,01 N (pH = 12) por 1 minuto. Os valores obtidos com o pré-tratamento foram significativamente maiores: 66,8 Kg/cm² com o tratamento com NaOH e 57 Kg/cm² após o emprego de HCl a 0,01 N. O autor afirma que o aumento na resistência proporcionado pelo ácido clorídrico pode ser explicado devido a sua capacidade de dissolver a camada inorgânica superficial da dentina, reduzindo, assim as falhas. Entretanto, o tratamento com NaOH teria removido a fase orgânica da dentina, gerada pela ação abrasiva dos instrumentos cortantes rotatórios que se comportavam como uma barreira para a adesão.

Ainda no ano de 1965a, Bowen, em outro estudo avaliou os efeitos do NPG-GMA na adesão ao colágeno e queratina. Para esse estudo o colágeno utilizado foi obtido a partir de tendões de bovinos e a avaliação aconteceu por meio de um teste de resistência adesiva. Os resultados demonstraram que o NPG-GMA não melhorou a união da resina às superfícies analisadas. O mecanismo pelo qual o agente adesivo utilizado melhora a união, entre resina e substratos dentais, provavelmente deve ser consequência da interação com a fase mineral da estrutura dental conclui o autor.

Retief (1970), afirmam que a principal causa de insucessos das restaurações ocorre devido à incapacidade dos materiais restauradores de promover adesão efetiva à estrutura dental. Esta limitação da adesão determina a formação de micro-espaços entre o

dente e o material restaurador, propiciando a ocorrência de um fenômeno conhecido como infiltração marginal ou microinfiltração.

Brännström e Garberoglio em 1972 no intuito de estudar túbulos dentinários e processos odontoblásticos, utilizando-se de pré-molares humanos fraturados avaliaram por meio de microscopia de varredura e observaram os túbulos desde a proximidade do tecido pulpar até o limite amelo-dentinário, encontrando processos odontoblásticos dentro dos túbulos dentinários até, aproximadamente, um quarto do total do comprimento do túbulo dentinário. Na pré-dentina os processos odontoblásticos eram circundados por uma fina membrana. No entanto, no interior da dentina, a parede dos túbulos parecia ser circundada por uma camada de substância amorfa e também longitudinalmente às fibras os túbulos continham fibras nervosas.

Forsell-Ahlberg et al. (1975) ao comparar o diâmetro e o número de túbulos dentinários em ratos, gatos, cães e macacos concluíram que, em todas as espécies examinadas, os túbulos dentinários mostraram uma disposição retilínea, exceto nos incisivos de ratos, onde irregularidades locais foram observadas. Uma comparação entre as espécies estudadas e dentes humanos foi avaliada e a concluiu-se que são similares em relação ao número e diâmetro dos túbulos dentinários.

Garberoglio e Brannstromm (1976), através de um estudo utilizando microscopia eletrônica de varredura avaliaram a estrutura da dentina a variadas distâncias da polpa e, as classificaram como: superficial, média e profunda. Da mesma maneira, os autores determinaram o número e o diâmetro dos túbulos dentinários, conforme estas três profundidades pré-determinadas. Concluíram que em média, a dentina superficial apresenta 20.000 túbulos/mm², com diâmetro aproximado de 0,9 µm; a dentina média, 29.000 túbulos/mm² e 1,2 µm de diâmetro; e a dentina profunda, 45.000 túbulos/mm² com 2,5 µm de diâmetro. Não houve variação significativa entre dentes jovens e velhos nas amostras analisadas. A conclusão dos autores é que o número e o

diâmetro dos túbulos dentinários aumentam à medida que se aproximam da polpa.

Nordenvall (1978), considerando os fenômenos de retenção e de selamento marginal em dentina à presença de *tags* resinosos realizou um estudo, *in vivo* e *in vitro*, para avaliar especificamente a influência do líquido intratubular na penetração resinosa, comparando diversos procedimentos objetivando associar um tipo de tratamento que aumentasse a formação de *tags*. A análise dos resultados foi por meio de observações em MEV. Verificou o autor influência positiva da presença de líquido tubular na penetração resinosa, já que somente em 120 s de desidratação dentinária e sem pressão intrapulpar, é que houve a ocorrência de maior irregularidade na formação de *tags*. Nas amostras em que a resina composta foi inserida isoladamente, as imagens dos prolongamentos apresentaram maior extensão, porém não diferiam na densidade. A densidade dos *tags* foi considerada baixa para os procedimentos realizados neste experimento, sendo sugerida pelo autor a realização de estudos adicionais na tentativa de se obter uma técnica que melhore a impregnação da resina na dentina.

Fusayama et al. (1979), a partir da utilização de um novo sistema adesivo introduziram nova metodologia para avaliar a resistência de união. Aplicados sobre esmalte e dentina hígidos e cariados e, submetidos ou não ao condicionamento ácido, permitiram a seguinte conclusão:

- a) que o novo sistema adesivo foi superior aos demais e ofereceu maior resistência adesiva;
- b) que o condicionamento ácido de esmalte e dentina aumentou significativamente a resistência adesiva em ambos os tecidos;
- c) que o sistema mostrou forte adesão a todos os substratos. Considerado, este estudo, como pioneiro pela grande maioria autores no que diz

respeito à adesão à dentina, impulsionando, assim, uma nova era de pesquisas.

Nakabayashi et al. (1982) em um estudo utilizaram dentes humanos e bovinos recém extraídos para avaliar a eficiência do 4-META (4-metacriloxietil anidrido de trimelitato) na adesão ao esmalte e dentina. As amostras receberam um tratamento condicionador com uma mistura de ácido cítrico 1% e cloreto férrico 1% (1:1) ou ácido cítrico 10% e cloreto férrico 3% (10:3), por 30 s. Em posse dos resultados concluíram que a solução 10:3 foi efetiva para esmalte e também para dentina. Não se observou tal condição para a solução 1:1 sendo efetiva somente em dentina. Devido ao fato de conter monômeros hidrófobos e hidrófilos, este sistema adesivo possibilitou maior penetração desses monômeros nos tecidos duros, havendo aumento significativo da resistência de união em dentina, por conta da penetração dos monômeros, tanto na dentina peritubular quanto na intertubular e não somente nos túbulos normalmente expostos pelo condicionamento.

A fim de prover um substituto para dentes humanos em testes de adesão, Nakamichi et al. (1983), ao comparar a força adesiva em dentes bovinos com dentes humanos, utilizando-se de três cimentos, um de poliacrilato, um cimento de ionômero de vidro e um cimento de fosfato de zinco e duas resinas compostas na dentina profunda e superficial. Para os dentes humanos, o esmalte foi preparado lixando-se as superfícies vestibulares de incisivos centrais superiores e a superfície oclusal de primeiros molares superiores. Para os dentes bovinos, as superfícies vestibulares, em esmalte e dentina, foram preparadas da mesma forma com espessura de dentina residual de 0,2 – 0,9 mm para camada profunda e 1,4 – 2,1 mm de espessura de dentina residual para camada superficial. As amostras foram comparadas a fim de investigar a influência da profundidade e do tempo de armazenamento na adesão. Cavidades na face vestibular dos dentes foram confeccionadas, na sequência, a resina ou mistura de cimento foi inserida na cavidade,

através de uma seringa, e um gancho foi inserido na superfície da resina para a prova de ruptura por tração. As amostras foram armazenados primeiramente em estufa a 37 °C por 10 minutos e então, em água a 37 °C por uma semana até a realização do teste de tração. A morfologia do substrato de esmalte e dentina dos dentes, humano e bovino, foi avaliada através de microscopia eletrônica de varredura. A conclusão dos autores foi que a adesão tanto para esmalte quanto para a camada superficial de dentina não mostraram nenhuma diferença significativa entre o dente humano e bovino, embora com os valores médios sempre ligeiramente menores para dentes bovinos; a adesão para dentina bovina diminuiu consideravelmente com o aumento da profundidade da dentina; os dentes que ficaram por mais tempo armazenados apresentaram valores de adesão ligeiramente mais altos; e que os dentes bovinos foram considerados úteis no teste de adesão como substitutos aos dentes humanos desde que usados esmalte e camada superficial de dentina.

Relataram, Dyce et al. (1987) que a dentição dos mamíferos possui certas características que individualmente, ou em conjunto, são diagnósticas da classe. Contrariamente à maioria dos vertebrados, a dentição dos mamíferos tem desenvolvimento diferente nas diversas regiões da boca para desempenhar funções especiais, a isso, denomina-se heterodontia. Isto, que permite identificar os grupos: incisivos, caninos, pré-molares e molares. A formação do esmalte dental inicia-se a partir do centro da coroa, em seguida se espalha, à medida que a camada adquire espessura, os ameloblastos retrocedem em direção centrífuga até encontrar e fundir-se com o epitélio dental externo. Concomitantemente, células da papila mesodérmica organizam-se em uma lâmina oposta aos ameloblastos, produzem dentina e, por sua vez são denominados, odontoblastos. A dentina forma a maior parte da estrutura do dente e, conforme se torna espessa os odontoblastos retiram-se em direção centripeta, e permanecem como uma camada contínua no revestimento superficial da polpa; com capacidade produtiva

durante toda a vida com produção lenta e contínua de dentina secundária. A polpa é a porção diferenciada da papila original, menos resistente. De acordo com os autores, nos bovinos, as características mais incomuns são a ausência de dentes incisivos e caninos na maxila, que são substituídos pela almofada dental, os caninos são assimilados aos incisivos na mandíbula e os primeiros premolares não se desenvolvem. Cada dente incisivo se apresenta com uma coroa espatulada larga, unida abruptamente a uma raiz estreita em forma de cavilha; na coroa, a superfície lingual é côncava e a labial é convexa e encontra-se em uma aresta que se torna mais alargada de acordo com o uso contínuo. Os bovinos possuem dentição decídua e permanente.

Saunders (1988), em um estudo comparou a resistência adesiva de quatro sistemas adesivos à dentina humana e bovina. No que diz respeito à comparação entre os substratos, o autor observou diferença significativa entre os sistemas adesivos em cada substrato, porém, não observou significância entre os dois tipos de substrato. Afirmou em sua conclusão que, a dentina bovina pode ser considerada sim uma substituta segura da dentina humana para estudos em laboratório.

Tao e Pashley (1988), realizaram um estudo a fim de analisar a resistência de união do adesivo Scotchbond em relação à superfície de dentina em três profundidades, em diferentes posições e realizando pré-tratamentos. Utilizando-se de terceiros molares humanos, armazenados em solução salina, contendo ázida sódica, à 4 °C, foram produzidas duas fatias de dentina, sendo a primeira próxima à junção amelodentinária (JAD) como camada superficial e a segunda foi obtida paralela à primeira, próxima à junção esmalte-cimento (JAC), removendo-se a raiz. A conclusão dos autores foi que a resistência adesiva do *Scotchbond/Silux* à dentina, de certa maneira, depende da *smear layer* sobre a superfície. Com maior remoção da *smear layer*, menor é a resistência adesiva; e que a menor resistência adesiva foi observada quando o tratamento de superfície foi realizado com ácido

fosfórico; os resultados obtidos com EDTA e com ultrassom produziram efeito reduzido. Com avaliação realizada em microscopia eletrônica de varredura, em relação à *smear layer* e à resistência adesiva; com a *smear layer* recobrando a dentina, não existiram diferenças significativas da resistência adesiva nas diversas profundidades; com a remoção da *smear layer*, através de condicionamento ácido, a resistência adesiva na dentina superficial foi significativamente maior do que na dentina profunda.

Em 1989, Bhaskar, a partir de seu estudo afirmou que a dentina humana trata-se de um tecido vivo, que possui em seu interior túbulos, cujos prolongamentos dos odontoblastos possuem corpos celulares dispostos ao longo da superfície pulpar no limite com a dentina. Os túbulos dentinários encontram-se mais distantes uns dos outros nas camadas mais periféricas e mais agrupadas, próximas à polpa onde apresentam maior diâmetro. Há, também, mais túbulos por unidade de área na região correspondente à coroa do que na região de raiz. Descrita pelo autor, a dentina, como sendo um tecido duro, com formação anterior à do esmalte e determinante na delimitação do formato da coroa, incluindo cúspides, bordas incisais, número e tamanho das raízes. A relação entre superfície externa e interna é de 5:1, ou seja, os túbulos são mais separados nas camadas mais periféricas com diâmetro de 1µm e mais agrupados junto à polpa com diâmetro de 3 a 4 µm.

Tagami et al. (1989), com a proposta de realizar um estudo empregando discos de dentes bovinos obtidos a partir de diferentes profundidades, relataram que: para obter as amostras, removeram fina fatia de esmalte vestibular a fim de expor a dentina próxima a JAD e, em outra secção, realizada na parede pulpar da dentina e tangenciando a câmara pulpar as amostras foram preparadas. Reduções seqüenciais de 0,2 mm foram realizadas de vestibular em direção à pulpar e, da parede pulpar em direção à vestibular, determinando a permeabilidade dentinária em oito profundidades, nos dois extremos de dentina (superficial e profunda). Com avaliação em

microscopia eletrônica de varredura ficou evidente a presença de mais túbulos / área, em mm^2 , na dentina profunda (30.381 ± 4576) para a superficial (30.381 ± 7.269). Ao avaliar o desgaste realizado em direção à face vestibular, observou-se que diâmetro dos túbulos também foi maior na dentina profunda ($1,8 \pm 0,3 \mu\text{m}$), do que na dentina superficial ($1,2 \pm 0,1 \mu\text{m}$). A partir disso, afirmam os autores que, a condutância hidráulica inclui variáveis como a presença de resistência intratubular, diferentes graus de tortuosidades nos túbulos, que são variáveis que interferem diretamente na permeabilidade. O estudo da permeabilidade através da condutância hidráulica foi realizado na superfície vestibular de incisivos bovinos, onde, geralmente é realizada a maior parte dos testes de adesão e, pode-se afirmar que ela é em torno de seis a oito vezes menor que na dentina coronária de terceiros molares humanos não erupcionados.

Retief (1990) em um estudo a fim de determinar a resistência ao cisalhamento e microinfiltração na dentina humana e bovina avaliando a penetração da resina para o interior dos túbulos dentinários observaram a partir de uma avaliação realizada através de microscopia eletrônica de varredura, obtiveram os seguintes resultados: a resistência ao cisalhamento para dentina humana foi, significativamente, grande e a microinfiltração, significativamente, baixa, quando comparada à dentina bovina, provavelmente em decorrência do fato do sistema restaurador ter penetrado de maneira mais eficaz na dentina humana. Diante desse relato os autores afirmam que o uso de dentes bovinos não deve ser indicado para substituir dentes humanos nesses tipos de testes.

Tagami et al. (1990) propuseram um estudo a fim de estabelecer correlação entre permeabilidade dentinária, profundidade e resistência adesiva de alguns sistemas adesivos. Para isso, fazendo uso de dentes bovinos que foram armazenados em solução salina isotônica com azida sódica 0,2%. A superfície vestibulo-cervical foi desgastada até que houvesse exposição dentinária em profundidades diferentes e determinadas. Fizeram uso de um simulador de pressão hidráulica pulpar

e de fluxo de fluidos através dos túbulos dentinários para assim obter os resultados. A partir de então os testes de cisalhamento foram conduzidos após a aplicação dos sistemas adesivos. Puderam afirmar que o aumento da profundidade proporcionou um aumento na permeabilidade, sendo mais evidente e mais eficaz após a remoção da *smear layer*.

Ruse e Smith (1991) em seu estudo a fim determinar a caracterização da superfície da dentina bovina, utilizando a espectroscopia de raios-x foto-elétron (XPS) e espectrometria de massa para avaliar os efeitos de diferentes procedimentos de pré-condicionamento sobre a composição básica da superfície da dentina bovina e, também, investigar as interações entre a dentina e o agente adesivo (*ScotchBond*). Para isso estudaram as mudanças na composição básica da dentina como resultado destas interações. Tiveram como resposta que a composição básica da *smear layer* foi semelhante àquela da dentina e que a limpeza com peróxido de hidrogênio não produziu nenhuma modificação significativa na composição básica da superfície da dentina. A realização do condicionamento ácido impôs quase uma completa desmineralização da dentina, deixando, assim, uma superfície rica em matéria orgânica exposta. A sugestão, a partir dos resultados, foi que os sistemas adesivos com condicionamento ácido como procedimento prévio devem ser baseados em agentes capazes de interagir com os componentes orgânicos da dentina, pois os agentes adesivos dependentes da reação de quelação do cálcio não obtiveram maior sucesso. A interação entre o agente adesivo e a dentina, avaliadas nesse estudo, sugeriu uma falha coesiva parcial, no agente adesivo.

Na revisão de literatura realizada por Rueggeberg (1991) sobre testes de adesão em estrutura dental evidenciou-se o fato de que é impossível comparar diferentes grupos de investigação, pois não existe normatização na realização dos testes de adesão. A fim de evidenciar a influência da escolha do tipo de tratamento do substrato usado nos testes, o autor, observou que alguns fatores podem afetar diretamente os

resultados, sendo necessário então, a padronização de uma metodologia que estabeleça critérios para a preparação da superfície do substrato a ser utilizado nos testes de adesão, a fim de gerar parâmetros para a avaliação, análise e interpretação dos dados obtidos.

Rueggeberg (1991) ainda no mesmo trabalho evidenciou cautela no uso de substratos alternativos para testes de adesão. Foi assertivo ainda em afirmar que o único estudo que comparou, com segurança, a dentina humana e bovina foi o de Nakamichi et al. (1983).

Em seu trabalho sobre os testes de resistência de união, Fowler et al. (1992), associaram o tipo de teste (tração ou cisalhamento), o desenho do aparato e o substrato (esmalte e dentina, humano e bovino). Utilizando a face vestibular de incisivos bovinos e superfície oclusal de molares e pré-molares humanos os autores verificaram que não houve diferença significativa entre os valores de resistência à tração do *Scotchbond 2* em esmalte humano e bovino, e nem para o *Ketac-Fil* quando testado em tração e também em cisalhamento. Os resultados referentes à dentina apresentaram valores mais altos para dentina bovina do que para a dentina humana, o que, para os autores, refere-se ao fato das variáveis associadas à dentina (foram utilizadas dentina oclusal de humanos e a dentina vestibular de bovinos; a profundidade da dentina variou de dente para dente; diferenças de tamanho e curvatura dos dentes influenciaram na profundidade de dentina para um tamanho adequado de área de adesão; variações morfológicas em dentes naturais humanos e bovinos). Diferenças significativas foram observadas para os valores para *Scotchbond 2* tanto em dentina humana quanto na bovina obtidos no teste de tração, porém não quando na realização do teste de cisalhamento. Em contrapartida, não foi observada diferença significativa para os valores de *Ketac-Fil* nem dentina humana nem para a bovina quando no teste de tração, entretanto os valores obtidos no teste de cisalhamento foram significativamente diferentes.

No estudo realizado por Sano et al. (1994) foram avaliadas as propriedades das dentinas mineralizadas e desmineralizadas bovina e humana, através da realização de testes de tração. A pesquisa teve por objetivo a confirmação da hipótese de que a matriz de dentina desmineralizada pouco contribuiu para a resistência da dentina, quando comparada com a força de resistência e o módulo de elasticidade da dentina mineralizada. De acordo com os resultados obtidos ficou evidente que o colágeno contribuiu em 30% na resistência à tração da dentina mineralizada.

Koutsi (1994), a partir de cinco molares decíduos avaliaram diâmetro e densidade dos túbulos dentinários e, na camada profunda encontraram cerca de 26.391 ± 6.605 túbulos/mm² e na camada média algo em torno de 18.075 ± 2.415 túbulos/mm². No que diz respeito ao diâmetro, na camada profunda o achado foi de aproximadamente $1,29 \pm 0,10$ µm e na camada média em torno de $1,08 \pm 0,12$ µm.

Ao realizar uma investigação experimental, Pioch e Staehle (1996), para avaliar a resistência ao cisalhamento em dentes humanos (incisivos, caninos e pré-molares) e, incisivos bovinos, na região do limite amelo-dentinário, obtiveram que a média para a resistência ao cisalhamento para todos os dentes humanos foi de algo em torno 38,99 MPa e, que diferença significativa não foi detectada para dentes bovinos, cujo valor médio foi de aproximadamente 37,40 MPa.

Schilke (1999) ao avaliarem a resistência ao cisalhamento da dentina bovina, a fim de avaliar a possibilidade desta ser substitua para a dentina humana em pesquisas laboratoriais, verificaram, a partir da utilização de incisivos centrais permanentes de bovinos, de dentes decíduos humanos e também de terceiros molares humanos, que não existe diferença na resistência ao cisalhamento entre dentina humana de dentes permanentes e dentina bovina coronária. Porém, no que diz respeito a comparação feita entre raiz bovina e dentina humana de dentes decíduos foi detectada diferenças significativas. Diferenças significativas

foram observadas entre a dentina bovina radicular e a dentina de dente humano permanente e dentina bovina radicular e coronária. Entretanto, diferenças significantes foram encontradas entre dente humano decíduo e dente humano permanente e dentina bovina coronária. Do ponto de vista prático, significa que não houve diferença significativa na resistência ao cisalhamento entre dentina humana de dente permanente e dentina bovina coronária. Quando da avaliação da resistência ao cisalhamento do adesivo utilizado, pode-se afirmar que o resultado obtido apresentou valores mais altos para coroa bovina, assim como para a dentina radicular em comparação com dentina humana de dentes decíduos. Já a dentina bovina radicular mostrou-se um substituto inadequado à dentina humana em virtude de sua maior resistência ao cisalhamento comparada à humana.

Afirmam Schilke et al. (2000) que a informação detalhada sobre a estrutura dentinária é essencial para interpretação das investigações sobre materiais adesivos dentinários. Ao comparar o número e o diâmetro de túbulos dentinários em incisivos centrais permanentes bovinos e terceiros molares e dentes decíduos humanos, observou-se que a densidade de túbulos/mm² na camada mediana foi maior na raiz de dentina bovina (RB): 23.760 ± 2.453 do que em dentina de dente decíduo humano (DH): 18.243 ± 3.845 , permanentes humanos (PH): 18.781 ± 5.855 e dentina coronária bovina (CB): 17.310 ± 2.140 . Para a camada profunda, os valores correspondentes são em torno de 23.738 ± 4.457 (RB), 24.162 ± 5.338 (DH), 21.343 ± 7.290 (PH) e 20.980 ± 4.198 (CB). Diferenças significantes não foram observadas para o número de túbulos dentinários em dentina de coroa bovina quando comparada a dentes decíduos humanos e também a molares permanentes. No que diz respeito ao diâmetro, na camada média/profunda tem-se: CB: $2,85 \mu\text{m} \pm 0,18/3,50 \mu\text{m} \pm 0,33$; RB: $3,10 \mu\text{m} \pm 0,33/3,23 \mu\text{m} \pm 0,30$; DH: $2,55 \mu\text{m} \pm 0,16/2,82 \mu\text{m} \pm 0,28$; PH: $2,65 \mu\text{m} \pm 0,19/2,90 \mu\text{m} \pm 0,22$. Tais valores representam que camadas

correspondentes de dentina em dentes decíduos humanos, terceiros molares e incisivos centrais bovinos não mostram diferença significativa com relação ao diâmetro, nem ao número de túbulos dentinários/mm². No entanto, quando o assunto é a densidade tubular na raiz bovina os valores são significativamente maior. Sugere-se que a partir desses valores que, desde que as amostras sejam padronizadas, a dentina da coroa de incisivo bovino pode ser um substituto seguro para dentina humana de molares em testes de resistência de união.

No estudo de Bonfim (2001) houve a comparação entre a micromorfologia da dentina bovina e da dentina humana, através da avaliação em microscópio eletrônico de varredura. A partir dessa avaliação concluiu-se que a dentina bovina apresentou maior densidade tubular/área nas proximidades da polpa e menor densidade nas proximidades do limite amelo-dentinário, o que se assemelha à dentina humana. No que diz respeito ao diâmetro dos túbulos dentinários, quando na dentina bovina, apresenta-se ao contrário da dentina humana, ou seja, com menor diâmetro próximo à polpa e maior diâmetro próximo ao esmalte. A conclusão foi que urge a necessidade de padronização para a utilização de dentes bovinos em pesquisas.

Anido (2001) ao conduzir seu estudo comparativo entre dentina humana e bovina, avaliando a resistência adesiva ao cisalhamento em três diferentes profundidades e, com a finalidade de estabelecer uma possível relação de profundidade entre os substratos visando substituir a dentina humana em testes de adesão, evidenciou diferença significativa entre a resistência adesiva em dentes humanos e bovinos, sendo os maiores valores observados para os dentes humanos. Diferença significativa de resistência para as profundidades analisadas foi detectada, sendo os maiores valores para a dentina superficial, seguida da dentina média e sequencialmente pela profunda para ambos substratos. Semelhança de comportamento entre os substratos também foi evidenciado para dentina humana superficial e dentina bovina profunda

quando da realização do teste de resistência de união. A partir dos resultados inferiu-se que o substrato bovino pode sim ser utilizado para estudos laboratoriais de resistência adesiva como indicativo do desempenho inicial de novos produtos.

Lopes et al. (2003) em um estudo comparativo sobre o tipo de substrato dental utilizado em testes de resistência de união ao teste de cisalhamento, compararam valores de resistência de união sobre o esmalte e dentina humanos com valores obtidos em dentes bovinos, utilizando-se de dois sistemas adesivos com diferentes princípios de atuação. A partir de vinte meias coroas dentais humanas e quarenta coroas bovinas, promoveram desgaste até obter área plana de aproximadamente 5 mm de diâmetro. Separadas em quatro grupos, sendo: esmalte humano, esmalte bovino, dentina humana e dentina bovina, as amostras de cada grupo foram divididas em dois subgrupos, de acordo com o sistema de união utilizado:

- a) *Scotchbond Multi-Uso* (SBMU);
- b) *Clearfil Liner Bond 2V* (CLB2V).

Após a confecção dos cilindros de resina sobre a área de interesse, as amostras foram testadas a uma velocidade de 0,5 mm/min. Nos resultados para esmalte não foi observada diferença estatística entre dentes humanos (7,36 MPa) e bovinos (8,24 MPa) para os mesmos materiais. O SBMU apresentou média estatisticamente inferior em dentina humana (7,01 MPa), quando comparado à dentina bovina (11,74 MPa). Para o CLB2V não houve diferença estatística entre os substratos humano (7,43 MPa) e bovino (9,27 MPa).

Na proposta do estudo de Corrêa et al. (2003) uma comparação entre a micromorfologia da dentina bovina e dentina humana, através de microscópio eletrônico de varredura. Concluíram que a dentina bovina apresentou maior densidade tubular/área nas proximidades da polpa e menor densidade nas proximidades do limite amelo-dentinário, semelhante à dentina humana. O diâmetro dos túbulos dentinários da

dentina bovina apresentou-se ao contrário da dentina humana, ou seja, com menor diâmetro próximo à polpa e maior diâmetro próximo ao esmalte. Os autores concluíram que há uma necessidade urgente de padronização para o uso de dentes bovinos nestas pesquisas.

A proposta do estudo de Dutra-Corrêa et al. (2004) foi uma comparação entre o diâmetro e a densidade dos túbulos dentinários da dentina bovina condicionada e fraturada foi realizada e a conclusão do presente estudo foi que o diâmetro dos túbulos dentinários é maior na dentina superficial, próxima ao esmalte e menor na dentina profunda, enquanto que a densidade tubular é maior na dentina profunda. Foi ainda possível inferir que a dentina peritubular é mais espessa na dentina superficial, ou seja, próxima ao esmalte.

3 PROPOSIÇÃO

Este trabalho tem por objetivo:

Analisar a influência da superfície dentinária bovina na resistência de união de dois sistemas adesivos.

Tem se como hipótese:

H_0 = Superfície de dentina bovina não interfere na resistência de união de sistemas adesivos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Os materiais utilizados nesse estudo estão dispostos no quadro abaixo:

Quadro 1-Descrição dos materiais utilizados

| MATERIAL | FABRICANTE | PAÍS | LOTE |
|---------------------------|-------------------|-------------|-------------|
| Adesivo Single Bond 2 | 3M/ ESPE | EUA | N300770BR |
| Adesivo Clearfill SE Bond | Kuraray | Japão | 300898 |
| Resina Composta TPH 3 | Dentsply | EUA | 713855E |
| R.A.A.Q | Jet | Brasil | 190912 |
| Ácido Fosfórico | Angelus | Brasil | 22686 |

4.2 Método

A partir de dentes bovinos recém extraídos, foram selecionados quarenta (40) dentes para o preparo das amostras de realização desse estudo. Os dentes foram selecionados buscando maior proximidade de tamanho das coroas.



Figura 1 – Dente bovino íntegro e hígido.

Primeiramente os dentes tiveram a coroa separada da raiz em sentido horizontal através de um corte feito com disco diamantado montado em motor elétrico. A separação foi feita na região cervical respeitando o limite cemento esmalte.



Figura 2 – Separação de coroa e raiz.



Figura 3 – Coroa bovina separada da raiz.

Após a separação, foi realizada a limpeza da câmara pulpar com lima endodôntica e irrigação com água destilada para remoção de resíduos celulares de tecido pulpar.

Na sequência, ainda com o intuito de padronização das amostras, removeu-se a região incisal dos dentes em um recortador de gesso, removendo cerca de 3 a 4 mm de esmalte ficando, dessa forma, exposto o tecido dentinário da região incisal.



Figura 4 – Desgaste incisal da coroa.

As amostras foram divididas aleatoriamente em quatro (04) grupos de cinco dentes cada. Dois desses grupos, ou seja, dez (10) dentes foram preparados da seguinte maneira: Em uma lixadeira automática circular com uma lixa de granulação 180 foi feita a remoção de uma camada de esmalte da região vestibular até que a primeira camada de dentina ficasse exposta. A face gerada com esse desgaste foi polida e alisada com o intuito de padronizar a *smear layer*, através da utilização de uma lixadeira circular automática fazendo uso de uma sequência de lixas de granulação 120, 260, 400 e 600 durante dois minutos cada.

Nos outros dois grupos, como o objetivo era trabalhar na parede pulpar vestibular removeu-se toda a porção lingual desses dez dentes. Isso foi feito através da utilização de uma lixa de granulação 120 em lixadeira circular automática até que a câmara pulpar ficasse

totalmente exposta. Foram planificadas e alisadas as superfícies de trabalho como realizado no preparo das amostras dos grupos anteriores.

As amostras foram embutidas em uma matriz de resina acrílica quimicamente ativada para que pudessem ser preparadas e testadas. Os dentes preparados precisavam estar com as faces de trabalho totalmente paralelas ao plano horizontal, para isso utilizou-se uma placa de vidro onde os dentes foram apoiados com as faces de trabalho em contato direto com o vidro da placa, respeitando assim a condição de paralelismo. Uma matriz circular de PVC foi posicionada ao redor dos dentes sobre a placa de vidro e preenchida com RAAQ. Dessa forma os dentes ficaram presos na resina e a superfície de teste exposta e paralela.



Figura 5 – Planificação e regularização da superfície dentinária.



Figura 6 – Amostras NORMAL e INVERTIDA prontas.

4.3 Grupos

Os grupos de trabalho foram assim separados:

- a) Grupo 1: Normal/Convencional;
- b) Grupo 2: Invertido/Convencional;
- c) Grupo 3: Normal/Autocondicionante;
- d) Grupo 4: Invertido/Autocondicionante.

4.3.1 Grupo 1 – Normal/Convencional

Os dentes do grupo 1 foram preparados como convencionamos de Normal / Convencional, em função da superfície a ser trabalhada e do adesivo utilizado, *Single Bond 2*. Foi realizada profilaxia com pedra pomes e água fazendo uso de uma escova de Robinson montada em motor de baixa rotação, houve aplicação de ácido fosfórico 37% durante 20 s sobre a dentina na região central da coroa em sentido cérvico incisal. O dente foi lavado por 30 s com spray de ar e água e depois seco por mais 30 s com papel absorvente de modo a manter a dentina levemente úmida. Com um aplicador específico para adesivo em dentina (*Microbrush*) foi depositado uma (1) gota do adesivo SB2 que foi aplicada sobre a superfície do dente. Durante 20 s fez-se a fricção do micro aplicador com adesivo sobre a superfície do dente a fim de permitir a penetração do mesmo dentro dos túbulos dentinários para que ocorresse a formação dos *tags*. Foi feita a uma aplicação de leve jato de ar próximo ao dente para evaporação dos solventes do composto e, realizada a fotoativação (*Raadi*) do adesivo por 20 s. Com o adesivo polimerizado era iniciado o processo de construção do bloco de resina

composta (TPH 3 - *Dentsply*) sobre o dente. O bloco foi construído através da utilização da técnica incremental sendo aplicadas porções de 2,0 mm e fotopolimerizadas até que o bloco apresentasse 3,0 mm de altura e de largura, conferidos com uma régua milimetrada.

Depois de confeccionado o bloco de resina composta a amostra foi armazenada em estufa à 37 °C por um período de 24 h. Decorrido esse prazo as amostras foram submetidas aos cortes nos eixos X e Y para confecção dos palitos de teste. Os cortes foram feitos em uma cortadeira elétrica (ISOMET 1000, *Buehler Ltd.*) sob 300 rpm de velocidade e fazendo uso de um disco diamantado dupla-face. No intuito de facilitar o trabalho e diminuir a perda de palitos durante a confecção, após o corte realizado no sentido do eixo X, antes de iniciar o corte no sentido Y era manipulada uma porção mínima de hidrocolóide irreversível que foi aplicada entre as ranhuras impressas na amostra a fim de permitir maior segurança para o corte e reduzir a perda de palitos.



Figura 7 – ISOMET 1000, *Buehler Ltd.*



Figura 8 – Amostra pronta para início da fase de corte e preparação de palitos.



Figura 9 – Amostra em corte.



Figura 10 – Cortes no eixo X.



Figura 11 – Aplicação de hidrocolóide.



Figura 12 – hidrocolóide sobre a amostra.



Figura 13 – Corte no eixo Y.



Figura 14 – Cortes no eixo Y com hidrocolóide.

Imediatamente após a obtenção dos palitos, estes eram medidos através de um paquímetro digital para determinação de sua área quadrada para dar início a fase de teste a fim de promover a conversão dos dados em MPa. Os palitos foram colados em posição junto ao dispositivo de Geraldeli, para realização do ensaio mecânico universal de microtração (EMIC DL-1000). Os dados das mensurações das unidades amostrais foram tabulados e inseridos no sistema de uso da máquina de ensaio universal para que os testes gerassem os valores a serem estudados. Após a colagem dos palitos junto ao dispositivo de Geraldeli e, quando posicionados para teste, a parte do palito que representava o lado de resina sempre ficava voltada para a parte superior da máquina. Os testes foram realizados com uma célula de carga de 50 Kg a uma velocidade de 0,5 mm/min.



Figura 15 – Palito pronto.

4.3.2 Grupo 2 – Invertido/Convencional

Os dentes do grupo 2 foram preparados, em função da superfície a ser trabalhada e do adesivo utilizado, *Single Bond 2* e o meio de produção das amostras seguiu o mesmo padrão do preparo das amostras do grupo 1.

4.3.3 Grupo 3 – Normal/Autocondicionante

Os dentes do grupo 3 foram preparados em função da superfície a ser trabalhada e do adesivo utilizado, *Clearfill SE Bond*. Esse produto se apresenta comercialmente sobre dois frascos: um *primer* ácido e um adesivo. Foi realizada profilaxia com pedra pomes e água através da utilização de uma escova de Robinson montada em baixa rotação. Foi eliminada a necessidade de tratamento de superfície, em virtude de ser um adesivo autocondicionante. Para aplicação do produto foram seguidas as recomendações do fabricante, as quais são aplicar e friccionar a superfície tratada durante 20 s com uma gota do *primer* condicionante, secar com jato de ar por 10 s, na sequência com um novo aplicador levar à superfície interessada uma gota do adesivo, e friccionar por 10 s, um

novo jato de ar por mais 10 s e ai proceder a fotoativação por 20 s sobre a dentina na região central da coroa em sentido cérvico incisal. Com a adesivo polimerizado era iniciado o processo de construção do bloco de resina composta (TPH 3 - *Dentsply*) sobre o dente. O bloco foi construído através da utilização da técnica incremental.

Depois de confeccionado o bloco de resina composta a amostra foi armazenada em estufa a 37 °C por 24 h. Decorrido esse prazo as amostras foram submetidas aos cortes da mesma maneira que os grupos anteriores.

4.3.4 Grupo 4 – Invertido/Autocondicionante

Os dentes do grupo 4 foram preparados em função da superfície a ser trabalhada e do adesivo utilizado, *ClearfillSE Bond* e a sequência de produção e das amostras desse grupo seguiu a mesma sequência de produção das amostras do grupo 3.

5 RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta o resultado da análise de variância de 2 fatores para os valores de resistência de união.

Tabela 1 – Resultado da análise de variância de 2 fatores para os valores de resistência de união (MPa)

| | Grau de liberdade | Soma dos quadrados | Quadrado médio | F | P |
|------------|-------------------|--------------------|----------------|---------|--------|
| Direção | 1 | 812,63 | 812,63 | 46,681 | 0,0000 |
| Adesivo | 1 | 9991,84 | 9991,84 | 573,975 | 0,0000 |
| Dir x ades | 1 | 1197,92 | 1197,92 | 68,814 | 0,0000 |
| | 74 | 1288,20 | 17,41 | | |

$p < 0,05$ representa significância dos fatores.

Para detecção da diferença entre os grupos foi aplicado o teste de Tukey, para os fatores direção x adesivo.

Tabela 2 – Resultado do teste de Tukey para comparação dos valores de resistência de união (MPa) entre os grupos

| GRUPOS | MÉDIA (D.P.) | COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%) | CONJUNTOS HOMOGÊNEOS |
|--------------|--------------|-----------------------------|----------------------|
| G4 Inv/auto | 12,7 (3,4) | 27 | A |
| G3 Norm/auto | 13,9 (2,1) | 15 | A |
| G2 Inv/conv | 29,2 (5,4) | 18 | B |
| G1 Norm/conv | 43,9 (4,8) | 11 | C |

Letras maiúsculas distintas representam medias diferentes entre si ($p < 0,05$).

5.1 Análise de Fratura

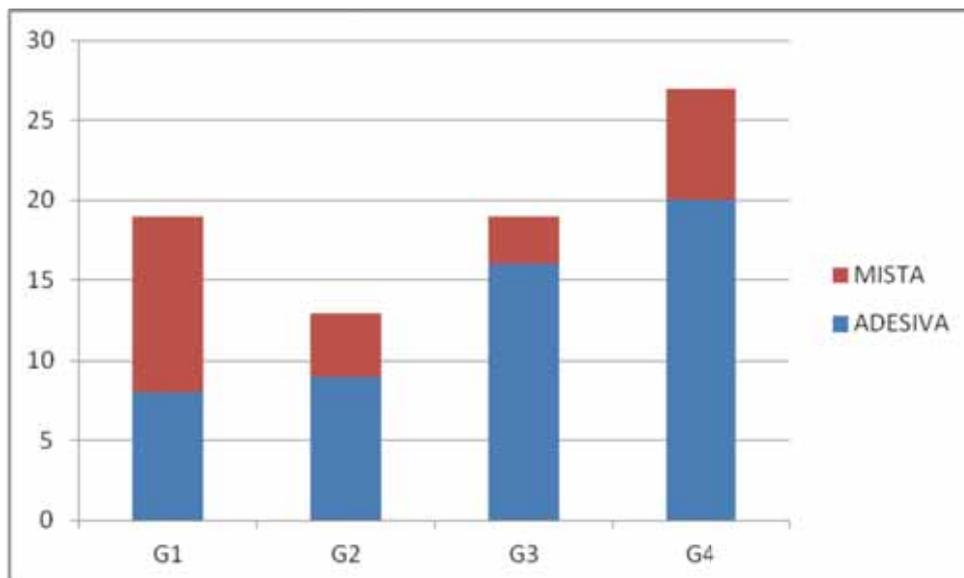


Figura 16 - O gráfico evidencia a distribuição dos tipos de falhas ocorridos durante o teste.

De acordo com os valores expressos na figura acima podemos inferir uma maior prevalência de falhas adesivas em praticamente todas as situações avaliadas.

6 DISCUSSÃO

Considerando o desenvolvimento e a evolução dos sistemas adesivos bem como o alcance e o estabelecimento da odontologia adesiva, fica evidente a necessidade da utilização de técnicas e procedimentos adesivos bem definidos.

Devido à ação dos sistemas adesivos foi possível obter a formação de uma união estável entre a dentina e diferentes materiais odontológicos (Nakabayashi et al., 1982).

Após a conquista dessa estabilidade, os conceitos de adesividade começaram a gerar novas perspectivas. A união ao esmalte dental, cuja principal constituição é matéria inorgânica (96%) e apenas uma pequena quantidade de substância orgânica e água (4%) (Sharawy, Yaeger, 1989), é entendida como um procedimento bem consolidado e clinicamente estável (Nakabayashi, Watanabe, 1998). No entanto quando o tecido em questão se chama dentina não é possível obter resultados semelhantes.

Existem hoje diferentes estratégias adesivas a partir das quais a hibridização pode ser alcançada. Vivemos a era onde existem sistemas onde o primer e o adesivo são aplicados após a remoção total da smear layer e desmineralização da superfície da dentina pelo condicionamento com ácido fosfórico. São os chamados sistemas adesivos convencionais e, podem envolver dois ou três passos para sua realização, conforme a sugestão e apresentação pelo fabricante, sendo possível primer e adesivo em frasco único ou em frascos separados, respectivamente. De maneira mais prática, porém com indicações de uso a serem bem observadas, existem os chamados sistemas adesivos autocondicionantes, no qual o primer desempenha as funções do

condicionador e do primer propriamente dito, sendo aplicado separadamente ou em conjunto com o adesivo (De Paiva Gonçalves et al., 1999; Tay et al., 2000; Anido, 2001).

Técnicas adesivas de três ou dois passos ou ainda que seja a técnica do passo único, apresentam, invariavelmente, vantagens e desvantagens. Saber onde e como utilizar é o grande desafio.

A utilização de dentes humanos tem se tornando grande desafio frente a dificuldade na obtenção das amostras e da necessidade da validação para a utilização dos mesmos após aprovações em comitê de ética em pesquisa. Paralelamente a essa dificuldade a utilização de dentes bovinos surgiu como uma solução facilitadora para esses casos.

Geralmente os valores obtidos com testes em que se utilizam dentes bovinos os valores de resistência de união são bem maiores se comparados aos valores dos dentes humanos, afirmam Fowler et al. (1992). Esse fato é face à diferença morfológica e também devido à quantidade e diâmetro dos túbulos dentinários.

Quando em dente bovino, no que diz respeito ao diâmetro dos túbulos dentinários, tem-se para a dentina superficial (4,21 μm) e para a dentina média (3,98 μm) que dessa forma apresentaram diâmetro estatisticamente superior ($p < 0,05$) à dentina profunda (3,14 μm). Quando a investigação é em dente humano, tem-se que o diâmetro dos túbulos da dentina superficial (2,42 μm) mostram-se significativamente menores que na dentina profunda (2,99 μm) e na média, (2,94 μm) onde não diferiram entre si. Na comparação sobre o número de túbulos por mm^2 , independente da região, o resultado foi significativamente maior para a dentina humana (22,329) do que para dentina bovina (15,964). Observou-se evidente diferença na estrutura tubular e morfológica entre as dentinas humana e bovina (Lopes et al., 2009).

Este fato já havia sido observado no estudo de Bonfim (2001) que ao estudar a micromorfologia da dentina bovina e dentina humana, através de microscópio eletrônico de varredura.comparando os

diâmetros dos túbulos dentinários, observaram que os da dentina bovina apresentaram-se ao contrário da dentina humana, ou seja, menor diâmetro próximo à polpa e maior diâmetro próximo ao esmalte.

Sabe-se que a maioria dos valores de resistência de união obtidos nos testes de tração em dentes humanos apresentam-se em torno de 10 MPa de acordo com Shono et al. (1999).

Mais recentemente e, a partir de uma avaliação da resistência de união dos adesivos Single Bond e XP Bond, realizada em dentinas seca, úmida e reidratada, resultou na seguinte apresentação: para o SB: para o substrato úmido 19,4 MPa; para a dentina seca 6,6 MPa enquanto para a dentina reidratada 8,9 MPa. Os valores obtidos com o XP Bond foram para dentina úmida 19,6 MPa e de 13,24 MPa para dentina reidratada afirmam Susin et al. (2007).

Diante de informações ímpares e das muitas variações de dados e resultados, Yassem et al. (2011) afirmam que devido a essas inconsistências nos estudos não existe segurança para propor a total substituição do dente humano pelo bovino em pesquisas.

De posse da informação que a morfologia do dente bovino é praticamente inversa à do dente humano e, o presente estudo propôs-se a utilizar a dentina bovina em direção invertida na tentativa de aproximar os valores de resistência de união aos encontrados na literatura com dentes humanos. De acordo com Camargo et al. (2007), há controvérsia na literatura quanto à utilização do palito, dente ou bloco como unidade experimental em testes de microtração, devido à possíveis interferências no resultado estatístico. Balducci et al. (2013), a partir de um estudo realizado após a avaliação de 87 dissertações e teses na área de odontologia, apresentadas em três universidades públicas do estado de São Paulo, as quais se utilizaram de testes de microtração e, apesar de controversa, devido à possibilidade de incorrência de erros estatísticos inferenciais, certificaram que cerca de 40% dos trabalhos consideram o palito como unidade experimental.

Quando comparamos os resultados entre os adesivos utilizados fica evidenciado que o SB2 apresentou valores de RU muito maiores que os valores apresentados pelo *Clearfill*. Fato esse comprovado pelo estudo de Nakabayashi et al. (1982), no qual afirmaram que os sistemas adesivos convencionais podem produzir altas forças de adesão resina/dentina, mas alguns relatos mostram que alguns fatores podem influenciar seu desempenho.

Os adesivos autocondicionantes aderem-se a dentina por meio da smear layer. Quando utilizados não há necessidade de condicionar, lavar e secar eliminando o risco de sobrecondicionar e umedecer excessivamente a dentina (Ikemura et al., 2003).

Em contrapartida, nos sistemas adesivos convencionais realiza-se o condicionamento ácido das estruturas dentárias antes do procedimento propriamente dito. O ácido condiciona a dentina formando uma união por penetração do monômero adesivo e da resina, por meio da exposição de fibras colágenas, obtendo uma zona de dentina desmineralizada. Portanto, tais sistemas são capazes de promover retenções micromecânicas entre o colágeno, o sistema adesivo e a resina, formando a camada híbrida ou a zona de interdifusão dentina/resina (Wang, Spencer, 2004; Walshaw, McComb, 1995).

Ao compararmos o desfecho entre as superfícies de trabalho observamos que os valores para o lado chamado de normal mostraram-se maiores do que os evidenciados na superfície invertida quando se utilizou o SB2. Quando o adesivo utilizado foi o *Clearfill* praticamente não houve diferença entre os valores observados.

A penetração do primer e do adesivo podem ser diretamente afetadas pela morfologia do tecido dentário nas diferentes localizações da dentina. Os fatores biológicos e clínicos, como dentina esclerosada e permeabilidade dentinária, também podem afetar a adesão ao tecido dentinário. Portanto existem alguns inconvenientes relacionados a essa técnica, a água deve ser removida, mas o substrato não pode ser

seco para evitar o colapso das fibras colágenas, o que dificultaria a penetração do adesivo. Em contrapartida, umidade em excesso poderia alterar a composição do adesivo ou mesmo ainda a ação dos seus componentes. Dessa forma, a técnica que utiliza ácido fosfórico como condicionador de superfície, exige um maior número de passos clínicos, um tempo de aplicação mais longo e, portanto, aumenta a probabilidade de erros (Cardoso, Sadek, 2003).

No que diz respeito aos sistemas autocondicionantes quando comparados aos sistemas convencionais, pode-se dizer que há maior controle da umidade uma vez que não existe o passo do condicionamento ácido separadamente (Martins et al., 2008).

Variações na dentina como idade do dente, região da dentina, profundidade, umidade, densidade dos túbulos bem como a orientação destes afetam a adesão dentina/resina afirmam Watanabe et al. (1996). Ainda de acordo com os autores, devido à variação na estrutura, clinicamente, a ligação dentina/resina será diferente devido às diferentes orientações dos túbulos dentinários.

Isso tudo corrobora frente ao fato de que se esperava na hipótese central do trabalho que era a proximidade dos valores, a partir da superfície invertida, pois se tem, nesse caso uma proximidade muito grande com a morfologia do tecido dentinário humano.

A partir da proposição do presente estudo e considerando os resultados apresentados, onde se observou nítida diferença nos valores de resistência de união entre o sistema autocondicionante e o convencional, tendo esse, mostrado valores de RU muito mais próximos aos valores de resistência de união de dentes humanos, fato este ainda mais evidenciado quando a superfície de teste foi a parede vestibular da câmara pulpar, derrubando, dessa forma, questionamentos e dúvidas sobre a validade da utilização de dentes bovinos em pesquisa por causa da, sempre presente, e grande diferença de valores de RU entre dentes humanos e bovinos. Diante disso pode se inferir que a utilização do dente

bovino é uma alternativa segura para a realização de testes de resistência de união, desde que se utilize, preferencialmente, a parede pulpar vestibular associada ao emprego de sistemas adesivos autocondicionantes.

7 CONCLUSÃO

A partir do presente estudo podemos concluir que:

Houve influencia da orientação dos túbulos dentinarios para a utilização do adesivo autocondicionante;

E não se observou tal influência para o adesivo convencional.

8 REFERÊNCIAS*

Anido AA. Dentina humana e bovina, estudo comparativo da resistência adesiva em três diferentes profundidades: teste de cisalhamento. [dissertação]. São José dos Campos (SP): Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2001.

Balducci I, Pagani C, Barcellos, DC, Cardoso M. Microtensile test in dental research. Controversial aspects in statistical analysis (experimental units and premature failures). *Braz Dent Sci.* 2013 jul/set;16(3):7-17.

Bhaskar SN. Dentina. In: Orban BJ. *Histologia e embriologia oral de Orban.* 10. ed. São Paulo: Artes Médicas; 1989. cap. 4. p.111-46.

Bomfim MDC. Estudo micromorfológico comparativo entre dentina humana e bovina, ao MEV [abstract]. *Pesq Odontol Bras.* 2001;15 Supl 62:321.

Bowen RL, Cobb EN, Rapson JE. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues: improvement in bond strength to dentin. *J Dent Res.* 1982;61(9):1070-6.

Bowen RL. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. 3. Bonding to dentin improved by pre-treatment and use of surface-active comonomer. *J Dent Res.* 1965a;44(5):903-5.

Bowen RL. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. 4. The effect of a surface-active comonomer on adhesion to diverse substrates. *J Dent Res.* 1965b;44(6):1369 - 73.

Bowen RL. Study adhesive substances for dental applications. *J Am Dent Assoc.* 1962;65(2):240-2.

Brännström, M, Garberoglio, R. The dentinal tubules and the odontoblast processes a scanning electron microscopic study. *Acta Odon Scand.* 1972;30(3):291-311.

Brudevold F, Buonocore MG, Wileman W. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. *J Dent Res.* 1956;35(6):846-51.

Buonocore MG, Quigley M. Bonding of a synthetic resin material to human dentin: preliminary histological study of the bond area. *J Am Dent Assoc.* 1958;57(6):807-11.

Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34(6):849-53.

Camargo MA, Silveira BL, Delfino CS, Zaroni WCS. Ensaio de microtração: uma revisão crítica da literatura. *Rev Inst Cien.* 2007;25(3): 313-8.

Cardoso PEC, Sadek, FT. Microtensile bond strength on dentin using new adhesive systems with self-etching primers. *Braz J Oral Sci.* 2003; 2(4):156-9.

Carvalho RM, Pegoraro TA, Tay FR, Pegoraro LF, Silva NR, Pashley DH. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilize self-etching primers to dentine. *J Dent.* 2004;32(1):55-65.

Corrêa MD, Anauate-Netto C, Youssef MN, Carmo ARP, Kuchinski FB. Estudo micromorfológico comparativo entre dentina bovina e humana ao MEV. *RPG Rev Pos Grad.* 2003;10(4):312-6.

Dutra-Corrêa M, Anauate-Netto C, Arana-Chavez VE. Comparação da densidade tubular e diâmetro dos túbulos dentinários da dentina bovina condicionada e fraturada [abstract]. *Braz Oral Res.* 2004;18 suppl: Pc 093.

Dutra-Corrêa M. Avaliação das propriedades térmicas, químicas e mecânicas, relacionando dente bovino com dente humano [dissertação]. São José dos Campos (SP): Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP- Univ Estadual Paulista; 2005.

Dyce KM, Wensing CJG, Sack OW. A cabeça e a parte ventral do pescoço dos ruminantes. In: --. *Tratado de anatomia veterinária.* Rio de Janeiro: Guanabara; 1987. p. 417-20.

Fogel HM, Marshall FJ, Pashley DH. Effects of distance from the pulp and thickness on the hydraulic conductance of human radicular dentin. *J Dent Res.* 1988;67(11):1381-5.

Forssell-Ahlberg K, Brännström M, Edwall L. The diameter and number of dentinal tubules in rat, cat, dog and monkey: a comparative scanning electron microscopy study. *Acta Odont Scand.* 1975;33(5):243-50.

Fowler CS, Swartz ML, Moore BK, Rhodes BF. Influence of selected variables on adhesion testing. *Dent Mater.* 1992;8(4):265-9.

Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J Dent Res.* 1979;58(4):1364-70.

Garberoglio R, Brännström M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Archs Oral Biol.* 1976;21(6):355-62.

Gonçalves SE, De Araujo MA, Damião AJ. Dentin bond strength: influence of laser irradiation, acid etching, and hypermineralization. *J Clin Laser Med Surg.* 1999;17(2):77-85.

Gray SE, Burgess JO. An *in vivo* and *in vitro* comparison of two dentin bonding agents. *Dent Mater.* 1991;7(3):161-5.

Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Oguchi H. Resin-tooth adhesive interfaces after long term function. *Am J Dent.* 2001;14(4):211-5.

Ikemura K, Tay FR, Hironaka T, Endo T, Pashley DH. Bonding mechanism and ultrastructural interfacial analysis of a single-step adhesive to dentin. *Dent Mater.* 2003;19(8):707-15.

Kinloch AJ. Adhesion and adhesives: science and technology. London New York: Chapman an Hall; 1987.

Koutsis V, Noonan RG, Horner JA, Simpson MD, Matthews WG, Pashley DH. The effect of dentin depth on the permeability and ultra structure of primary molars. *Pediatr Dent.* 1994;16(1):29-35.

Liu J, Hattori M, Hasegawa K, Yoshimari M, Kawada E, Oda Y. Effect of tubule orientation and dentin location on the microtensile strength of bovine root dentin. *Dent Mat J.* 2002;21(2):73-82.

Lopes MB, Sinhoreti MA, Gonini Junior A, Consani S, Mc Cabe JF. Comparative study of tubular diameter and quantity for human and bovine dentin at different depths. *Braz Dent J.* 2009;20(4):279-83.

Lopes MB, Sinhoreti MAC, Correr Sobrinho L, Consani S. Comparative study of the dental substrate used in shear bond strength tests. *Pesq Odontol Bras.* 2003;17(2):171-5.

Martins GC, Franco APGO, Godoy EP, Maluf DR, Gomes JC, Gomes OMM. Adesivos dentinários. *RGO.* 2008;56(4):429-36.

Nakabayashi N, Ashizawa M, Nakamura M. Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created *in vivo*: durable bonding to vital dentin. *Quintessence Int.* 1992b;23(2):135-41.

Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res.* 1982; 16(3):265-73.

Nakabayashi N, Watanabe A, Arao T. A tensile test to facilitate identification of defects in dentine bonded specimens. *J Dent.* 1998;26(4): 379-85.

Nakabayashi N. Adhesive bonding with 4-META. *Oper Dent.* 1992a;Suppl 5:125-30.

Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res.* 1983;62(10):1076-81.

Nordenvall KJ. Enamel bond-composite fillings in etched cavities. The appearance of resin surfaces facing enamel and dentin. *Swed Dent J.* 1978;2(5):141-50.

Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentin adhesion. *J Dent.* 1997;25(5):355-72.

Pashley EL, Tao L, Mathews WG, Pashley DH. Bond strengths to superficial, intermediate and deep dentin *in vivo* with four dentin bonding systems. *Dent Mater.* 1993;9(1):19-22.

Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ. The effect of dentine location and tubule orientation on the bond strengths between resin and dentine. *J Dent.* 1999;27(4):265-74.

Pioch T, Staehle HJ. Experimental investigation of the shear strengths of teeth in the region of the dentinoenamel junction. *Quintessence Int.* 1996; 27(10):711-4.

Reeves GW, Fitchie JG, Hembree JH Jr, Puckett AD. Microleakage of new dentin bonding systems using human and bovine teeth. *Oper Dent.* 1995; 20(6):230-5.

Retief DH, Mandras RS, Russell CM, Denys FR. Extracted human versus bovine teeth in laboratory studies. *Am J Dent.* 1990;3(6):253-8.

Retief DH. The Principles of Adhesion. J Den Assoc S Afr. 1970;25(9):285-95.

Rose EE, Lal J, Williams NB, Falcetti JP. The screening of materials for adhesion to human tooth structure. J Dent Res. 1955;34(4):577-88.

Rueggeberg FA. Substrate for adhesion testing to tooth structure – review of the literature. Dent Mater. 1991;7(6):2-10.

Ruse ND, Smith DC. Adhesion to bovine dentin: surface characterization. J Dent Res. 1991;70(6):1002-8.

Sano H, Ciucchi B, Matthews WG, Pashley DH. Tensile properties of mineralized and demineralized human and bovine dentin. J Dent Res. 1994;73(6):1205-11.

Saunders WP. The shear impact retentive strengths of four dentine bonding agents to human and bovine dentine. J Dent. 1988;16(5):233-8.

Schilke R, Bauss O, Lisson JA, Schuckar M, Geurtsen W. Bovine dentin as a substitute for human dentin in shear bond strength measurements. Am J Dent. 1999;12:92-6.

Schilke R, Lisson JA, Bauss O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. Arch Oral Biol. 2000;45(5):355-61.

Sharawy M, Yaeger JA. Esmalte. In: Bhaskar SN. Histologia e Embriologia de Orban. 10. ed. São Paulo: Artes Médicas;1989. p. 51-110.

Shono Y, Terashita M, Shiamada J, Kozono Y, Carvalho RM, Russell CM, et al. Durability of resin-dentin Bonds. J Adhes Dent. 1999;1(3):211-8.

Silva CM. Shear bond strength of an adhesive system in human, bovine and swinish teeth [abstract]. J Dent Res. 1996;75 Sp Iss:393:3005.

Stinson AW, Calhoun ML. Sistema digestivo. In: Dellmann HD, Brown EM. Histologia veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara; 1982. p. 164-73.

Susin AH, Vasconcellos WA, Saad JR, Oliveira Junior OB. Tensile Bond strength of self-etching versus total etching adhesive systems under dentinal substrate conditions. Braz Oral Res. 2007;21(1):81-6.

Tagami J, Tao L, Pashley DH, Horner JA. The permeability of dentine from bovine incisors *in vitro*. Archs Oral Biol. 1989;34(10):773-7.

Tagami J, Tao L, Pashley DH. Correlation among dentin depth, permeability, and bond strength of adhesive resins. *Dent Mater.* 1990;6(1):45-50.

Tam LE, Pilliar RM. The effect of interface stiffness on dentin-composite interfacial fracture resistance. *J Dent.* 2000;28(7):487-93.

Tao L, Pashley DH. Shear bond strengths to dentin: effects of surface treatments, depth and position. *Dent Mater.* 1988;4(6):371-8.

Tay FR, Carvalho R, Sano H, Pashley DH. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. *J Adhes Dent.* 2000;2(2):99-116.

Van Meerbeek B, Dhem A, Goret-Nicaise M, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin-dentin interdiffusion zone. *J Dent Res.* 1993;72(2):495-501.

Van Meerbeek B, Ionokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res.* 1992a;71(8):1530-40.

Van Meerbeek B, Lambrechts P, Inokoshi S, Braem M, Vanherle G. Factors affecting adhesion to mineralized tissues. *Oper Dent.* 1992b; Suppl 5:111-24.

Walshaw PR, McComb D. SEM characterization of the resin-dentine interface produced in vivo. *J Dent.* 1995;23(5):281-7.

Wang Y, Spencer P. Physicochemical interactions at the interfaces between self-etch adhesive systems and dentine. *J Dent.* 2004;32(7):567-79.

Watanabe LG, Marshall GW Jr., Marshall SJ. Dentin shear strength: effects of tubule orientation and intratooth location. *Dent Mater.* 1996;12(2):109-15.

Yassen GH, Platt JA, Hara AT. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. *J Oral Sci.* 2011;53(3):273-82.

Yoshiyama M, Matsuo T, Ebisu S, Pashley D. Regional bond strengths of self-etching/self-priming adhesive systems. *J Den.* 1998;26(7):609-16.

APÊNDICE A – Tabela dos valores dos corpos de prova

Tabela 3 - Valores dos corpos de prova
(continua)

| GRUPO | VALOR (MPa) |
|----------------------------|--------------------|
| G1 Normal/Convencional | 34,84 |
| G1 Normal/Convencional | 39,35 |
| G1 Normal/Convencional | 37,74 |
| G1 Normal/Convencional | 34,81 |
| G1 Normal/Convencional | 25,18 |
| G1 Normal/Convencional | 30,31 |
| G1 Normal/Convencional | 32,95 |
| G1 Normal/Convencional | 31,97 |
| G1 Normal/Convencional | 22,39 |
| G1 Normal/Convencional | 22,09 |
| G1 Normal/Convencional | 25,7 |
| G1 Normal/Convencional | 20,33 |
| G1 Normal/Convencional | 25,28 |
| G1 Normal/Convencional | 32,25 |
| G1 Normal/Convencional | 33,12 |
| G1 Normal/Convencional | 22,46 |
| G1 Normal/Convencional | 30,71 |
| G1 Normal/Convencional | 27,47 |
| G2 Invertido /Convencional | 25,95 |
| G2 Invertido /Convencional | 44,18 |
| G2 Invertido /Convencional | 41,66 |
| G2 Invertido /Convencional | 45,17 |
| G2 Invertido /Convencional | 42,93 |
| G2 Invertido /Convencional | 31,81 |
| G2 Invertido /Convencional | 44,34 |
| G2 Invertido /Convencional | 50,12 |
| G2 Invertido /Convencional | 49,51 |

Tabela 3 - Valores dos corpos de prova
(continuação)

| GRUPO | VALOR (MPa) |
|----------------------------|--------------------|
| G2 Invertido /Convencional | 42,34 |
| G2 Invertido /Convencional | 49,5 |
| G2 Invertido /Convencional | 45,87 |
| G2 Invertido /Convencional | 46,46 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 37,87 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 18,48 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 15,09 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 15,6 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 13,03 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 13,03 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 15,98 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 10,95 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 16,5 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 16,1 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 13,86 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 12,48 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 11,64 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 11,5 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 12,1 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 14,7 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 16,69 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 10,51 |
| G3 Normal / Auto adesivo | 13,81 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 12,18 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 8,46 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 10,25 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 17,2 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 15,79 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 11,43 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 13,54 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 8,32 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 10,36 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 15,95 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 7,27 |

Tabela 3 - Valores dos corpos de prova
(conclusão)

| GRUPO | VALOR (MPa) |
|----------------------------|--------------------|
| G4 Invertido /Auto adesivo | 14,22 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 12,44 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 11,22 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 19,96 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 7,74 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 15,09 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 16,14 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 9,74 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 13,4 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 16,41 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 16,69 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 10,51 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 13,81 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 15,4 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 9,44 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 8,67 |
| G4 Invertido /Auto adesivo | 7,45 |