

JÚNIO S. ALMEIDA E SILVA

INFLUÊNCIA DA CONTAMINAÇÃO PELA FUMAÇA DO  
CIGARRO NA FORÇA DE UNIÃO ENTRE DENTINA E  
COMPÓSITO

Florianópolis

2008

JÚNIO S. ALMEIDA E SILVA

INFLUÊNCIA DA CONTAMINAÇÃO PELA FUMAÇA DO  
CIGARRO NA FORÇA DE UNIÃO ENTRE DENTINA E  
COMPÓSITO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Edson Araujo

Co-orientador: Prof. Dr. Élitó Araújo

Florianópolis

2008

**JÚNIO S. ALMEIDA E SILVA**

**INFLUÊNCIA DA CONTAMINAÇÃO PELA FUMAÇA DO CIGARRO NA  
FORÇA DE UNIÃO ENTRE DENTINA E COMPÓSITO**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ODONTOLOGIA – ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DENTÍSTICA e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Florianópolis, 4 de março de 2008.

---

**Prof. Dr. Ricardo de Souza Vieira**

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia

BANCA EXAMINADORA

---

**Prof. Dr. Edson Araujo**

Orientador

---

**Prof. Dr. Gilberto Müller Arcari**

Membro

---

**Prof. Dr. Adriano de Almeida de Lima**

Membro

---

**Prof. Dr. Sylvio Monteiro Jr.**

Suplente

Dedico esta dissertação aos meus amados pais,

ELI ROSA E RENER SANTOS

## AGRADECIMENTOS

**Pai, mãe**, qualquer expressão de agradecimento aqui escrita é incompetente para mensurar meu amor e minha dívida pela luta de uma vida inteira que vós tendes enfrentado para educar a mim e a minha irmã. No entanto, na infância, obrigado pelas madrugadas nos hospitais que passastes em claro para cuidar das minhas crises de bronquite, pela alegria em vê-los retornando do trabalho com ou sem chocolate, pela emoção de seguir as pegadas do “coelho” para achar o ovo de páscoa escondido, pelas manhãs de domingo em que fingia estar interessado no Globo Rural como pretexto para ficar com vocês, pelas gravações familiares e pelas noites em que, ao meu lado, me esperastes dormir para enfim repousardes.

Pai, tu és o homem mais inteligente, correto e trabalhador que conheço. Dizem que somos parecidos. Serei grande se conseguir ser um pouco do homem que és.

Mãe, grande artista, linda voz, tu encantas nossa casa com tua música, poesia e a tornas única por isso. Abdicastes de sonhos para o bem de tua família. Eu tenho os melhores pais que poderia imaginar. Obrigado por tudo.

**Nina**, minha irmã, tu és linda, inteligente e tens um senso de humor único. Nossa cumplicidade é preciosa. Obrigado por suportares cada brincadeira e obrigado também pelas expressões faciais de “raiva”, que para mim são prêmios. Te amo!

**Vanessa (Bella)**, minha noiva linda, não há palavras, pois sentimento não é explicável com elas. Teu entusiasmo, tua espontaneidade, companhia e teu amor puro me fazem uma pessoa melhor. Dizem que não se pode amar sem admirar; é a mais pura verdade. Te amo. Obrigado por firmemente suportares a distância e por incondicionalmente estares ao meu lado.

**Avó Ana**, mulher forte, obrigado pelos momentos que posso ter contigo. Agradeço-te pelas orações, pelo carinho, pelo exemplo de determinação e força. Obrigado pelos pães de queijo, bolos, “deliciosos” chás para o estômago, pelas originais sopas de pão e pela preciosa companhia. Te amo.

**Avó Ruth**, uma guerreira de personalidade forte, sempre cuidaste de mim, e tens meu eterno carinho e admiração. Obrigado pelos bolos, mingaus de fubá, e pelo amor estampado em teus olhos ao me ver. Amo-te.

**Avô Adivá**, homem inteligente e capaz, obrigado pelos anos que pude desfrutar da tua convivência. Foste cedo, mas estás presente em meu coração.

**Avô “Neca”**, obrigado pela agradável companhia, pelo inigualável senso de humor e por, principalmente junto a minha avó Ruth, bravamente teres iniciado a saga da família Correia ao migrardes do campo para a cidade. Esta dissertação é resultado de vossa coragem.

**Tio Nilton**, meu amigo que amo como um irmão. Mesmo na infância, tu sempre foste meu melhor amigo, o irmão mais velho que não tive. Obrigado pelos fins de semana que passei contigo na casa da avó Ruth, pelo corte no braço e por não denunciarestes meus furtos de enroladinho de queijo no Ruth’s bar. Quando criança, acompanhei tua adolescência, quando adolescente, presenciei o início de tua vida acadêmica e profissional. Obrigado por esse privilégio.

**Tios Élcio, Élio, Hailton e Luís**, obrigado pela convivência, vós sabeis o quanto sois importantes para mim. Cada sorriso que trocamos, piada que contamos, futebol que jogamos significa muito para mim. Amo muito cada um de vós.

**Tios Elizeu e Elinário**, vós sois pessoas incríveis, que demonstram um carinho incondicional por mim. Obrigado por tudo.

**Tias Márcia, Marlene e “Didi”**, que sempre me trataram como filho. Tia Márcia, obrigado pela importante participação na minha infância. Tia Marlene e Tia “Didi”, agradeço a vós todo o carinho que é derramado a cada vez que nos encontramos. Obrigado por existirdes na minha vida.

**Tias Arlete e Heliane**, obrigado pelo amor dispensado a mim. Tia Arlete, mulher forte e admirável, és para mim segunda mãe. Sou eternamente grato por tudo que fizeste e fazes por mim. Tia Heliane, mesmo distante sei o quanto me amas e torces por mim. Obrigado por tudo.

Ao meu primo **Sérgio**, obrigado pela importante convivência e amizade. Aos demais primos, **Aline, Jean, Renato, Leyliane, Sammuel, Débora, Priscila, Maria Tâmara, Taniele, Isabela, Oberdan, Marcelo, Késia, Lucas, Aline Patriarca, Angélica, Amanda, Bruna, Renata, Tiago, Taís, Gustavo, Henrique, Larissa**. Obrigado pelo carinho mútuo e incrível convivência.

Aos meus amigos “irmãos” **Ângelo e Daniel**, sempre fareis parte da minha vida. Obrigado pela imensa amizade que, independentemente de qualquer coisa, permanece sempre forte.

Ao meu grande amigo **Nicolas Widmer (Nic)**, obrigado pelos dois incríveis anos de convivência. Contigo aprendi sobre Odontologia, vida na Europa, outras culturas e fotografia. Foram dois anos de grande amizade, futebol, frescobol, praia e hilariantes conversas sobre como as outras pessoas deveriam viver, já que nós sabíamos exatamente do que precisavam. Tu és homem de carácter e tens meu carinho e admiração.

Aos meus professores...

**Prof. Dr. Edson Araujo**, meu orientador, tu és um grande ser humano e um excepcional profissional, um dos melhores do mundo. Quem conhece teu trabalho concorda. Obrigado pela maravilhosa convivência, por teres me ensinado a documentar casos clínicos, pelas valiosas dicas clínicas, e principalmente pela honra de ser teu amigo. Tu és humilde, portanto sábio.

**Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri**, a mim proporcionastes grandes oportunidades e sempre estivestes disponível para ajudar. Apesar de seres mundialmente conhecido e respeitado, a mim surpreendestes com teu amor pelo ensino, dedicação ao trabalho e simplicidade. Sou eternamente grato por teres acreditado em mim, pelos grandes ensinamentos e pela amizade. Sempre fui admirador de teu trabalho e hoje sou também admirador de tua pessoa.

**Prof. Dr. Sylvio Monteiro Jr**, com seriedade, simplicidade e amizade nos guiastes nas aulas para a graduação. Tu és a verdadeira expressão do mestre, corrigias-nos quando necessário e nunca nos afagavas no erro, sempre orientavas para que encontrássemos as respostas. Além disso, considero-te um grande amigo, parceiro de futebol e sei que sempre posso contar contigo. Obrigado por tudo.

**Prof. Dr. Luis Clovis Cardoso Vieira**, talvez tu sejas quem mais acreditou nesta pesquisa, desde o início. Obrigado pela agradável companhia, pelas piadas, risadas e pelos ensinamentos.

Ao meu co-orientador **Élito Araújo**, muito obrigado pelos ensinamentos e aos demais professores que convivi no mestrado e na especialização da UFSC, , **Guilherme Carpena Lopes**, **Gilberto Müller Arcari**, **Mauro Amaral Caldeira de Andrada**, **Renata Gondo** e **Hamilton Pires Maia**, obrigado pelo excelente convívio e sabeis que com cada um de vós muito aprendi.



Ao funcionário **Richard**, obrigado pela agradável companhia e pelas nossas conversas sobre o melhor atacante, Ronaldo "fenômeno". A **Dona Léa**, obrigado pela alegria e disposição a ajudar.

Aos professores **Adriano de Almeida de Lima** e **Lúcia Coelho**, obrigado pelo constante apoio e incentivo quando, ainda na graduação, fazer mestrado era um sonho.

Aos meus colegas de mestrado, **Renan Belli**, **Eduardo Roberty (Dudu)**, **Lívia Teichmann (Li)**, **Neimar Sartori (Nei)**, **Sheila**, **Silvana**, **Juan**, **Luana**, **Marcelo** e **Max**, todos são muito importantes para mim. Cada um de vós sabe o quanto aprecio nossa amizade. Obrigado pela excelente convivência e mútuo aprendizado. Nunca esquecerei.

Aos colegas do doutorado, **Leandro**, **Tiago**, **Fábio**, **Letícia**, **Jackeline**, **Kazuza**, **Beatriz**, **Luciana** e **Flávia**, obrigado pela amizade e pelos ensinamentos. Aos doutorandos **Fernando Melo**, **Luis Schlichting** e **Jussara Bernadon**, meus sinceros agradecimentos pela essencial contribuição na pré-defesa.

Aos meus queridos amigos de especialização e apartamento, **Charlie**, **Bruno**, **Jorge**, **Marcelo** e **Nic**, foram dois anos de muita alegria e amizade. Obrigado por esta inesquecível passagem da minha vida.

A **Maria**, tu fazes parte da família, obrigado por tudo.

A **Deus**, pela saúde e privilégio de ter uma família unida e grandes amigos.

“É melhor tentar e falhar,  
que preocupar-se e ver a vida passar;  
é melhor tentar, ainda que em vão,  
que sentar-se fazendo nada até o final.  
Eu prefiro na chuva caminhar,  
que em dias tristes em casa me esconder...”

Martin Luther King

ALMEIDA E SILVA, J. S. **Influência da contaminação pela fumaça do cigarro na força de união entre dentina e compósito**. 2008. 83 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia - Dentística) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

## RESUMO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a força de união entre dentina contaminada pela fumaça do cigarro e resina composta. A metodologia utilizada foi o teste de microtração. Foram utilizados dez terceiros molares humanos, dos quais seis foram destinados ao teste de microtração, e os quatros dentes restantes tiveram suas superfícies dentinárias analisados com o MEV. Mediante a realização de cortes seqüenciais, cada dente teve sua porção radicular eliminada e a parte coronal dividida em duas, no sentido méso-distal. Assim, foram obtidas vinte metades das dez partes coronais. O substrato para adesão foi dentina profunda através de acesso apical. Para a confecção dos corpos-de-prova, cada metade dental foi incluída em resina epóxi através de uma matriz metálica bipartida. Os vinte corpos-de-prova foram distribuídos em dois grupos experimentais (FC e SFC), de maneira que cada dente foi controle de si mesmo ao destinar uma metade a cada grupo. Os corpos-de-prova pertencentes ao grupo FC sofreram escovação simulada diária por meio de um dispositivo desenvolvido para esta pesquisa e exposição à fumaça do cigarro em uma câmara simuladora do ato de fumar por um regime de trinta cigarros por dia durante dezessete dias. Os corpos-de-prova pertencentes ao grupo SFC somente sofreram escovação simulada diária. A análise no microscópio eletrônico de varredura (MEV) revelou a presença de contaminantes nas superfícies dentinárias dos corpos-de-prova do grupo FC antes e após o condicionamento ácido. Para o teste de microtração, foi de forma incremental confeccionada uma base de resina composta Z250 (3M ESPE) de seis milímetros utilizando-se o sistema adesivo Scotchbond Multipurpose Plus (3M ESPE) na superfície dentinária de cada corpo-de-prova. Os corpos-de-prova foram mantidos em água destilada a 37 °C por 24 horas e seccionados longitudinalmente nos eixos x e y para a obtenção de filetes retangulares com área de secção transversal de aproximadamente 0,45 mm<sup>2</sup>. O filetes foram tracionados à velocidade de cruzeta de 0,5 mm/min até o registro da carga necessária para ruptura. Os padrões de fratura foram analisados em um microscópio estereoscópio (25 x). A análise estatística (teste t) demonstrou a existência de diferença significativa entre as médias dos grupos testados, com o valor de p = 0,001. O grupo FC (49,58 MPa) apresentou inferior resistência de união quando comparado ao grupo SFC (58,48 MPa). De acordo com os resultados, conclui-se que a contaminação pela fumaça do cigarro diminui a resistência de união entre dentina e resina composta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Dentina. Adesivos dentinários. Resistência à tração. Tabaco.

ALMEIDA E SILVA, J. S. **Microtensile bond strength of composite resin bonded to cigarette smoke contaminated dentin**. 2008. 83 f. Dissertation (Master of Science in Dentistry - Operative Dentistry) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

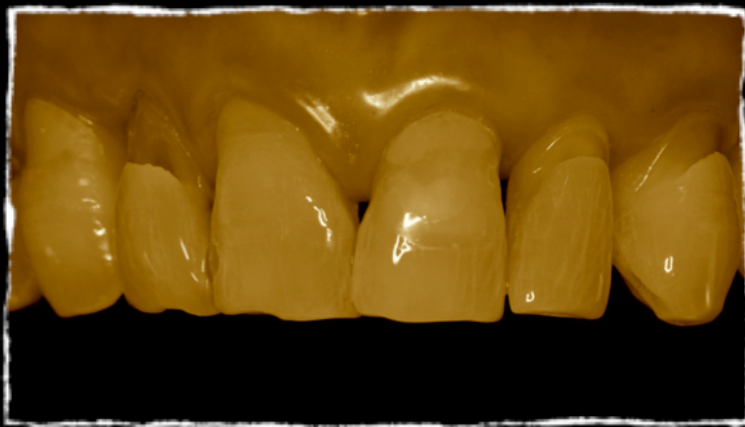
## ABSTRACT

The aim of this *in vitro* study was to evaluate the bond strength of a composite resin bonded to cigarette smoke contaminated dentin. Microtensile test was the applied methodology. Six human third molars were addressed to microtensile test and the four remaining molars were addressed to SEM analysis. By performing sequential sections, each tooth had its root portion eliminated and the remaining coronal portions were longitudinally sectioned into two in a mesiodistal direction. Thus, twenty halves were obtained from the ten coronal portions. Deep dentin through an apical access was the substrate assigned for adhesion. In order to fabricating the proof bodies, each dental half was included into epoxy resin using a bipartite metallic matrix. The twenty proof bodies were assigned to two experimental groups (FC and SFC) in such way that each tooth was its own control by addressing one half to each experimental group. The FC proof bodies underwent daily simulated brushing by a device specially developed for this study and exposure to cigarette smoke by a smoking simulating chamber under a thirty cigarettes a day for seventeen days regime. The SFC proof bodies underwent only daily simulated brushing. Pre and post-etching SEM analysis revealed the presence of contaminants on the dentinal surfaces of the FC proof bodies. For the microtensile bond strength a six millimetres Z250 (3M ESPE) composite resin build-up was constructed using the Scotchbond Multipurpose Plus (3M ESPE) adhesive system on each proof body dentinal surface. After 24h distilled water storage at 37 °C, each proof body was longitudinally sectioned in both "x" and "y" directions in order to obtain rectangular sticks with a approximately 0.45 mm<sup>2</sup> cross-sectional area. The sticks were tested at a crosshead speed of 0.5 mm/min. The fracture pattern of each stick was analysed under a 25 x magnification microscopy after debonding. Statistical analysis (t-test) demonstrated significant difference between the tested groups mean bond strengths,  $p = 0.001$ . FC group (49.58 MPa) presented lower bond strength than SFC group (58.48 MPa). According to the obtained results, contamination by cigarette smoke lowers bond strength between dentin and composite resin.

KEYWORDS: Dentin. Dentin-bonding agents. Tensile strength. Tobacco.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA.....	17
2.1. DENTINA.....	18
2.2. ADESÃO À DENTINA.....	19
2.3. CONTAMINAÇÃO DA DENTINA E FORÇA E UNIÃO.....	22
2.4. FUMAÇA DO CIGARRO COMO CONTAMINANTE.....	23
2.5. TESTE DE MICROTRAÇÃO.....	27
3. PROPOSIÇÃO.....	29
4. MATERIAL E MÉTODO.....	31
4.1. OBTENÇÃO E PREPARO INICIAL DOS DENTES.....	32
4.2. CONFECCÃO DOS CORPOS-DE-PROVA E DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS.....	33
4.3. EXPOSIÇÃO À FUMAÇA DO CIGARRO.....	38
4.4. ESCOVAÇÃO SIMULADA.....	40
4.5. RESISTÊNCIA DE UNIÃO PELO TESTE DE MICROTRAÇÃO.....	42
5. RESULTADOS.....	49
5.1. ANÁLISE DO PADRÃO DE FRATURA DAS AMOSTRAS SUBMETIDAS AO TESTE DE MICROTRAÇÃO.....	51
5.2. ANÁLISE MACRO E MICROMORFOLÓGICA DO SUBSTRATO DENTINÁRIO.....	55
6. DISCUSSÃO.....	63
6.1. DISCUSSÃO DA METODOLOGIA.....	64
6.2. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E ESTATÍSTICA.....	69
7. CONCLUSÃO.....	75
8. REFERÊNCIAS.....	77
9. APÊNDICE.....	83



[www.olhares.com](http://www.olhares.com)

# INTRODUÇÃO

## 1 INTRODUÇÃO

A adesão de materiais restauradores à dentina tem sido objeto de vários estudos nos últimos anos, pois, diferentemente do esmalte, seu conteúdo orgânico e aquoso faz com que ela seja um substrato desafiador para a adesão (JOHNSON et al., 1994). Todavia, para que se consiga aderir materiais restauradores resinosos aos substratos dentais, entre eles a dentina, é preciso que haja íntimo contato entre o sistema adesivo e o tecido dental (EICK et al., 1997). Nesse sentido, a contaminação do substrato dental pode representar um problema para a Odontologia adesiva, pois estudos com diferentes contaminantes têm mostrado a redução da força de união entre dentina contaminada e resina composta (ABDALLA; DAVIDSON, 1998; PASHLEY et al., 1988; SUNG et al., 2002; XIE; POWERS; MCGUCKIN, 1993; YOO; OH; PEREIRA, 2006; ROBERTS; KARPAY; MILLS, 2000)

A dentina pode estar exposta na cavidade oral em certas circunstâncias, tais como em lesões cervicais não cariosas (AW et al., 2002), em lesões de corrosão dental (GANSS; LUSSI, 2006; LUSSI, 2006), em fraturas dentais (BENGSTON; BENGTON; AVESSA, 1997) e em lesões de cárie (BJORNAL; KIDD, 2005). A fumaça do cigarro é um dos possíveis contaminantes da dentina nessas situações.

A conexão entre contaminação por manchamento do substrato dental e fumo é bem conhecida: os dentes de indivíduos fumantes tornam-se amarelados e até enegrecidos devido à impregnação de contaminantes

provenientes da fumaça do cigarro (BUNTING, 1957; LOBENE, 1968; NESS; ROSEKRANS DDE; WELFORD, 1977). No entanto, não há qualquer registro sobre o efeito da contaminação dos substratos dentais pela exposição à fumaça do cigarro nas práticas odontológicas adesivas.

Hoje, aproximadamente um terço da população mundial adulta é fumante (MACKAY; ERIKSEN, 2002). Portanto, o consumo de tabaco atingiu proporções de epidemia global, o que justifica avaliar a influência da exposição à fumaça do cigarro na resistência adesiva entre dentina e resina composta.





# FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA

## 2 FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA

### 2.1 DENTINA

A dentina pode ser descrita como um composto biológico de cristalitos de apatita imersos em uma matriz de fibras colágenas, disperso entre túbulos paralelos hipermineralizados, que se estendem da polpa até a junção amelodentinária (JAD). Cada túbulo dentinário é um cone alongado e invertido, circundado por uma bainha de dentina hipermineralizada e pobre em colágeno. O diâmetro menor dos túbulos dentinários ( $0,8 \mu\text{m}$ ) encontra-se na JAD, e o maior diâmetro ( $3,0 \mu\text{m}$ ), junto à polpa. Dessa forma, como os túbulos dentinários convergem em direção à polpa, a densidade tubular diminui à medida que se aproxima da JAD (GARBEROGLIO; BRANNSTROM, 1976; MARSHALL et al., 1997). A dentina é classificada de acordo com sua localização em função dos túbulos dentinários. A porção localizada entre os túbulos é denominada de dentina intertubular. Já a dentina intratubular é aquela localizada no interior dos túbulos, e a dentina peritubular circunda cada túbulo (MARSHALL et al., 1997).

A composição da dentina é de aproximadamente 50% de conteúdo mineral, 30% de matriz orgânica e 20% de água (MARSHALL et al., 1997). A maior parte do conteúdo total de água está confinada nos túbulos dentinários. Dessa maneira, existe mais água na dentina profunda, assim como menor quantidade de dentina intertubular, maior quantidade de

dentina peritubular e menor quantidade de colágeno (por volume), quando comparada à dentina superficial (GARBEROGLIO; BRANNSTROM, 1976; LEVINE, 1971)

Em maior prevalência, a dentina pode estar exposta na cavidade oral em lesões cervicais não cariosas (LCNC). Mediante uma investigação clínica, AW et al. (2002) verificaram que os dentes posteriores são mais propensos a exibir LCNC devido ao fato de que são mais sujeitos a forças oclusais e laterais, embora haja também uma significativa prevalência de LCNC nos caninos. A evolução da periodontia tem aumentado significativamente a permanência de dentes na cavidade oral. Conseqüentemente, defeitos dentinários radiculares têm ficado expostos mais tempo na boca (YOSHIYAMA et al., 1996). Exposição dentinária pode ser também encontrada em lesões de corrosão dental (GANSS; LUSI, 2006; LUSI, 2006), em fraturas dentais (BENGSTON; BENGSTON; AVESSA, 1997) e em lesões de cárie (BJORNAL; KIDD, 2005).

## 2.2 ADESÃO À DENTINA

Por definição, adesão refere-se à atração entre átomos e moléculas de superfícies contactantes de diferentes materiais. Um material intermediário, o adesivo, é utilizado para unir dois materiais distintos. Fundamentalmente, para que se consiga adesão aos tecidos dentais, é preciso que haja íntimo contato entre o substrato dental e os agentes adesivos (DEBUYNE; HOWINK, 1951; EICK et al., 1997; WAKE, 1982).

O substrato dentinário é mais úmido e mais orgânico que o esmalte. Essa natureza orgânica e a umidade fazem com que a adesão nesse tecido seja extremamente difícil. Portanto, é compulsória a manutenção do campo operatório livre de contaminação para que a dentina possa intimamente interagir com o sistema adesivo (PERDIGÃO, 2007).

A adesão na dentina pode ser alcançada por três abordagens: adesivos com condicionamento ácido e lavagem; adesivos autocondicionantes; e ionômeros de vidro (VAN MEERBEEK et al., 2003). A abordagem por condicionamento ácido e lavagem está baseada nos princípios de condicionamento ácido total (FUSAYAMA, 1979) e na hibridização da dentina (NAKABAYASHI; KOJIMA; MASUHARA, 1982). Essa estratégia, por sua vez, pode ser realizada pela técnica de três passos – condicionamento ácido, aplicação de *primer* e adesivo – ou pela técnica de dois passos – condicionamento ácido e aplicação de uma mistura *primer/adesivo* (PERDIGÃO, 2007).

A adesão pela técnica de três passos na dentina consiste no tratamento da superfície dentinária com ácido (geralmente fosfórico a 35%), que remove a lama dentinária, desobstrui a embocadura dos túbulos dentinários e desmineraliza a hidroxiapatita superficial, expondo uma malha de fibras colágenas (NAKABAYASHI; KOJIMA; MASUHARA, 1982). Na seqüência, o ácido é lavado, e, para evitar o colapso da malha colágena, o clínico deve deixar a superfície dentinária úmida. Em seguida, uma solução de monômeros resinosos ambifílicos, com um extremo com afinidade pela dentina (hidrófilo) e outro extremo com afinidade pelas resinas do adesivo

(hidrofóbico), dissolvidos em um solvente orgânico, o *primer*, é aplicada para se infiltrar na dentina condicionada. Os monômeros resinosos contidos no *primer* permeiam os espaços preenchidos com água entre as fibras colágenas expostas, que antes eram ocupados por cristais de hidroxiapatita. Na seqüência, o primer é seco com um leve jato de ar por aproximadamente 5 segundos. Uma resina fluida composta de monômeros hidrofóbicos, o adesivo, é subseqüentemente aplicada e copolimerizada com o *primer*, por meio de fotoativação, formando a camada híbrida (NAKABAYASHI; KOJIMA; MASUHARA, 1982).

A dentina profunda possui diferentes características anatômicas e distintas propriedades mecânicas quando comparada à dentina superficial. Essas diferenças conferem à dentina profunda valores de força de adesão menores que os valores da dentina superficial, pois existe uma correlação negativa entre densidade tubular e força de adesão (KIJSAMANMITH et al., 2002; MANNOCCI et al., 2004; YOSHIYAMA et al., 1995).

## 2.3 CONTAMINAÇÃO DA DENTINA E FORÇA DE UNIÃO

Como já citado, a dentina é um substrato desafiador para a adesão, portanto ela deve, preferencialmente, estar livre de contaminação no momento da hibridização. Nesse sentido, avaliações utilizando diferentes contaminantes, como saliva, sangue, soluções irrigadoras e antimicrobianas por meio de distintos testes de adesão e diferentes tipos de sistemas adesivos, têm demonstrado a redução da força de união entre resina composta e dentina (ABDALLA; DAVIDSON, 1998; PASHLEY et al., 1988; SUNG et al., 2002; XIE; POWERS; MCGUCKIN, 1993; YOO; OH; PEREIRA, 2006; ROBERTS; KARPAY; MILLS, 2000).

A contaminação por sangue e saliva é o maior problema clínico durante a realização de procedimentos adesivos (ABDALLA; DAVIDSON, 1998); por essa razão, são os contaminantes mais estudados. Dependendo do grau de umidade da dentina, aliado ao tipo de solvente encontrado no sistema adesivo, a contaminação por saliva pode não representar um problema para a realização de uma adesão segura aos substratos dentais (ABDALLA; DAVIDSON, 1998; HANSEN; MUNKSGAARD, 1989; SÁLVIO et al., 2004; TASKONAK; SERTGOZ, 2002 FRITZ; FINGER; STEAN, 1998; PARK; LEE, 2004).

Já a contaminação da dentina com sangue tem mostrado ser mais difícil de ser “vencida” pelos sistemas adesivos (ABDALLA; DAVIDSON, 1998; PASHLEY et al., 1988; VAN SHALKWIK et al., 2003; XIE; POWERS; MCGUCKIN, 1993; YOO; PEREIRA, 2006). A explicação para o poder do sangue como

contaminante está em seu conteúdo protéico (6-7%) e em suas macromoléculas, como as plaquetas e fibrinogênio, que podem formar um filme sobre a superfície dentinária, o que impossibilita um íntimo contato do agente adesivo com a dentina, impedindo total ou parcialmente a infiltração daquele (ABDALLA; DAVIDSON, 1998). Como apontado por Pashley, Nelson e Kepler (1982), a permeabilidade da dentina é diminuída na presença de plasma, pois a hidroxiapatita possui a propriedade de absorção de proteínas e macromoléculas. Algumas macromoléculas contidas no sangue, como as plaquetas, podem chegar a 5  $\mu\text{m}$  de diâmetro e junto com outras moléculas, como o fibrinogênio, são responsáveis pela diminuição da permeabilidade dentinária.

## 2.4 FUMAÇA DO CIGARRO COMO CONTAMINANTE

Conforme testemunhou Cristovão Colombo em 1492, no Novo Mundo havia o costume de se fumar “folhas estranhas”. A denominação “tabaco” para as plantas do gênero botânico *Nicotiana* origina-se do árabe, *tabbãq* ou *tubbãq*, que significam plantas que tonteiam e adormecem. Os espanhóis, então, chamaram essas folhas e a planta de tabaco (HOUAISS; VILLAR, 2001; MACKAY; ERIKSEN, 2002).

O consumo de tabaco atingiu a dimensão de epidemia global. Neste início de século, aproximadamente um terço da população mundial adulta, incluindo um número ascendente de mulheres, consome tabaco. O número

de fumantes irá aumentar principalmente devido à expansão da população mundial. De fato, espera-se que em 2030 existam outros dois bilhões de pessoas no mundo. Um dos fatores para o crescimento do número de fumantes foi o desenvolvimento dos cigarros manufaturados, que são responsáveis por 96% do total das vendas dos produtos derivados do tabaco. As indústrias de cigarro vendem em média 5,5 trilhões de cigarros por ano, aproximadamente 1.000 cigarros para cada homem, mulher e criança no planeta. Os cigarros manufaturados, produzidos por máquinas, consistem em folhas de tabaco processadas com centenas de substâncias químicas, geralmente com um filtro instalado na extremidade, o qual entra em contato com a boca (MACKAY; ERIKSEN, 2002).

A conexão entre contaminação por manchamento do substrato dental e fumo está bem consolidada na literatura. Os dentes de indivíduos fumantes tornam-se amarelados e até enegrecidos devido à impregnação de contaminantes provenientes da fumaça do cigarro (BUNTING, 1957; LOBENE, 1968; NESS; ROSEKRANS DDE; WELFORD, 1977).

Por meio de um estudo epidemiológico, a relação entre o hábito de fumar e o manchamento dental foi avaliada *in vivo* (NESS; ROSEKRANS DDE; WELFORD, 1977). Nesse estudo, o nível de manchamento dental foi analisado segundo os seguintes parâmetros: nenhum manchamento, manchamento leve, manchamento moderado e manchamento severo. Os resultados demonstraram uma clara associação entre manchamento dental e hábito de fumar. A proporção de pacientes que apresentaram manchamento moderado e severo foi três vezes maior entre fumantes do que em não



fumantes. Entre os pacientes fumantes, o nível de manchamento dental foi positivamente influenciado pela quantidade diária de cigarros consumidos.

A fumaça do cigarro (FC) é uma complexa mistura de componentes. A natureza físico-química da FC depende das características inerentes ao tipo de tabaco, a suas diferentes maneiras de processamento, aos tipos de aditivos, aos parâmetros físicos de cada cigarro, tais como o tipo de filtro, o papel, o comprimento e o diâmetro, e a sua maneira de construção (HOFFMANN; HOFFMANN; EL-BAYOUMY, 2001). Não obstante as possíveis variações supracitadas, a FC é composta de aproximadamente 4.800 componentes (HOFFMANN; HOFFMANN; EL-BAYOUMY, 2001) e pode ser dividida em duas fases distintas: gasosa e particulada. A fase gasosa, responsável por 90-96% em peso da FC, é distinguida como a porção que atravessa um filtro de fibra de vidro *Cambridge*, ao passo que a fase particulada, também conhecida como alcatrão, é a porção que fica retida (HOFFMANN; HOFFMANN; EL-BAYOUMY, 2001).

A fase particulada da FC é formada por partículas entre 0,1  $\mu\text{m}$  e 1,0  $\mu\text{m}$  de diâmetro, e entre seus maiores componentes estão a nicotina e remanescentes alcalóides de *Nicotiana* (HOFFMANN; HOFFMANN; EL-BAYOUMY, 2001) (Tabela 1).

Tabela 1 - Principais componentes da fase particulada da FC. Adaptada de (HOFFMANN; HOFFMANN; EL-BAYOUMY, 2001).

Componentes	µg/cigarro	Componentes	µg/cigarro
nicotina	100-3.000	neofitadienos (94)	30-60
nornicotina	5-150	limoneno	n.a.
anatabina	5-15	outros terpenos (200-500) <sup>b</sup>	100-150
anabasina	5-12	ácido palmítico	50-75
outros alcalóides do tabaco (1,7) <sup>a</sup>	n.d.	ácido oléico	40-110
bipiridils (4)	10-30	ácido linoléico	150-250
n-hentriacontano (n-C <sub>31</sub> H <sub>64</sub> )	100	ácido linolênico	150-250
hidrocarbonetos não-voláteis totais (45) <sup>b</sup>	300-400 <sup>b</sup>	ácido láctico	60-80
naftaleno 2-4	2-4	indole	10-15
naftalenos (23)	3-6 <sup>b</sup>	escatole	12-16
fenantreno (7)	0,2-0,4 <sup>b</sup>	outros indoles (13)	n.a.
antraceno (5)	0,05-0,1 <sup>b</sup>	quinoleínas (7)	4-7
fluoreno (7)	0,3-0,5 <sup>b</sup>	outros aza-arenos (55)	n.a.
pirenos (6) 0.3-0.45 <sup>b</sup>	0,3-0,45 <sup>b</sup>	benzofurans (4)	200-300
fluorantenos (5) 0.1-0.25	0,1-0,25		
hidrocarbonetos aromáticos polinucleares carcinogênicos (11)	80-160		
fenol	60-180 <sup>b</sup>		
outros fenóis (45) <sup>b</sup>	200-400		
catecol	100-200 <sup>b</sup>		
outros catecóis (4)	200-400 <sup>b</sup>		
Outros dihidroxibenzenos (10)	15-30		
scopoletin	n.a.		
outros polifenóis (8) <sup>b</sup>	40-70 <sup>b</sup>		
ciclotenos (10) <sup>b</sup>	0,5		
quinonas (7)	600-1.000		
solanesol	200-350		

<sup>a</sup> Parênteses mostra o número de componentes individuais identificados em certo grupo. <sup>b</sup> Estimado; n.d., não disponível.

## 2.5 TESTE DE MICROTRAÇÃO

A mensuração da resistência de união entre sistemas adesivos e substrato dental pode ser realizada por alguns testes mecânicos, como os testes de cisalhamento, tração, microcisalhamento e microtração (ARMSTRONG; BOYER; KELLER, 1998; SANO, 2006; TASKONAK; SERTGOZ, 2002; YOO; PEREIRA, 2006).

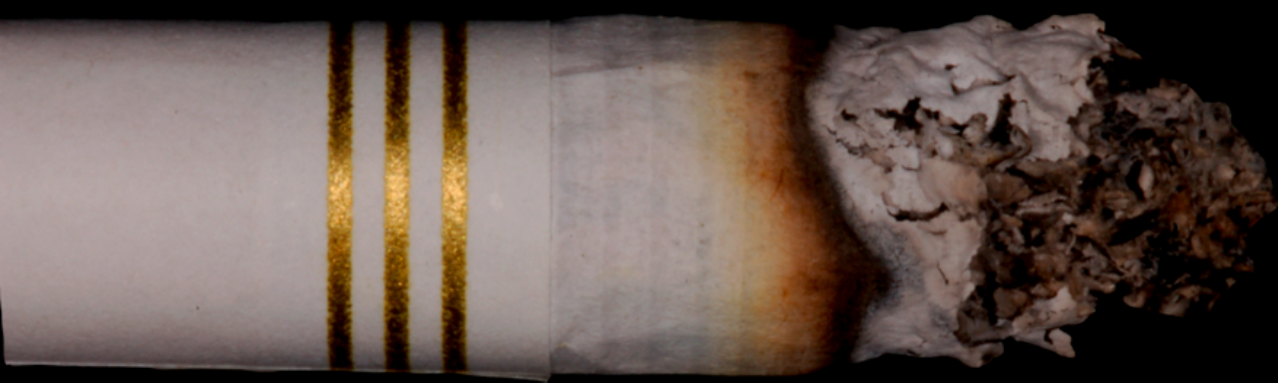
O teste de microtração, desenvolvido por Sano et al. (1994) consiste na avaliação da força de união em interfaces de adesão pequenas. Para isto, a adesão é realizada em uma superfície dentinária plana, sobre a qual uma base de resina composta é construída. Após polimerização e armazenamento, o espécime é verticalmente seccionado em 10 a 20 finas fatias compostas de resina na parte superior e de dentina na porção inferior. Essas fatias são desgastadas com brocas diamantadas até a obtenção de uma área de secção transversal em forma de ampulheta com sua porção mais estreita localizada na interface adesiva. Essas fatias são submetidas à tração (SANO et al., 1994). Os resultados desse trabalho mostraram que o método de microtração permite a mensuração de altos valores de força de união sem falhas coesivas em dentina, bem como a existência de uma relação inversa entre área de adesão e força de união.

Outra maneira de realizar o teste de microtração é chamada de técnica *non-trimming* (SHONO et al. 1999). Nessa, a etapa de desgaste com brocas diamantadas é excluída. Assim como na técnica preconizada por Sano et al. (1994), uma base de resina composta é construída sobre uma

superfície dentinária plana. Após polimerização e armazenamento, são realizadas secções verticais nos eixo *X*. O espécime é rotacionado 90° e secções no eixo *Y* são executadas, gerando no final, filetes de geometria retangular com a parte superior em resina e a porção inferior em dentina (SHONO et al. 1999).

Como apontado por Pashley et al. (1995), o teste de microtração possui vantagens em relação aos testes de adesão convencionais: a) maior incidência de falhas adesivas e menor taxa de falhas coesivas; b) possibilidade de mensuração de altos valores de força de adesão; c) possibilidade de mensuração regional de força de união; d) médias e variâncias podem ser calculadas a partir de um mesmo dente; e) permite teste de adesão em superfícies irregulares; f) permite teste em áreas pequenas; g) facilita a análise em microscopia eletrônica de varredura. As desvantagens do método são: a) técnica laboratorial árdua e difícil de ser executada; b) para a técnica que possui a etapa de desgaste com broca diamantada, há dificuldade de medição de forças de união menores que 5 MPa, pois esta etapa promove falha prematura da interface adesiva; c) necessidade de equipamento especial e d) devido às pequenas dimensões das amostras, essas facilmente sofrem desidratação (PASHLEY, et al., 1995).

Nenhum teste de adesão é perfeito, contudo, devido às vantagens supracitadas, o teste de microtração é considerado o mais confiável (FERRARI et al., 2002; PASHLEY et al., 1995).



PROPOSIÇÃO

### 3 PROPOSIÇÃO

O presente estudo teve como propósito avaliar a influência da contaminação pela fumaça do cigarro na força de união entre dentina e resina composta por meio do teste de microtração.



# MATERIAIS E MÉTODOS

## 4 MATERIAIS E MÉTODO

### 4.1 OBTENÇÃO E PREPARO INICIAL DOS DENTES

Para a execução da presente pesquisa, foram utilizados 10 terceiros molares humanos hígidos. O critério de inclusão para os dentes selecionados foi isenção de anomalias de desenvolvimento e fraturas. Eles foram obtidos mediante termo de consentimento livre e esclarecido. A presente pesquisa teve seu projeto aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (Projeto n° 059/07).

O preparo inicial dos dentes consistiu em limpeza de todo o tecido periodontal circundante com lâmina de bisturi número 12 (Lamedid Comercial e Serviços Ltda., Barueri, SP, Brasil), montada em cabo de bisturi (Golgran, São Paulo, SP, Brasil). Após a limpeza, os dentes foram armazenados em água destilada a 4 °C, em recipientes plásticos hermeticamente fechados até o início dos procedimentos laboratoriais.



## 4.2 CONFECCÃO DOS CORPOS-DE-PROVA E DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS

A confecção dos corpos-de-prova desta pesquisa foi realizada em quatro etapas. A primeira etapa constitui-se em uma secção perpendicular ao longo eixo dental de todos os dentes na altura do limite amelocementário, por um disco diamantado de dupla face (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) montado em uma máquina de cortes ISOMET 1000 (Buehler, Laje Bluff, IL, EUA) sob refrigeração com água corrente. Dessa maneira, foram obtidas 10 partes coronais e 10 partes radiculares. As partes radiculares foram descartadas. Na segunda etapa da confecção dos corpos-de-prova, as 10 partes coronais tiveram suas respectivas porções dentinárias desgastadas com lixas de óxido de alumínio de granulação #600 (3M) montadas em uma politriz (Panambra Struers DP-10, Panambra, São Paulo, Brasil) sob refrigeração com água corrente, até a total eliminação das projeções dos cornos pulpares, padronizando, assim, a profundidade da dentina na altura do ponto mais oclusal dos cornos pulpares (dentina profunda). A terceira etapa consistiu na execução de um corte paralelo ao longo eixo dental no sentido méso-distal de cada parte coronal sob refrigeração com água corrente. Dessa maneira, após as três etapas da confecção dos corpos-de-prova, dispunha-se de 20 metades das 10 partes coronais (Figura 1).

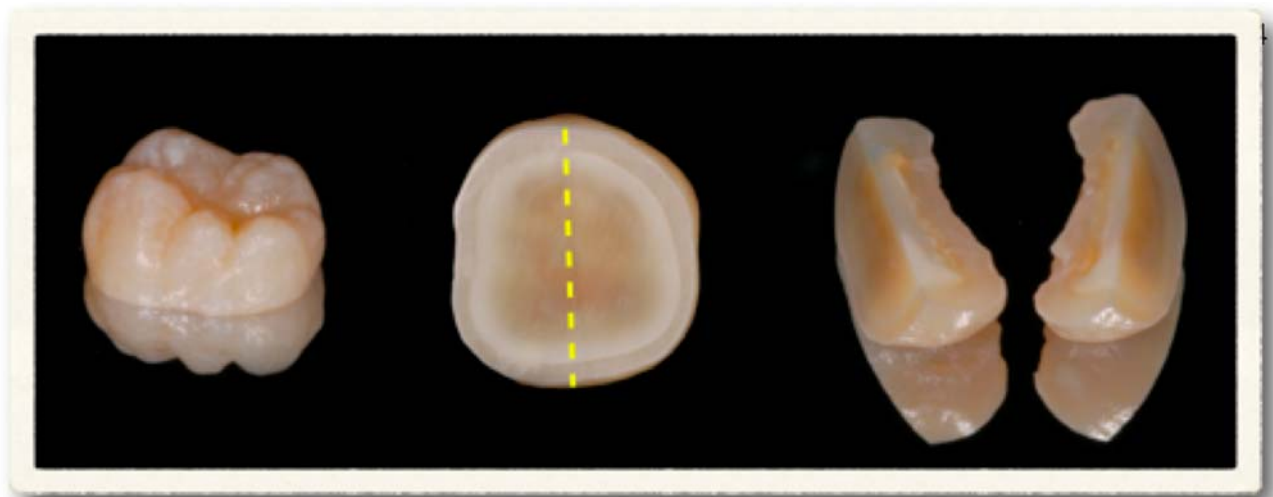
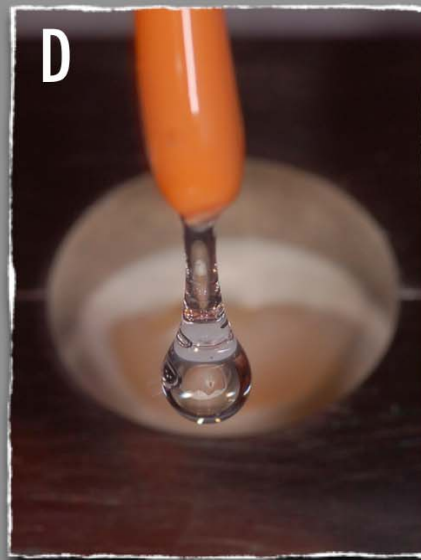
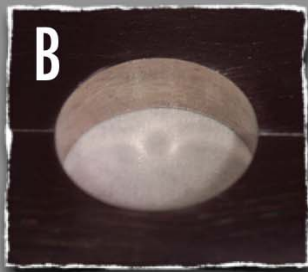
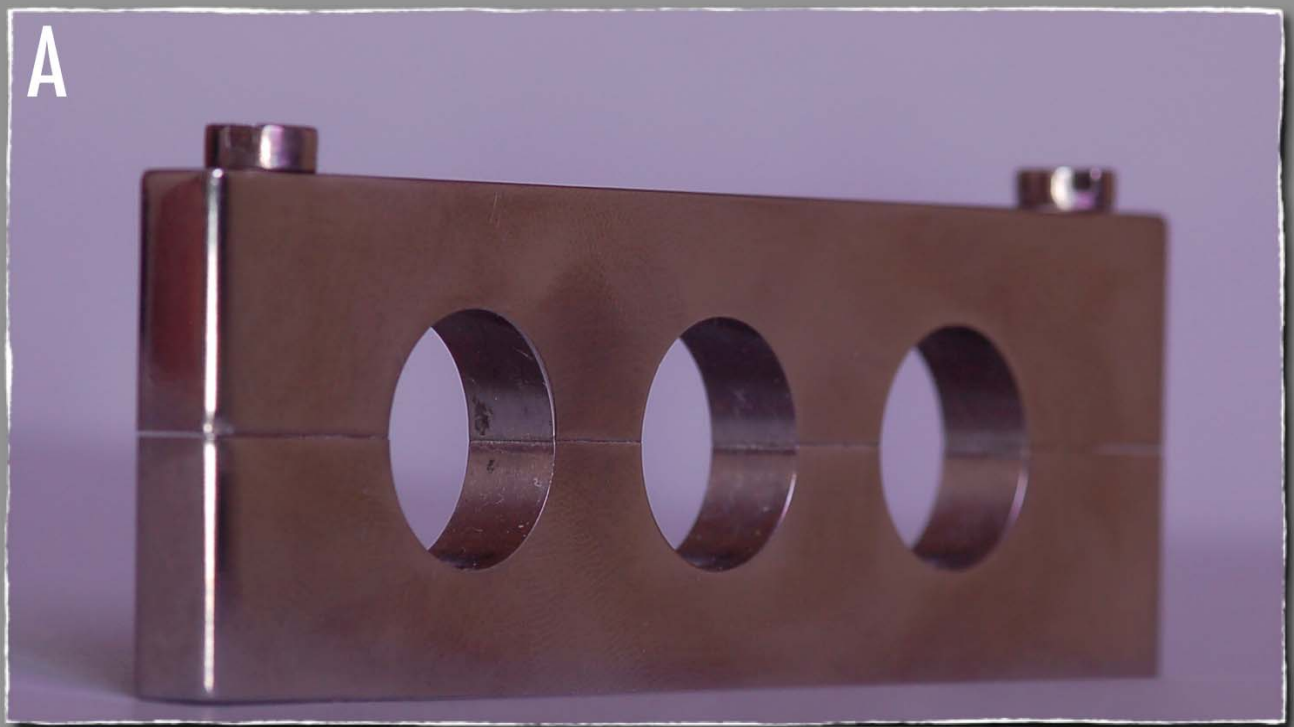


Figura 1 – Secções realizadas em cada dente para a confecção dos corpos-de-prova.

A quarta e última etapa da confecção dos corpos-de-prova constitui-se na inclusão de cada metade dental em resina epóxi. Para tal finalidade, uma matriz metálica bipartida (Quadro 1) foi construída. Essa matriz era retangular, possuía 9 cm de comprimento, 3 cm de altura e 6,4 mm de espessura. Nela existiam três perfurações de 12 mm de diâmetro cada, que serviam como reservatório para a inclusão de cada metade dental em resina epóxi. Em ambas as extremidades da matriz, um parafuso regulava o fechamento e a abertura da mesma, possibilitando a remoção do corpo-de-prova. Cada metade dental foi inserida no centro da perfuração e posicionada com a face dentinária voltada para o lado ativo de uma fita adesiva (3M), por sua vez aderida na base da matriz. Dessa forma, pôde-se isolar a face dentinária. Na seqüência, procedeu-se ao total preenchimento da perfuração com resina epóxi, de modo que, ao final de sua polimerização, remoção da fita adesiva, afrouxamento dos parafusos da matriz, foi finalizada a confecção de corpos-de-prova de dimensões padronizadas: 12 mm de diâmetro e 6,4 mm de altura (Figura 2).

Na face dentinária de todos os corpos-de-prova, foi realizado um alisamento com lixas de óxido de alumínio de granulação #1200 (3M) montadas em politriz (Panambra Struers DP-10, Panambra, São Paulo, Brasil) sob refrigeração com água corrente.



### Quadro 1 - Inclusão das metades dentais em resina epóxi.

A: Matriz metálica bipartida utilizada nesta pesquisa.

B: Aplicação da fita adesiva.

C: Inserção da metade dental com a superfície dentinária voltada para a fita adesiva.

D: Inserção da resina epóxi no reservatório da matriz metálica bipartida.

E: Etapa de inserção da resina epóxi finalizada.

F: Corpo-de-prova após polimerização da resina epóxi e remoção da fita adesiva.

G: Afrouxamento dos parafusos para a separação das partes da matriz.

H: Separação das partes da matriz e destacamento do corpo-de-prova.

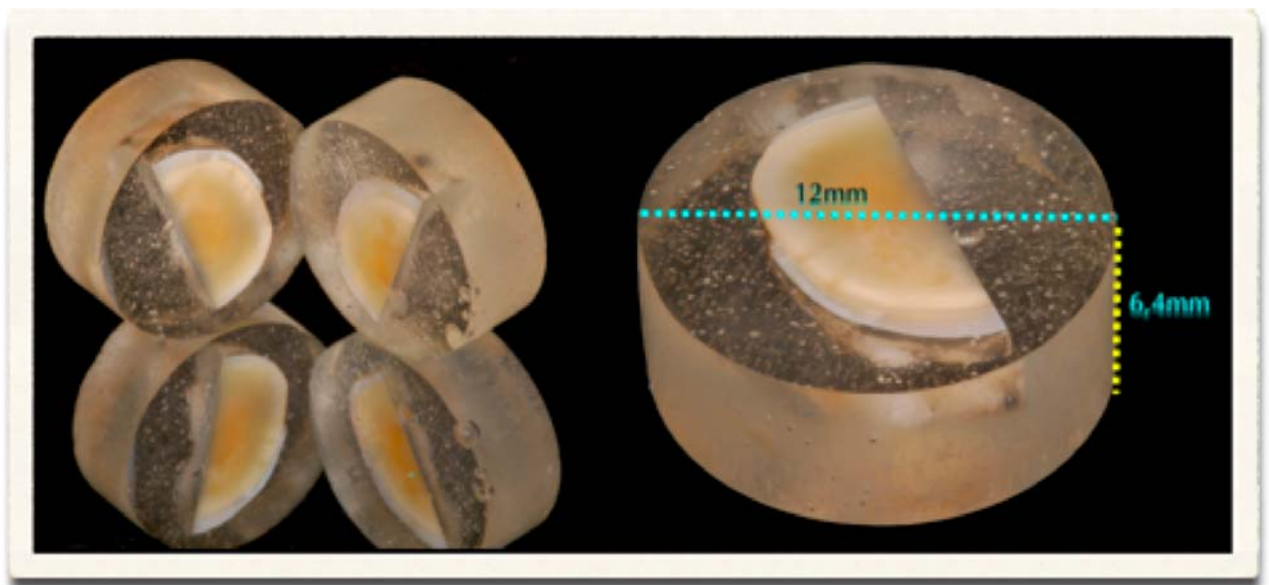


Figura 2 - Dimensões padronizadas dos corpos-de-prova. Note que cada elemento dental gera dois corpos-de-prova.

Dessa maneira foram confeccionados 20 corpos-de-prova, distribuídos em dois grupos:

- a) grupo FC: Exposição à fumaça do cigarro; e
- b) grupo SFC: Sem exposição à fumaça do cigarro (controle).

Cada parte coronal gerou dois corpos-de-prova:

- a) um corpo-de-prova pertencente ao grupo FC, destinado à exposição à fumaça do cigarro; e
- b) um corpo-de-prova pertencente ao grupo SFC, isento de exposição à fumaça do cigarro.

Assim, cada parte coronal configurou-se como unidade controle de si mesma.

Após a confecção dos corpos-de-prova, eles foram devidamente identificados e armazenados em água destilada a 4 °C, condição de armazenamento que continuou sendo utilizada durante a execução da fase experimental da pesquisa, que se constituiu em dois experimentos laboratoriais:

- a) resistência de união pelo teste de microtração dos grupos FC e SFC utilizando 6 dentes (12 corpos-de-prova); e
- b) análise micromorfológica dos corpos-de-prova de ambos os grupos através de microscopia eletrônica de varredura (MEV) utilizando 4 dentes (8 corpos-de-prova).

### 4.3 EXPOSIÇÃO À FUMAÇA DO CIGARRO

Os corpos-de-prova pertencentes ao grupo FC foram submetidos a um regime de exposição à fumaça do cigarro. O regime consistiu em exposição dos corpos-de-prova a 30 cigarros por dia durante 17 dias, totalizando 510 cigarros Marlboro (Phillip Morris, Brasil). Para isso, um dispositivo de simulação do ato de fumar idealizado e construído por Cardoso & Vieira foi utilizado (Quadro 2). Esse dispositivo constitui-se de uma câmara de sucção de PVC, com uma abertura em sua parte frontal para inserção do cigarro e uma mangueira conectada a sua parte posterior, que, por sua vez, estava instalada a um sugador conectado a um compressor. Os corpos-de-prova eram colocados no interior da câmara com a face dentinária voltada para cima, durante cada período de "fumo". O tempo de consumo de cada cigarro era de aproximadamente 2 min, totalizando, em média, uma hora diária de "fumo". Após a exposição à fumaça do cigarro, os corpos-de-prova do grupo FC eram imediatamente submetidos à escovação simulada, juntamente com os corpos-de-prova do grupo SFC.

**A****B****C****D**

**Quadro 2 - Exposição à fumaça do cigarro. Simulação do ato de fumar.**

**A e B:** Dispositivo simulador do ato de fumar. Constituído de uma câmara de sucção de PVC com um orifício na parte frontal destinado a acoplamento dos cigarros e de uma mangueira na parte posterior para a eliminação da fumaça por meio de sucção.

**C:** Parte interna da câmara de sucção, onde os corpos-de-prova do grupo FC eram inseridos.

**D:** Cigarro acoplado no momento da simulação do ato de fumar.

## 4.4 ESCOVAÇÃO SIMULADA

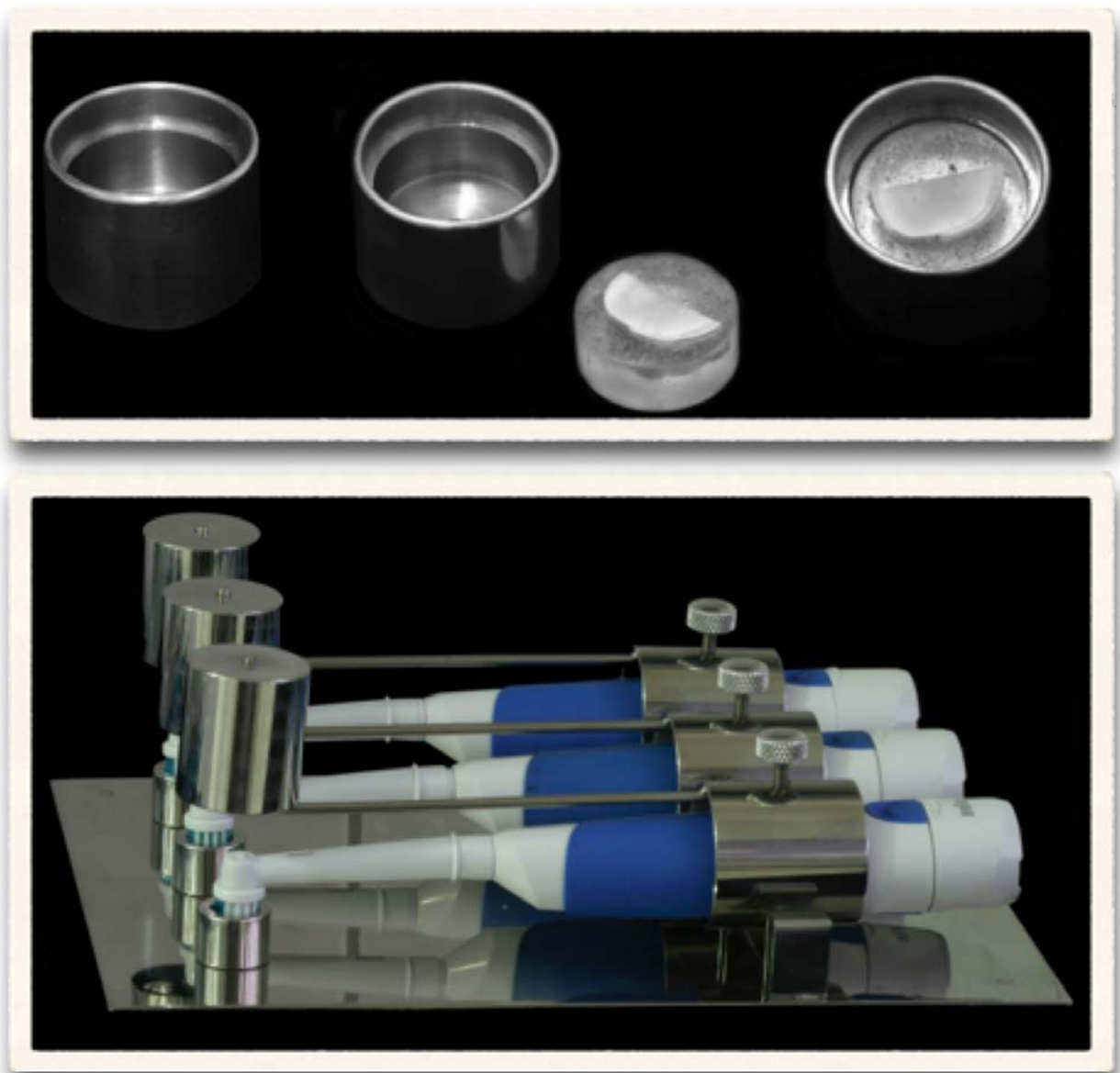
Todos os corpos-de-prova (FC e SFC) foram submetidos a um regime diário de escovação. Para tal finalidade, um dispositivo de escovação simulada foi construído.(Fig.3)



Figura 3 - Dispositivo de escovação simulada utilizado neste estudo.

Esse dispositivo era constituído de uma base retangular de aço inoxidável com três perfurações destinadas para acoplagem dos leitos dos corpos-de-prova (Figura 4a). Três suportes para escova elétrica fixavam-se nessa base. Além da fixação das escovas elétricas, ela possuía uma haste, que servia de suporte para a colocação de pesos de 200 g, com o objetivo de padronizar a pressão de escovação (Figura 4b).





Figuras 4a e 4b - Leitos receptores dos corpos-de-prova. Pesos de 200 g instalados no dispositivo de escovação simulada.

Os corpos-de-prova foram diariamente posicionados nos leitos e passaram por um regime de escovação de 30 s de duração. Para isso, uma solução de creme dental Colgate Fluorgard (Colgate-Palmolive, Brasil) e água em uma proporção 3:1 foi diariamente preparada e inserida sobre os corpos-de-prova. Na seqüência, as escovas elétricas eram posicionadas sobre o conjunto corpo-de-prova/creme dental e acionadas por 30 s. Foram utilizadas pilhas da mesma marca e foram semanalmente trocadas.

## 4.5 RESISTÊNCIA DE UNIÃO PELO TESTE DE MICROTRAÇÃO

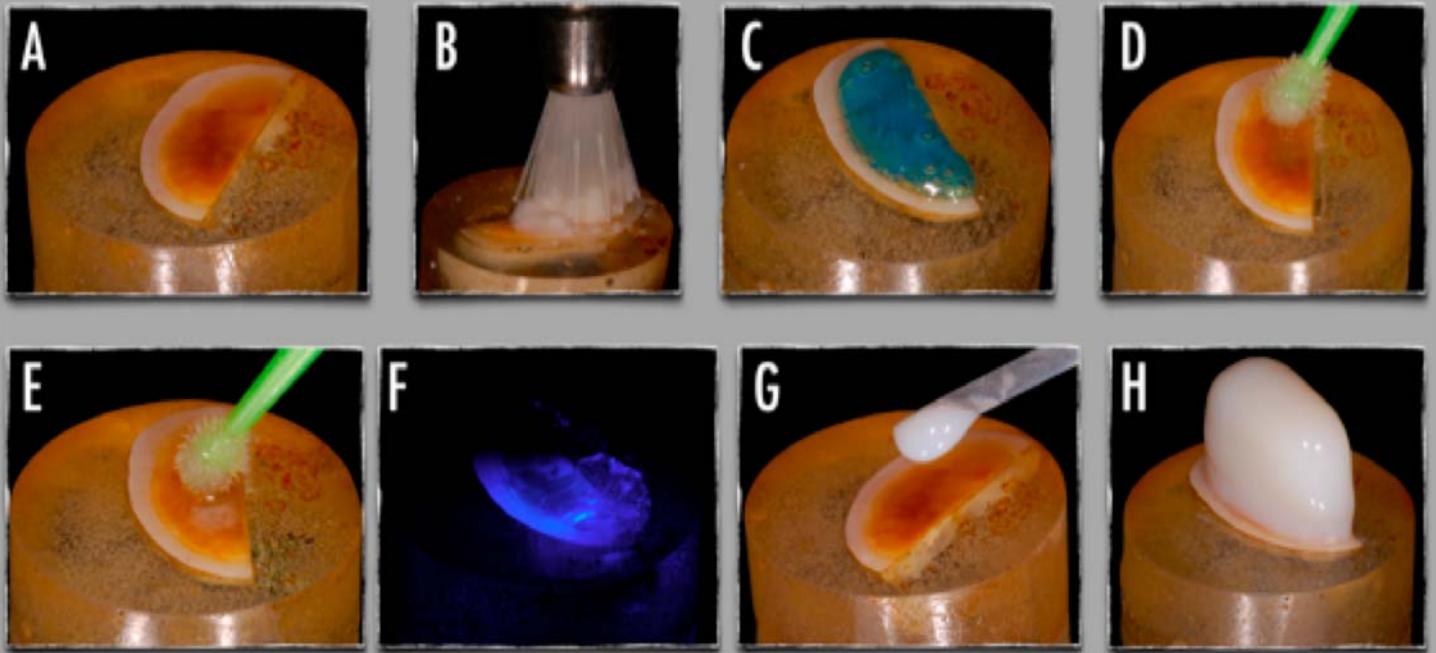
Para a realização do teste de união por microtração, foram utilizados 12 corpos-de-prova. Estes foram devidamente selecionados, de forma que cada um dos seis corpos-de-prova do grupo FC apresentava um corpo-de-prova correspondente no grupo SFC. Todos os corpos-de-prova receberam o mesmo tratamento adesivo e restaurador com os materiais constantes na Tabela 2.

Tabela 2 - Materiais utilizados nos procedimentos adesivos e restauradores.

Material	Fabricante	Composição	Lote/Validade
Scotchbond Etchant	3M ESPE	35% H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	5EX/2008-03
Adper Scotchbond Multipurpose Primer	3M ESPE	40% HEMA, 14% ácido polialcenóico e água	5AW/2008-03
Adper Scotchbond Multipurpose Adhesive	3M ESPE	Bis-GMA, HEMA, EDMBA	7PY/2010-06
Filtek Z250	3M ESPE	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, canforoquinona, carga zircônia/sílica 82% em peso.	7PE/2010-08

O protocolo restaurador aplicado para os corpos-de-prova de ambos os grupos seguiu as recomendações do fabricante e consistiu nos passos a seguir.

1. Limpeza com pedra-pomes e água com escova de Robson.
2. Condicionamento ácido por 15 s.
3. Enxágüe por 15 s.
4. Secagem da superfície dentinária com leve jato de ar, deixando-a ligeiramente úmida.
5. Aplicação do *primer* e secagem com leve jato de ar por 5 s.
6. Aplicação do adesivo.
7. Fotopolimerização do adesivo por meio de um aparelho de luz halógena Curing Light 2500 (3M) por 20 s.
8. Aplicação da resina composta Filtek Z250 (3M ESPE) somente na dentina, em incrementos de aproximadamente 2 mm, sendo cada camada fotopolimerizada por meio de um aparelho de luz halógena Curing Light 2500 (3M) por 20 s a  $650 \text{ mW/cm}^2$ , até a confecção de uma base de resina composta de 6 mm de altura (Quadro 3, Figura 5).



**Quadro 3 - Síntese do protocolo adesivo e restaurador para o teste de microtração.**

**A:** Corpo-de-prova pertencente ao grupo FC.

**B:** Limpeza com pedra-pomes e água.

**C:** Condicionamento ácido restrito à dentina.

**D:** Aplicação do *primer* após lavagem do ácido e secagem da dentina.

**E:** Aplicação do adesivo.

**F:** Fotopolimerização do adesivo.

**G:** Aplicação da resina composta.

**H:** Base de resina composta confeccionada. Observe que a resina composta encontra-se restrita à superfície dentinária para prevenir que esmalte seja substrato para adesão.

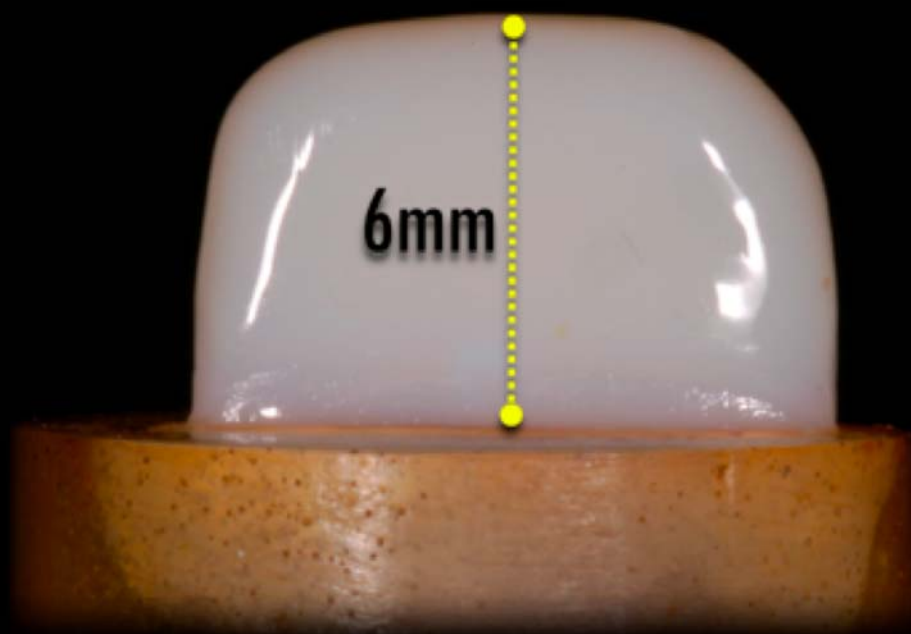
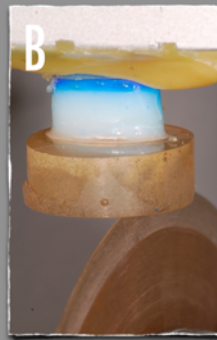
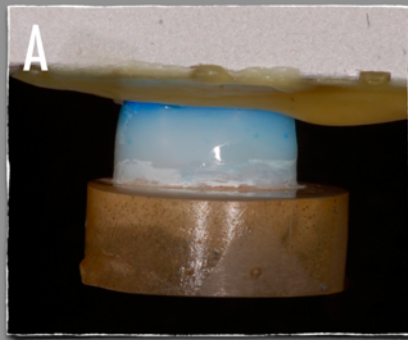


Figura 5 - Base de resina composta Z250 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) de 6 mm de altura aplicada sobre a superfície dentinária dos corpos-de-prova utilizados nesta pesquisa.

Após a realização dos procedimentos adesivos e restauradores, os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada em temperatura de 37 °C por 24 horas. Após esse período, os corpos-de-prova foram individualmente presos com cera pegajosa Newmax (Technew, Brasil) a um suporte retangular metálico, por meio da base de resina composta, e seccionados verticalmente com um disco diamantado de dupla face, com diâmetro de 102 mm e espessura de 0,3 mm (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), a uma velocidade de 300 rpm, sob refrigeração com água, montado em uma máquina de cortes ISOMET 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA).

Inicialmente, uma marcação com caneta hidrocor no topo da base de resina composta foi executada para o controle da altura dos cortes. Em seguida foram realizadas aproximadamente de quatro a cinco secções com intervalos de 1,0 mm no eixo *x*. Na seqüência, cera pegajosa era derretida e inserida entre as fatias formadas pelos cortes no eixo *x*, no intuito de uni-las para diminuir o risco de "quebra" prematura durante a execução do segundo corte, no eixo *y*. Foram executadas de oito a dez secções longitudinais no eixo *y*, formando filetes de aproximadamente 0,49 mm<sup>2</sup>.

A área de secção transversal de cada filete foi aferida com um paquímetro digital modelo 727 (Starret, Itu, SP, Brasil), com uma precisão de décimos de milímetro. Foram aceitos somente os filetes com área de secção transversal de 0,35 mm<sup>2</sup> a 0,55 mm<sup>2</sup>, ou seja, 0,45 mm<sup>2</sup> ± 0,1 mm<sup>2</sup> (Quadro 4).



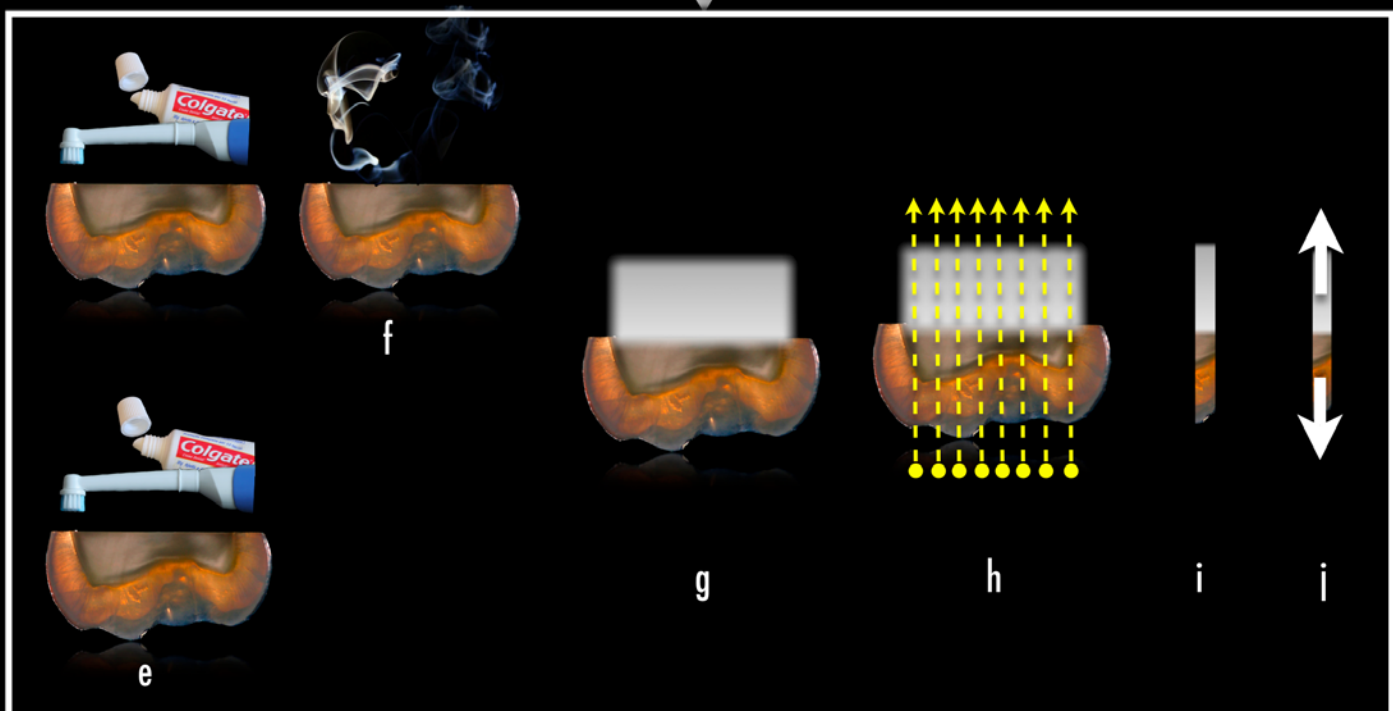
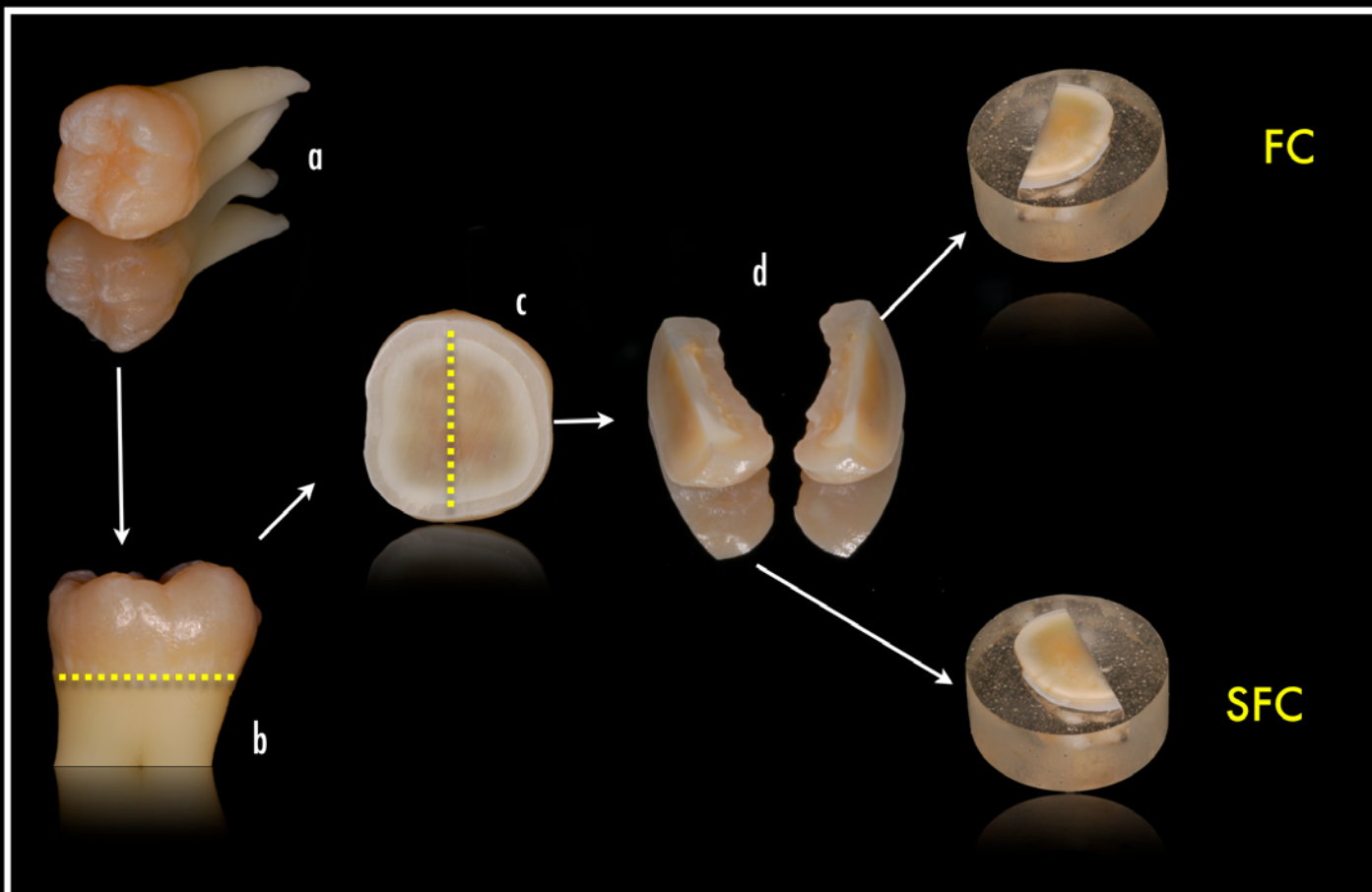
**Quadro 4 - Realização das secções para a obtenção dos filetes para o teste de microtração.**

**A:** Corpo-de-prova fixado com cera pegajosa no suporte metálico da máquina de cortes.

**B:** Posicionamento do disco diamantado e execução dos cortes longitudinais nos eixos *X* e *Y*.

**C:** Filetes de área de secção transversal de aproximadamente  $0.45 \text{ mm}^2$ .

Os filetes foram fixados em dispositivos de Geraldelli, com adesivo de cianocrilato Super Bonder (Henkel, Loctite Adesivos Ltda.), de forma que a junção amelodentinária do filete ficasse coberta pelo adesivo para que a tração fosse exercida somente na interface adesiva. Os dispositivos de Geraldelli foram adaptados na máquina de ensaios universal Instron 4444 (Instron Corp., Canton, MA, EUA). A máquina exerceu força de tração com velocidade de cruzeta de  $0,5 \text{ mm/min}$ . A carga necessária para a ruptura de cada filete foi registrada em Newtons e dividida pela área de secção transversal do filete em milímetros quadrados, para que o resultado final fosse determinado em Megapascal (MPa) (ARCARI et al., 2007; HILGERT, 2006) (Quadro 5).



**Quadro 5 - Síntese da metodologia utilizada nesta pesquisa.**

**Fase pré-experimental:** a. seleção de dez terceiros molares; b. secção transversal na junção amelocementária; c. após etapas de lixamento, secção longitudinal no sentido méso-distal; d. obtenção de metades dentais que originaram dois corpos-de-prova por dente; cada dente destinou um corpo-de-prova para cada grupo experimental.

**Fase experimental:** e. corpos-de-prova do grupo SFC sofreram escovação simulada; f. corpos-de-prova do grupo FC sofreram escovação simulada e exposição à fumaça do cigarro; g. uma base de resina composta foi construída sobre a superfície dentinária dos corpos-de-prova de ambos os grupos; h. secções longitudinais nos eixos x e y; i. obtenção de filetes retangulares; j. tração dos filetes até o registro em MPa da carga necessária para a ruptura.

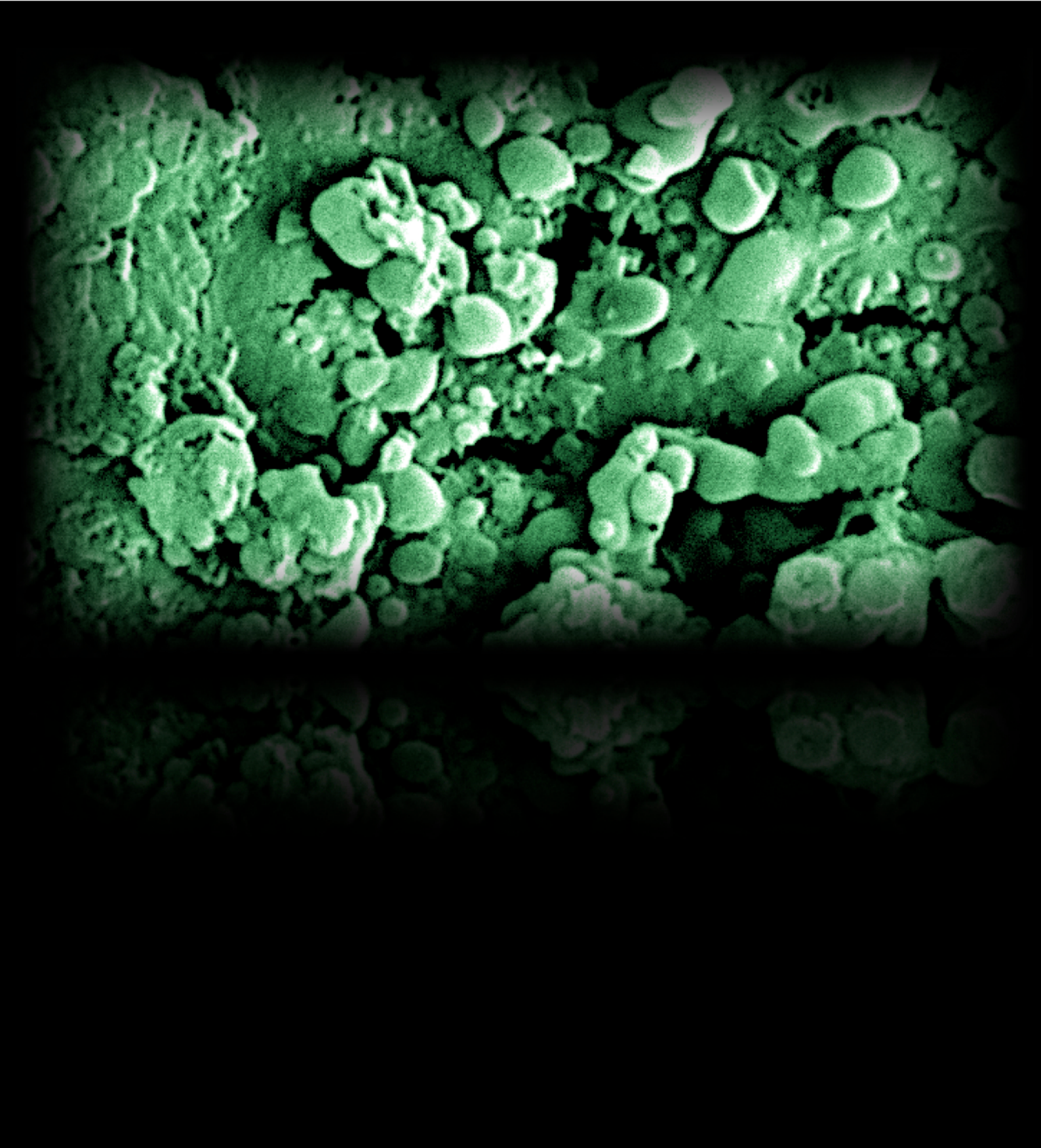
A maioria dos filetes fraturou-se, a olho nu, na interface adesiva ou em suas proximidades. Aqueles que, a olho nu, fraturaram-se coesivamente em dentina ou resina composta foram eliminados desta pesquisa, haja vista que esse tipo de falha não permite a real mensuração da força adesiva. Poucos filetes falharam prematuramente, os quais também foram excluídos da pesquisa.

Todos os filetes com fraturas na interface adesiva foram analisados em um microscópio estereoscópio (Carl Zeiss, Alemanha) com aumento de 25 x, para determinar seu modo de fratura. A determinação do modo de fratura foi adaptada da classificação realizada por (HASHIMOTO, 2002). As fraturas foram classificadas em: tipo A - fratura na interface adesiva; tipo B - fratura coesiva em resina; tipo C - fratura coesiva em dentina; e tipo D - fratura mista, ou seja, fratura na interface adesiva com algum envolvimento coesivo de dentina, resina composta, ou ambas.

Os oito corpos-de-prova restantes e alguns filetes representativos dos padrões de fratura foram recobertos por ouro-paládio (SCD 005, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein) e observados em um microscópio eletrônico de varredura (Philips XL-30, Philips Electric Corporation, Holanda).

Para a análise estatística, as amostras foram submetidas ao teste de normalidade (teste de Kolmogorov-Smirnov) e ao teste de homogeneidade de variância (teste de Levene). Na seqüência, o teste *t* de Student ajustado a um intervalo de confiança de 95%, foi aplicado para detectar diferença ou igualdade entre os grupos testados.





# RESULTADOS

## 5 RESULTADOS

Os resultados do teste de união pelo teste de microtração estão apresentados nas tabelas 3 e 4. Para a avaliação prévia das amostras foram aplicados o teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) ( $p = 0,305$ ) e o teste de homogeneidade de variância (Levene) ( $p = 0,322$ ). Para a avaliação estatística das amostras, o teste  $t$  de Student rejeitou a hipótese de igualdade entre os grupos, demonstrando a existência de diferença estatisticamente significativa entre os grupos testados com o valor de  $p = 0,001$ . O grupo FC apresentou resistência de união inferior quando comparado ao grupo SFC.

Tabela 3 - Estatística descritiva do teste de resistência de união pelo teste de microtração. São apresentados os valores de  $n$ , média, desvio padrão e intervalo de confiança para um nível de significância de 95%.

Grupo	N	Média	Desvio padrão	MPa -95%	MPa +95%
Total	160	53,8714	17,25153	51,1778	56,5650
FC	83	49,5895	17,41908	45,7860	53,3931
SFC	77	58,4870	15,92659	54,8721	62,1019

A representação gráfica dos resultados obtidos pelo teste de resistência de união à microtração é encontrada no Gráfico 1.

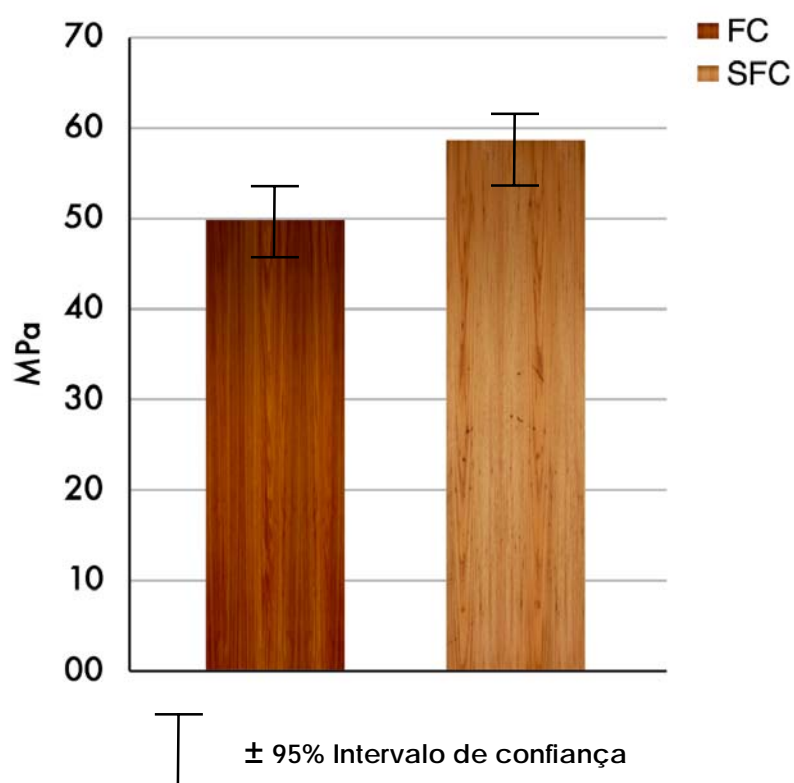


Gráfico 1 - Valores de resistência de união à microtração dos grupos testados.

## 5.1. ANÁLISE DO PADRÃO DE FRATURA DAS AMOSTRAS SUBMETIDAS AO TESTE DE MICROTRAÇÃO

A análise do padrão de fratura dos filetes, realizada sob um aumento de 25 x, em um microscópio estereoscópio, revelou um predomínio de falhas na interface adesiva (tipo A) e na interface adesiva com algum envolvimento coesivo de dentina, resina composta, ou ambas (tipo D),

conforme mostram a Tabela 4 e o Gráfico 2. Não foram encontradas falhas puramente coesivas em resina composta (tipo B) e em dentina (tipo C), nas fraturas próximas às áreas adesivas testadas. A redução da resistência de união do grupo FC está de acordo com o aumento de falhas do tipo adesiva.

Tabela 4 - Classificação dos tipos de fratura das amostras submetidas ao teste de microtração (A - fratura na interface adesiva; B - fratura coesiva em resina; C - fratura coesiva em dentina; D - fratura mista, interface adesiva com algum envolvimento coesivo de dentina, resina composta, ou ambas; e N - número de amostras por grupo).

Grupo	A	B	C	D	N
FC	72 (86,74%)	0	0	11 (13,25%)	83
SFC	63 (81,81%)	0	0	14 (18,18%)	77

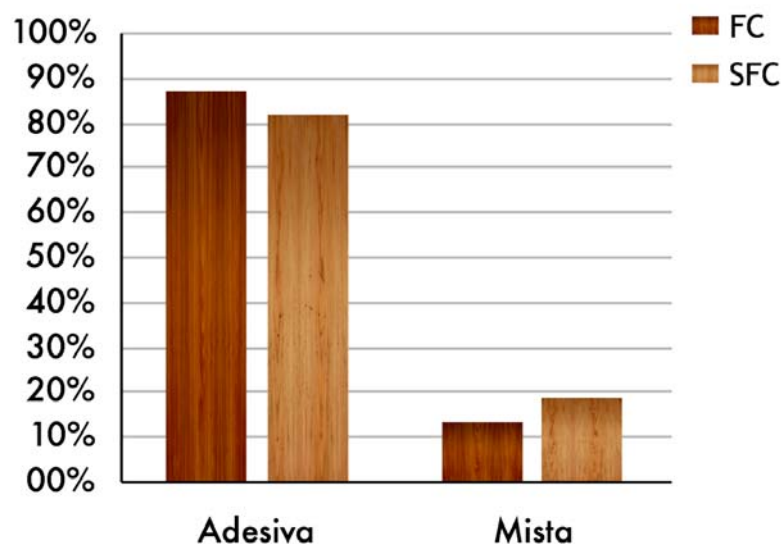
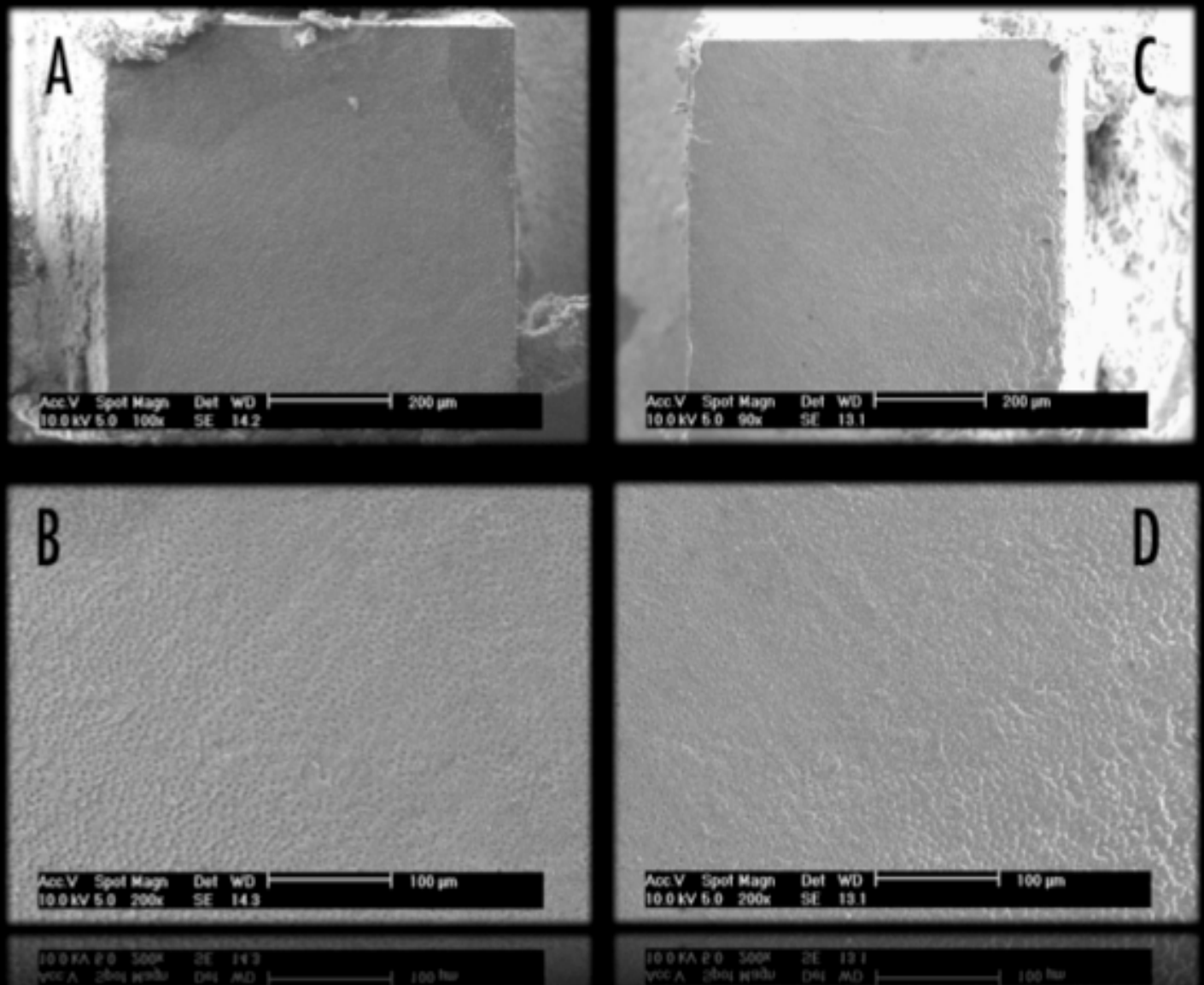


Gráfico 2 – Padrões de fratura encontrados nesta pesquisa.

Fotomicrografias dos padrões de fratura encontrados, obtidos por microscopia eletrônica de varredura, estão demonstradas nos Quadros 6 e 7.



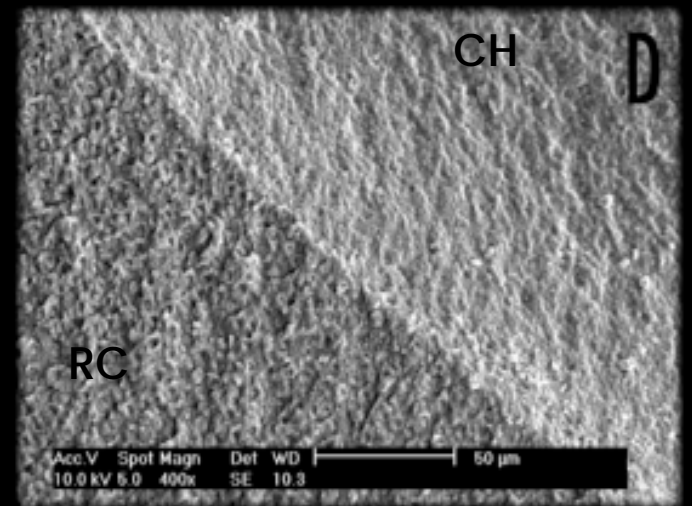
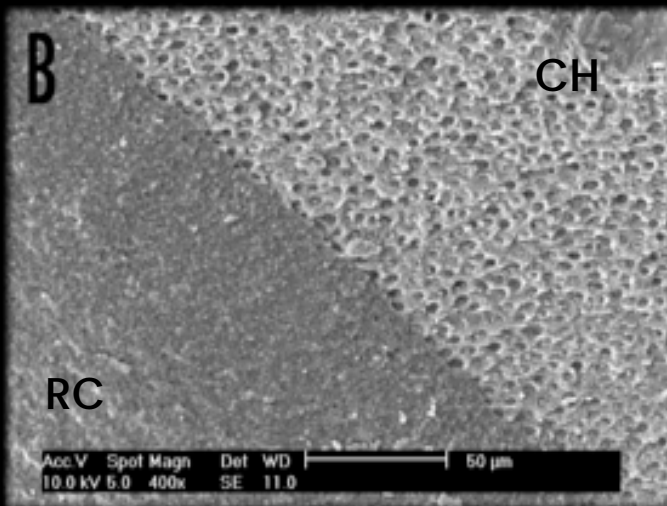
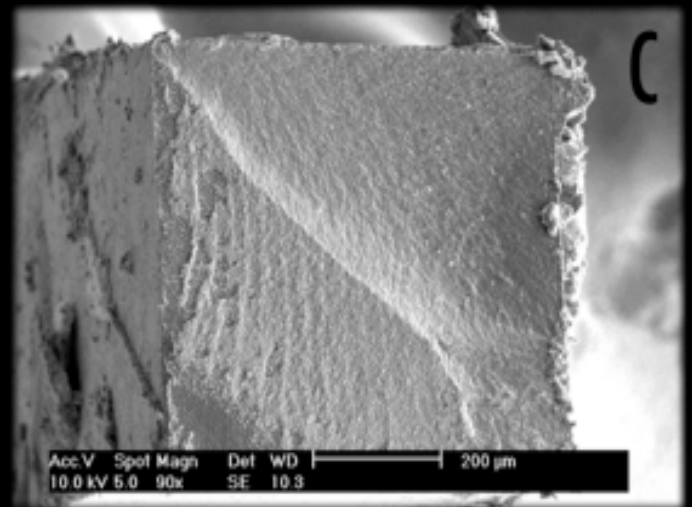
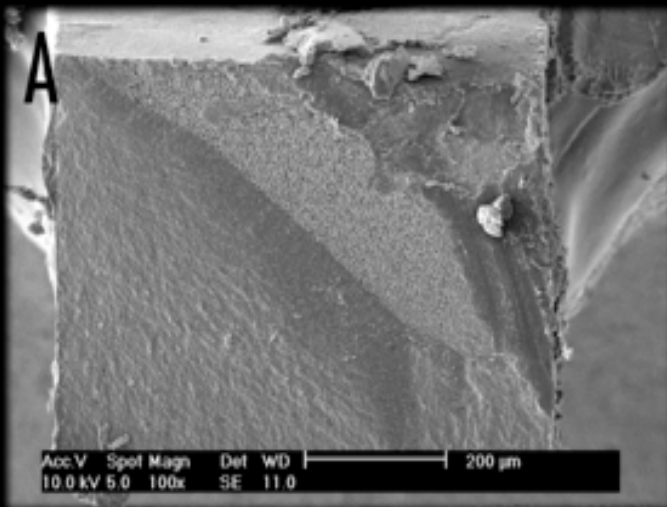
**Quadro 6 - Fotomicrografias das partes fraturadas de um filete representativo da falha do tipo A (adesiva).**

**A:** Topo da porção dentinária sob magnificação de 100 x.

**B:** Topo da porção dentinária sob magnificação de 200 x. A fratura ficou confinada à camada híbrida, ocorrendo em seu topo.

**C:** Topo da porção resinosa sob magnificação de 90 x.

**D:** Topo da porção resinosa sob magnificação de 200 x. A fratura ficou confinada na camada híbrida, ocorrendo em seu topo.



**Quadro 7 - Fotomicrografias das partes fraturadas de um filete representativo da falha do tipo D (mista).**

**A:** Topo da porção dentinária sob magnificação de 100 x.

**B:** Topo da porção dentinária sob magnificação de 400 x. A fratura ocorreu na camada híbrida (CH) e coesivamente em resina composta (RC).

**C:** Topo da porção resinosa sob magnificação de 90 x.

**D:** Topo da porção resinosa sob magnificação de 400 x. A fratura ocorreu na camada híbrida (CH) e coesivamente em resina composta (RC).

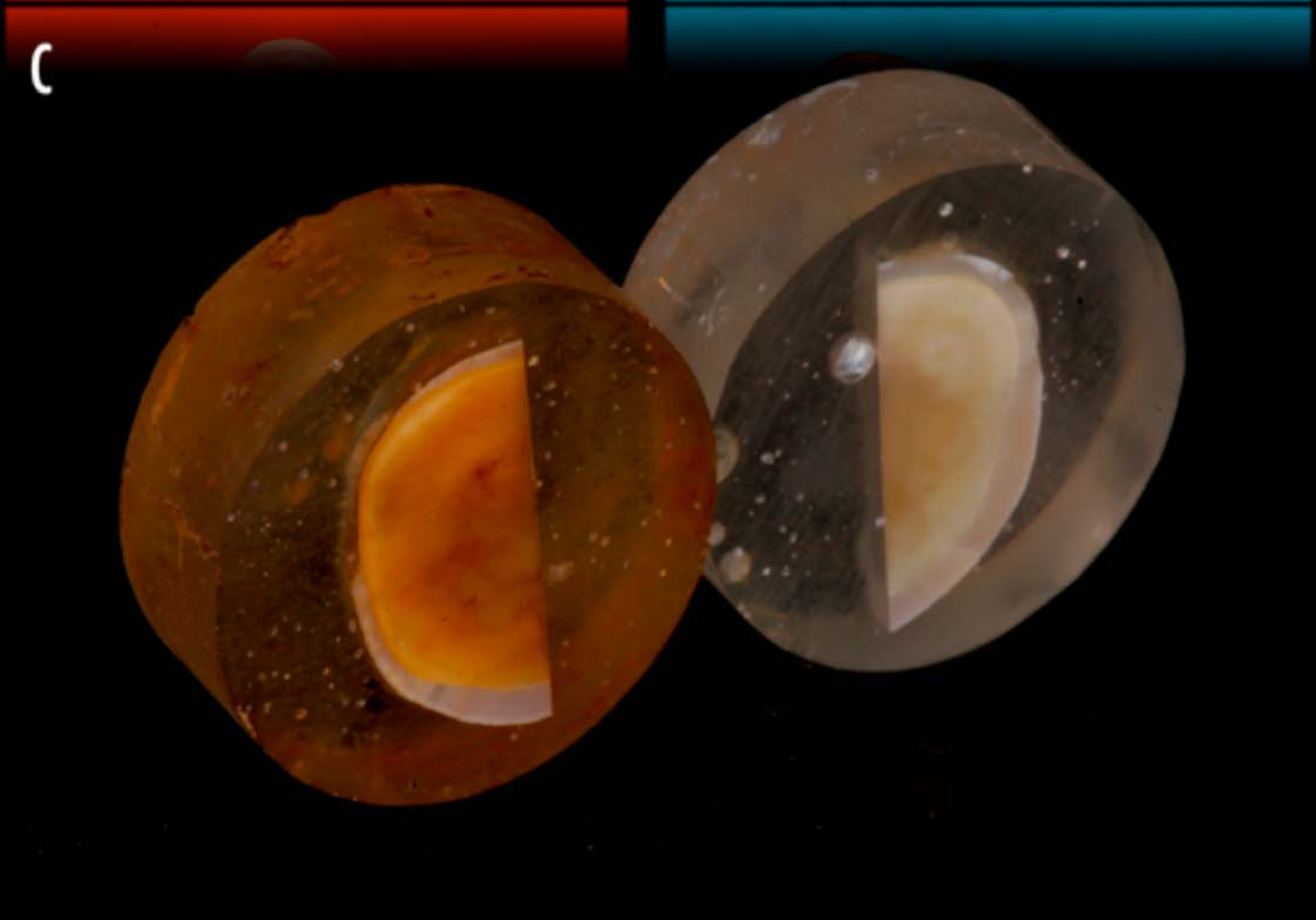
## 5.2. ANÁLISE MACRO E MICROMORFOLÓGICA DO SUBSTRATO DENTINÁRIO

Após as etapas de escovação simulada e exposição à FC, a superfície dentinária dos corpos-de-prova de ambos os grupos foi analisada visualmente e foi verificado que a dentina do grupo FC permaneceu contaminada (Quadro 8). Fotomicrografias das superfícies dentinárias de alguns corpos-de-prova pertencentes a ambos os grupos estão nos Quadros 9, 10, 11, 12 e 13. O Quadro 9 mostra fotomicrografias da superfície dentinária de um corpo-de-prova pertencente ao grupo SFC após planificação com lixa de óxido de alumínio #1200 e escovação simulada. A observação micromorfológica dessa superfície demonstra a formação de lama dentinária devido aos processos de lixamento e escovação simulada, e a quase total obliteração da embocadura dos túbulos dentinários. O Quadro 10 mostra fotomicrografias da superfície dentinária de um corpo-de-prova pertencente ao grupo FC após planificação com lixa de óxido de alumínio #1200, escovação simulada e exposição à FC. A observação micromorfológica dessa superfície revela a presença de contaminantes provenientes da fase particulada da fumaça do cigarro, que se apresentam em forma de grânulos de diferentes tamanhos, imersos em uma lama dentinária modificada.

O Quadro 11 mostra fotomicrografias da superfície dentinária de um corpo-de-prova oriundo do grupo SFC após os processos de lixamento,

escovação simulada, limpeza com pedra-pomes e condicionamento ácido. A observação micromorfológica dessa superfície demonstra que o ácido fosfórico removeu a lama dentinária, desobstruiu a embocadura dos túbulos dentinários e desmineralizou a dentina superficial. Além disso, devido ao processo de secagem para análise no MEV, houve o colapso da trama de fibrilas colágenas. O Quadro 12 mostra fotomicrografias da superfície dentinária de um corpo-de-prova oriundo do grupo FC após os processos de lixamento, escovação simulada, exposição à fumaça do cigarro, limpeza com pedra-pomes e condicionamento ácido. A observação micromorfológica dessa superfície revela presença de contaminantes da fase particulada da FC que cobrem o substrato dentinário e obliteram parcialmente a embocadura dos túbulos dentinários. O ácido fosfórico parece não ser capaz de remover totalmente a lama dentinária modificada e deixa uma superfície ainda contaminada com partículas de tamanhos distintos imersos na trama colágena colabada. O Quadro 13 mostra fotomicrografias da superfície dentinária do Quadro 12 sob diferentes ampliações.



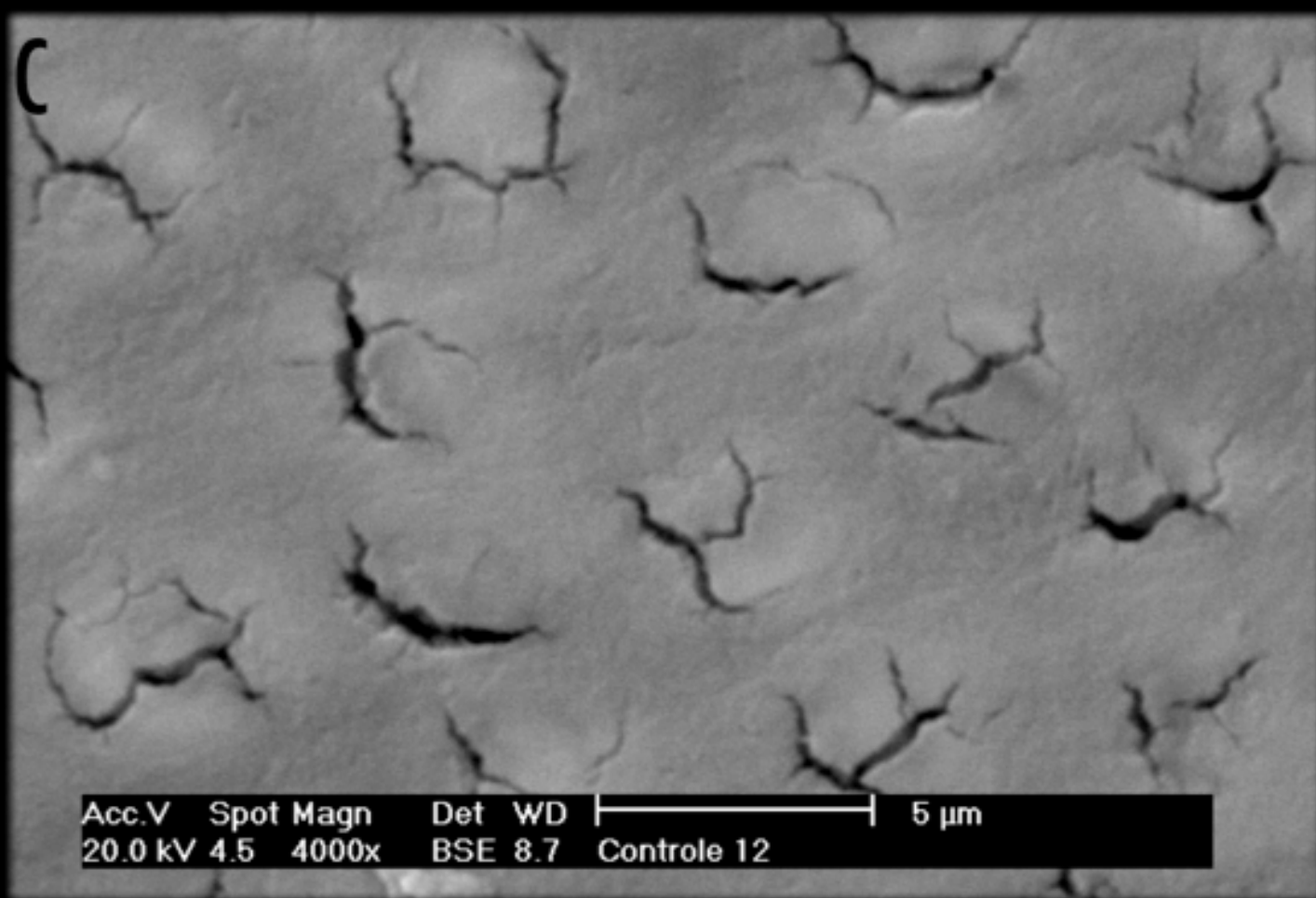
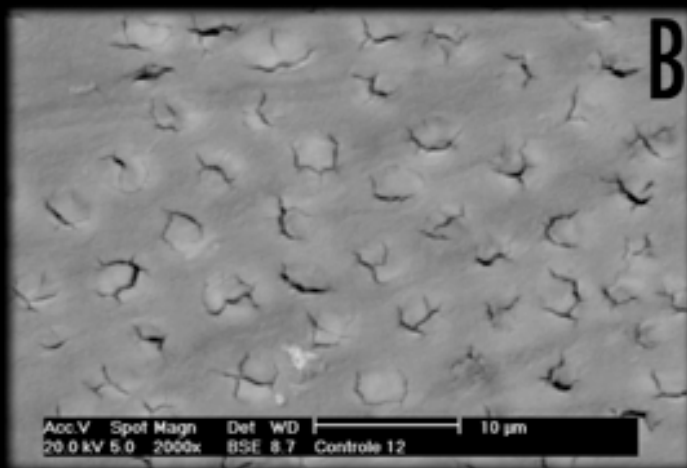
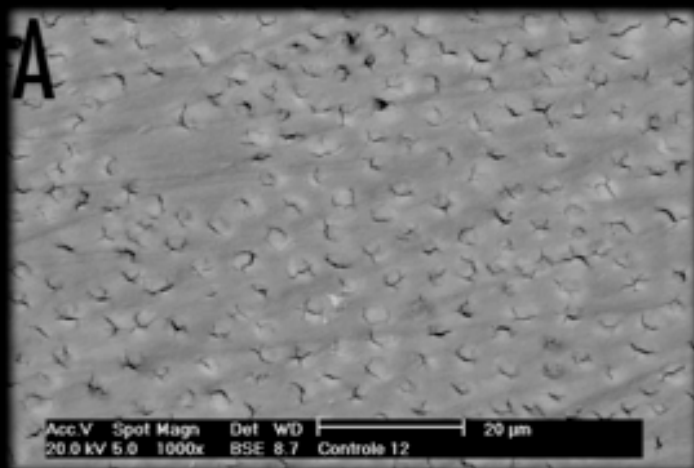


**Quadro 8 - Corpos-de-prova dos grupos FC e SFC.**

**A:** Corpos-de-prova pertencentes ao grupo SFC após o processo de escovação simulada durante 17 dias.

**B:** Corpos-de-prova pertencentes ao grupo FC após os processos de exposição à fumaça do cigarro e escovação simulada durante 17 dias.

**C:** Corpos-de-prova oriundos do mesmo elemento dental após os 17 dias experimentais. Corpo-de-prova à esquerda pertencente ao grupo FC; corpo-de-prova à direita pertencente ao grupo SFC.



20.0 kV 4.5 4000x BSE 8.7 Controle 12  
 Acc.V Spot Magn Det WD | 5 μm

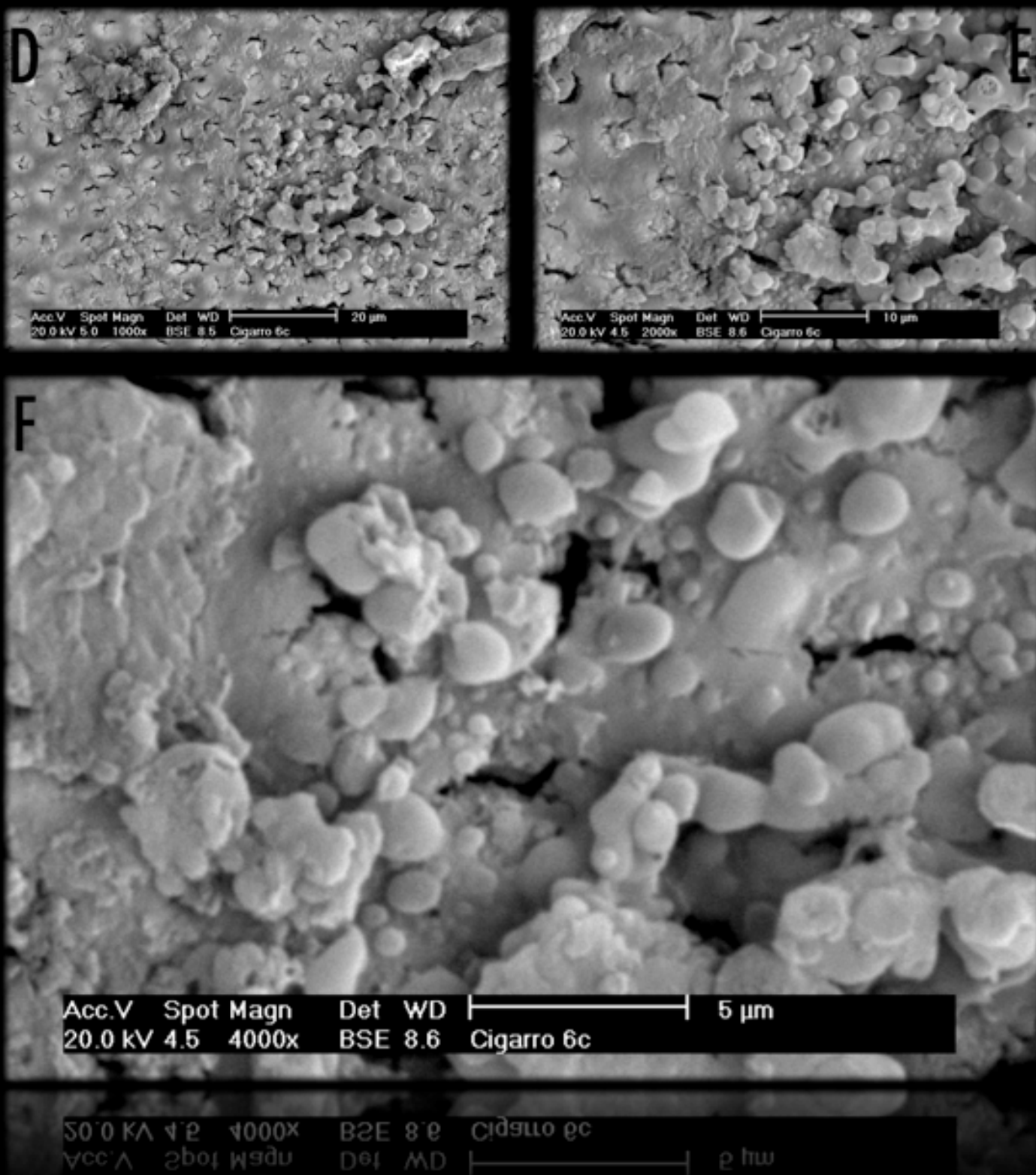
**Quadro 9 - Fotomicrografias do substrato dentinário de um corpo-de-prova pertencente ao grupo SFC.**

**A:** Substrato dentinário sob magnificação de 1.000 x.

**B:** Substrato dentinário sob magnificação de 2.000 x.

**C:** Substrato dentinário sob magnificação de 4.000 x.

Note que, devido às etapas de lixamento e escovação simulada dos corpos-de-prova, há lama dentinária cobrindo a superfície e parcialmente obliterando a embocadura dos túbulos dentinários.



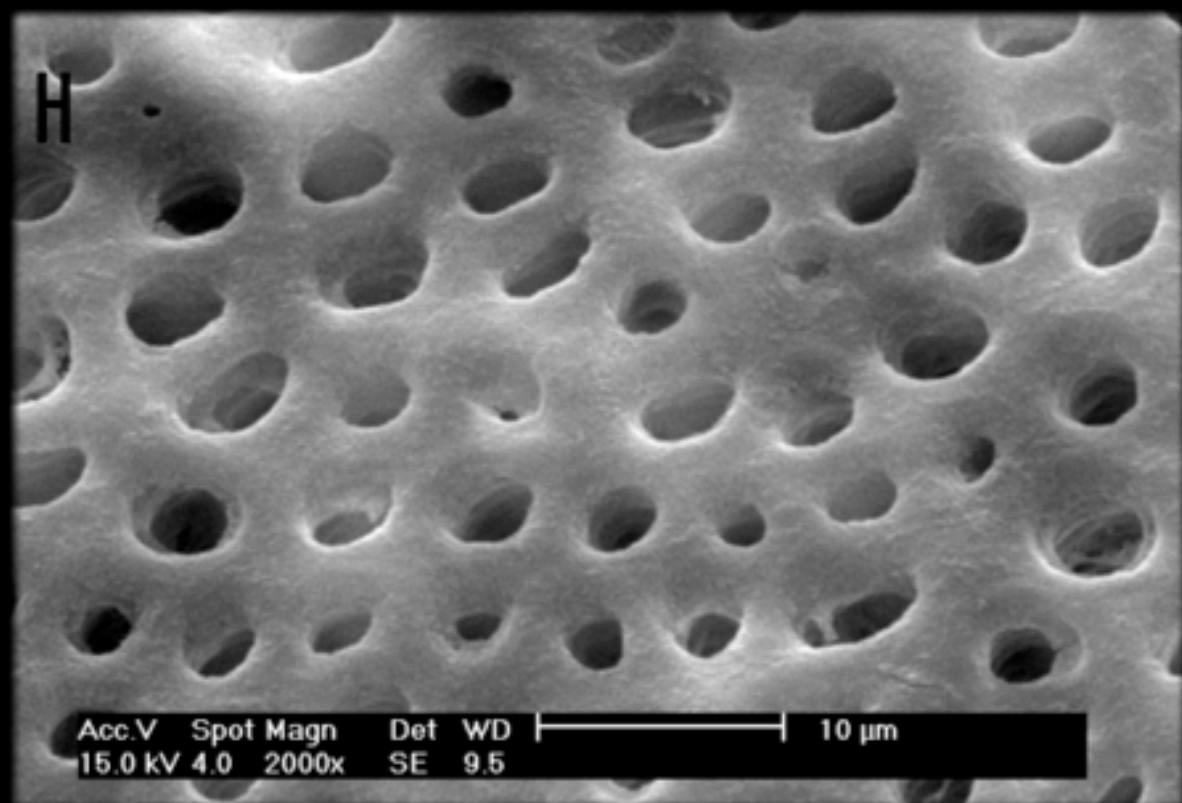
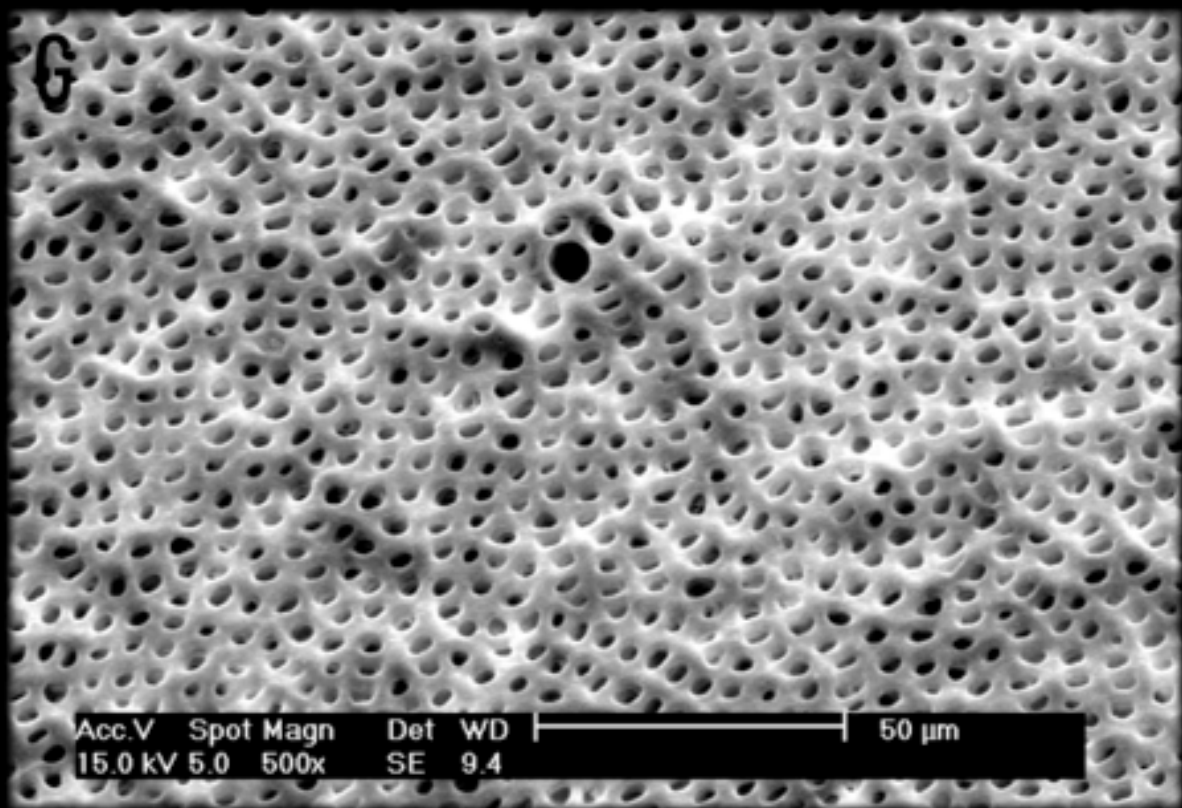
**Quadro 10: Fotomicrografias do substrato dentinário de um corpo-de-prova pertencente ao grupo FC.**

**D:** Substrato dentinário exposto à fumaça do cigarro sob magnificação de 1.000 x.

**E:** Substrato dentinário exposto à fumaça do cigarro sob magnificação de 2.000 x.

**F:** Substrato dentinário exposto à fumaça do cigarro sob magnificação de 4.000 x.

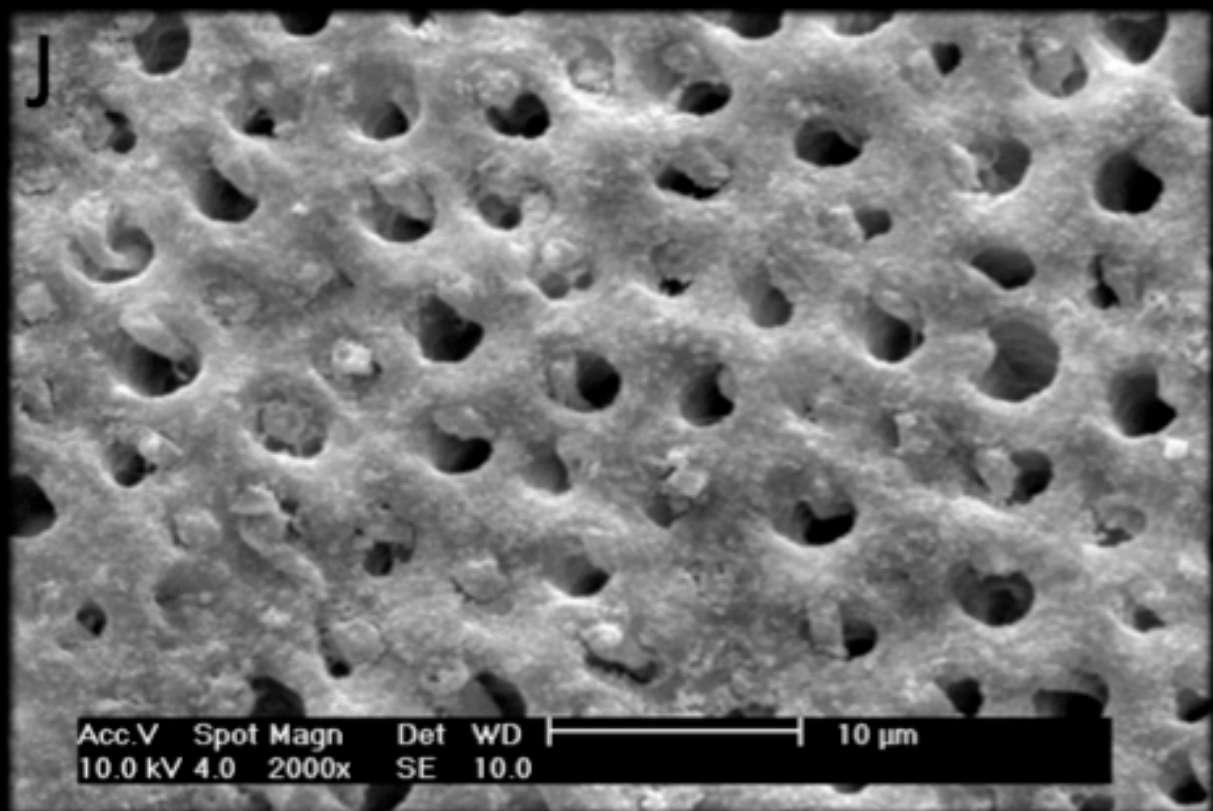
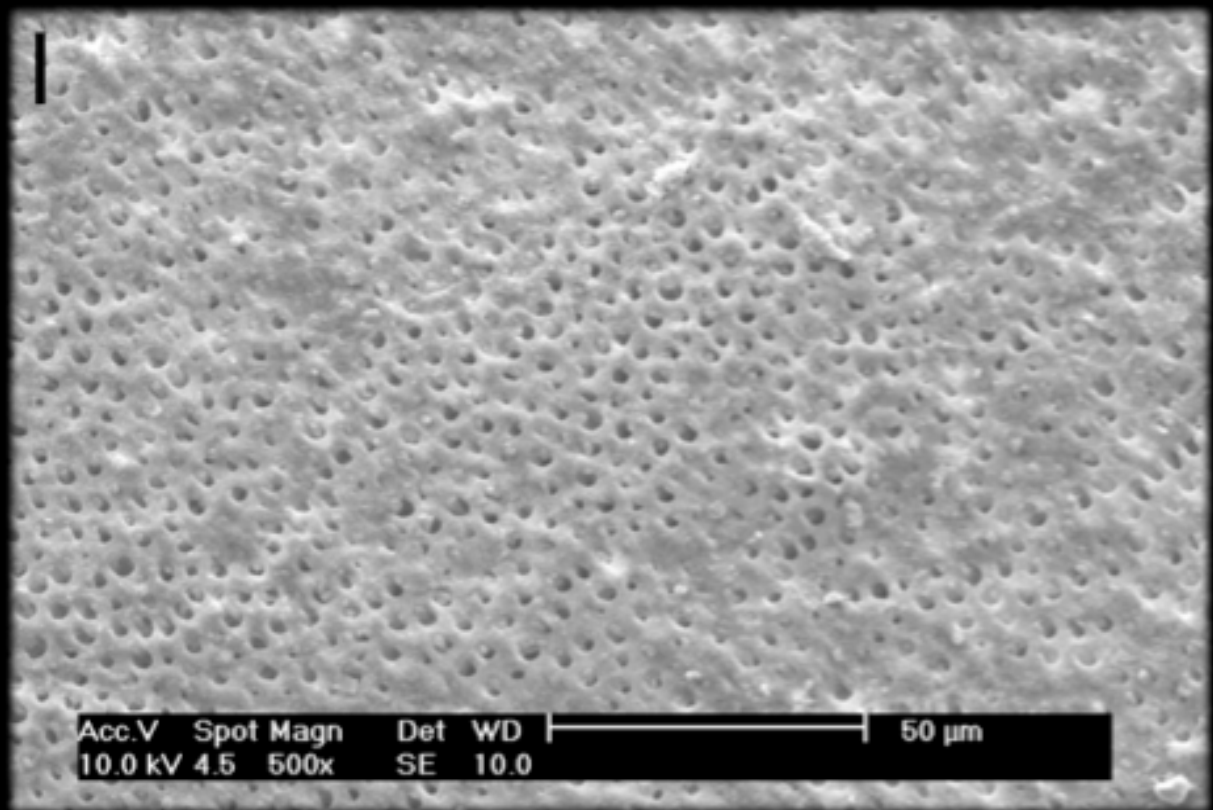
Observe o acúmulo de contaminantes provenientes da fase particulada da FC. Esses contaminantes apresentam-se em forma de grânulos de diferentes tamanhos, imersos em uma lama dentinária modificada.



**Quadro 11 - Fotomicrografias da superfície dentinária de um corpo-de-prova pertencente ao SFC após os passos de limpeza com pedra-pomes e condicionamento ácido.**

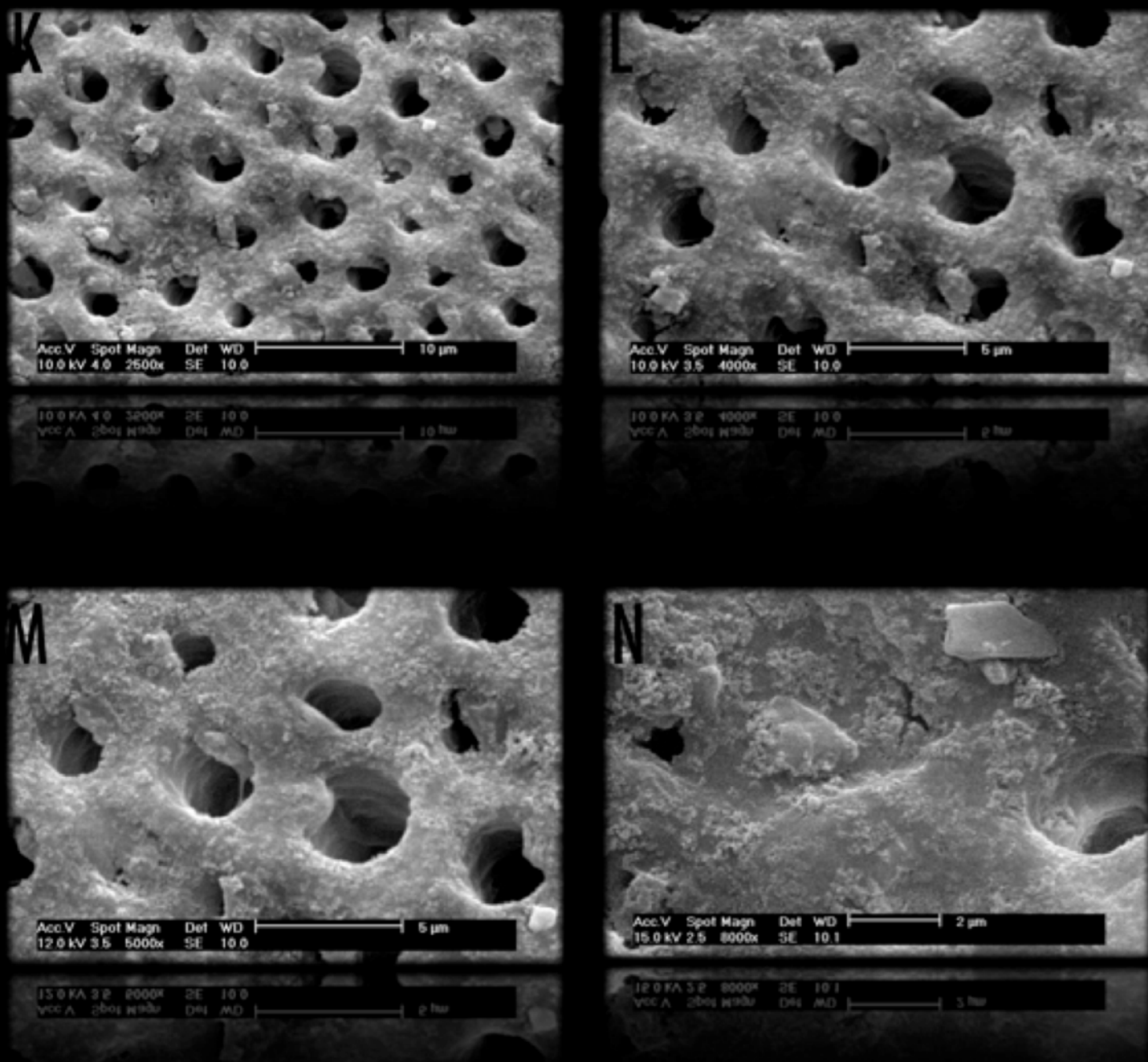
**G:** Superfície dentinária após limpeza com pedra-pomes e aplicação de ácido fosfórico por 15 s. Magnificação de 500 x.

**H:** Superfície dentinária após limpeza com pedra-pomes e aplicação de ácido fosfórico por 15 s. Magnificação de 2.000 x. Observe que houve a remoção da lama dentinária. Devido ao processo de secagem, ocorreu o colapso da trama de fibras colágenas da dentina intertubular e desobstrução da embocadura dos túbulos dentinários.



**Quadro 12 - Fotomicrografias da superfície dentinária de um corpo-de-prova pertencente ao grupo FC após os passos de limpeza com pedra-pomes e condicionamento ácido.**

**I:** Superfície dentinária após limpeza com pedra-pomes e aplicação de ácido fosfórico por 15 s. Magnificação de 500 x.  
**J:** Superfície dentinária após limpeza com pedra-pomes e aplicação de ácido fosfórico por 15 s. Magnificação de 2.000 x. O condicionamento ácido parece não ser capaz de remover totalmente a lama dentinária modificada e os contaminantes provenientes da fase particulada da FC nela imersos. Note a presença de grânulos de diferentes tamanhos entre a trama colágena colabada e a embocadura dos túbulos dentinários parcialmente obliterados.



**Quadro 13 - Fotomicrografias da superfície dentinária de um corpo-de-prova pertencente ao grupo FC após os passos de limpeza com pedra-pomes e condicionamento ácido.**

**K:** Superfície dentinária após limpeza com pedra-pomes e aplicação de ácido fosfórico por 15 s. Magnificação de 2.500 x.

**L:** Superfície dentinária após limpeza com pedra-pomes e aplicação de ácido fosfórico por 15 s. Magnificação de 4.000 x.

**M:** Superfície dentinária após limpeza com pedra-pomes e aplicação de ácido fosfórico por 15 s. Magnificação de 5.000 x.

**N:** Superfície dentinária após limpeza com pedra-pomes e aplicação de ácido fosfórico por 15 s. Magnificação de 8.000 x.

O condicionamento ácido parece não ser capaz de remover totalmente a lama dentinária modificada e os contaminantes provenientes da fase particulada da FC nela imersos. Note a presença de grânulos de diferentes tamanhos entre a trama colágena colabada e a embocadura dos túbulos dentinários parcialmente obliterados.



# DISCUSSÃO



## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 DISCUSSÃO DA METODOLOGIA

No presente estudo, dentina profunda foi escolhida como substrato para exposição à FC, e para o teste de microtração foi utilizado o sistema adesivo Scotchbond Multipurpose Plus (3M ESPE) através de um acesso apical. Um aspecto importante do delineamento deste trabalho é a intenção de isolar a variável exposição à FC, no intuito de prevenir a possibilidade de mascaramento dos valores de adesão por outras variáveis, pois se trata da avaliação de um contaminante inexistente na literatura. Essa condição levou a estabelecer parâmetros seguros que não representassem uma variável, como a escolha da dentina como substrato, a escolha do teste de adesão e a escolha do sistema adesivo.

A decisão de se utilizar a dentina em detrimento ao esmalte, o tecido dental mais exposto ao ambiente oral, está amparada nas circunstâncias em que a dentina pode estar exposta na cavidade oral, tais como lesões cervicais não cariosas, que podem acometer até 85% da população (BERGSTROM; LAVSTEDT, 1979; HAND; HUNT; REINHARDT, 1986; HONG; NU; XIE, 1988; JARVINEN; RYTOMAA; HEINONEN, 1991; POYNTER; WRIGHT, 1990). A conexão entre fumo e doença periodontal é conhecida (BERGSTROM, 2004a; BERGSTROM, 2004b). Dessa forma, como a doença periodontal está associada à exposição dentinária radicular como resultado do processo de



perda de inserção periodontal, pode-se inferir que indivíduos fumantes podem ter dentina exposta na cavidade bucal em maior grau quando comparados com pacientes não fumantes. É igualmente importante ressaltar que o desenvolvimento da periodontia tem aumentado a permanência de dentes na cavidade oral; conseqüentemente, defeitos dentinários radiculares têm ficado expostos mais tempo na boca (YOSHIYAMA et al., 1996). Exposição dentinária pode ser também encontrada em lesões de corrosão dental (GANSS; LUSSI, 2006; LUSSI, 2006), em fraturas dentais (BENGSTON; BENGTON; AVESSA, 1997) e em lesões de cárie (BJORNAL; KIDD, 2005).

Outro aspecto analisado para a escolha da dentina foi o teste de adesão escolhido. O teste de microtração é considerado o teste mais confiável existente (FERRARI et al., 2002; PASHLEY et al., 1995). No entanto, é um procedimento tecnicamente sensível devido às etapas de corte para a obtenção dos filetes, que invariavelmente transmitem vibrações aos corpos-de-prova, produzindo microfraturas tanto em esmalte quanto em dentina. Porém, por causa da dureza e da friabilidade do esmalte, essas microfraturas são muito mais evidentes. Essa peculiaridade adversa do esmalte como substrato pode interferir nos valores de adesão (FERRARI et al., 2002). Dessa forma, o teste de microtração é mais adequado para o substrato dentina.

Embora a maioria das pesquisas que têm a microtração como metodologia não utilize a dentina profunda pelo acesso apical, Uceda-Gómez et al. (2003) demonstraram que os valores de adesão não diferem quando comparados aos obtidos pelo acesso oclusal. Além disso, o acesso

apical proporciona uma maior área de dentina, pois o esmalte circundante cervical é menos espesso que o coronal. Outra vantagem desse acesso é a melhor padronização da profundidade da dentina, uma vez que a densidade tubular muda em função da profundidade da dentina, assim como os valores de adesão (KIJSAMANMITH et al., 2002; MANNOCCI et al., 2004).

A abordagem de adesão à dentina utilizada nesta pesquisa foi a técnica em três passos de condicionamento e lavagem. Essa abordagem é a técnica de adesão à dentina mais confiável e é considerada como “padrão-ouro” para base de comparação com sistemas adesivos contemporâneos (DE MUNCK et al., 2003; PEUMANS et al., 2005). A escolha da técnica de adesão foi também baseada no substrato em que os estudos de desempenho clínico são geralmente efetuados, pois a efetividade clínica dos adesivos tem sido especialmente testada em lesões cervicais não cariosas sem qualquer preparo. Esse modelo de lesões é ideal para avaliação de desempenho clínico porque tais lesões estão localizadas principalmente em dentina e estão amplamente disponíveis (VAN MEERBEEK et al., 2003). Nesse sentido, o excelente desempenho clínico dos sistemas adesivos de condicionamento e lavagem de três passos está diretamente ligado com o mesmo substrato utilizado nesta pesquisa, a dentina.

Geralmente nos estudos que envolvem avaliação da resistência de união à dentina, uma lama dentinária é simulada mediante lixamento dessa superfície com lixas de granulação #600 (DE MUNCK et al., 2003; FERRARI et al., 2002; LOGUERCIO et al., 2005). Na presente pesquisa, foi realizado

alisamento com lixa de granulação #1200, com o objetivo de remover qualquer excesso de resina epóxi sobre a superfície dental dos corpos-de-prova. Considerando uma filosofia de Odontologia de “mínima intervenção” (TYAS et al., 2000), nenhum preparo ou desgaste da dentina é necessário para a realização de restaurações adesivas. Dessa forma, a etapa de simulação da lama dentinária foi propositadamente excluída.

A simulação do ato de fumar foi realizada com um dispositivo idealizado e construído por Cardoso & Vieira, utilizando-se cigarros manufacturados Marlboro (Philip Morris, St. Cruz do Sul, Brasil), a marca de cigarro mais popular do mundo (MACKAY; ERIKSEN, 2002). A câmara na qual os corpos-de-prova eram inseridos simulava a cavidade oral no momento do fumo; a fumaça era tragada por uma abertura localizada no fundo da câmara e eliminada por uma mangueira conectada a um compressor. Embora a simulação da situação clínica do ato de fumar fosse mais completa na presença de saliva e de tecidos moles – e eventualmente dentina esclerótica, uma vez que restaurações adesivas em lesões cervicais não cariosas são consideradas problemáticas porque as superfícies dentinárias dessas lesões são hipermineralizadas e resistentes ao condicionamento ácido (VAN MEERBEEK et al., 1994) –, deve-se considerar o caráter desse estudo *in vitro*, com suas limitações, bem como o curto regime de fumo adotado: 510 cigarros em 17 dias – o que representa o consumo de um pouco mais de uma carteira por dia no mesmo período. Pesquisas sobre os efeitos da contaminação cumulativa da dentina pela FC em procedimentos restauradores adesivos ao longo dos anos são necessárias.

Uma variável clínica importante é a escovação, que hipoteticamente poderia remover os contaminantes oriundos da FC da dentina exposta. Para a simulação dessa situação clínica, um dispositivo de escovação simulada foi idealizado e construído.

Por meio de filmagens de trinta e um pacientes escovando seus dentes, Volpenhein et al. (1994) demonstraram que era gasto em média 32 segundos para escovar cada segmento posterior, o que significa dizer que, considerando a presença de quatro dentes para o segmento posterior, cada elemento dental era escovado por oito segundos em média.

Considerando o estudo conduzido por Volpenhein et al. (1994), o regime de escovação da presente pesquisa foi de 30 s por dia para cada corpo-de-prova, simulando três escovações diárias. Para isso, uma solução de creme dental Colgate Fluorgard (Colgate-Palmolive, Brasil) e água em uma proporção 3:1 foi diariamente preparada e inserida sobre os corpos-de-prova, como fora realizado por Heintze e Forjanic (2005). A pressão de escovação foi padronizada com a utilização de pesos de 200 gramas (2 Newtons), o que está de acordo com as especificações técnicas da ISO para simulação de desgaste por escovação, que define a força entre 0.5 Newtons e 2.5 Newtons (ISO 1999).

Após a realização do regime de escovação, percebeu-se que, visualmente, a escovação simulada diária não foi capaz de remover o manchamento da superfície dentinária, assim a dentina exposta à FC permaneceu contaminada e escurecida devido à impregnação da fase particulada da FC, o alcatrão (Quadro 8). Em seguida, a contaminação da

dentina pela fase particulada da FC foi comprovada por meio de microscopia eletrônica de varredura.

## 6.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E DA ANÁLISE ESTATÍSTICA

Apesar de aproximadamente um terço da população mundial ser fumante, não há estudos que avaliem o efeito da contaminação do substrato dental pela FC nas práticas odontológicas adesivas. Neste trabalho, a resistência de união entre dentina exposta à FC e resina composta foi avaliada por meio do teste de microtração, utilizando-se o sistema adesivo Scotchbond Multipurpose Plus (3M ESPE). Os valores de força de adesão da dentina contaminada com FC foram significativamente menores (média 49,58 MPa) quando comparados com a dentina livre de contaminação (média 58,58 MPa).

No teste de microtração, a área de adesão é muito pequena, geralmente menor que 1 mm<sup>2</sup> (FERRARI et al., 2002; PASHLEY et al., 1995), o que resulta em uma distribuição mais uniforme dos estresses na interface adesiva, bem como em uma baixa incidência de falhas coesivas (LOGUERCIO et al., 2005; PASHLEY et al., 1995). De fato, neste estudo houve somente seis filetes que falharam coesivamente em dentina e três filetes que apresentaram falha coesiva em resina composta. Como já citado, esses

filetes foram descartados da pesquisa. Esse teste é caracterizado por áreas de adesão menores e valores de força de união mais altos em relação a outros testes de adesão (SANO, 2006). Isso porque, de acordo com a teoria de defeito de Griffith (1920), a força à tração de um material diminui com o aumento de sua área de secção transversal. Dessa forma existe uma relação logarítmica inversa entre área de adesão e valor da força de união (SANO, 2006), fato explicado pela distribuição dos estresses de forma mais uniforme em interfaces adesivas menores e pelo fato de que áreas de adesão maiores contêm mais defeitos estruturais que áreas de adesão menores (PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1998). Os resultados desta pesquisa mostraram um predomínio de falhas do tipo adesiva sobre falhas do tipo mista. No grupo FC as falhas do tipo adesiva foram maiores que no grupo SFC, o que pode comprovar a menor resistência da interface adesiva produzida sob contaminação da fase particulada da FC.

No teste de microtração, os valores de força de adesão são dependentes da geometria da área de adesão testada (VAN NOORT et al., 1991). Nesta pesquisa, a área de adesão foi de  $0,45 \text{ mm}^2 \pm 0,1 \text{ mm}^2$  de geometria retangular, técnica *non-trimming*, (SHONO et al. 1999). em filetes oriundos da hibridização de dentina profunda. Dada a variabilidade geométrica das áreas de adesão testadas em diferentes pesquisas que utilizam o método de microtração, bem como a variabilidade de profundidade dentinária utilizada, não é possível de forma realística estabelecer comparações entre valores de força de adesão entre os estudos (ARMSTRONG; BOYER; KELLER, 1998; MANNOCCI et al., 2004).

A condição da estrutura dental e a composição química do sistema adesivo podem alterar a força de adesão (PASHLEY; NELSON; KEPLER, 1982; PASHLEY et al., 1988). De acordo com as observações realizadas neste estudo, a dentina exposta à FC gradualmente tornou-se escurecida à medida que prosseguia o regime de fumo adotado. Sabe-se que a fase particulada da FC constitui a porção que fica aprisionada em um filtro e é formada por partículas entre 0,1  $\mu\text{m}$  e 1,0  $\mu\text{m}$  de diâmetro, em que a nicotina está entre seus maiores componentes (HOFFMANN; HOFFMANN; EL-BAYOUMY, 2001). Com base nas informações acima, aliadas à observação das superfícies dentinárias de ambos os grupos mediante microscopia eletrônica de varredura, pôde-se atestar que a contaminação da superfície dentinária ocorreu pela fase particulada da FC. A análise micromorfológica da superfície dentinária contaminada mostrou a presença de partículas de diferentes tamanhos imersas em uma lama dentinária modificada, parcialmente obliterando a embocadura dos túbulos dentinários. Essa análise confirma a presença de partículas de tamanho micrométrico na fase particulada da FC, como apontado por Hoffmann, Hoffmann e El-Bayoumy (2001). A observação micromorfológica revelou também que, após as etapas de limpeza com pedra-pomes e condicionamento com ácido fosfórico a 35% (3M ESPE), a superfície dentinária permaneceu contaminada, envolvendo a dentina intertubular e parcial obliteração dos túbulos dentinários.

A propriedade de absorção de macromoléculas pela hidroxiapatita é bem conhecida (PASHLEY; NELSON; KEPLER, 1982); assim, a redução dos

valores de adesão do grupo FC pode estar ligada a uma absorção das partículas da FC similar à que ocorre com as macromoléculas contidas no sangue (PASHLEY et al., 1988), formando um filme na superfície dentinária que pode impedir ou minimizar a infiltração e a difusão dos monômeros adesivos pela dentina desmineralizada e pelos túbulos dentinários. Além disso, embora não tenha sido realizada uma análise estatística, a análise no MEV revelou um maior grau de contaminação na dentina intertubular, e sabe-se que uma adesão confiável é conseguida pela hibridização da dentina intertubular, e não pela infiltração do adesivo nos túbulos dentinários (NAKABAYASHI; KOJIMA; MASUHARA, 1982; NAKABAYASHI; PASHLEY, 2000).

Os aspectos a serem considerados em relação à composição química do sistema adesivo utilizado nesta pesquisa são o solvente (água) e o ácido polialcenóico contidos no *primer* (PEUMANS et al., 2005; VAN MEERBEEK et al., 2003). O tipo do solvente e sua influência na qualidade da adesão estão relacionados com o grau de umidade da dentina pós-condicionada (ABDALLA; DAVIDSON, 1998). Portanto, o solvente parece não exercer grande influência nos resultados, uma vez que o grau de umidade da dentina foi estabelecido como úmido, da forma como determina o fabricante e estudos independentes (ABDALLA; DAVIDSON, 1998; NAKAJIMA et al., 1999). Além disso, a água como solvente é mais tolerante a variações de umidade (VAN MEERBEEK et al., 1998). De acordo com o fabricante, a adição do co-polímero do ácido polialcenóico ao *primer* do sistema adesivo Scotchbond Multipurpose Plus (3M ESPE) auxilia na resistência contra os efeitos deletérios da umidade em ambientes com alta umidade relativa do



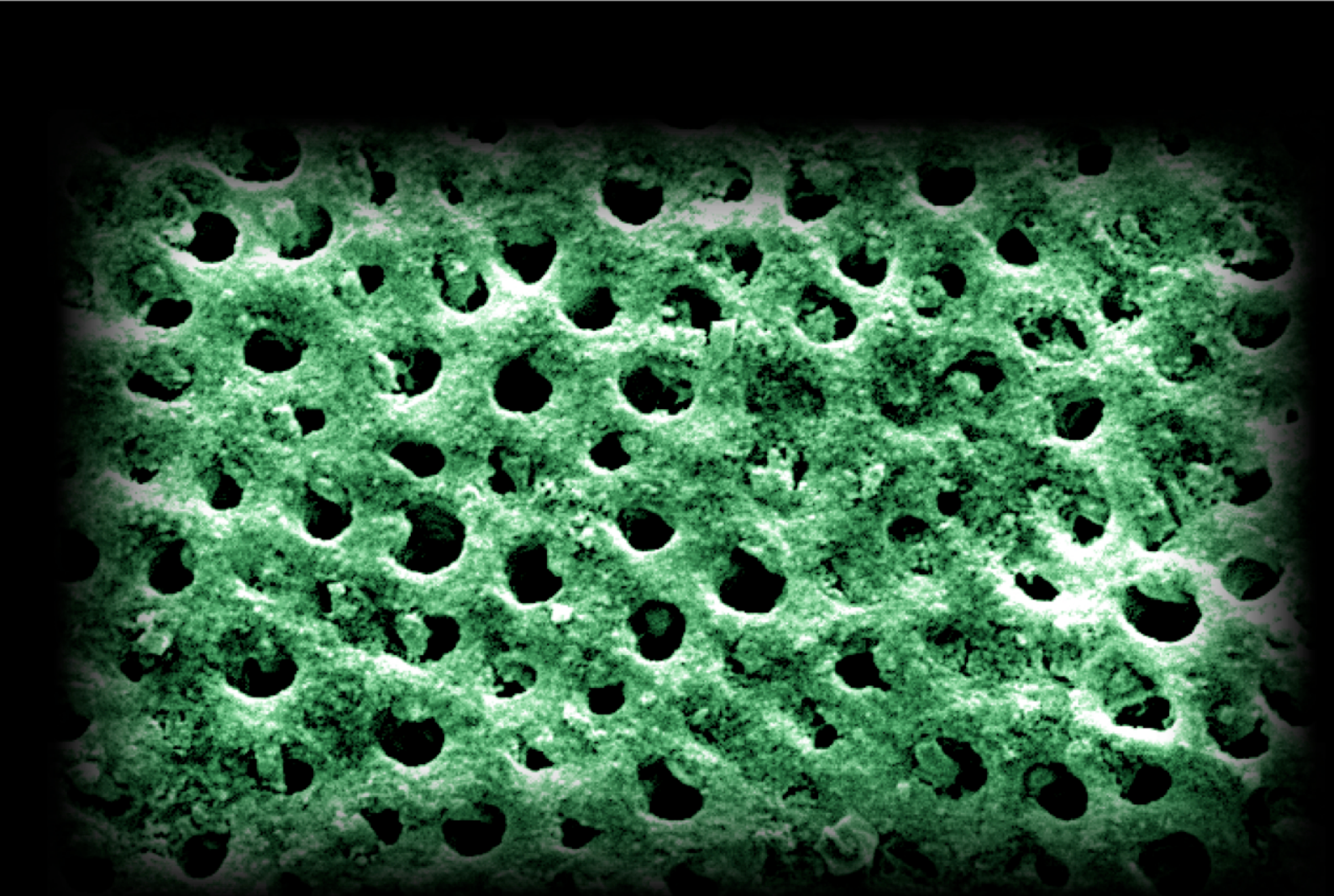
ar (FUNDINGSLAND et al., 1992). No entanto, há evidências de que o ácido polialcenóico promove uma separação em fases, com o co-polímero sendo filtrado pela rede colágena e depositado como um gel distinto na trama colágena exposta. Essa fase gel pode dificultar a interdifusão resinosa pela dentina desmineralizada, causando a formação de uma camada híbrida mais susceptível à degradação (VAN MEERBEEK et al., 1996). Pela metodologia desta pesquisa, não há meios de determinação da influência dessa fase gel nos valores de força de adesão encontrados. Futuros estudos com diferentes sistemas adesivos são necessários para a determinação de uma possível interação do co-polímero do ácido polialcenóico com a dentina contaminada pela fase particulada da FC.

Foi demonstrado nesta pesquisa, macroscópica e microscopicamente, que a dentina permaneceu contaminada após as etapas de escovação simulada, limpeza com pedra-pomes e condicionamento ácido. Nesse sentido, pesquisas futuras com manobras conservadoras objetivando a remoção ou modificação da lama dentinária contaminada pela FC são necessárias.

Como já abordado, a efetividade clínica dos adesivos tem sido testada principalmente em lesões cervicais não cariosas sem qualquer preparo. Esse tipo de modelo de lesões é ideal para teste porque estão localizadas principalmente em dentina e estão amplamente disponíveis (VAN MEERBEEK et al., 2003). A partir dos resultados desta pesquisa, consideração deve ser feita em relação à adição do critério "paciente

fumante” na elaboração dos critérios de exclusão nos estudos de desempenho clínico.

A análise estatística foi realizada pelo teste *t*, utilizando-se o filete como unidade experimental. Há uma discussão vigente sobre a melhor maneira de realização da análise estatística nos testes de microtração que tende a estabelecer a média dos valores dos filetes de cada dente como unidade experimental (ECKERT; PLATT, 2007; LOGUERCIO et al., 2005), pois os filetes oriundos de um mesmo dente não são independentes, e a variabilidade intradente é maior que a interdente, provavelmente devido a diferenças entre profundidades dentinárias e entre dentina periférica e central (LOGUERCIO et al., 2005; ROULET; VAN MEERBEEK, 2007). Para resolver esse problema, além da obtenção de um alto *n* (77 para o grupo SFC e 83 para o grupo FC), o substrato de adesão foi padronizado, e cada dente utilizado neste estudo foi controle de si mesmo, o que conferiu maior credibilidade aos resultados (ROULET; VAN MEERBEEK, 2007).



CONCLUSÃO

## 7 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia utilizada neste estudo e os resultados, é possível concluir que a contaminação pela fumaça do cigarro diminui a força de união entre dentina e resina composta.

## 8 REFERÊNCIAS

ABDALLA, A. I.; DAVIDSON, C. L. Bonding efficiency and interfacial morphology of one-bottle adhesives to contaminated dentin surfaces. **Am J Dent**, v. 11, n. 6, p. 281-285, Dec. 1998.

ARCARI, G. M. et al. Microtensile bond strength of a nanofilled composite resin to human dentin after nonvital tooth bleaching. **J Adhes Dent**, v. 9, n. 3, p. 333-340, Jun. 2007.

ARMSTRONG, S. R.; BOYER, D. B.; KELLER, J. C. Microtensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives. **Dent Mater**, v. 14, n. 1, p. 44-50, Jan. 1998.

AW, T. C. et al. Characteristics of noncarious cervical lesions: a clinical investigation. **J Am Dent Assoc**, v. 133, n. 6, p. 725-733, June 2002.

BENGSTON, A. L.; BENGTON, N. G.; AVESSA, R. M. F. Fraturas coronárias de incisivos permanentes. **RGO**, v. 45, n. 3, p. 127-130, 1997.

BERGSTROM, J. Influence of tobacco smoking on periodontal bone height. Long-term observations and a hypothesis. **J Clin Periodontol**, v. 31, n. 4, p. 260-266, Apr. 2004a.

BERGSTROM, J. Tobacco smoking and chronic destructive periodontal disease. **Odontology**, v. 92, n. 1, p. 1-8, Sept. 2004b.

BERGSTROM, J.; LAVSTEDT, S. An epidemiologic approach to toothbrushing and dental abrasion. **Community Dent Oral Epidemiol**, v. 7, n. 1, p. 57-64, Feb. 1979.

BJORNAL, L.; KIDD, E. A. The treatment of deep dentine caries lesions. **Dent Update**, v. 32, n. 7, p. 402-404, 407-410, 413, Sept. 2005.

BUNTING, R. W. **Oral hygiene**. London: H. Kimpton, 1957.

DE MUNCK, J. et al. Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. **J Dent Res**, v. 82, n. 2, p. 136-140, Feb. 2003.

DEBUYNE, N. A.; HOWINK, R. **Adhesion and adhesives**. London: Elsevier Press, 1951.

ECKERT, G. J.; PLATT, J. A. A statistical evaluation of microtensile bond strength methodology for dental adhesives. **Dent Mater**, v. 23, n. 3, p. 385-391, Mar. 2007.

EICK, J. D. et al. Current concepts on adhesion to dentin. **Crit Rev Oral Biol Med**, v. 8, n. 3, p. 306-335, 1997.

FERRARI, M. et al. Microtensile bond strength tests: scanning electron microscopy evaluation of sample integrity before testing. **Eur J Oral Sci**, v. 110, n. 5, p. 385-391, Oct. 2002.

FRITZ, U. B.; FINGER, W. J.; STEAN, H. Salivary contamination during bonding procedures with a one-bottle adhesive system. **Quintessence Int**, v. 29, n. 9, p. 567-572, Sept. 1998.

FUNDINGSLAND, J. W. et al. The effect of high humidity on adhesion to dentin. **J Dent Res**, v. 71, Special Issue, 1992.

FUSAYAMA, T. et al. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. **J Dent Res**, v. 58, n. 4, p. 1364-1370, Apr. 1979.

GANSS, C.; LUSSI, A. Diagnosis of erosive tooth wear. **Monogr Oral Sci**, v. 20, p. 32-43, 2006.

GARBEROGLIO, R.; BRANNSTROM, M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. **Arch Oral Biol**, v. 21, n. 6, p. 355-362, 1976.

GRIFFITH, A. A. The phenomena of rupture and flow in solids. **Phil Trans R Soc London**, v. 221, n. A, p. 168-198, 1920.

HAND, J. S.; HUNT, R. J.; REINHARDT, J. W. The prevalence and treatment implications of cervical abrasion in the elderly. **Gerodontology**, v. 2, n. 5, p. 167-170, Oct. 1986.

HANSEN, E. K.; MUNKSGAARD, E. C. Saliva contamination vs. efficacy of dentin-bonding agents. **Dent Mater**, v. 5, n. 5, p. 329-333, Sept. 1989.

HASHIMOTO, M. et al. Over-etching effects on micro-tensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems. **J Dent**, v. 30, n. 2-3, p. 99-105, Feb-Mar, 2002.

HEINTZE, S. D.; FORJANIC, M. Surface roughness of different dental materials before and after simulated toothbrushing in vitro. **Oper Dent**, v. 30, n. 5, p. 617-626, Sept./Oct. 2005.

HILGERT, L. A. **Adesão à dentina: influência da oclusão tubular e da desproteção**. 2006. 98 p. Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

HOFFMANN, D.; HOFFMANN, I.; EL-BAYOUMY, K. The less harmful cigarette: a controversial issue. a tribute to Ernst L. Wynder. **Chem Res Toxicol**, v. 14, n. 7, p. 767-790, July 2001.

HONG, F. L.; NU, Z. Y.; XIE, X. M. Clinical classification and therapeutic design of dental cervical abrasion. **Gerodontics**, v. 4, n. 2, p. 101-103, Apr. 1988.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. 2922 p.

ISOTS. Dental materials - guidance on testing of wear - part 1: wear by toothbrushing technical specification No. 14569-1, 1999.

JARVINEN, V. K.; RYTOMAA, I. I.; HEINONEN, O. P. Risk factors in dental erosion. **J Dent Res**, v. 70, n. 6, p. 942-947, June 1991.

JOHNSON, M. E. et al. Saliva contamination of dentin bonding agents. **Oper Dent**, v. 19, n. 6, p. 205-210, Nov./Dec. 1994.

KIJSAMANMITH, K. et al. Micro-tensile bond strengths of bonding agents to pulpal floor dentine. **Int Endod J**, v. 35, n. 10, p. 833-839, Oct. 2002.

LEVINE, R. S. The distribution of hydroxyproline in sound human coronal dentine. **Arch Oral Biol**, v. 16, n. 5, p. 473-478, May 1971.

LOBENE, R. R. Effect of dentifrices on tooth stains with controlled brushing. **J Am Dent Assoc**, v. 77, n. 4, p. 849-855, Oct. 1968.

LOGUERCIO, A. D. et al. Comparison of intra- and intertooth resin-dentin bond strength variability. **J Adhes Dent**, v. 7, n. 2, p. 151-158, Summer 2005.

LUSSI, A. Erosive tooth wear - a multifactorial condition of growing concern and increasing knowledge. **Monogr Oral Sci**, v. 20, n., p. 1-8, 2006.

MACKAY, J.; ERIKSEN, M. **The Tobacco Atlas**. Brighton: Myriad, 2002. 54 p.

MANNOCCI, F. et al. Density of dentinal tubules affects the tensile strength of root dentin. **Dent Mater**, v. 20, n. 3, p. 293-296, Mar. 2004.

MARSHALL, G. W. et al. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. **J Dent**, v. 25, n. 6, p. 441-458, 1997.

NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D. H. **Hibridização dos tecidos dentais duros**. Tokyo: Quintessence Publishing, v. 1, 129 p. 2000.

NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J Biomed Mater Res**, v. 16, n. 3, p. 265-273, May 1982.

NAKAJIMA, M. et al. Effect of moist vs. dry bonding to normal vs. caries-affected dentin with Scotchbond Multi-Purpose Plus. **J Dent Res**, v. 78, n. 7, p. 1298-1303, July 1999.

NESS, L.; ROSEKRANS DDE, L.; WELFORD, J. F. An epidemiologic study of factors affecting extrinsic staining of teeth in an English population. **Community Dent Oral Epidemiol**, v. 5, n. 1, p. 55-60, Jan. 1977.

PARK, J. W.; LEE, K. C. The influence of salivary contamination on shear bond strength of dentin adhesive systems. **Oper Dent**, v. 29, n. 4, p. 437-442, July/Aug. 2004.

PASHLEY, D. H.; NELSON, R.; KEPLER, E. E. The effects of plasma and salivary constituents on dentin permeability. **J Dent Res**, v. 61, n. 8, p. 978-981, Aug. 1982.

PASHLEY, D. H. et al. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. **Dent Mater**, v. 11, n. 2, p. 117-125, Mar. 1995.

PASHLEY, E. L. et al. Comparison of in vivo vs. in vitro bonding of composite resin to the dentin of canine teeth. **J Dent Res**, v. 67, n. 2, p. 467-470, Feb. 1988.

PERDIGÃO, J. New developments in dental adhesion. **Dent Clin North Am**, v. 51, n. 2, p. 333-357, viii, Apr. 2007.

PEUMANS, M. et al. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. **Dent Mater**, v. 21, n. 9, p. 864-881, Sept. 2005.

PHRUKKANON, S.; BURROW, M. F.; TYAS, M. J. Effect of cross-sectional surface area on bond strengths between resin and dentin. **Dent Mater**, v. 14, n. 2, p. 120-128, Mar. 1998.

POYNTER, M. E.; WRIGHT, P. S. Tooth wear and some factors influencing its severity. **Restorative Dent**, v. 6, n. 4, p. 8-11, Nov. 1990.

ROBERTS, H. W.; KARPAY, R. I.; MILLS, S. E. Dental unit waterline antimicrobial agents' effect on dentin bond strength. **J Am Dent Assoc**, v. 131, n. 2, p. 179-183, Feb. 2000.

ROULET, J. F.; VAN MEERBEEK, B. Statistics: a nuisance, a tool, or a must? **J Adhes Dent**, v. 9, n. 3, p. 287-288, 2007.



SÁLVIO, L. A. et al. Shear bond strength of adhesive systems to saliva-contaminated dentin. **Braz J Oral Sci**, v. 3, n. 8, p. 404-408, 2004.

SANO, H. Microtensile testing, nanoleakage, and biodegradation of resin-dentin bonds. **J Dent Res**, v. 85, n. 1, p. 11-14, Jan. 2006.

SANO, H. et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength - evaluation of a micro-tensile bond test. **Dent Mater**, v. 10, n. 4, p. 236-240, Jul. 1994.

SHONO, Y. et al. Durability of resin-dentin bonds. **J Adhes Dent**, v. 1, n. 3, p. 211-218, Autumn, 1999.

SUNG, E. C. et al. Effect of irrigation solutions on dentin bonding agents and restorative shear bond strength. **J Prosthet Dent**, v. 87, n. 6, p. 628-632, June 2002.

TASKONAK, B.; SERTGOZ, A. Shear bond strengths of saliva contaminated 'one-bottle' adhesives. **J Oral Rehabil**, v. 29, n. 6, p. 559-564, June 2002.

TYAS, M. J. et al. Minimal intervention dentistry--a review. FDI Commission Project 1-97. **Int Dent J**, v. 50, n. 1, p. 1-12, Feb. 2000.

UCEDA-GÓMEZ, N. et al. Effect of sodium hypochlorite on the bond strength of an adhesive system to superficial and deep dentin. **J Appl Oral Sci**, v. 11, n. 3, p. 223-228, 2003.

VAN MEERBEEK, B. et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. **Oper Dent**, v. 28, n. 3, p. 215-235, May/June 2003.

VAN MEERBEEK, B. et al. A TEM study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. **J Dent Res**, v. 77, n. 1, p. 50-59, Jan. 1998.

VAN MEERBEEK, B. et al. Correlative transmission electron microscopy examination of nondemineralized and demineralized resin-dentin interfaces formed by two dentin adhesive systems. **J Dent Res**, v. 75, n. 3, p. 879-888, Mar. 1996.

VAN MEERBEEK, B. et al. Morphological characterization of the interface between resin and sclerotic dentine. **J Dent**, v. 22, n. 3, p. 141-146, June 1994.

VAN NOORT, R. et al. The effect of local interfacial geometry on the measurement of the tensile bond strength to dentin. **J Dent Res**, v. 70, n. 5, p. 889-893, May 1991.

VAN SHALKWIK, J. H. et al. Effect of biological contamination on dentine bond strength of adhesive resins. **SADJ**, v. 58, n. 4, p. 143-147, 2003.

VOLPENHEIN, D. W. et al. A new method for in vitro evaluation of the interproximal penetration of manual toothbrushes. **J Clin Dent**, v. 5, n. 1, p. 227-33, 1994.

WAKE, W. C. **Adhesion and the formulation of the adhesives**. London: Elsevier. 1982. 326 p.

XIE, J.; POWERS, J. M.; MCGUCKIN, R. S. In vitro bond strength of two adhesives to enamel and dentin under normal and contaminated conditions. **Dent Mater**, v. 9, n. 5, p. 295-299, Sept. 1993.

YOO, H. M.; OH, T. S.; PEREIRA, P. N. Effect of saliva contamination on the microshear bond strength of one-step self-etching adhesive systems to dentin. **Oper Dent**, v. 31, n. 1, p. 127-134, Jan./Feb. 2006.

YOO, H. M.; PEREIRA, P. N. Effect of blood contamination with 1-step self-etching adhesives on microtensile bond strength to dentin. **Oper Dent**, v. 31, n. 6, p. 660-665, Nov./Dec. 2006.

YOSHIYAMA, M. et al. Interfacial morphology and strength of bonds made to superficial versus deep dentin. **Am J Dent**, v. 8, n. 6, p. 297-302, Dec. 1995.

YOSHIYAMA, M. et al. Regional strengths of bonding agents to cervical sclerotic root dentin. **J Dent Res**, v. 75, n. 6, p. 1404-1413, June 1996.

