

## **6. Adesão Intrarradicular**

*Carlos Francini*

*Edmêa Lodovici*

*Marcelo Witzel*

*Soraia de Fátima Carvalho Souza*

*Marcos Kirihata*

*Adriano da Silva Pereira Sapata*

*Leonardo Muniz*

O desenvolvimento dos materiais adesivos representa um marco na Odontologia, permitindo a preservação dos tecidos, a redução na microinfiltração e o reforço do remanescente coronário.

Com o surgimento dos pinos de fibra, os benefícios da adesão foram ampliados para a reabilitação dos dentes tratados endodonticamente, o que favoreceu uma redução expressiva de fraturas radiculares,<sup>15,19,28,33,52</sup> possibilitando melhor aproveitamento do remanescente dental e conservação dos tecidos, além de favorecer bons resultados estéticos.<sup>54</sup>

Apesar das possibilidades, relatos clínicos e estudos longitudinais reportam casos de deslocamentos de pinos de fibra cimentados adesivamente. Estes casos representam uma minoria nos estudos divulgados e, geralmente, estão associados a dentes com remanescente coronário inferior a 2 mm.<sup>27,45</sup>

Conforme discutido nos capítulos 4 e 7, a presença de um remanescente coronário adequado possibilita melhor estabilização do pino e permite uma área de ferulização para a prótese. Em contrapartida, a sua ausência aumenta significativamente a solitação mecânica do pino e da restauração, gerando forças capazes de promover o deslocamento do retentor, o que pode levar ao fracasso da reabilitação.

O remanescente coronário, porém, não é o único fator responsável pela falha dos pinos de fibra. A seleção inadequada dos pinos e sistemas de cimentação, a incompatibilidade entre sistemas adesivos e cimentos resinosos, o tratamento incorreto dos pinos ou, até mesmo, erros na aplicação da técnica podem justificar os deslocamentos. Estudos que se propõem a avaliar o tipo de fratura que ocorre nos pinos deslocados, a partir de avaliação clínica ou de microscopia, reportam, na maioria das vezes, casos de deslocamentos em que o cimento resinoso permanece aderido ao pino, sugerindo fraturas adesivas.<sup>32,47</sup> Dessa forma, entende-se que o elo mais fraco deste conjunto encontra-se na zona de interdifusão resina/dentina.<sup>47</sup>

Essa zona de interdifusão ou camada híbrida forma-se nas porções mais superficiais da dentina, a partir da difusão da resina fluida entre as fibras de colágeno. No canal radicular, a dentina sofre influência direta de substâncias químicas e cimentos utilizados durante os procedimentos endodônticos, que são capazes de alterar esse substrato dentário onde será realizada a adesão.<sup>55</sup> Ainda como dificuldade, durante os procedimentos adesivos de cimentação, o alto fator cavitário relacionado à conformação do canal radicular aumenta significativamente os efeitos indesejáveis da contração de polimerização dos materiais resinosos que estão sendo unidos a este substrato.

Considerando as vantagens e limitações da cimentação adesiva, entender como funcionam os sistemas adesivos e como acontece a união entre o pino, o cimento, o adesivo e o dente é fundamental para o aprimoramento das técnicas de preparo e cimentação dos pinos de fibra, de forma a garantir o melhor desempenho da restauração.

## Dificuldades de estudar a adesão intrarradicular

A possibilidade de utilização da dentina intrarradicular nos procedimentos adesivos tem motivado uma série de estudos com o objetivo de avaliar a adesão nesse substrato. Contudo, os pesquisadores são unânimes em afirmar que a heterogeneidade dessa dentina dificulta a obtenção de resultados uniformes.

O primeiro dilema na pesquisa de adesividade radicular envolve a aquisição de dentes para a realização dos ensaios mecânicos. Enquanto as pesquisas que avaliam a adesão coronária beneficiam-se de uma amostra de dentes mais facilmente adquirida (pré-molares extraídos por razão ortodôntica e terceiros molares), envolvendo dentes normalmente vitalizados no momento da extração e obtidos de pacientes em uma faixa etária sem grandes variações, a aquisição de uma amostra de dentes para o estudo da adesão intrarradicular é uma tarefa mais complexa.

Para a avaliação da adesão dos pinos de fibra, são necessários dentes unirradiculares, com um formato anatômico mais ou menos circular,<sup>55</sup> o que só é possível nos dentes anteriores superiores e em uma quantidade pequena de pré-molares. Contudo, dentes anteriores superiores raramente são indicados para a extração e, normalmente quando extraídos, já apresentam expressiva perda de tecido e/ou incluem lesão periodontal, além da possibilidade de haver necrose, apresentando assim, maiores variações estruturais. Estas variações ainda podem estar associadas à idade do dente, às condições pulpare, ao tempo de ocorrência de uma possível necrose e, conseqüentemente, ao estado das fibras de colágeno da dentina.

Outros fatores dificultam ainda mais a obtenção da padronização dessa amostra, como a grande variabilidade no formato e tamanho das raízes dos dentes. Nessa perspectiva, é de se esperar um alto desvio-padrão nos trabalhos, devido à impossibilidade de adquirir um quantitativo ideal da amostra.

Considerando as dificuldades para a realização dos estudos de adesão intrarradicular, muitas vezes os resultados que avaliam a união envolvendo a dentina parecem ser menos conclusivos. Esse problema repercute na dificuldade de desenvolvimento de um sistema adesivo específico para a dentina intrarradicular, agravando ainda mais o problema.

Já o estudo da interação do cimento com o adesivo e do pino com o cimento pode ser completamente controlado, uma vez que os elementos envolvidos – pino, adesivo e cimento – são obtidos laboratorialmente, sem a necessidade de uma dentina intrarradicular, o que torna seus estudos e conseqüentes resultados mais confiáveis.

## Fatores que interferem na adesão intrarradicular

### Qualidade do substrato

O sucesso da adesão à dentina é influenciado pelas características desse substrato, incluindo o conteúdo orgânico, as variações da estrutura tubular e a presença de movimentação de fluido dentro dos túbulos dentinários.<sup>40,61</sup> Considerando-se a dentina intrarradicular, a dificuldade torna-se ainda maior, pois previamente aos procedimentos adesivos podem ocorrer alterações expressivas nos tecidos com a perda da vitalidade pulpar, com os procedimentos endodônticos<sup>39</sup> e com o preparo do canal para o retentor.<sup>35</sup>

A dentina radicular é formada por túbulos com origem na polpa e que se distribuem de forma radiada até a interface com o cimento. Estes túbulos, em dentes vitais, estão repletos de uma solução glicoproteica, podendo apresentar cerca de 12% de água. A quantidade de matriz orgânica presente, principalmente o colágeno, pode atingir 18%. Mesmo desvitalizada, a dentina mantém uma grande umidade intrínseca,<sup>60</sup> requerendo os mesmos cuidados de um dente vitalizado durante os procedimentos adesivos.

Estudos comparativos entre as dentinas radicular e coronária com o objetivo de avaliar as características morfológicas e possibilidades adesivas nas mesmas são frequentemente realizados,<sup>42</sup> sendo observados valores de retenção mais altos na dentina coronária.<sup>50</sup>

Com recursos laboratoriais é possível uma avaliação qualitativa e quantitativa da adesão nas diferentes regiões da raiz.<sup>46,55</sup> Estudos demonstram que a região cervical do preparo para o pino apresenta características estruturais mais adequadas para se realizar melhor união ao substrato dentinário.<sup>5,29</sup> Somado a isso, há uma melhor visibilidade, e a fotopolimerização na região cervical ocorre de uma forma mais favorável, pela menor distância da unidade fotopolimerizadora. Já em direção apical, ocorre diminuição do número, da densidade e do diâmetro dos túbulos dentinários por milímetro quadrado,<sup>28,51</sup> o que pode determinar redução significativa na espessura da camada híbrida, de cervical para apical.<sup>3</sup>

### Substâncias e cimentos endodônticos

O tratamento endodôntico constitui uma etapa importante na conservação do dente e envolve procedimentos que alteram a estrutura dental – acesso à câmara pulpar, preparo químico-mecânico e obturação do sistema de canais radiculares. Esses procedimentos podem alterar as propriedades mecânicas do dente, a constituição da dentina<sup>39,60</sup> e, por conseguinte, modificar a superfície de adesão.<sup>72</sup>

A dificuldade de acesso dos instrumentos endodônticos às paredes dos canais radiculares e a presença de bactérias torna o emprego de substâncias químicas imprescindível na fase de preparo do canal radicular.<sup>2,17</sup> Essas substâncias visam facilitar o uso dos instrumentos, auxiliar a desinfecção e favorecer a remoção da dentina cortada durante o preparo químico-mecânico do canal radicular, de forma que raspas de dentina não se depositem nas paredes do canal.<sup>2,21</sup>

O hipoclorito de sódio tem sido eleito pela maioria dos profissionais, como a principal solução irrigadora para uso endodôntico, representando uma substância adequada para a dissolução de material orgânico, tanto em dentes polpados como despolpados.<sup>23</sup> Entretanto, age desnaturando proteínas; no caso da dentina, as fibrilas de colágeno – elemento fundamental para a formação da camada híbrida,<sup>57</sup> o que pode modificar a superfície utilizada para a adesão.<sup>55</sup>

Além do preparo químico-mecânico do canal radicular, a utilização de cimentos endodônticos e guta-percha para a obturação do sistema de canais podem interferir na adesão dos pinos de fibra. Vale ressaltar que, independentemente do material obturador utilizado, a sua permanência nas paredes do canal radicular, após o preparo para o pino reduz a área disponível para a adesão.<sup>56,62</sup>

A literatura sugere ainda, dificuldades de união relacionadas ao uso dos materiais à base de eugenol, que são os cimentos mais utilizados para a obturação do sistema de canais e podem ser empregados como materiais restauradores provisórios. Esse composto fenólico é considerado um fator adverso ao processo de adesão, interferindo na polimerização dos sistemas adesivos/cimentos resinosos.<sup>43,48,49,56,85</sup> Apesar disso, alguns trabalhos têm apresentado resultados onde o eugenol não interfere nos valores de resistência adesiva,<sup>1,9,14,63,65,71</sup> o que pode ser atribuído a uma possível remoção parcial do composto fenólico pela própria instrumentação do canal radicular para a inserção do pino radicular.

É importante estabelecer uma diferença entre os materiais temporários à base de eugenol e os cimentos endodônticos à base de eugenol. Enquanto os cimentos provisórios requerem uma menor quantidade de eugenol para a sua utilização, os cimentos endodônticos devem ser fluidos para que possam escoar no canal radicular, o que determina um aumento na quantidade de eugenol durante a manipulação.<sup>56</sup> Além disso, os cimentos provisórios à base de eugenol têm a limpeza facilitada pela visualização direta nos preparos coronários, o que não é possível dentro do canal radicular,<sup>2</sup> a menos que se utilize um microscópio operatório.

Outro fator que parece complicar a adesão intracanal é o tempo de contato do eugenol com as paredes dentinárias.<sup>56</sup> Dessa forma, quanto mais precocemente se realiza a desobstrução do canal radicular para a cimentação dos retentores intracanal, menor será a impregnação da dentina, favorecendo uma adesão melhor.

Diante dessas dificuldades, o cimento eugenólico não deve ser considerado a melhor opção para a obturação dos canais radiculares, onde procedimentos adesivos serão realizados. Caso, ainda assim, o clínico opte por utilizá-lo, a desobstrução imediata para a cimentação do pino pode reduzir os prejuízos do seu uso durante os procedimentos adesivos que serão realizados posteriormente.

### **Soluções irrigadoras utilizadas no preparo para o pino**

O preparo do canal radicular para a cimentação dos pinos de fibra envolve a utilização de instrumentos rotatórios como as brocas de *Gates-Glidden* ou Largo e de alargadores específicos dos diferentes kits de pinos de fibra. A ação dos instrumentos nas paredes promove a formação de lama dentinária espessa<sup>1</sup> e o seu atrito também tende a elevar de forma perigosa a temperatura na raiz, o que pode causar danos aos tecidos periodontais.<sup>21,22</sup> Diante disso, faz-se necessário o emprego de substâncias para evitar o aumento da temperatura e, ao mesmo tempo, auxiliar na remoção da dentina incisada.<sup>2</sup>

Algumas substâncias químicas têm sido propostas para esta finalidade a exemplo do hipoclorito de sódio, digluconato de clorexidina e álcool, entre outras. Entretanto, até o momento, poucos trabalhos são direcionados para a seleção da substância irrigadora ideal a ser utilizada no preparo do canal radicular para o pino.

Dentre as opções, o hipoclorito de sódio é uma solução oxidante, e o oxigênio residual que permanece logo após o preparo para o pino pode comprometer a polimerização dos agentes adesivos.<sup>40,70</sup>

Sendo assim, na sessão de preparo para o pino, podem-se utilizar alternativamente outras substâncias como o álcool<sup>86</sup> ou a clorexidina.<sup>70</sup> Segundo Tjam e Nemetz,<sup>84</sup> o uso do álcool possibilita melhora dos resultados de adesão, o que pode estar relacionado à sua capacidade de reduzir os efeitos do eugenol.

### **Contração de polimerização dos materiais resinosos e o fator de configuração cavitária do canal radicular**

A contração de polimerização representa um dos principais problemas relacionados à adesão. Durante a polimerização ou cura dos materiais resinosos, ocorre contração volumétrica destes em função da aproximação dos monômeros resinosos decorrentes da formação de ligações lineares e cruzadas.<sup>11,26</sup> Essa contração volumétrica acarreta estresses internos que são transferidos para a interface resina/dentina como forças de tração que podem resultar na formação de falhas na interface adesiva,<sup>11,26,34,47</sup> predispondo a microinfiltração, cáries secundárias e, até mesmo, o comprometimento da união.

Considerando a cimentação de pinos intrarradiculares, é importante lembrar que os cimentos resinosos possuem maior contração de polimerização comparada com a das resinas compostas por apresentarem menor quantidade de carga inorgânica na composição e maior quantidade de diluentes orgânicos para aumentar a fluidez. Outro problema apresentado pelo canal radicular é o seu alto fator de configuração cavitária (fator C).<sup>6</sup>

Conceitualmente, o fator de configuração cavitária é representado pela razão entre o número de superfícies aderidas e não aderidas de uma cavidade.<sup>25</sup> Durante a polimerização do compósito, quanto maior o número de superfícies não aderidas, maior o escoamento do material, o que promove um alívio dos estresses associados à contração de polimerização.<sup>26</sup> Contudo, durante a cimentação de pinos intrarradiculares, não é possível controlar esta variável, pois a superfície não aderida é extremamente reduzida devido aos canais estreitos e longos. Assim, o alívio dos estresses por escoamento do material é insuficiente, podendo causar a perda da integridade adesiva na interface de união.<sup>6</sup>

Para dimensionar os prejuízos da contração de polimerização no canal radicular, vale lembrar que o fator de configuração cavitária em um preparo Classe I ou II, que varia de 1 a 5,<sup>25</sup> pode determinar sensibilidade pós-operatória se utilizados incrementos de resina composta que unam as paredes opostas da cavidade.<sup>11</sup> Contudo, o acesso direto durante as restaurações oclusais permite a inserção incremental da resina composta, reduzindo a possibilidade de falhas adesivas. Já no canal radicular, o fator C é da ordem de 200 a 500<sup>6</sup> e não é possível realizar uma inserção incremental do cimento resinoso.

Diante dessa dificuldade, a melhor estratégia é reduzir significativamente o volume necessário de cimento resinoso, aumentando o contato dos pinos com as paredes do canal e, conseqüentemente, a sua retenção friccional.<sup>25</sup>

## Sistemas adesivos e cimentos resinosos

Considerando a contração de polimerização presente em todos os cimentos resinosos, o fator de configuração cavitária extremamente desfavorável do canal radicular e a impossibilidade de se realizar uma inserção incremental do cimento, a adaptação do pino deve ser um dos objetivos iniciais a serem alcançados para melhorar a sua retenção.<sup>35</sup> Apesar da importância da seleção do sistema para cimentação, os resultados não estão relacionados apenas à qualidade dos diferentes sistemas adesivos/cimentos resinosos disponíveis no mercado, tendo a quantidade ou o volume necessário de cimento um papel decisivo no sucesso dessa retenção.<sup>16,33</sup>

Os sistemas adesivos e cimentos resinosos podem ser classificados quanto à sua cura e ao tipo de tratamento dentinário. Os quadros 6.1, 6.2 e 6.3 apresentam, respectivamente, marcas comerciais, composições e protocolos clínicos de diferentes sistemas adesivos e cimentos resinosos.

## Ativação dos sistemas adesivos e cimentos resinosos

Considerando a forma de cura dos sistemas adesivos, estes podem ser fotopolimerizáveis, quimicamente ativáveis ou de polimerização dupla. Já os cimentos resinosos geralmente apresentam ativação química ou dual.

Os procedimentos adesivos realizados dentro do canal radicular apresentam como limitação a distância do fotopolimerizador para as áreas mais profundas do canal preparado para o pino.<sup>55</sup> Dessa forma, não ocorre uma efetiva chegada de luz nos terços médio e apical do canal radicular,<sup>24,67,83</sup> reduzindo a qualidade da união e comprometendo a indicação de sistemas adesivos apenas fotoativados para a cimentação dos pinos de fibra.

O uso de pinos de fibra translúcidos não torna a utilização de sistemas adesivos apenas fotopolimerizáveis uma opção segura, em especial quando uma maior linha de cimento resinoso for necessária para cimentar um retentor intracanal, pois para polimerizar efetivamente o adesivo, a luz deve atravessar o cimento resinoso ao longo de toda a extensão do pino de fibra. Portanto, quanto à escolha do sistema adesivo, sugere-se utilizar os quimicamente ativados ou de dupla ativação.<sup>7,66</sup>

Os sistemas adesivos e cimentos resinosos quimicamente ativados possibilitam uma polimerização adequada, mesmo na ausência da luz. Esses cimentos são amplamente utilizados para a cimentação de pinos de fibra, representando a melhor opção quando utilizados pinos de fibra de carbono ou para pinos opacos. Contudo, cimentos quimicamente ativados apresentam um tempo de trabalho limitado, uma vez que sua reação de presa inicia-se no momento do contato da pasta ativadora. Este tempo de trabalho mais limitado aumenta o risco de polimerização precoce do adesivo ou do cimento resinoso,<sup>13</sup> o que pode impedir o assentamento correto do pino caso o operador não execute rapidamente seus procedimentos.

A literatura mostra benefícios relacionados ao uso do cimento resinoso de cura dual quando comparados com os cimentos essencialmente químicos,<sup>13,30,32</sup> em especial para a cimentação de pinos intrarradiculares.<sup>28</sup> Nesses cimentos, existem dois mecanismos de polimerização que possibilitam alcançar alto nível de conversão polimérica: a cura química (reação entre peróxido e amina terciária) e a cura fotoativada (necessitando de pinos translúcidos para conduzir a radiação através do canal). Assim, os cimentos resinosos duais apresentam a possibilidade de uma ativação por luz e a garantia de polimerização em regiões onde a luz não pode alcançar a linha de cimento.<sup>66</sup>

Os cimentos de cura dual apresentam ainda como vantagem clínica permitir ao profissional acelerar o processo de cura ao irradiar o cimento resinoso somente após o posicionamento do pino, evitando a polimerização prévia indesejada de camadas espessas do adesivo, o que pode dificultar ou impossibilitar o posicionamento correto do pino no ato da cimentação.<sup>7</sup>

Ao contrário dos cimentos químicos que, devido a sua reação de presa, requerem cuidados nos períodos iniciais após a cimentação,<sup>10</sup> os cimentos duais são menos suscetíveis aos efeitos mecânicos da mastigação, pois com a fotopolimerização inicial ocorre melhor estabilização do conjunto (sistema adesivo/cimento/pino), imediatamente após a restauração.<sup>10</sup> O fato de não ter que aguardar o tempo necessário para estabilização da cura química é clinicamente relevante para os dentes que necessitem de preparo protético imediato seguido da confecção de uma coroa provisória, pois a trepidação das brocas poderia causar micromovimentação do pino, desadaptando-o, ou ocasionando falhas na interface sistema adesivo/cimento.

## Tipo de tratamento dentinário para a aplicação dos sistemas adesivos/ cimentos resinosos

É possível classificar os sistemas adesivos e cimentos resinosos quanto ao tipo de tratamento dentinário. Os sistemas adesivos podem ser do tipo Etch & Rinse (condicionamento e enxágue) com dois passos (condicionamento ácido seguido da aplicação de primer/adesivo) ou três passos (condicionamento ácido seguido da aplicação de primer e adesivo separadamente) ou do tipo autocondicionantes com 2 passos (aplicação de primer ácido seguido do adesivo) ou apenas um passo (aplicação de primer ácido e adesivo juntos – *all in one*). Já os cimentos resinosos podem ser convencionais (requerem a aplicação de um sistema adesivo prévio) ou auto-adesivos (dispensam a aplicação de um sistema adesivo).

### Sistemas adesivos convencionais ou do tipo Etch & Rinse (condicionamento ácido + primer + adesivo ou condicionamento ácido + primer/adesivo)

Nas técnicas convencionais, o condicionamento da superfície interna do canal radicular é realizado com ácido fosfórico em concentrações que variam de 30 a 40%. Esse procedimento tem a função de remover a camada de esfregaço dentinário (*smear layer*) (Figura 6.1), expondo os túbulos dentinários, além de criar zonas microrretentivas a partir da desmineralização superficial do substrato (Figuras 6.2 a 6.4). Tanto a luz dos túbulos como os espaços interfibrilares serão preenchidos pelo sistema adesivo (Figuras 6.5 a 6.7).

Com os sistemas convencionais a umidade residual do substrato dentinário tem importância fundamental na penetração dos monômeros resinosos. A ausência dessa umidade causará o colapso da rede de colágeno exposta, o que dificulta a infiltração dos monômeros hidrófilos pelos espaços interfibrilares, comprometendo a formação da camada híbrida<sup>61</sup> e diminuindo a resistência de união.<sup>38</sup> Por outro lado, o excesso de água também

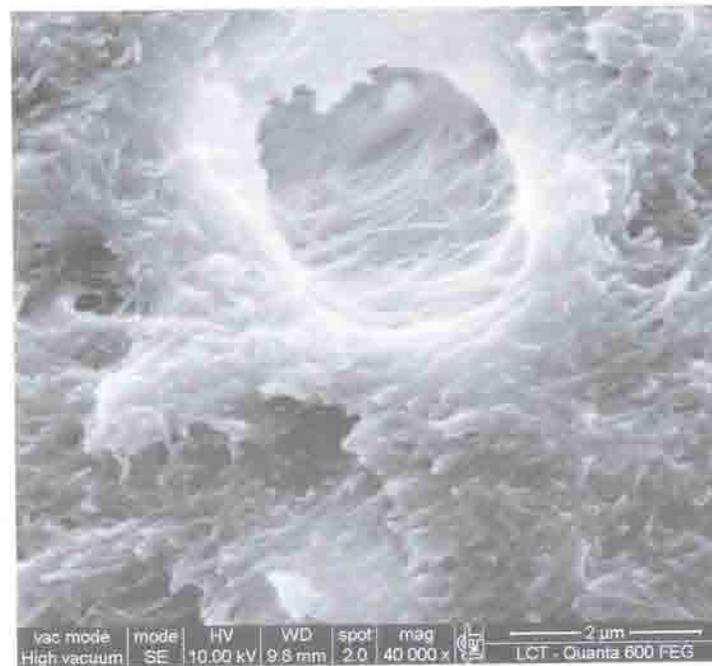
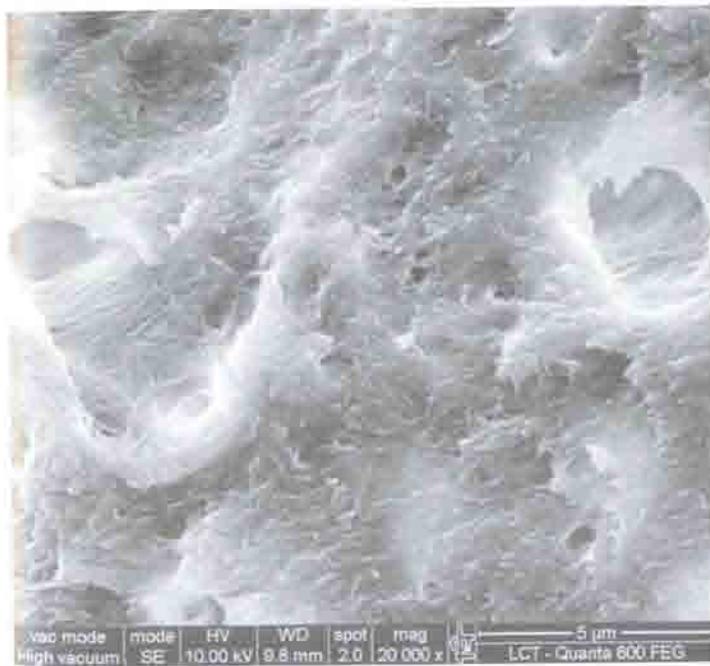
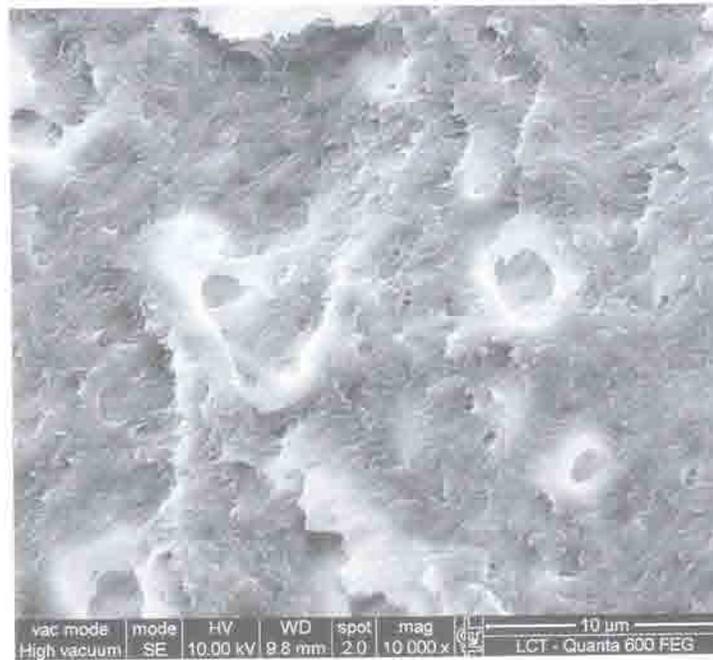
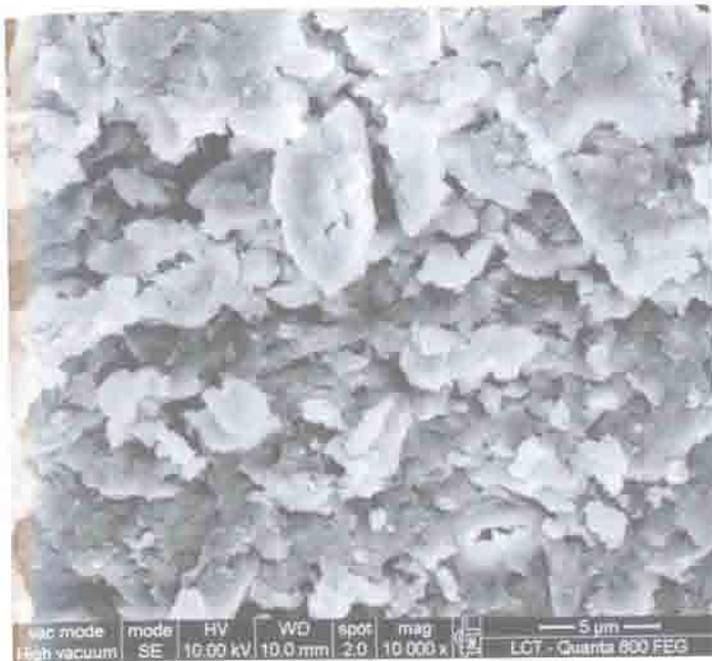
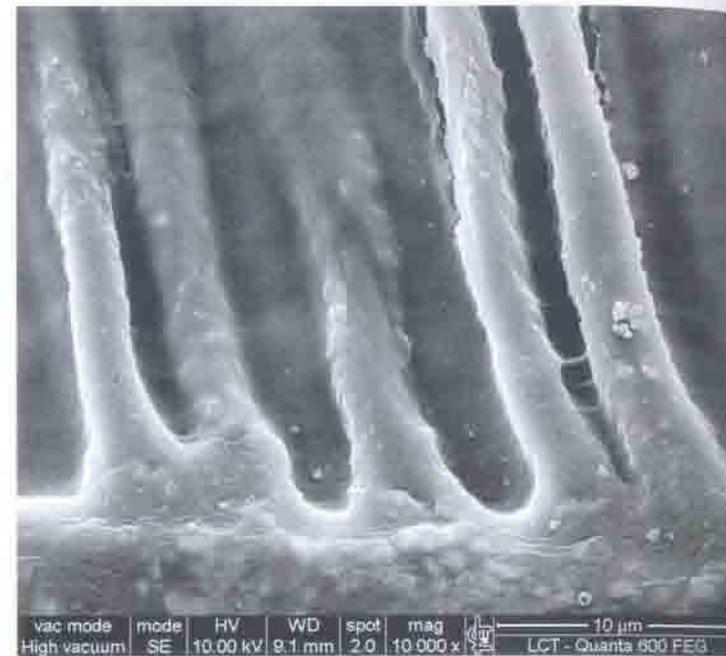
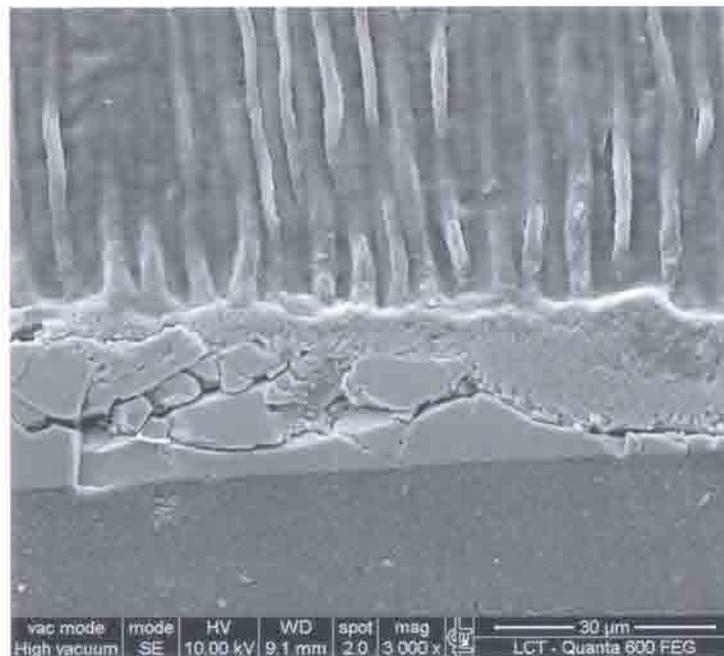


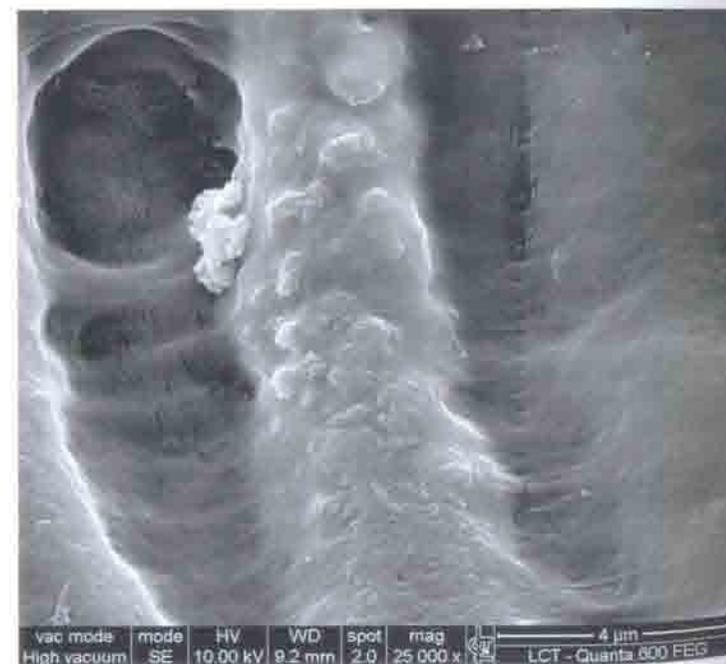
Figura 6.1 – Micrografia das paredes dentinárias recobertas pela smear layer (10000x de aumento).  
Figuras 6.2 a 6.4 – Micrografia das paredes dentinárias após o condicionamento ácido, onde se observam a abertura dos túbulos dentinários e fibras colágenas expostas (10000x, 20000x e 40000x).



**Figura 6.5** – Micrografia da interface adesiva entre pino e parede dentinária (3000x). Nota-se na parte inferior da imagem a estrutura do pino de fibra de vidro, logo acima uma mistura de cimento resinoso e camada de adesivo, mais acima a camada híbrida e os tags resinosos, o que mostra um grande imbricamento.

**Figura 6.6** – Micrografia mostrando os tags resinosos (10000x).

**Figura 6.7** – Micrografia mostrando detalhes da superfície híbrida dos tags resinosos (25000x).



pode afetar negativamente a infiltração dos monômeros, atuando como uma barreira física que impede a penetração do adesivo, além de causar a diluição e emulsão dos componentes deste, formando glóbulos de *primer*<sup>76,79</sup> que enfraquecem a união resina-dentina, o que resultará no selamento incompleto dos túbulos dentinários.<sup>78,79</sup>

Clinicamente, a umidade adequada é aquela representada por uma superfície de dentina brilhante, todavia sem encharcamento. No caso dos canais radiculares, onde a visualização e o acesso são mais complicados, sugere-se o uso de cones de papel estéreis para a remoção do excesso de umidade, porém sem desidratar demasiadamente a dentina.

Apesar de incluir uma maior quantidade de passos operatórios e apresentar maior sensibilidade às condições de umidade, os sistemas adesivos convencionais, quando apresentam polimerização química ou dual, representam uma excelente opção para a cimentação de pinos de fibra. Ferrari et al.<sup>28</sup> concluíram que o condicionamento ácido é fundamental para a cimentação de pinos de fibra, após observarem um aumento expressivo na área disponível para a adesão nas diferentes regiões da raiz, após sua realização. Lopes et al 2004 compararam sistemas adesivos convencionais e auto condicionantes, observando maiores valores de resistência de união quando utilizados os sistemas adesivos convencionais. Esses sistemas promovem a formação de uma camada híbrida uniforme e mais espessa ao longo de todo o canal,<sup>3</sup> com a formação de *tags* resinosos longos<sup>1</sup> e em maior número do que nos sistemas auto condicionantes,<sup>3-4</sup> sendo especulada maior durabilidade da resistência de união dos pinos de fibra à dentina.<sup>3</sup>

#### Sistemas adesivos autocondicionantes (*primer ácido + adesivo ou ácido, primer e adesivo juntos*)

Com a finalidade de simplificar os procedimentos adesivos e reduzir a sensibilidade da técnica operatória, surgiram os sistemas adesivos autocondicionantes. Estes sistemas, ao serem aplicados sobre a dentina, promovem a dissolução parcial da *smear layer*, favorecendo a permeação dos monômeros presentes em sua composição. Entretanto, por serem produtos mais recentes, requerem maior tempo de acompanhamento clínico, a fim de se verificar sua eficiência em longo prazo.

Até o momento, trabalhos mostram que os sistemas autocondicionantes de 2 passos apresentam melhor comportamento que os de passo único.<sup>84,86</sup> Estudos clínicos de longevidade indicam que os adesivos autocondicionantes de passo único apresentam comprometimento da qualidade da interface adesiva formada com o passar do tempo, fato associado, sobretudo, ao seu caráter hidrofílico.<sup>63,81,86</sup> Tais interfaces tomam-se tão porosas com o passar de pouco tempo que são caracterizadas como "membranas semipermeáveis."<sup>80,82</sup>

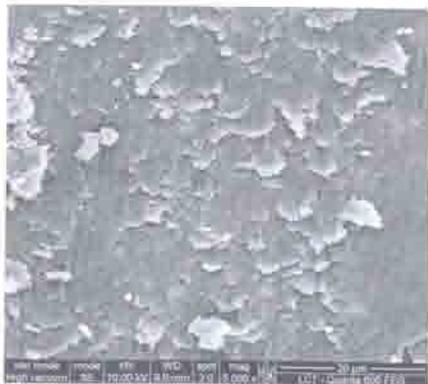


Figura 6.8 – Micrografia da superfície dentinária radicular recoberta por *smear layer*; uma vez que o condicionamento ácido restringiu-se à porção coerente (5000x).

### Cimentos resinosos convencionais

Os cimentos resinosos possuem composição bastante similar a das resinas compostas convencionais, porém para permitir um melhor escoamento apresentam menos carga inorgânica e mais diluentes orgânicos. Esse fato determina uma menor resistência mecânica dos cimentos resinosos quando comparados às resinas compostas e aumenta a sua contração durante a polimerização.<sup>54</sup>

Em relação à forma de ativação, os cimentos resinosos convencionais podem apresentar cura química ou dual, e dependem do sistema adesivo para a sua ligação à dentina. Esses cimentos possuem compatibilidade com os pinos de fibra e preencherão os espaços entre o pino e a dentina radicular.

### Cimentos resinosos autoadesivos

Com o objetivo de simplificar ainda mais os procedimentos adesivos, recentemente foram lançados no mercado os cimentos resinosos autoadesivos que dispensam as etapas de condicionamento ácido e aplicação de adesivo dentinário. Tais cimentos têm ativação dupla e apresentam composição complexa (não apenas resinosa). Estudos laboratoriais<sup>39,47</sup> e clínicos<sup>6</sup> iniciais vêm mostrando que a aplicação destes materiais é eficaz e promissora na Odontologia, porém seu uso em pinos ainda não foi efetivamente comprovada<sup>40</sup> e mais estudos são necessários para entender melhor a diferença entre os diversos cimentos autoadesivos existentes.<sup>38</sup>

Os cimentos resinosos autoadesivos e também os sistemas adesivos autocondicionantes são mais susceptíveis às alterações da superfície dentinária, em especial na dentina intrarradicular.<sup>12</sup> Conforme discutido anteriormente, esse substrato sofre ação das substâncias químicas utilizadas durante o tratamento endodôntico e também impregnação com o eugenol, presente em muitos dos cimentos endodônticos. Além disso, durante o preparo do espaço para o pino, cria-se uma nova lama dentinária (Figura 6.8), com resíduos de cimento e guta-percha plastificada pelo calor friccional produzido durante o uso dos instrumentos, o que diminui a efetividade do condicionamento ácido sobre este substrato.<sup>73</sup> Assim, o emprego de sistemas adesivos autocondicionantes (Figura 6.9) e de cimentos resinosos autoadesivos, que interagem apenas superficialmente com este substrato não removendo a camada de esfregaço,<sup>18</sup> podem ter sua ação comprometida, dificultando a adesão dentro do canal radicular.<sup>35</sup>

Goracci et al.<sup>35</sup> avaliaram microscopicamente a interface sistema adesivo/cimento resinoso de condiciona-

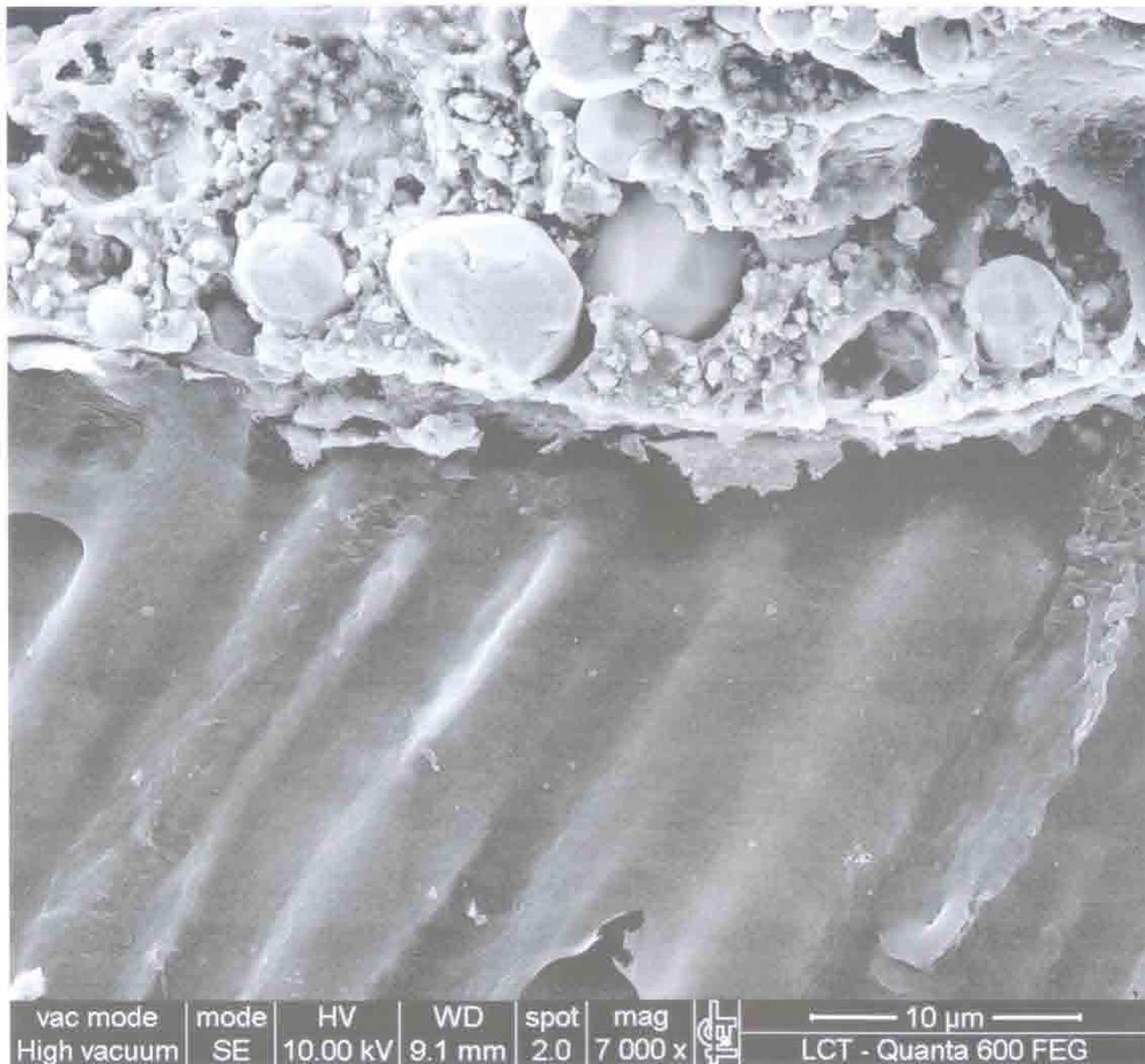


Figura 6.9 – Micrografia da interface adesiva (resina/parede dentinária) (2000x). O Cimento Rely X Unifem mostra uma estrutura com partículas de carga grandes, chegando próximo de 10 μm, e com uma formação de tags resinosos delgados.

mento total e cimentos autoadesivos com a dentina radicular e observaram maior potencial adesivo dos cimentos resinosos de condicionamento ácido total, que foram efetivos para a remoção da lama dentinária, promovendo a formação de uma camada híbrida mais espessa.

### Incompatibilidades entre adesivos e cimentos resinosos

Um dos pontos mais críticos acerca do uso de materiais odontológicos para cimentação é a incompatibilidade entre sistemas adesivos e cimentos resinosos. Essa incompatibilidade ocorre pela alta acidez (pH) apresentada por alguns sistemas adesivos, especialmente os sistemas simplificados, que acondicionam em um mesmo frasco o *primer* e o *bond* (adesivos de condicionamento ácido total) ou ainda o *primer* ácido e o *bond* (autocondicionantes). Esta acidez do sistema adesivo já aplicado em um canal radicular pode interagir negativamente com os ativadores químicos,<sup>69,74,80</sup> ou seja, as aminas terciárias dos cimentos resinosos quimicamente ativados ou duais, proporcionando uma polimerização ineficiente.

Diante disso, a maioria dos sistemas adesivos simplificados deve ser evitada devido à sua acidez. Como regra, deve-se considerar qual o último passo de aplicação do sistema adesivo. Se este passo envolver a aplicação de uma camada de adesivo puro (*bond* separado do *primer*), não haverá nenhum tipo de incompatibilidade entre o adesivo e o cimento resinoso. Outra opção viável é utilizar adesivos *duais* (quadro 6.1), que são compatíveis com cimentos de ativação química ou *dual*.

### Adesão do pino ao cimento

Antes de discutir a adesão do pino ao cimento, é importante salientar que os trabalhos que avaliam o tipo de falha que ocorre após os deslocamentos dos pinos, sejam em estudos clínicos ou em ensaios laboratoriais, indicam uma maioria de falhas na interface sistema de cimentação/dentina.<sup>32,36,47</sup> Dessa forma, na cimentação dos pinos de fibra, o principal problema parece não estar relacionado à união do pino com o cimento.

A natureza química dos diferentes sistemas de pinos de fibra permite uma compatibilidade com os cimentos resinosos. Adicionalmente, têm sido propostos diferentes materiais para serem aplicados sobre o pino, na expectativa de melhorar essa união, a exemplo de sistemas adesivos e do agente de união silano, sendo este último o mais usado.

O silano é uma molécula bifuncional, que apresenta um grupamento metacrílico em uma das extremidades e silano na outra, possibilitando a união química entre os monômeros metacrílicos dos cimentos resinosos e a superfície de pinos de fibra de vidro ou de cerâmicas. Apesar das evidências químicas do silano em se ligar a

estas superfícies,<sup>36</sup> a literatura é controversa em relação ao assunto. A natureza química da superfície do pino de fibra tem um papel determinante na sua afinidade com o silano;<sup>36</sup> portanto, recomenda-se seguir as instruções dos fabricantes dos pinos de fibra quanto ao tratamento superficial do material.

Se a opção for aplicar o adesivo no pino, este passo deve ser executado após a silanização da superfície do pino. Outro cuidado importante deve ser o de não utilizar camadas espessas do adesivo que possam aumentar o diâmetro do pino e, conseqüentemente, comprometer o seu assentamento no canal preparado.

## **Utilização dos pinos de fibra translúcidos frente à dificuldade de fotopolimerização dos sistemas adesivos**

A fotopolimerização do adesivo dentro do canal radicular é prejudicada pela distância do aparelho fotopolimerizador em relação às porções mais apicais do canal preparado para a cimentação do pino.<sup>24,67,68</sup> Considerando-se o comprimento médio desses canais, a quantidade de energia que será oferecida para a polimerização do adesivo é insuficiente para a sua polimerização efetiva nos terços médio e apical. Dessa forma, é de se esperar uma fotopolimerização adequada do adesivo apenas na região cervical do preparo. Na tentativa de amenizar este problema, o uso de pinos transmissores de luz tem sido proposto por alguns autores.<sup>24,41,44,61</sup>

Dentre as vantagens da utilização dos pinos translúcidos têm-se: a condução da radiação ao longo do canal, permitindo aumentar o grau de conversão do cimento resinoso;<sup>24, 63</sup> o aumento do tempo de trabalho com o uso de cimentos duais,<sup>13</sup> reduzindo o risco de endurecimento precoce do cimento, o que dificulta o assentamento do pino;<sup>7</sup> e uma melhor fixação do pino imediatamente após a fotopolimerização,<sup>10</sup> possibilitando uma melhor estabilidade do sistema para complementar o preparo protético e a confecção da restauração provisória.

Alguns fabricantes de pinos de fibra, principalmente os de vidro e quartzo, recomendam a utilização de cimentos exclusivamente fotopolimerizáveis, tendo em vista que a translucidez dos pinos é capaz de conduzir a luz do fotopolimerizador,<sup>41,44</sup> não comprometendo o resultado final de união. Contudo, alguns trabalhos demonstram uma não uniformidade de polimerização do cimento na região mais apical quando em comparação com os terços médio e cervical da porção radicular.<sup>67,64</sup> Isso ocorre pelo fato de a luz emitida pelos aparelhos fotopolimerizadores perderem a intensidade presente na saída da sua ponta emissora de luz, conforme a distância é aumentada, mesmo na presença de um pino translúcido como "guia".<sup>67,64</sup> razão pela qual o uso de sistemas adesivos e cimentos resinosos duais é mais adequado.

**Quadro 6.1.** Opções de sistemas adesivos e cimentos resinosos disponíveis para a cimentação de pinos de fibra;

Sistema adesivo/cimento resinoso	Cura química	Cura dual
Sistemas adesivos convencionais ou Etch & Rinse	Scotchbond Multi Purpose (3M ESPE).	Âmbar mais ativador (FGM); Prime&Bond NT Dual Cure (Dentsply); XP Bond Dual Cure (Dentsply); Excite DSC (Ivoclar/Vivadent); OptiBond Solo Plus Dual Cure (SDS Kerr); AllBond 2, (Bisco).
Sistemas adesivos autocondicionantes (ou Self-etch)	ED <i>primer</i> A e B (Panavia 21, Kuraray).	ED <i>Primer</i> II (Panavia F, Kuraray); Bistite II DC (J. Morita); Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray).
Cimentos resinosos convencionais	Multilink (Ivoclar/Vivadent), C&B Cement (Bisco), Panavia 21 (Kuraray), Bistite II SC (J. Morita), Comspan (Dentsply/Caulk), Cement Post (Angelus).	All Cem (FGM), Variolink II (Ivoclar/Vivadent), Bistite Resin Cement (Tokuyama), 2 Bond 2 (Heraeus Kulzer), Enforce e Calibra (Dentsply/Caulk), Choice (Bisco), Insure (Cosmedent), Lute It (Generic Pentron), Nexus 2 (Kerr), Rely X ARC (3M ESPE) Resin Cement (Vigodent).
Sistemas de cimentos resinosos autocondicionantes	Não há.	RelyX Unicem e RelyX U100 (3M ESPE), BisCem (Bisco), MaxCem Elite (SDS Kerr), G-Cem (GC) e Smart Cem (Dentsply).

Quadro 6.2. Componentes básicos dos sistemas adesivos/cimentos resinosos e suas funções.

Componente	Sistemas adesivos e cimentos resinosos convencionais	Sistemas adesivos autocondicionantes e cimentos resinosos convencionais	Cimentos resinosos autocondicionantes
Condicionador (Solução de ácido fosfórico)	Determina a remoção da <i>smear layer</i> e dissolução parcial da superfície dentinária, inclusive abrindo os túbulos dentinários.	O condicionador está incorporado na molécula do <i>primer</i> como um radical ácido, sendo apresentado comercialmente apenas como um <i>primer</i> autocondicionante que permeia a <i>smear layer</i> , removendo-a parcialmente.	O condicionador está incorporado na molécula estrutural orgânica do cimento resinoso como um radical ácido, não sendo mais uma solução ácida aplicada separadamente. Este radical fosfórico reagirá com o cálcio da estrutura dental, proporcionando adesão, bem como reagirá com íons cálcio, alumínio e estrôncio da carga de vidro do cimento resinoso, aumentando a resistência coesiva do próprio cimento. Assim, a estrutura do cimento resinoso tem uma reação de polimerização entre os monômeros resinosos pelos seus radicais metacrilatos e uma reação de presa semelhante à dos ionômeros de vidro. Não há uma camada de <i>primer</i> ou de <i>bond</i> separadamente.
<i>Primer</i>	Molécula bifuncional hidrofílica que penetra na estrutura dentária úmida previamente condicionada, sendo a seguir seus solventes evaporados juntamente com a água da estrutura, deixando assim a superfície dental recoberta por uma película de monômeros para receber o <i>bond</i> .		
<i>Bond</i> (resina fluída)	Monômeros resinosos que penetram nas estruturas dentárias previamente modificadas pelo <i>primer</i> , formando após a polimerização uma camada resinosa hidrófoba, de preferência impermeável, bastante imbricada nas microporosidades abertas pelo condicionador ácido, sendo compatível com o cimento resinoso.		
Cimento resinoso	Liga-se quimicamente à camada polimerizada do <i>bond</i> que está recobrendo a superfície dentária.  Mais especificamente na raiz estará preenchendo os espaços remanescentes entre o pino de fibra e as paredes dentinárias.		

**Quadro 6.3.** Procedimentos de cimentação de acordo com o sistema adesivo/cimento resinoso utilizado.

Sistema adesivo/cimento resinoso	Sistemas adesivos convencionais ou Etch & Rinse + cimentos resinosos tradicionais	Sistemas adesivos autocondicionantes (ou self-etch) + cimentos resinosos tradicionais	Sistemas de cimentos resinosos autocondicionantes
Condicionamento ácido dentinário	Condicionamento da dentina intrarradicular e da porção coronária por 15 segundos.	Aplicação do primer autocondicionante pelo tempo e modo recomendados pelos fabricantes.	Aplicação do cimento autocondicionante com broca tipo Lentulo ou com ponta específica do próprio sistema.
Lavagem do condicionamento ácido e secagem	Enxágue do canal preparado com jato de água ou seringa Luer por 15 segundos. Remoção do excesso de umidade com cânulas endodônticas e/ou cones de papel absorvente.	Não há.	Não há.
Aplicação do sistema adesivo	Sistemas adesivos de vários frascos ou de aplicação separada de <i>primer</i> e <i>bond</i> :	Sistemas adesivos de dois frascos com aplicação separada de primer e bond:	Não há.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação do <i>primer</i></li> <li>• Evaporação dos solventes</li> <li>• Aplicação do <i>bond</i> (quimicamente ativado ou dual)</li> <li>• Remoção do excesso do adesivo com cone de papel</li> <li>• Fotopolimerização por 40 segundos</li> </ul>		
	Sistemas adesivos simplificados:	Sistemas adesivos de aplicação única, do <i>primer</i> e <i>bond</i> juntos (apresentados comercialmente como dois frascos ou frasco único):	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação do <i>primer/bond</i> (quimicamente ativado ou dual).</li> <li>• Remoção do excesso do adesivo com cone de papel estéril e evaporação dos solventes com um breve jato de ar.</li> <li>• Fotopolimerização por 40 segundos.</li> </ul>		
Aplicação do cimento resinoso	Aplicação do cimento resinoso com broca tipo lentulo ou pontas específicas.		Já aplicado.
Assentamento do pino	Adaptação do pino previamente tratado.		
Fotopolimerização	Por 2 minutos.		

Apesar de a luz conduzida pelo pino poder não ser suficiente para polimerizar efetivamente o material no terço apical, a maioria dos trabalhos considera a chegada da luz ao terço médio,<sup>31,67,84</sup> o que por si só já favorece melhores resultados. Em relação à área apical, é importante considerar que é justamente nessa região que o pino encontra-se mais adaptado às paredes do canal radicular, o que aumenta a sua retenção friccional e reduz o volume necessário de cimento.<sup>85</sup> Vale ressaltar ainda, que os trabalhos que avaliam o grau de conversão apresentam como limitação metodológica a utilização de uma linha de cimento com 1 mm de espessura,<sup>24,83</sup> o que não corresponde à realidade clínica do terço apical.<sup>24</sup>

Diante dos benefícios da utilização dos pinos de fibra translúcidos, clinicamente para um melhor resultado, é importante considerar que:

- para uma polimerização efetiva do adesivo, a luz deve atravessar o cimento resinoso, e chegar até a dentina. Para isso, a camada de cimento resinoso deve ser mínima, e a cor deve ser preferencialmente translúcida, de forma a possibilitar uma maior passagem da luz.
- o sistema adesivo e o cimento resinoso não devem ser unicamente fotopolimerizáveis, uma vez que os materiais com cura dual possibilitam uma melhor polimerização em áreas em que a luz não chega de forma suficiente;
- deve-se aumentar o tempo de polimerização<sup>83</sup> e sempre avaliar a intensidade de luz emitida pelo aparelho fotopolimerizador utilizado.

## Referências

1. Al Wazzan KA. Effect of three endodontic materials on the bond strength of two composite core materials to dentin. *J Prosthodont*. 2002; 11(2):92-7.
2. Becker TD, Woollard GW. Endodontic irrigation. *Gen Dent*. 2001; 49(3):272-6.
3. Bitter K, Paris S, Martus P, Schartner R, Kielbassa AM. A Confocal Laser Scanning Microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine. *Int Endod J*. 2004; 37(12):840-8.
4. Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater*. 2002; 18(8):596-2.
5. Bouillaguet S, Wataha JC. Future directions in bonding resins to the dentine-pulp complex. *J Oral Rehabil*. 2004; 31(4):385-92.

6. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater.* 2003; 19(3):199-205.
7. Braga RR, Cesar PF, Gonzaga CC. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. *J Oral Rehabil.* 2002; 29(3):257-62.
8. Burke FJ, Crisp RJ, Richter B. A practice-based evaluation of the handling of a new self-adhesive universal resin luting material. *Int Dent J.* 2006; 56(3):142-6.
9. Burns DR, Moon PC, Webster NP, Burns DA. Effect of endodontic sealers on dowels luted with resin cement. *J Prosthodont.* 2000; 9(3):137-41.
10. Burrow MF, Nikaido T, Satoh M, Tagami J. Early bonding of resin cements to dentin-effect of bonding environment. *Oper Dent.* 1996; 21(5):196-202.
11. Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent.* 1996; 21(1):17-24.
12. Carvalho CN, De Oliveira Bauer JR, Loguercio AD, Reis A. Effect of ZOE temporary restoration on resin-dentin bond strength using different adhesive strategies. *J Esthet Restor Dent.* 2007; 19(3):144-52; discussion 53.
13. Ceballos L, Garrido MA, Fuentes V, Rodríguez J. Mechanical characterization of resin cements used for luting fiber posts by nanoindentation. *Dent Mater.* 2007; 23(1):100-5.
14. Costa L, Muniz L, Fontes CM, Mathias P. Adesão X Restaurações Provisórias: influência de soluções de limpeza na microinfiltração em restaurações em resina composta. *Rev FOUFBA.* 2006; 32:19-26.
15. Dallari A, Rovatti, L. Six years of in vitro/in vivo experience with composipost. *Compend.* 1996; 17:57.
16. D'Arcangelo C, Cinelli M, De Angelis F, D'Amario M. The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber-reinforced post system. *J Prosthet Dent.* 2007; 98(3):193-8.
17. De Deus, Q.D. *Endodontia.* 5ª ed., Rio de Janeiro, MEDSI, 1992.
18. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater.* 2004; 20(10):963-71.
19. Dietschi D. Adaptation of adhesive post and cores to dentin after in vitro occlusal loading: evaluation of post material influence. *J Adhes Dent.* 2006; 8:409-19.
20. Eick JD, Cobb CM, Chappell RP, Spencer P, Robinson SJ. The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion. Part I. *Quintessence Int.* 1991; 22(12):967-77.
21. Eriksson JH, Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital microscopic study in the rabbit. *J Prosthet Dent.* 1983; 50(1):101-7.
22. Eriksson JH, Sundstrom F. Temperature rise during root canal preparation - a possible cause of damage to tooth and periodontal tissue. *Swed Dent J.* 1984; 8(5):217-23.
23. Estrela C, Estrela CRA, Barbin EL, Spanó JCE, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J.* 2002; 13(2):113-7.
24. Farja e Silva AL, Arias VG, Soares LE, Martin AA, Martins LR. Influence of fiber-post translucency on the degree of conversion of a dual-cured resin cement. *J Endod.* 2007; 33(3):303-5. Epub 2007 Jan 22.

25. Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *Journal of Dental Research*. 1987; 66(11):1636-9.
26. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater*. 2006; 22(3):211-22.
27. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent*. 2000; 13:9b-13b.
28. Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and core. *Am J Dent*. 2000; 13:15-18.
29. Ferrari M, Vichi A, Grandini S, Goracci C. Efficacy of a self-curing adhesive-resin cement system on luting glass-fiber posts into root canals: an SEM investigation. *Int J Prosthodont*. 2001; 14(6):543-9.
30. Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Bonding of photo and dual-cure adhesives to root canal dentin. *Oper Dent*. 2003; 28(5):543-51.
31. Galhano GA, de Melo RM, Barbosa SH, Zamboni SC, Bottino MA, Scotti R. Evaluation of light transmission through translucent and opaque posts. *Oper Dent*. 2008; 33(3):321-4.
32. Giachetti L, Scaminaci Russo D, Bertini F, Giuliani V. Translucent fiber post cementation using a light-curing adhesive/composite system: SEM analysis and pull-out test. *J Dent*. 2004; 32(8):629-34.
33. Glazer B. Restoration of endodontically treated teeth with carbon fiber posts: a prospective study. *J Can Dent Assoc*. 2000; 66: 613-8.
34. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, Tay F, Ferrari M. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out strength measurements. *Eur J Oral Sci*. 2004; 112(4):353-61.
35. Goracci C, Fabianelli A, Sadek FT, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. *J Endod*. 2005; 31:608-12.
36. Goracci C, Raffaelli O, Monticelli F, Balleri A, Bertelli E, Ferrari M. The adhesion between prefabricated FRC posts and composite resin cores: microtensile bond strength with and without post-silanization. *Dent Mater*. 2005; 21: 437-44.
37. Goracci C, Sadek FT, Fabianelli A, Tay FR, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts to intraradicular dentin. *Oper Dent*. 2005; 30(5):627-35.
38. Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okij T. Evaluation of physical properties and surface degradation of self-adhesive resin cements. *Dent Mater*. 2007; 26(6):906-14.
39. Huang TJ, Schilder H, Nathanson D. Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. *J Endod*. 1992; 18(5):209-15.
40. Lai SC, Mak YF, Cheung GS, Osório R, Toledano M, Carvalho RM et al. Reversal of compromised bonding to oxidized etched dentin. *J Dent Res*. 2001; 80: 1919-24.
41. Le Bell AM, Tanner J, Lassila LV, Kangasniemi I, Vallittu PK. Depth of light-initiated polymerization of glass fiber-reinforced composite in a simulated root canal. *Int J Prosthodont*. 2003; 16(4):403-8.
42. Lopes GC, Cardoso PC, Vieira LC, Baratieri LN. Microtensile bond strength to root canal vs pulp chamber dentin: effect of bonding strategies. *J Adhes Dent*. 2004; 6(2):129-33.