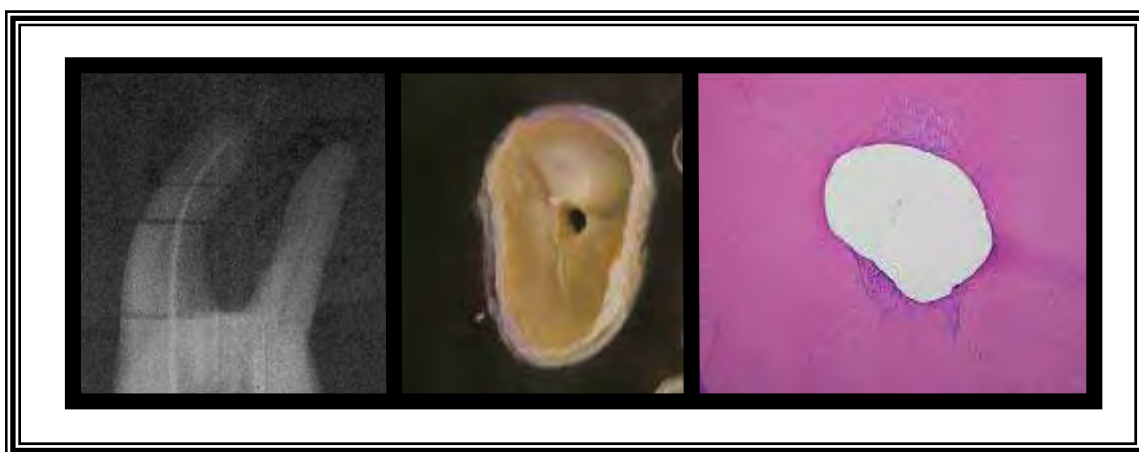




**UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL**  
**PAULISTA “Júlio de Mesquita Filho”**  
Faculdade de Odontologia de Araraquara

**Denise Piotto Leonardi**

**Avaliação de três métodos de estudo  
empregados para a análise do preparo  
do canal radicular**



**ARARAQUARA**  
**2008**

Universidade Estadual Paulista  
Faculdade de Odontologia de Araraquara

**Denise Piotto Leonardi**

***Avaliação de três métodos  
de estudo empregados para  
a análise do preparo do  
canal radicular***

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia – Área de Endodontia, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", para a obtenção do título de Doutor em Endodontia.

**Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Cerri**

**ARARAQUARA  
2008**

Leonardi, Denise Piotto.

Avaliação de três métodos de estudo empregados para a análise do preparo do canal radicular / Denise Piotto Leonardi. – Araraquara: [s.n.], 2008.

166 f. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientador : Prof. Dr. Paulo Sérgio Cerri

1. Preparo de canal radicular - Métodos 2. Preparo de canal radicular - Instrumentação. 3. Endodontia . I. Título.

Denise Piotto Leonardi

***Avaliação de três métodos de estudo empregados  
para a análise do preparo do canal radicular***

COMISSÃO JULGADORA

TESE PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR

**Presidente e Orientador:** Prof. Dr. Paulo Sérgio Cerri

**2º Examinador:** Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho

**3º Examinador:** Prof. Dr. Idomeo Bonetti Filho

**4º Examinador:** Prof. Dr. Marco Antônio Húngaro Duarte

**5º Examinador:** Prof. Dr. Celso Kenji Nishiyama

Araraquara, 29 de setembro de 2008.

**DADOS CURRICULARES**  
**DENISE PIOTTO LEONARDI**

**NASCIMENTO** 1/7/1977 – SÃO PAULO/SP

**FILIAÇÃO** Plínio Leonardi Júnior  
Elza Aparecida Piotto Leonardi

**1994/1998** Curso de Graduação  
Faculdade de Odontologia de Marília

**2000/2001** Curso de Especialização em Endodontia, na Faculdade de Odontologia Araraquara – UNESP

**2002/2004** Curso de Pós-Graduação em Endodontia, nível de Mestrado, na Faculdade de Odontologia Araraquara-UNESP

**2004/2006** Professora Substituta do Departamento de Odontologia Restauradora, disciplina de Endodontia B da Universidade Federal do Paraná-UFPR

**2004/atual** Professora da graduação, aperfeiçoamento e especialização em Endodontia da Universidade Positivo –Curitiba/PR

**2005/2008** Curso de Pós-Graduação em Odontologia, nível de Doutorado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

*Agradecimentos*

---

# *Agradecimentos*

Ao *Prof. Dr. Paulo Sérgio Cerri*, por toda orientação, revisão e correções realizadas, pelo ilustre conhecimento transmitido possibilitando não só o desenvolvimento deste trabalho, mas também o meu crescimento acadêmico e científico.

Ao *Departamento de Morfologia e de Odontologia Restauradora* da Faculdade de Odontologia de Araraquara pela oportunidade e acesso aos laboratórios de pesquisas.

Ao *Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho*, pelo distinto conhecimento, pela serenidade e solidez com que colaborou com o desenvolvimento deste trabalho assim como com a minha formação na Endodontia.

Ao *Prof. Dr. Idomeo Bonetti Filho* pelas inúmeras contribuições para este trabalho e por todos os ensinamentos proporcionados sempre com dedicação e profundo conhecimento.

A todos os professores do *Programa de Pós-graduação em Endodontia da FOAr-UNESP*, por todos os notáveis conhecimentos transmitidos.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, *Mara Amara, José Alexandre Garcia, Rosângela Aparecida Silva dos Santos, Flavia Sousa de Jesus* que foram sempre tão atenciosos e prestativos em todas as vezes que os procurei.

Aos funcionários da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, em especial à *Maria Helena Matsumoto Komasti Leves e Ceres Maria Carvalho Galvão de Freitas* pela atenção, competência e dedicação no exercício de seu trabalho.

Aos colegas e amigos do curso de doutorado, *Anderson Paulo, Alexandre Bier, Alexandre Câmara, Cristiane Bonanato Estrela, Eduardo Bortoluzzi, Erick Souza, Fernanda Pappen, Gustavo Sivieri, Henrique Somenzari (in memorian), Maurício Aguirre, Jose Carlos Rivas, Renata Hussne, Renato Palo, Ronaldo Ferreira, Fernando Crisci e Marco Aurélio Borges* pela sabedoria e amizade compartilhada.

Aos funcionários da Disciplina de Endodontia da FOAR-UNESP, *Sra. Célia, Sra. Creusa, Sra. Adriana, Sr. Pedro, Sr. Mário* pela atenção com que sempre me atenderam.

Ao Departamento de Odontologia Restauradora da Universidade Federal do Paraná, na pessoa do *Prof. Dr Gilson Blitzkow Sydney*, pelos conselhos valiosos, pelo elevado conhecimento científico, interesse e amizade com que sempre se dispôs a me orientar, possibilitando a realização deste trabalho.

Aos professores *Antônio Batista e Natanael Henrique Mattos*, pelas apropriadas e ilustres sugestões.

À Graduação e Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Positivo, nas pessoas dos professores *Maria da Graça Kfoury Lopes, Flares Baratto Filho, Gisele Haragushiku e Flávia Tomazinho* pelo grande apoio e compreensão dados durante o curso de doutorado e realização da tese.

Ao *João Henrique Rossler*, por toda orientação e revisão realizada, companheirismo, atenção e compreensão durante o desenvolvimento deste trabalho e pelo estímulo dado nos momentos de incerteza.

Aos meus preciosos pais, *Plínio Leonardi Júnior e Elza Piotto Leonardi*, pelas orações e contínuo estímulo à busca do saber, pelo carinho, força e compreensão com os quais me acolheram nos momentos difíceis.

# *SUMÁRIO*

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| Resumo.....                  | 8   |
| Abstract.....                | 10  |
| 1 Introdução.....            | 12  |
| 2 Revisão de Literatura..... | 18  |
| 3 Proposição.....            | 63  |
| 4 Material e Método.....     | 65  |
| 5 Resultado.....             | 77  |
| 6 Discussão .....            | 89  |
| 7 Conclusão.....             | 129 |
| 8 Referências.....           | 133 |
| Lista de Figuras.....        | 150 |

## *Resumo*

---

Leonardi DP. Avaliação de três métodos de estudo empregados para a análise do preparo do canal radicular [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2008.

### **Resumo**

A evolução da endodontia ocorre continuamente de modo que sistemas, técnicas e instrumentos endodônticos têm sido criados e estudados por diversos autores por meio de diferentes métodos analisando seu desempenho. O presente estudo teve como objetivo avaliar aspectos relacionados ao preparo do canal radicular assim como também analisar os métodos de estudo empregados para este fim. Foram empregadas 10 raízes méso-vestibulares de molares superiores humanos extraídos, as quais foram incluídas em blocos de resina e seccionadas transversalmente nos terços médio e apical. Para a instrumentação foi empregado o sistema Race. A análise do preparo foi feita por meio da Plataforma Radiográfica, do Método de Bramante e do Método Histológico. Foi observado que, diante de uma padronização dos métodos de estudo empregados, é possível obter resultados coerentes entre cada um, mesmo quando se avalia aspectos diferentes do preparo do canal radicular. Pesquisas que avaliam o mesmo aspecto do preparo podem apresentar resultados diferentes e estas diferenças podem estar associadas a variáveis inerentes a cada sistema de avaliação empregado. Em relação ao método de estudo concluiu-se que todos forneceram informações importantes para a análise do preparo do canal radicular, no entanto, não devem ser considerados individualmente. De acordo com o aspecto avaliado, um método pode complementar o outro e, desta forma, atingir resultados fidedignos. Em relação aos aspectos do preparo concluiu-se que o sistema Race mostrou ausência de desvio apical, ação sobre todas as paredes dentinárias, deslocamento do preparo em direção

às paredes externa da curvatura e vestibular do canal radicular, ampliação da área nos terços médio e apical, superfícies dentinárias regulares, formato irregular e pequena quantidade de resíduos na luz do canal radicular.

**Palavras-chave:** Preparo de canal radicular - Métodos; preparo de canal radicular - Instrumentação; endodontia.

## *Abstract*

---

Leonardi DP. Evaluation of three methods employee for root canal preparation analysis.[Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP;2008.

### **Abstract**

There is an usually endodontic evolution thus rotary systems and techniques has been created and evaluated by several authors by different methods. The purpose of this study was to investigate root canal aspects and the methods employed to evaluate the root canal preparation. Mesio Buccal canals of ten maxillary molars extracted human were included in blocks of resin and split across the middle and apical thirds. The root canals were prepared by RaCe rotary files. The prepare analysis was done through the Radiographic Platform, Bramante method and Histological method. It was observed that before the methods standardization it can get consistent results between each one even when assessing different aspects of the root canal preparation. It was concluded that studies that evaluate the same aspect of the preparation may show different results and these are associated with variables inherent in each methodology employee. All the methods supplies important information about root canal preparation. However, it is not should be separately considered. In accord to the evaluated aspect a method can supplies the other one and get reliable results. In relation to the aspects of the preparation it was concluded that the Race system showed apical deviation absence, action on all the walls, displacement to the external curvature walls and vestibular, magnifying of the area, regular surfaces, irregular format and small amount of residues inside the root canal.

**Key words:** Root canal preparation - Methods; root canal preparation - instrumentation; endodontics.

## *1 Introdução*

---

## 1 Introdução

A fase do preparo biomecânico sempre foi considerada uma das fases mais importantes da terapia endodôntica<sup>65</sup>. Se na realidade não for a mais importante, com certeza ela é a mais complexa, devido à diversidade anatômica dos canais radiculares. A limpeza e a modelagem têm sido um desafio mesmo para os mais experientes<sup>109</sup>. Canais radiculares com curvaturas moderadas ou acentuadas favorecem acidentes como desvio do trajeto original, confecção do falso canal, transporte do forame e perfurações exigindo tempo, paciência e habilidade por parte do profissional, além do domínio de uma técnica adequada<sup>74</sup>.

No decorrer dos anos, a evolução da endodontia foi muito significativa com alguns pontos sendo considerados chaves para as mudanças no conceito da técnica de preparo. Dentre estes pontos destaca-se a técnica de Oregon (1980) que instituiu o preparo no sentido coroa-ápice, a técnica de Goerig (1982) com a inserção do conceito do acesso radicular e a introdução da limas de Ni (Níquel) e Ti (Titânio) em 1985<sup>57,59,60,88,117</sup>.

Entretanto, a difusão deste novo conceito necessitou de algum tempo e ainda hoje apresenta pólos de resistência. Apesar disto, o preparo do canal radicular com o conceito de “coroa-ápice” é fato consumado e irreversível. As vantagens apresentadas são muitas como, por exemplo, facilitar o preparo, favorecer a irrigação/aspiração, permitir maior ampliação e definição do batente apical devido à prévia eliminação de interferências dentinárias localizadas no terço cervical e médio permitindo que apenas a extremidade do instrumento esteja em contato e ação sobre as paredes dentinárias.

A solidificação deste conceito deu-se com maior ênfase com o desenvolvimento das limas de níquel e titânio e a introdução de

sistemas automatizados<sup>19,50,58,64</sup>, tanto de rotação alternada<sup>110</sup> (ou recíproca) como de rotação contínua.

Os sistemas alternados, num primeiro momento, trabalham mais próximo do preparo realizado manualmente. Por sua vez, os sistemas de rotação contínua, pela própria característica do seu movimento, implicam no desenvolvimento de sensibilidade tátil diferente da tradicional, devendo ser mais apurada. Estes sistemas envolvem o domínio do preparo com um contra-ângulo, sem o contato direto com o instrumento, a diminuição do “sentir” o seu contato com as paredes dentinárias, a pressão por parte do operador e o controle da penetração e tração.

Sistemas, técnicas e instrumentos endodônticos têm sido estudados por diversos autores analisando sua eficácia, manutenção da trajetória original do canal radicular, a ocorrência de defeitos, fratura de instrumentos, etc. (Jodway, Hülsmann<sup>50</sup>, 2006; Merrett et al.<sup>71</sup>, 2006), por meio de diferentes métodos de estudo.

A literatura registra entre estes métodos, os fotográficos, os radiográficos, a microscopia eletrônica de varredura, o microscópio de luz, a digitalização de imagens, estudos em canais simulados<sup>95,116</sup>, assim como variações destes, chegando aos programas de computador que permitem trabalhar e analisar a qualidade do preparo sob diferentes ângulos. (Esberard et al.<sup>26</sup>, 1987; Bramante et al.<sup>9</sup>, 1987; Jodway, Hülsmann<sup>52</sup>, 2006; Sydney et al.<sup>107</sup>, 1991; Leonardi et al.<sup>61</sup>, 2004).

Os métodos fotográficos, obtendo a imagem da secção transversal da raiz, permitem avaliar a espessura das paredes dentinárias comparando-a antes e após o preparo, assim como a centralização ou deslocamento do preparo do canal radicular. A digitalização de imagens permite a sobreposição das imagens pré e pós-operatórias, possibilitando

analisar as áreas de maior atuação do instrumento, de forma direta. (Garala et al.<sup>34</sup>, 2003)

O método radiográfico foi de grande utilização a partir do estudo de Schneider<sup>97</sup> em 1981, usando um projetor para ampliar a imagem radiográfica em 10 vezes. Através de uma linha traçada paralelamente ao longo eixo do dente e uma segunda partindo do forame apical até interceder com a primeira no ponto em que o canal começa a deixar o longo eixo do dente, o autor determinava o ângulo de curvatura dos canais radiculares. Com os ângulos determinados nas imagens radiográficas pré e pós-operatórias, este método foi empregado para avaliar o preparo realizado com diferentes técnicas e instrumentos.

A microscopia eletrônica de varredura permite a análise da limpeza promovida por diferentes substâncias químicas auxiliares da instrumentação e, no passado, inclusive houve tentativa de comparação de diferentes instrumentos sobre a parede do canal radicular, por este método<sup>86,35</sup>.

O emprego de canais simulados em blocos de resina permite observar melhor os acidentes associados à instrumentação do canal radicular como degraus, “zip apical”, perfurações, além de melhor visualizar as paredes sobre as quais os instrumentos tem melhor atuação<sup>11,13,15,61,71,111</sup>. O uso de canais simulados elimina uma série de variáveis encontradas em dentes naturais. Nos canais simulados é possível a reprodução de canais com diferentes curvaturas e diâmetro estandardizados, além de permitir uma clara comparação dos mesmos entre si e de suas imagens pré e pós-operatórias (Leonardi et al.<sup>60</sup>, 2004). Entretanto, é preciso cautela ao se transportar para a prática clínica os resultados obtidos em canais simulados, embora estes tenham se mostrado como um modelo experimental, válido para comparações entre técnicas e instrumentos<sup>61,111,113,114</sup>.

A avaliação histológica reveste-se de fundamental importância uma vez que permite a análise da presença de pré-dentina, da textura da parede do canal radicular, da qualidade do contorno do preparo e da presença de detritos na luz do canal<sup>6,26,30,71,76,89,92,94</sup>, embora não permita a comparação das condições pré e pós-preparo.

Em comum nos diferentes métodos está o fato de que, durante muito tempo, a morfologia anatômica e as curvaturas foram objeto de avaliação apenas após a instrumentação.

Em 1987, Bramante<sup>9</sup> introduziu aquele que se constitui no mais importante método de avaliação do preparo do canal radicular, permitindo sua análise antes, durante e após a instrumentação. Este método emprega uma mufla dentro da qual é colocado o dente extraído incluído em bloco de resina. Este bloco de resina é seccionado transversalmente e o canal radicular é fotografado, permitindo comparação das imagens antes e após a instrumentação. A mufla mantém as secções justaspostas entre si durante o preparo do canal radicular. Muitos estudos que analisam o preparo do canal radicular têm sido realizados baseados no método de Bramante<sup>18, 19, 22,35,37,43,53,88,105</sup>.

Nesta mesma ordem de idéias, em 1991, Sydney et al.<sup>105</sup> introduziram o método da plataforma radiográfica, o qual permite obter na mesma radiografia o posicionamento do instrumento antes e após o preparo. Neste método, é empregado um dispositivo que permite o posicionamento do dente e da película radiográfica de uma forma padronizada. Desta forma, é possível observar se determinado instrumento causou o desvio do trajeto original do canal radicular. A plataforma radiográfica mostrou ser um método eficaz, testado por diferentes autores em vários estudos<sup>45,51,78,94</sup>.

Métodos computadorizados que possibilitam a sobreposição das imagens obtidas e medições específicas aprimoraram estas análises.

---

O emprego de dentes naturais deve-se ao fato de que o experimento *in vitro*, deva reproduzir, o melhor possível, as condições clínicas, embora seja conhecido que variáveis outras possam ser induzidas quando do experimento *in vivo* como: o grau de hidratação da dentina, o posicionamento de trabalho, a facilitação maior do preparo que não sofre as interferências de certas dificuldades impostas quando do preparo do canal radicular *in situ*. Cumpre lembrar que variáveis inerentes a estudos com dentes extraídos como, por exemplo, o diâmetro do canal, seu grau de curvatura, o ponto de início da curvatura, o comprimento do dente, embora possam ser minimizadas, não podem ser completamente eliminadas.

Apesar das restrições quanto ao emprego de dentes naturais, principalmente quanto à dificuldade de padronização das amostras, não restam dúvidas que sejam de valiosa avaliação, tanto de técnica como de instrumento.

Parece então claro que as diferentes metodologias e objetos de estudo apresentam variáveis que podem interferir de forma direta nos resultados obtidos e, conseqüentemente, na aplicação clínica dos instrumentos.

Desta forma, acha-se oportuno a realização de estudos que avaliem não apenas os aspectos relacionados ao preparo do canal radicular, mas também os métodos empregados para avaliar a qualidade desta fase do tratamento endodôntico.

## *2 Revisão de Literatura*

---

## **2 Revisão de Literatura**

Neste capítulo é feita uma revisão de artigos existentes na literatura científica, no que diz respeito à instrumentação dos canais radiculares. Com a revisão literária é possível fazer uma abordagem aos diferentes métodos de estudo, mais comumente empregados, para avaliar o preparo do canal radicular.

Bramante et al.<sup>9</sup> (1987) introduziram um método de estudo para avaliar a anatomia do canal radicular, antes e após a instrumentação dos canais radiculares. Nesta técnica, um dente extraído foi inserido em resina acrílica, obtendo-se um bloco piramidal. Depois que a resina acrílica se polimerizou, foram feitas, no bloco, ranhuras transversais com disco de carborundum. À seguir, o bloco foi colocado em um suporte de madeira, dentro do qual foi vazado gesso pedra, até a metade do bloco de resina. Antes de o gesso tomar presa, foram feitas ranhuras nele, funcionando como sulcos guias. Após a presa do gesso, foi feita a sua lubrificação e a outra metade do bloco de resina foi encoberta por uma nova camada de gesso pedra. Desta maneira, foi possível confeccionar uma mufla, que depois de aberta, o bloco de resina pudesse ser removido. Depois, o bloco de resina foi seccionado em três partes e estas foram fotografadas de maneira padronizada. As secções foram, então, novamente colocadas na mufla e o canal foi instrumentado. Após a instrumentação dos canais, foram tiradas novas fotografias das secções das raízes, obtendo-se, desta forma, as imagens do canal radicular após a instrumentação. Assim, esta metodologia possibilitou comparar, precisamente, as alterações dos canais radiculares, antes e depois da instrumentação.

Esberard et al.<sup>26</sup> (1987) fizeram uma avaliação histológica da eficiência de diferentes técnicas de preparo biomecânico (manual, mecânica e ultra-sônica). Foram utilizadas 32 raízes de primeiros pré-

molares superiores recém-extraídos e armazenados em água, os quais foram divididos em 2 grupos de 8 dentes cada um. Os canais radiculares foram preparados empregando-se diferentes técnicas de instrumentação: manual, mecânica (Racer) e ultra-sônica com os aparelhos Cavi-Endo e Profi-Endo. Foram utilizadas, neste estudo, limas tipo K-Flex e os canais foram irrigados com solução de detergente aniônico (Tergentol). A análise histológica mostrou que a instrumentação manual deixou as paredes dentinárias mais regulares, porém a instrumentação ultra-sônica foi mais efetiva quanto a capacidade de remover a camada de pré-dentina e de maior alargamento dos canais radiculares. O estudo foi feito comparativamente entre as raízes vestibular e lingual de um mesmo dente para cada grupo.

Calhoun, Montgomery<sup>15</sup> (1988) compararam quatro técnicas de instrumentação no que diz respeito a manutenção do instrumento no centro do canal radicular, a quantidade de dentina removida, e direção e quantidade de transporte e a forma final dos canais radiculares preparados. Os autores usaram 24 raízes mesiais de primeiro e segundo molares inferiores com dois canais independentes e curvatura entre 30° e 35°. Os raízes foram incluídas em resina acrílica obtendo-se blocos retangulares os quais foram seccionados em 3 regiões: a 1,5 mm do ápice, no meio da curvatura e no ponto entre a curvatura e o orifício do canal radicular. Foram obtidas imagens das secções transversais antes da instrumentação. As raízes foram divididas em 4 grupos nos quais foram usados os seguintes instrumentos: grupo A, K-Flex empregando-se a técnica “step-back”; grupo B, Flex-R empregando-se a técnica de forças balanceadas; Grupo C, Flex-R acionada pelo aparelho de ultra-som; Grupo D, limas Zipperer acionadas pelo aparelho de ultra-som. Ao término do preparo, os canais foram preenchidos com cera vermelha e foram obtidas imagens das secções transversais. Para analisar o deslocamento do canal radicular as imagens foram sobrepostas. Foram

determinados também a espessura dentinária e o deslocamento do centro do canal radicular. Os resultados obtidos mostraram que a técnica de forças balanceadas manteve o canal centralizado. Não houve diferença significativa entre a técnica “step-back”, o emprego das limas Flex-R e Zipperer acioanadas pelo ultra-som. Houve menor quantidade de dentina removida com o método “step-back”. Nos quatro grupos os canais foram transportados para a mesma direção nas diferentes regiões (apical, médio e cervical). A maioria dos canais na técnica de forças balanceadas se mostraram circulares e nos outros grupos a maioria apresentou foram oval.

Em 1991, Sydney et al.<sup>104</sup> desenvolveram um novo método para avaliação do preparo do canal radicular. Este método recebe o nome de Plataforma Radiográfica. A plataforma é construída com os seguintes materiais: uma braçadeira, uma forma de gelo individual, duas tampas de caixa de guta-percha, uma régua plástica e cimento adesivo. Seguindo as instruções dos autores é possível montar um aparato que permite manter o conjunto “dente e filme radiográfico” em posição constante durante a tomada radiográfica antes e após a instrumentação. O objetivo da plataforma é observar a presença de desvio apical e espessura das paredes dentinárias no sentido mésio-distal após a ampliação do canal radicular. Os autores concluíram que o uso da plataforma pode ser considerado como um auxílio para o ensino e para a pesquisa da endodontia.

Briseño, Sonnabend<sup>10</sup> (1991) utilizaram 180 canais simulados em blocos de resina transparente, para avaliar a instrumentação com os seguintes instrumentos: Alargadores (Antaeos), Limas K (Antaeos), Limas Hedströen (Antaeos), K-Flex (Kerr), Flexofile (Maillefer), S-Files (Svenka Dental Instruments), Burns Unifiles (Caulk), Flexicut (Antaeos) e Flex-R (Union-Broach). Os canais foram corados e em seguida foram instrumentados com movimento semelhante ao da

“técnica de forças balanceadas”. Foram feitas fotografias dos blocos de resina, antes e após a instrumentação, fazendo exposição dupla e padronizada, possibilitando, no final, a superposição das duas imagens nas fotografias, sem nenhuma distorção visual. Os dados obtidos com este trabalho mostraram que, independente do tipo de instrumento, nenhum conseguiu reproduzir os resultados ideais, porém, os resultados obtidos com todos os instrumentos foram clinicamente aceitáveis. Todos os instrumentos apresentaram características semelhantes em relação ao transporte de material apical e coronário.

Em 1992, Fachin, Cassol <sup>28</sup> estudaram, in vitro, o efeito de diferentes calibres de limas no preparo apical do canal radicular. Foram utilizados pré-molares extraídos, com um e dois canais, preparados com calibres crescentes de limas na porção apical do canal radicular. Após o preparo, foi feita a descalcificação e corte transversal dos dentes em cinco partes. Dois observadores avaliaram os segmentos quanto à limpeza, forma e regularidade. Os autores verificaram que a região apical dos dentes com um canal se mostrou mais limpa, circular e regular quando foram utilizadas limas nº40, comparadas com limas menos calibrosas. Nos dentes com dois canais foram observados resultados semelhantes com a lima nº 30.

Em 1995, Tepel et al.<sup>108</sup> analisaram a eficiência de corte de alguns instrumentos endodônticos de aço inoxidável, de aço inoxidável flexível e instrumentos de níquel e titânio de diferentes marcas. Foi utilizado neste trabalho um aparelho, que simula o uso clínico do instrumento, para instrumentar canais artificiais em blocos de resina. Os resultados obtidos foram que as limas K Nitinol apresentaram a pior eficiência de corte. As limas tipo K, principalmente, e os alargadores de aço inoxidável foram superiores. As limas que apresentaram a melhor eficiência de corte foram as limas flexíveis de aço inoxidável.

A técnica de Bramante modificada e um programa de subtração digital de imagem foram utilizados por Glosson et al.<sup>35</sup> (1995) para comparar sessenta canais mesiais das raízes de molares inferiores extraídos, que foram preparados com instrumentos manuais de níquel e titânio (Mity e Canal Master U), instrumentos de níquel e titânio movidos a motor (NT Sensor e Lightspeed) e instrumentos manuais de aço inoxidável (K-Flex). As raízes foram divididas em cinco grupos. No grupo A (K-Flex) a técnica de instrumentação utilizada foi a preconizada por Ingle e os instrumentos foram pré-curvados. No grupo B (Mity), foi utilizada a mesma técnica do grupo A, mas as limas neste grupo não poderiam ser pré-curvadas. No grupo C (NT Sensor), a técnica de instrumentação seguiu as recomendações de Mc Spadden. O motor usado foi o Aseptico (Kirkland, WA), com uma peça de mão de redução de 16:1 em rotação constante de 300 rpm. No grupo D (Canal Master U-manual) e Grupo E (Lightspeed), a técnica de instrumentação seguiu as recomendações da "University of Texas Health Science Center at San Antonio". Para o grupo E, o motor elétrico foi o mesmo já descrito, com rotação constante de 759 rpm. Todos os canais radiculares foram instrumentados até a lima número 30, a 0,5 mm aquém do comprimento total do canal, e posteriormente fotografados. Em seguida, foram instrumentados até a lima de número 45 e escalonados com recuos de 1,0 mm até o instrumento 60. Os canais radiculares foram novamente fotografados e as fotos digitalizadas. Foi feita a subtração da imagem dos canais preparados com a imagem anterior ao preparo. Os seguintes critérios foram observados: direção do transporte do canal radicular, área de dentina removida, coeficiente de centralização de cada instrumento e tempo de preparo. Os autores observaram que os instrumentos de níquel e titânio movidos a motor, Lightspeed e NT Sensor, e o Canal Master U manual causaram significativamente menor transporte do canal radicular, permaneceram mais centralizados no canal radicular, removeram menor quantidade de dentina e produziram preparos mais circunferenciais do

---

que as limas K-Flex (aço inoxidável) e Mity (Níquel e titânio). Neste trabalho, os instrumentos acionados a motor Lightspeed e NT Sensor foram bem mais rápidos que a instrumentação manual.

Espósito, Cunningham<sup>24</sup> (1995) estudaram a forma dos canais radiculares, por meio de uma análise radiográfica, após a instrumentação com as limas manuais NT de níquel e titânio (Mac), limas de aço inoxidável K-Flex e limas NT de níquel e titânio movidas a motor, utilizando um micromotor elétrico Ni-Ti-matic. Foram selecionados 45 dentes com canais radiculares com curvatura entre 20° e 45°. Em todos os dentes, a instrumentação foi feita até a lima número 45, no comprimento de trabalho. Durante a instrumentação, foram tiradas um total de 5 radiografias, sempre com uma lima no interior do canal radicular. As radiografias foram digitalizadas em um computador, e suas imagens foram sobrepostas e comparadas. Neste trabalho, os instrumentos manuais e rotatórios de níquel e titânio mantiveram a forma original do canal radicular em todos os casos. A ocorrência do desvio da forma original do canal radicular, com os instrumentos de aço inoxidável, aumentou de acordo com o aumento do calibre do instrumento. Com os instrumentos de calibre maiores que o número 30, a diferença entre os grupos níquel e titânio e aço inoxidável tornou-se estatisticamente significativa. Neste trabalho, as limas de níquel e titânio foram mais efetivas em manter a forma original do canal radicular em raízes curvas, quando o preparo apical era dilatado com instrumentos de calibre superior ao número 30.

Poulsen et al.<sup>81</sup> (1995) avaliaram a eficácia dos instrumentos de níquel e titânio (Lightspeed Technology) quanto à morfologia do preparo do canal radicular em função do número de rotações empregadas nessa fase. Com a técnica de instrumentação recomendada pelo fabricante foram instrumentados 36 canais mesiais de molares inferiores com curvaturas entre 15° e 31°. Foram empregadas, para a

---

instrumentação, 3 rotações diferentes: 750, 1300 e 2000 rpm. A avaliação dos preparos dos canais radiculares foi feita pela sobreposição de imagens digitalizadas obtidas antes e após o preparo dos terços médio e apical dos canais. Os autores observaram, a partir dos resultados obtidos, que não houve diferença estatisticamente significativa nos 3 grupos experimentais, quanto a quantidade de dentina removida, transporte do canal radicular e a capacidade do instrumento em permanecer centrado no canal radicular.

Royal, Donnelly<sup>88</sup> (1995) fizeram um estudo comparativo, por meio de análise radiográfica, utilizando a técnica de instrumentação de forças balanceadas com as limas Flex-R (Union Broach), K-Flex (Kerr), ambas de aço inoxidável e com as limas de níquel e titânio (Brasseler). Os canais (vestibulares ou mesiais de molares) foram instrumentados até a lima número 45. Foram feitas radiografias pré e pós-operatórias com uma lima no interior do canal. Estas radiografias foram posteriormente projetadas, para que se delineasse a conformação dos instrumentos. De acordo com o Método de Schneider<sup>97</sup>, a curvatura do canal de todas as radiografias foi medida. Foi realizada a análise comparativa dos desenhos e após a instrumentação. Os resultados deste trabalho demonstraram estatisticamente, que ocorreu menor redução da curvatura do canal com as limas de níquel e titânio quando comparadas com as limas Flex-R e K-Flex. Foi concluído que as limas de níquel e titânio, utilizadas com a técnica de forças balanceadas, são mais seguras do que as Flex-R e K-Flex, na instrumentação de canais radiculares curvos.

No estudo realizado por Tharuni et al.<sup>109</sup> (1996) foi feita a comparação da instrumentação das limas tipo Kerr (Kerr, Romulus, MI) com os instrumentos LightSpeed (Lightspeed Technology, Inc., San Antonio, TX), instrumentando 24 blocos de resina, com canais artificiais com curvatura de 38°. Inicialmente, uma tinta radiopaca foi injetada nos blocos de resina e em seguida eles foram radiografados. Foram feitas

fotografias das imagens radiográficas com um aumento de 4 vezes. Os canais simulados foram medidos a 1, 3, 5, e 7 mm do ápice. O meio de contraste foi removido dos canais artificiais e a instrumentação foi feita em movimento de imagem circunferencial, até o instrumento número 35, apicalmente, e escalonada até o instrumento número 80. A largura dos canais artificiais foi medida nos mesmos níveis, antes e após a instrumentação. A análise dos resultados foi baseada na alteração da largura do espaço do canal e na incidência de formação de degrau. Os autores concluíram que as limas tipo Kerr provocaram um maior alargamento do terço apical do canal, com uma maior incidência de transporte, formação de “zips” e de degraus, também em nível apical. Os instrumentos LightSpeed permaneceram mais centralizados nos canais, com uma mínima incidência de transporte, formação de “zips” e de degrau apical. Os autores ainda consideraram o instrumento LightSpeed mais adequado para um preparo eficiente dos canais curvos.

Coleman et al.<sup>22</sup> (1996) analisaram comparativamente o preparo de canais radiculares com a técnica de instrumentação escalonada (“Step Back”), utilizando limas K de níquel e titânio (Mity, JS Dental) e limas K de aço inoxidável (JS Dental). Foram utilizadas 20 raízes mesiais de molares inferiores, com curvatura de no mínimo 30°. Os dentes, embebidos em resina, foram seccionados em 3 partes. Para avaliar a instrumentação dos canais radiculares foi utilizado o método de Bramante<sup>9</sup>. Para serem seccionadas as raízes mésio-vestibulares foram marcados com um ponto azul no terço apical, médio e cervical. Foi colocada cera vermelha no interior do canal de cada secção, para a documentação das imagens direto no computador, antes e após a instrumentação. Com o auxílio de um aparato de vidro foi possível padronizar a posição do dente em relação à lente da câmara. As secções foram posicionadas na mufla para a instrumentação. Durante esta fase, as limas foram pré-curvadas e houve uma alternância das limas em relação

---

aos canais mésio-vestibulares e mésio-linguais. Não foi utilizada nenhuma solução irrigadora. O tempo de preparo dos canais radiculares também foi documentado. As imagens foram sobrepostas e analisadas em relação à centralização, ao transporte do canal, à forma do canal e à área de dentina removida. Foi concluído que as limas de níquel e titânio provocaram menor transporte dos canais radiculares e permaneceram mais centralizadas no nível do terço apical. Não houve diferença significativa em relação à área removida, ao tempo de instrumentação e à forma final dos canais radiculares. Os autores acrescentaram ainda que as limas de níquel e titânio, devido a sua alta flexibilidade, são menos eficientes para ultrapassarem saliências, obstruções e canais calcificados.

Harlan et al.<sup>43</sup>(1996) compararam com a análise fotográfica, a instrumentação de canais curvos realizada com limas Flex-R (Moyco) de aço inoxidável em relação às limas Onyx (Moyco), fabricadas em níquel e titânio. Foram utilizadas raízes mesiais de molares inferiores com curvatura entre 20° e 40°, de acordo com a metodologia de Schneider<sup>97</sup>(1971). Os dentes foram embebidos em resina acrílica e em seguida seccionados em duas partes, perpendicularmente à raiz. As secções das raízes foram então reposicionadas em um suporte especial e os canais foram instrumentados pela técnica de Forças Balanceadas até a lima número 30 e escalonadas até a de número 40. Foi feita fotografia de cada secção da raiz, antes e após a instrumentação. As imagens foram superpostas e projetadas, e em seguida delineadas e digitalizadas. A análise foi baseada na correlação do movimento do centro do canal e da área do canal após a instrumentação com o grau de curvatura da raiz. Os autores concluíram, neste trabalho, que não houve diferença significativa entre os resultados das limas K-Flex e Onyx, em relação ao movimento do centro do canal e à área após a instrumentação, nos cortes apicais. Em relação aos cortes coronários, as limas Flex-R demonstraram um maior movimento do centro do canal. Nenhuma correlação foi encontrada entre

o ângulo de curvatura das raízes e o movimento do canal ou entre o ângulo de curvatura e a área do canal após a instrumentação.

Carvalho<sup>18</sup> (1997) para verificar a eficácia de duas limas de níquel e titânio utilizou canais méso-vestibulares e méso-linguais de 56 raízes de molares inferiores humanos. Os dentes foram incluídos em blocos de resina e seccionados no terço cervical e apical das raízes. As secções foram reposicionadas em uma matriz de gesso e o preparo dos canais radiculares foi feito com limas K Mity (JS Dental Ridgefield), Nitiflex (Maillefer) e Flexofile (Maillefer), empregando a técnica clássica. Foram feitas imagens antes e após a instrumentação, e essas imagens foram transferidas para um computador e analisadas. A avaliação foi baseada no cálculo matemático da extensão e da direção no movimento do centro do canal. A extensão do movimento do centro do canal não foi considerada estatisticamente significativa nas secções cervicais. As limas Flexofile e Nitiflex apresentaram maior deslocamento do centro do canal. Nas secções apicais, as limas Nitiflex produziram um menor valor estatístico da extensão do movimento do centro do canal. Nestas secções a direção do movimento do centro do canal não foi considerada estatisticamente significativa.

Tucker et al.<sup>113</sup> (1997) compararam a capacidade de desgaste entre as limas Flexofile em imagens anti-curvaturas e as limas de níquel e titânio acionadas à motor. Foram utilizadas raízes mesiais de molares inferiores com o comprimento e a curvatura padronizados. Os canais méso-linguais foram instrumentados por uma das técnicas propostas, enquanto que os canais méso-vestibulares foram empregados como controle. Foram feitas secções nas raízes em 3 níveis: 1mm, 2,5 mm e 5 mm aquém do comprimento de trabalho. Por meio de imagens digitalizadas foram calculadas as porções instrumentadas por meio de cálculos percentuais do perímetro total. Foram encontrados como resultados para o grupo de instrumentação manual uma porcentagem de

desgaste das paredes dentinárias no terço apical de 77,2 %, no terço médio 81,2 % e no terço coronário 76,9%. No grupo de níquel e titânio a porcentagem no terço apical foi de 82,7%, no terço médio 79,9% e no terço coronário 62,8%. Concluindo não houve diferença estatística entre o desgaste dentinário nos 3 níveis provocado pela instrumentação manual, em comparação com os instrumentos de níquel titânio.

Foi avaliado por Kuhn et al.<sup>52</sup>(1997) o efeito do desenho da ponta dos instrumentos manuais de aço inoxidável e dos instrumentos de níquel e titânio na instrumentação de canais radiculares. Foram digitalizadas 48 raízes mesiais de molares inferiores, com curvaturas entre 14° e 35° e as imagens obtidas foram utilizadas para este estudo. As limas de níquel e titânio testadas foram Onyx-R (Union Broach, New York, NY), Mity (J.S. Dental, Ridgefield, CT), e as limas de aço inoxidável Flex-R (Union Broach, New York, NY) e as limas tipo K. A avaliação foi feita usando a técnica de Bramante<sup>9</sup> modificada, levando-se em consideração a quantidade de dentina removida e a extensão do transporte do centro axial do canal radicular. Todas as raízes foram instrumentadas no terço apical até a lima número 40 e escalonadas até o instrumento número 60. Foi concluído que as limas de níquel e titânio trabalharam mais centralizadas e transportaram menos o canal radicular no terço apical do que as limas de aço inoxidável. Já no terço médio, as limas Onix-R produziram mais transporte e remoção de dentina, bem como um maior desvio do centro do canal.

Após a instrumentação de canais radiculares de 40 dentes extraídos, os deslocamentos apicais foram avaliados radiograficamente, por Lopes et al.<sup>66</sup> (1997). As limas utilizadas neste estudo foram as manuais de aço inoxidável K Flexofile (Maillefer), K Flexofile Golden Mediums (Maillefer), a lima manual de níquel e titânio Nitiflex (Maillefer) e com a lima acionada a motor Profile 0,04 série 29 (Tulsa Dental Products). No grupo I os canais foram instrumentados convencionalmente, em toda a

sua extensão, com as limas K Flexofile até a de número 25. No grupo II, a instrumentação foi semelhante a do grupo I, porém intercalada com emprego das limas K-Flexofile Golden Mediums de números 12, 17 e 22. Já no grupo III as amostras foram instrumentadas convencionalmente em toda a extensão do canal radicular com limas manuais de NiTi Nitiflex até a de número 25. No grupo IV as amostras foram instrumentadas no sentido coroa ápice com lima Profile 0,04 série 29, números 5, 4 e 3, até a profundidade de dois terços do comprimento de trabalho. À seguir, foram instrumentados no sentido ápice coroa, até a de número 4, em toda a extensão do canal radicular. Os autores concluíram que os deslocamentos apicais foram nulos com o emprego das limas de NiTi acionadas a motor, exibiram menores valores com emprego das limas de NiTi manuais, em relação as de aço inoxidável e não apresentaram diferenças, estatisticamente significativas, quando do emprego das limas de aço inoxidável K-Flexofile isoladamente ou intercaladas com as K-Flexofile e Golden Mediums.

Em 1997, Heck<sup>45</sup> estudou radiograficamente a deformação do canal radicular no terço apical após a instrumentação manual convencional realizada com as limas de aço inoxidável Flexofile (Maillefer), Flex-R (Moyco Union Broach) e limas de níquel e titânio Onyx-R (Moyco Union Broach) e instrumentos Profile série 29 conicidade .04 (Tulsa). Foram instrumentadas 40 raízes mésio vestibulares de molares humanos extraídos. As imagens radiográficas pré e pós-operatórias foram analisadas com um aumento de 20 vezes e o desvio apical mensurado com uma régua milimetrada. Com os resultados foi mostrada a ocorrência de desvio apical em todos os grupos; as limas Onix-R apresentaram a menor frequência de desvio, seguidas do sistema Profile, limas Flex-R e Flexofile. Não houve correlação entre o grau de curvatura dos canais e a presença de desvio no terço apical.

---

Coleman, Svec<sup>21</sup> (1997) compararam o preparo escalonado realizado com limas de níquel e titânio e limas de aço inoxidável, em 40 canais com curvaturas de 25°, confeccionados em blocos de resina acrílica. Após a instrumentação, os blocos de resina foram seccionados em 3 níveis: 2 mm do ápice, no meio da curvatura e no terço coronário. As imagens antes e após o preparo foram digitalizadas e sobrepostas para que pudessem ser analisadas a medida da área instrumentada, a direção do transporte feito pela instrumentação, a forma do canal e o tempo de preparo. Foi demonstrado, com os resultados deste estudo, que as limas de níquel e titânio causam significativamente menor transporte, mantendo-se centradas no terço apical. Os instrumentos de aço inoxidável removeram maior área no terço médio. Levou-se um maior tempo para preparar os canais com os instrumentos de níquel e titânio do que com os instrumentos de aço inoxidável. Os autores concluíram que os blocos de resina acrílica com canais simulados mostraram resultados semelhantes quando comparados a raízes de dentes extraídos usando-se a mesma metodologia.

Campbell et al.<sup>16</sup> (1998) avaliaram a capacidade de manutenção da constrição apical no preparo do canal radicular do aparelho Tri Auto ZX (J.Morita Co., Kyoto, Japan). Esta peça de mão possui um localizador apical e é programada para reverter a direção da rotação quando o instrumento endodôntico atinge um limite pré determinado ou quando o torque se torna excessivo. Foram utilizados 60 dentes humanos extraídos, unirradiculares, com raiz completamente formada, canais atresiadados e com curvaturas menores que 20°. Era introduzida no canal uma lima manual número 1 Profile 29 (Tulsa Dental Products, Tulsa, Okla.) até que ela aparecesse justaposta ao forame apical quando, então, sofria um pequeno recuo. Essa medida era registrada e denominada medida atual ("actual lenght-AL"). Após esta medida, era realizada uma nova leitura com a mesma lima em posição,

utilizando o localizador apical do aparelho Tri Auto ZX no modo manual. Essa lima, com o “holder” conectado a ela e o painel de controle ajustado em 0,5, era levada em direção ao ápice até que a luz do painel de controle acendesse. Era feita uma nova leitura, sendo esta denominada medida eletrônica (“electronic lenght-EL”). Ainda no modo manual, os canais foram preparados na região coronária com brocas de Gates Glidden de números 4, 3 e 2. Depois deste passo, eram ajustados no aparelho o torque e a rotação e os canais eram instrumentados numa seqüência operatória coroa ápice modificada, utilizando os instrumentos rotatórios de níquel e titânio 0,04 série 29. A irrigação dos canais era feita com hipoclorito de sódio a 2,5%. Cada grupo de 20 dentes eram instrumentados na opção do reverso apical automático (AAR-1, AAR-1,5, AAR-2). Na região apical os canais foram instrumentados até o instrumento número 7 (0,46 mm de diâmetro da ponta). Quando este instrumento atingia o comprimento pré-estabelecido o aparelho acionava o seu reverso automático, a instrumentação parava e uma nova medida era feita, sendo esta denominada comprimento de instrumentação (“instrumented lenght-IL”). As limas só eram substituídas de um canal para outro se sofressem distorções. Foram comparadas as diferenças das medidas do modo medida atual (“actual lenght-AL”), com as medidas do modo eletrônico (“electronic lenght-EL”), nos 20 canais de cada grupo instrumentados com o reverso apical automático (AAR-1, AAR-1,5, AAR-2). Finalizando, os canais eram secos com pontas de papel absorvente, e a seguir um cone de guta-percha “fine-medium” (Kerr, Romulus, Mich) era levado no comprimento estabelecido pela instrumentação do reverso apical automático. O cimento utilizado para a obturação dos canais foi o “Root Canal Sealer” (Roth 801, Elite grade; Roth International Ltd., Chicago, Ill), sendo os 5 mm do terço apical obturados pela técnica dos condensadores de Schilder (Caulk, York, Pa.) e o restante com a técnica termoplastificada de guta-percha do sistema Obtura II (Obtura Corp., Fenton, Mo.). Com uma broca diamantada e em alta rotação os dentes

foram desgastados no terço apical e vistos num microscópio cirúrgico, onde foi observada se houve ou não a manutenção da constrição da junção cimento-dentina-canal. Foi concluído pelos autores que o aparelho no modo automático de reverso apical 1, coerentemente se aproximava da junção cimento-dentina-canal, entretanto esta constrição foi freqüentemente dilatada.

Em 1998, Thompson, Dummer<sup>112</sup> estudaram a eficácia dos instrumentos rotatórios de níquel e titânio acionados a motor Quantec 2000, em relação à prevalência de aberrações nos canais, quantidade e direção do transporte do canal e a forma final do canal radicular. Foram confeccionados 40 blocos de resina acrílica, que foram divididos em 4 grupos. As diferenças entre os grupos eram quanto ao início da curvatura, que poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada do canal e quanto ao seu grau que poderia ser de 20° ou 40°. Todos os canais tinham um comprimento de 16 mm. Foi utilizado, para a instrumentação, um motor elétrico NT-Matic (NT Company, Chattanooga, TN, USA), e um contra-ângulo de redução de 16:1, com rotação constante de 280 r.p.m. A instrumentação foi realizada por um único operador. Os canais simulados foram preparados seguindo o método coroa-ápice, recomendado pelo fabricante, terminando no instrumento de número 9 (ISO 0,40). Cada instrumento foi utilizado 4 vezes. A água foi utilizada como solução irrigadora, numa quantidade aproximada de 20 mL por bloco. Antes e após o preparo do canal, as imagens foram obtidas com uma câmera de vídeo. Essas imagens foram transportadas para um computador que, por meio de um “software”, sobrepôs as mesmas para que as diferenças fossem analisadas. Foram observados onze pontos demarcados no comprimento do canal radicular artificial, em relação ao desgaste das paredes pós-preparo. Os resultados mostraram que 53% dos canais apresentaram formações de “zips”. Foi encontrado um pequeno número de perfurações e degraus, sugerindo que até novos estudos serem

realizados os instrumentos Quantec 2000 mais calibrosos não devem ser usados no comprimento total de trabalho. A formação de “zips” é favorecida pelo desenho da ponta ativa dos instrumentos.

Para complementar o estudo anterior, Bryant et al.<sup>11</sup>(1998) estudaram a eficácia dos instrumentos rotatórios de níquel e titânio acionados a motor Profile .04 (Maillefer Instruments SA), em relação à prevalência de aberrações nos canais, quantidade e direção do transporte do canal e a forma final do canal radicular. Foram confeccionados 40 blocos de resina acrílica, que foram divididos em 4 grupos. As diferenças entre os grupos eram quanto ao início da curvatura, que poderia estar a 8 ou 12 mm do orifício de entrada do canal e quanto ao seu grau que poderia ser de 20° ou 40°. Todos os canais tinham um comprimento de 16 mm. Foi utilizado, para a instrumentação, um motor elétrico NT-Matic (NT Company, Chattanooga, TN, USA), e um contra-ângulo de redução de 16:1, com rotação constante de 280 r.p.m. A instrumentação foi realizada por um único operador. Os canais simulados foram preparados seguindo o método coroa-ápice, recomendado pelo fabricante, terminando no instrumento de número 35. Cada instrumento foi utilizado 4 vezes. A água foi utilizada como solução irrigadora, numa quantidade aproximada de 20 mL por bloco. Antes e após o preparo do canal, as imagens dos mesmos foram obtidas com uma câmera de vídeo. Essas imagens foram transportadas para um computador que, por meio de um “software”, sobrepôs as mesmas para que as diferenças fossem analisadas. Foram analisadas formações de “zip” apical, perfurações, transporte do centro axial, que foi medido em oito pontos no canal radicular. Os resultados mostraram que houve formações de “zip” em 24% dos casos, sendo que os desvios foram muito pequenos (menores 0,1mm); em 3% houve formação de degrau. Não houve perfurações ou desgaste excessivo da parede do canal correspondente a da zona de perigo. A performance dos

instrumentos estudados foi semelhante a do Profile série 29, exceto, pelo maior número de “zips” e menor quantidade de degraus criados.

Bryant et al.<sup>12</sup> (1999) verificaram a morfologia das paredes de canais artificiais em blocos de resina transparente, instrumentados com o sistema Profile de conicidade .04 e .06. Foram utilizados 40 blocos de resina, com 4 diferentes formas de canais simulados, quanto ao ângulo e posição da curvatura. Os blocos foram fotografados antes e depois da instrumentação e as imagens foram sobrepostas para análise. A técnica de instrumentação utilizada foi a recomendada pelo fabricante. Foi observada uma perda do comprimento de trabalho em 17,5% dos canais, “zips” apicais em 12,5% e um desgaste mais acentuado na parede côncava do canal em 60% dos casos. Até a instrumentação com instrumentos de número 25, não ocorreram alterações na forma do canal, mas a partir do instrumento de número 35, houve um maior desgaste da parede côncava. Foi concluído que os instrumentos rotatórios são rápidos, efetivos e modelam bem as paredes do canal, exceto naqueles com curvaturas próximas ao forame e usando instrumentos mais calibrosos pelo aumento de sua rigidez.

Para avaliar radiograficamente o desvio do canal no terço apical, após a instrumentação manual convencional, com limas Flexofile, Flex-R e Onyx-R, e instrumentação rotatória, com o Sistema Profile Série 29 conicidade 04, os autores Heck, Garcia<sup>45</sup> (1999) utilizaram 40 raízes méso-vestibulares de molares superiores extraídos de humanos. As radiografias pré e pós-operatórias foram feitas numa plataforma de modo a possibilitar tomadas radiográficas na mesma posição. Os resultados obtidos mostraram desvio apical em todos os grupos, sendo que as limas Onyx-R apresentaram os melhores resultados, estatisticamente significativos, em relação ao grupo das limas Flexofile. Em relação aos demais grupos não foram observadas diferenças estatísticas.

Grimm et al.<sup>40</sup> (1999) compararam, in vitro, a capacidade de corte das limas Flex-R (Union Broach) de aço inoxidável e Onyx-R (Union Broach) de níquel-titânio instrumentando, com ambas as limas, quarenta e oito dentes unirradiculares segundo a técnica de Paiva e Antoniazzi. Por meio da pesagem em balança analítica de precisão, foram obtidos os pesos dos dentes antes e após a instrumentação e então foi calculada a diferença entre esses dois valores, obtendo-se quanto cada dente foi desgastado. Foi concluído que existe diferença significativa na capacidade de corte entre os dois sistemas de limas utilizadas. Os resultados sugeriram que as limas Flex-R de aço inoxidável proporcionaram maior desgaste de dentina quando comparadas às limas Onyx-R de níquel-titânio.

Hülsmann et al.<sup>47</sup> (1999) criaram um novo método para avaliar o preparo do canal radicular quanto à limpeza, forma do preparo (longitudinal e transversal), segurança, tempo de trabalho e praticidade. Uma mufla foi construída, consistindo de uma parte média em forma de U e duas partes laterais que são fixadas por três parafusos. Ranhuras foram feitas nas paredes da mufla para permitir exato posicionamento entre as partes. Uma modificação da plataforma radiográfica permitiu tomadas radiográficas padronizadas sendo possível fazer a sobreposição das radiografias obtidas antes, durante e após o preparo. Na superfície inferior da parte média da mufla foi colocado um pequeno recipiente pré-fabricado em aço inoxidável com o objetivo de coletar os debris liberados apicalmente durante o preparo. Molares inferiores extraídos com dois canais mesiais foram incluídos em resina acrílica e posicionados em uma plataforma. As seguir foi preparado o canal mésio-vestibular ainda com a raiz não seccionada. Foram registrados nesta primeira etapa a manutenção da curvatura original do canal, segurança (perda de comprimento de trabalho, bloqueio apical, fratura de instrumento e perfuração lateral), quantidade de debris liberada na região apical e

tempo de trabalho. Para medir a quantidade de debris o que foi coletado foi primeiramente colocado em um aparelho dessecador para remoção da solução irrigadora e assim medir apenas os debris. Os dentes foram então seccionados transversalmente e o diâmetro inicial do canal méso-lingual foi fotografado e medido. As secções transversais foram reposicionadas na mufla e o canal méso-lingual de cada dente foi preparado. Novamente o tempo de trabalho e acidentes foram registrados. A liberação de debris não foi registrada neste momento pois muita quantidade pode ser liberada pelos espaços entre os fragmentos que, neste caso, foi o espaço correspondente à espessura do disco de diamante para corte que é de 0,3mm. O desvio do canal pode ser medido novamente nas radiografias obtidas na plataforma. Devido aos espaços entre as secções o tempo de trabalho foi prolongado. Ao final do preparo, foram feitas novas fotografias e novas medições do diâmetro do canal radicular. Depois disso, as secções foram removidas da plataforma, do bloco de resina, foram cortados longitudinalmente e preparados para análise da limpeza em microscópio eletrônico de varredura. Para a análise em microscópio eletrônico de varredura, foi escolhido o canal méso-vestibular de cada dente, pois este foi preparado antes das secções transversais e no momento da obtenção destas podem ter ocorrido irregularidades hidrodinâmicas as quais podem afetar a análise da limpeza. O presente modelo de estudo não resolveu todos os problemas dos estudos empregados para avaliar a qualidade do preparo do canal. Ainda assim é difícil avaliar todos os parâmetros relevantes durante o preparo do canal radicular. São necessários estudos que permitam maior comparação e padronização das formas de avaliação como, por exemplo, a padronização do aumento no microscópio eletrônico de varredura e das fotografias assim como também dos sistemas de “scores” usados para avaliação da limpeza. É importante também a padronização do método de medição da curvatura e a calibração do operador e do avaliador. Um consenso entre estes parâmetros pode posteriormente melhorar a

qualidade, possibilidade de comparação e confiabilidade dos estudos feitos para avaliar a qualidade do preparo do canal radicular.

Carvalho et al.<sup>18,19</sup> (1999) avaliaram o preparo com instrumentos manuais de níquel e titânio e aço inoxidável em canais radiculares curvos de molares inferiores empregado o método de Bramante. Foi observada a extensão e direção da movimentação do centro do canal radicular. Foram canais mesiais de quarenta e quatro molares inferiores com curvatura entre 25° e 35°. Os dentes foram incluídos em resina e foi feita uma mufla de acordo com o método de Bramante. Com disco de diamante em máquina de corte foram feitas duas secções transversais: no terço apical e no terço cervical. Antes do preparo foram obtidas e registradas em computador as imagens do canal radicular seccionado transversalmente. Com o programa para computador Mocha as imagens foram medidas e analisadas. As secções foram montadas e posicionadas dentro da mufla e foi dado início à instrumentação. Após o preparo as amostras foram removidas da mufla e foram fotografadas obtendo-se imagens do canal radicular seccionado transversalmente. As imagens obtidas foram sobrepostas e analisadas. A extensão e direção do deslocamento do canal radicular foram avaliadas. Na análise das secções transversais cervicais houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação ao deslocamento do canal radicular em direção ao quadrante disto-lingual. Em relação aos outros quadrantes, no terço cervical, não houve diferenças significativas. Na análise das secções apicais não houve diferença significativa entre os grupos.

Foi analisada por Banegas et al.<sup>4</sup> (2000) a confiabilidade do uso de canais radiculares artificiais em blocos de acrílico para a realização de estudo de diferentes técnicas de instrumentação. Na primeira parte deste trabalho foram utilizados 30 blocos de acrílico, tomados ao acaso, em um grupo de 50 espécimes que continham canais

artificiais, cuja curvatura era de aproximadamente 30°. Antes da instrumentação os blocos foram seccionados horizontalmente a 1, 5 e 10 milímetros do ápice, por meio de um micrótomo. Os cortes foram perpendiculares ao eixo principal do canal. As secções foram analisadas em um fotomicroscópio para se determinar a média dos diâmetros dos canais radiculares nos diferentes níveis. Na segunda parte deste trabalho, foram selecionados 10 blocos semelhantes aos anteriores, que foram divididos em 2 grupos. O grupo 1 foi instrumentado pelo sistema Quantec SC série 2000, seguindo as recomendações do fabricante. O grupo 2 foi instrumentado pelas limas manuais tipo Kerr, seguindo a técnica escalonada, sendo o terço apical dilatado até o instrumento número 30. No terço cervical foram utilizadas as brocas de Gates Glidden números 2 e 3. Os dois grupos foram seccionados seguindo as especificações da primeira parte deste trabalho. Foi avaliado o aumento de porcentagem do diâmetro do canal radicular artificial, após a instrumentação, nos 3 níveis. Foram encontradas diferenças significantes na análise estatística dos grupos e níveis analisados. Os autores concluíram que os blocos de acrílico com canais radiculares artificiais constituem um modelo experimental apropriado para o estudo comparativo da ação de diferentes instrumentos e técnicas de instrumentação.

Pereira et al.<sup>76</sup> (2001) estudaram o comportamento das limas manuais de aço inoxidável e de níquel-titânio em relação ao transporte apical, por meio da dupla exposição radiográfica. Foram utilizadas, neste estudo, raízes mesiais curvas de molares superiores humanos extraídos, que foram instrumentadas em um grupo com as limas Flexofile (Maillefer) e em um outro grupo com limas de níquel-titânio SureFlex (Maillefer). Foram feitas tomadas radiográficas padronizadas antes e após a instrumentação dos canais. A observação do desvio apical foi feita pela sobreposição das imagens radiográficas antes e após a

instrumentação. Os resultados mostraram não haver diferenças estatísticas significativas entre os dois instrumentos.

Calberson et al.<sup>14</sup> (2002) avaliaram a conformação de canais radiculares simulados após a instrumentação com os instrumentos rotatórios de níquel e titânio do sistema GT. Foram utilizados 40 canais artificiais em blocos de resina, com curvaturas de 40° e 60°, apresentando parte reta do canal de 8 e 12 mm. A instrumentação foi feita seguindo a técnica “Crown-down”. As imagens dos canais antes e após a instrumentação foram registradas, depois sobrepostas e estudadas utilizando um sistema de análise de imagens em um computador. A análise foi feita em 5 pontos: na entrada do canal; na metade da distância entre a entrada do canal e o início da curvatura; início da curvatura; final da curvatura e no final do preparo apical. Ocorreram, neste estudo, 2 dois instrumentos fraturados, e 9 instrumentos deformados. Ocorreram também 8 “zips” apicais e 1 degrau. Os autores concluíram que, sob as condições deste estudo, os instrumentos rotatórios de níquel e titânio GT determinaram formas aceitáveis de canais. Em canais curvos e estreitos, o comprimento da parte reta do canal determina a direção do transporte apical do canal mais do que o ângulo de curvatura. Na instrumentação dos canais com curvaturas de 60°, foi observada uma alta incidência de deformação dos instrumentos, principalmente quando a conicidade do mesmo era de 0,04 mm.

Ponti et al.<sup>80</sup> (2002) fizeram duas análises em seu estudo: 1) avaliaram um novo método de estudo, o Cubo Endodôntico, como ferramenta para estudar a instrumentação em dentes extraídos; 2) compararam os instrumentos de níquel e titânio dos sistemas Profile .06 série 29 e do sistema GT quanto à manutenção da centralização de canais radiculares curvos em dentes naturais após a instrumentação. O Cubo Endodôntico é composto por cinco peças de metal que podem ser unidas em um cubo por meio de um sistema de dez parafusos. Foram

usadas raízes mesiais de 10 primeiros e segundos molares inferiores com canais separados desde a sua embocadura até o forame apical. Os dentes foram separados em dois grupos de acordo o grau e forma de curvatura e incluídos em blocos de resina acrílica. Na lateral dos blocos de resina foram feitas ranhuras para garantir precisão no momento da remontagem das secções dentro do cubo. Cada amostra foi seccionada em cinco partes usando, para isso, um disco de diamante com 0,3mm de espessura. As secções do terço médio tiveram uma espessura de 1,7 mm, variando entre 1,0 a 6,0 mm de distância a partir do comprimento de trabalho. O primeiro corte foi feito exatamente a 5,0 mm do comprimento de trabalho. Cada secção transversal foi marcada e identificada para facilitar a sobreposição das imagens. Cera de cor azul escura foi aquecida e colocada dentro do canal de cada segmento para facilitar a observação dos canais nas imagens obtidas. Foram feitas fotografias digitais padronizadas de cada secção antes da instrumentação. As secções então foram remontadas no cubo e foi dado início à fase de instrumentação. No grupo I foi usado o sistema rotatório Profile .06 Taper Série 29 e o batente apical foi ampliado até o instrumento de diâmetro 0,217mm. No grupo II foi usado o sistema rotatório Profile GT Series e o batente apical foi ampliado até o instrumento 0.06 GT (#20). Como substância lubrificante foi usado o RC Prep (Premier Dental Products Company, King of Prússia, PA) e como solução irrigadora entre cada instrumento foi usado a água destilada. Após a instrumentação as secções foram novamente separadas e fotografadas. As imagens obtidas foram analisadas com o programa de computador Gateway 4200 (Gateway, North Sioux City, SD), usando o Adobe Photoshop versão 5.0 (Adobe Systems, San Jose, CA). A distância que o centro do canal se moveu após a instrumentação foi medida sobrepondo as imagens dos canais não instrumentados e instrumentados, usando o mesmo programa Adobe Photoshop 5.0. Antes da instrumentação o centro do canal foi identificado pela localização do ponto central de um retângulo contornando a maior

extensão vestibulo-lingual e méso-distal de cada canal. O canal radicular foi contornado após a instrumentação. Como após o preparo, o canal tende a ficar com a forma circular, o centro do canal após a instrumentação foi determinando sobrepondo os dois contornos, o do antes e o do após a instrumentação. Nos casos de canais ovais ou irregulares, a parte instrumentada do canal radicular foi facilmente distinguida da porção não instrumentada. O ponto central foi encontrado da mesma forma. A distância que o ponto central moveu após a instrumentação foi determinada dividindo a distância entre os dois pontos centrais pelo número de pixels por milímetro. Os dados foram submetidos à análise estatística. Para cada instrumento usado, metade das curvaturas radiculares foi menor que 20°. A combinação entre grau de curvatura e técnica de instrumentação também foi analisada estatisticamente. Como resultado foi observado que não houve diferenças significantes entre os dois sistemas rotatórios para cada um dos três níveis de corte. A combinação entre grau de curvatura e técnica de instrumentação também não influenciou na capacidade de manter o caminho original do canal.

No estudo de Hata et al.<sup>44</sup> (2002), um total de 160 blocos de resina com canais simulados com curvatura de 20° e 30° foram selecionados, tiveram seu raio de curvatura calculado e foram preparados com os instrumentos rotatórios Profile e GT e com os instrumentos manuais Flex-R, usando a técnica de força balanceada. Com um programa de computador as imagens pré e pós-operatória dos canais simulados foram armazenadas e sobrepostas, e então a quantidade de material removida da parte interna e externa da curvatura foi medida em cinco níveis nos cinco milímetros apicais do canal. As medidas da parte interna da curvatura foram registradas com valor negativo e as medidas da parte externa foram registradas com valor positivo. Quando a soma dos valores negativo e positivo foi igual a zero, foi considerado que o

canal radicular foi perfeitamente preparado e sem desvio. Quando a soma deu um valor negativo ou positivo, o preparo do canal foi considerado como desviado para a parte interna ou externa da curvatura, respectivamente. O tempo exigido para o preparo do canal, incluindo irrigação, e o tempo tomado para a troca dos instrumentos foi registrado. A um milímetro do ápice o transporte do canal foi mais freqüente em direção à parte externa da curvatura, tendo como única exceção o grupo dos canais instrumentados pela técnica de força balanceada nos qual maior quantidade de material foi removida da parte interna da curvatura. A técnica de força balanceada exigiu maior tempo de preparo do que a instrumentação rotatória.

Busquim, Santos<sup>13</sup> (2002) avaliaram o desgaste promovido em dentina pelas limas Flare número 25 (0,08) (Quantec Flare Series, Analytic Endodontics, Glendora, Califórnia, EUA) e pelas brocas Gates-Glidden números 1 e 2 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), nos canais méso-vestibular e méso-lingual, respectivamente, de molares inferiores permanentes humanos extraídos. A espessura das paredes dentinárias antes e posteriormente à instrumentação foi medida em nove molares que foram incluídos em resina acrílica transparente. Cada amostra foi cortada em três secções transversais ao longo da extensão coronária-apical do dente. As secções tiveram aproximadamente um milímetro de largura e foram obtidas por meio de um micróto mo Labcut 1010 (Mitutoyo, Tokyo, Japan). Cada secção foi numerada e a largura de dentina ao redor do canal foi medida por meio de um Perfilômetro PJ 3000 ((Mitutoyo, Tokyo, Japan). A distância entre a parte convexa do canal radicular e a superfície externa radicular, os lados mesial e distal, foram medidas. As secções foram remontadas e foi dado início à instrumentação. O canal méso-vestibular foi preparado com o instrumento Flare número 25 e conicidade .08, a 250 rpm. No canal méso-lingual o preparo foi feito com as brocas de Gates-Glidden número 1 e 2, em baixa rotação. Após o preparo, as

secções foram separadas e medidas novamente. A análise dos resultados demonstrou não haver diferença estatística significativa entre o desgaste lateral provocado pelos instrumentos avaliados no primeiro e segundo milímetros, enquanto que no terceiro milímetro observou-se maior desgaste realizado pelas limas Flare. Em relação ao desgaste mesial, um comportamento semelhante dos instrumentos avaliados foi observado, estatisticamente não significativo. As brocas Gates-Glidden demonstraram um desvio para mesial no segundo e terceiro milímetros, detectado pela diferença estatisticamente significativa do desgaste nesta direção. As limas Flare não demonstraram diferença estatisticamente significativa de desgaste quando se comparou as direções mesial e lateral.

Rödig et al.<sup>87</sup> (2002) avaliaram o preparo de canais radiculares distais de molares inferiores, canais este com a forma oval. Foram utilizados para a instrumentação 3 diferentes instrumentos rotatórios de níquel e titânio: Lightspeed (Lightspeed Inc., San Antonio, TX, USA), Profile .04 (Maillefer, Ballaigues, Switzerland) e Quantec SC (Tycom, Irvine, CA, USA). Três grupos de molares inferiores extraídos com canais radiculares distais com a forma oval foram embutidos em muflas de acordo com a técnica de Bramante et al.<sup>9</sup>(1987), porém com modificações. Foram feitas secções transversais das raízes a 3, 6 e 9 mm distantes do ápice radicular. Cada secção transversal foi fotografada antes e após a instrumentação. A instrumentação foi feita com ênfase nas extensões vestibular e lingual dos canais radiculares ovais. Foram observados os seguintes parâmetros: comparação das fotografias pré e pós-operatórias, com relação às extensões vestibular e lingual do preparo; características de segurança (fraturas de limas, perfurações, perda do comprimento de trabalho), capacidade de limpeza (avaliação ao M.E.V. usando 5 scores para debris remanescentes e smear layer) e tempo de trabalho. A sobreposição das fotografias do pré e pós-operatório mostrou extensões vestibulares e linguais não instrumentadas ou pouco

instrumentadas, isso para todos os instrumentos utilizados neste trabalho. Quanto a remoção dos debris, os instrumentos Quantec SC alcançaram os melhores resultados, seguidos pelos instrumentos Profile .04 e Lightspeed. A instrumentação, feita por todos os instrumentos testados, resultou em uma considerável “smear layer” cobrindo as paredes dos canais radiculares. O tempo de trabalho foi menor para o sistema Profile .04 do que para o sistema Quantec SC e Lightspeed, mas estas diferenças não foram significantes. Para todos os parâmetros avaliados não houve diferenças significantes entre cada um, para todos os instrumentos utilizados neste estudo. Os autores concluíram que a flexibilidade dos instrumentos de níquel e titânio estudados não permitiu um preparo controlado das extensões vestibular e lingual dos canais radiculares ovais. Os instrumentos freqüentemente produziram uma saliência circular nos canais, entre as extensões vestibular e lingual pouco preparadas, deixando “smear layer” e debris.

Berbert et al.<sup>7</sup> (2002) estudaram a ocorrência de desvio apical em canais radiculares curvos após a instrumentação ultra-sônica empregando limas de extremidade inativa (Flexofile). Foram usados trinta canais radiculares de primeiros molares superiores extraídos de humanos que foram submetidos a tomadas radiográficas padronizadas. Seus traçados foram reproduzidos sob aumento de 20 vezes, antes e após a instrumentação dos canais radiculares e os desvios apicais medidos. Os resultados foram submetidos à análise estatística e foi observado maior desvio apical quando limas de ponta ativa foram utilizadas. Os autores concluíram que o desvio apical observado com as limas de extremidade inativa foi menor do que o provocado pelos instrumentos de extremidade ativa.

Barbizam et al.<sup>6</sup> (2002) avaliaram a efetividade das técnicas de instrumentação manual e rotatória em relação à limpeza de canais radiculares achatados. Foram empregados vinte incisivos centrais

inferiores, com raiz achatada no sentido méso-distal e canal único. As amostras foram divididas em dois grupos de dez dentes em cada. Nos dois grupos o preparo foi feito baseando-se no princípio coroa-ápice e os canais foram ampliados até o instrumento #40 no comprimento de trabalho. No grupo I os canais foram preparados com os instrumentos rotatórios de níquel e titânio Profile .04 e no grupo II o preparo foi feito com limas manuais tipo K. Para irrigação foi empregada água destilada e deionizada após cada troca de instrumento e ao final do preparo. O terço apical de cada raiz foi seccionado, removido e processado histologicamente. Foram obtidos cortes seriados transversais de 5 µm de espessura os quais foram corados em H.E. As secções foram examinadas com microscópio óptico (40X) acoplado a um computador no qual as imagens foram armazenadas. Sobre a imagem no computador uma grade quadriculada foi colocada para avaliar a área total do canal e a presença de debris. A porcentagem de debris nas paredes do canal radicular após o preparo foi calculada e o teste não-paramétrico Mann-Whitney foi aplicado para a análise estatística. Os resultados mostraram diferenças significativas entre os grupos. A instrumentação manual foi mais efetiva na limpeza de canais achatado no sentido méso-distal do que a instrumentação rotatória, embora nos dois grupos nenhum canal tenha sido completamente limpo.

Weiger et al.<sup>116</sup> (2003) avaliaram o preparo de canais radiculares curvos feita com os instrumentos rotatórios, recentemente lançados, FlexMaster, comparando-os com os instrumentos rotatórios Lightspeed e com as limas manuais de níquel e titânio, seguindo a técnica de forças balanceadas. Foi feita uma observação do contorno do canal radicular, antes e após a instrumentação, realizando secções transversais das raízes, a 2,5 mm aquém do comprimento de trabalho. Foram observados e registrados também o desvio do canal radicular, a perda do comprimento de trabalho, fratura de instrumentos e o tempo gasto para a

instrumentação. Os resultados obtidos mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos quanto ao desgaste das paredes dos canais radiculares. O transporte do canal radicular foi significativamente menor no grupo Lightspeed do que no grupo FlexMaster. A perda do comprimento de trabalho ocorreu em 5 casos: 4 no grupo Lightspeed e 1 no grupo FlexMaster. Dois instrumentos Lightspeed fraturaram. O tempo gasto com a instrumentação no grupo FlexMaster foi igual a metade do tempo gasto para a instrumentação no grupo da instrumentação manual. Os autores concluíram que os instrumentos rotatórios FlexMaster são adequados para preparar canais radiculares curvos e mostraram resultados semelhantes aos instrumentos Lightspeed, com um risco mínimo de fratura mas com maior risco de transporte do canal radicular.

Bergmans et al.<sup>8</sup> (2003) avaliaram a influência da conicidade progressiva e constante dos sistemas rotatórios K3 e ProTaper, no preparo de canais radiculares mesiais de molares inferiores, que foram seccionados transversalmente em terços. As amostras foram digitalizadas em 3 D antes e depois do preparo com as limas ProTaper (conicidade progressiva) ou K3 (conicidade constante). Valores numéricos foram estabelecidos para curvatura, quantidade de remoção de dentina e centralização do canal além de ter sido feita uma análise visual das deformações nos canais radiculares. No terço coronário houve um maior deslocamento em direção à área de furca para o sistema ProTaper. No terço apical o deslocamento em direção a parede externa da curvatura foi observado apenas no grupo onde foi utilizado o sistema K3. Nenhuma deformação severa foi encontrada em ambos os grupos. Os autores concluíram que a instrumentação, com o sistema ProTaper, foi menos influenciada pela curvatura apical do que a instrumentação com o sistema K3, por isso o sistema ProTaper proporcionou uma adequada

centralização do canal radicular no terço apical. Porém, o sistema ProTaper tendeu ao transporte para a região de furca no terço cervical.

Schäfer, Florek<sup>96</sup> (2003) compararam o tipo de preparo obtido com os instrumentos rotatório de níquel e titânio K3 e com as limas manuais de aço inoxidável Flexofile. Este trabalho descreve a eficiência desses dois sistemas de limas em canais curvos simulados. Foram utilizados 48 blocos de resina com canais curvos simulados, cuja curvatura era de 28° e 35°. Com os instrumentos rotatórios de níquel e titânio K3 foram instrumentados 24 blocos, a uma velocidade de 250 r.p.m., seguindo a técnica “crown-down” de instrumentação. No grupo das limas manuais de aço inoxidável Flexofile foram instrumentados, também, 24 blocos, realizando-se movimento de limagem. Todos os canais artificiais foram dilatados até lima de número 35. Foram feitas e registradas imagens dos canais artificiais antes e após a instrumentação. Essas imagens foram transportadas para um computador e a qualidade da forma dos canais artificiais foi analisada por um programa específico para análise de imagens. A remoção de material foi medida em 20 pontos, começando a 1 mm a partir do ápice. Foram registrados também neste trabalho: incidência de aberrações, tempo de preparo, alterações do comprimento de trabalho e fratura dos instrumentos. Em comparação com as limas manuais de aço inoxidável Flexofile, os instrumentos rotatórios de níquel e titânio K3 proporcionaram uma melhor forma do canal e mostraram menos transporte do canal. Durante a instrumentação, 11 instrumentos rotatórios K3 fraturaram, e nenhum dos instrumentos manuais de aço inoxidável Flexofile fraturou. Quanto ao tempo gasto para a instrumentação, o sistema K3 foi significativamente mais rápido. Ambos os sistemas utilizados neste estudo mantiveram um bom comprimento de trabalho. Os autores concluíram então que os instrumentos rotatórios K3 prepararam canais curvos rapidamente e com o mínimo de transporte do canal em direção ao lado externo da curvatura. Concluíram também que a

fratura dos instrumentos foi mais freqüente entre os instrumentos rotatórios de níquel e titânio K3.

Schäfer, Schlingemann<sup>92</sup> (2003) determinaram a capacidade de limpeza e a de dar forma dos instrumentos rotatórios de níquel e titânio K3 (Sybron Endo) e das limas manuais de aço inoxidável K-Flexofiles durante o preparo de canais radiculares curvos em dentes humanos extraídos. Foram utilizados 60 canais radiculares de molares superiores e inferiores com curvaturas entre 25° e 35° que foram divididos em dois grupos de 30 canais. Um grupo foi preparado com os instrumentos rotatórios de níquel e titânio K3 seguindo a técnica “crown-down” e o outro com as limas manuais de aço inoxidável K-Flexofile até o instrumento de número 35. Utilizando radiografias tiradas antes e após a instrumentação, a retificação das curvaturas dos canais foi determinada por um programa de análise de imagens em um computador. Após a secção longitudinal das raízes, a quantidade de debris e de camada residual foi quantificada por meio de um microscópio eletrônico de varredura. Cinco instrumentos K3 fraturaram, sendo que com nenhum dos instrumentos K-Flexofiles aconteceu o mesmo. A limpeza completa não foi observada em nenhum dos grupos. Para a remoção dos debris as limas manuais K-Flexofile alcançaram os melhores resultados em relação aos instrumentos rotatórios K3. Os resultados para a remoção da camada residual foram semelhantes. Os instrumentos K3 mantiveram melhor a curvatura original do canal do que as limas K-Flexofile.

Gonzalez-Rodriguez, Ferrer-Luque<sup>37</sup> (2004) avaliaram as alterações na morfologia da secção transversal de canais radiculares curvos após a instrumentação com os sistemas rotatórios de níquel e titânio Profile, Hero 642, e K3 usando o método de análise da imagem digital. Foram utilizados trinta canais mesiais curvos (25-40°) de molares inferiores. Os dentes foram incluídos em resina e as raízes foram seccionadas transversalmente em três níveis: apical, médio e cervical. Os

canais foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos de instrumentação utilizando Profile .04 e .06, Hero 642, e K3. As secções transversais antes e após a instrumentação foram digitalizadas e as áreas dos canais foram medidas por meio de um programa de imagens de computador. O sistema Hero 642 mostrou uma capacidade de corte significativamente maior que o sistema K3 e Profile em todas as três secções, não existindo diferenças observadas entre os sistemas K3 e Profile. Todos os três sistemas proporcionaram uma forma arredondada aos canais nos terços cervical, médio e apical. O sistema Hero foi o que mais alterou a forma da secção transversal dos canais radiculares.

Shäfer, Vlassis<sup>93</sup> (2004) determinaram a capacidade de limpeza e de dar forma dos instrumentos rotatórios ProTaper e RaCe no preparo de canais radiculares curvos extraídos. Foram usados 48 molares superiores e inferiores com canais radiculares curvos com diâmetro inicial #15. Com um instrumento de mesmo diâmetro no interior do canal foram obtidas radiografias iniciais de cada dente. O dente foi colocado em um molde feito de silicone para ser mantido em posição constante. O molde de silicone continha um aparato radiográfico paralelo embebido em resina acrílica. Neste aparato foi colocada a película radiográfica de modo que ela ficasse paralela ao longo eixo do dente. O cone de raio-x foi posicionado paralelo à película radiográfica. A distância entre película/dente e cone de raio-x foi padronizada. O grau e o raio de curvatura das raízes foram determinados e foram usadas apenas aquelas que apresentassem raio entre 4 e 9 mm e grau entre 25° e 35°. Com base no grau e raio de curvatura os dentes foram divididos em dois grupos de 24 amostras cada. Os canais foram preparados e na seqüência o grau de curvatura foi novamente determinado com um instrumento no seu interior a fim de comparar a curvatura antes e após o preparo. As raízes foram então seccionadas longitudinalmente e preparadas para serem observadas no microscópio eletrônico de varredura. Nos três terços

apical, médio e cervical a limpeza do canal foi avaliada aplicando um esquema de “scores” para a presença de debris e “smear layer”. Como resultado foi observado que os instrumentos rotatórios do sistema RaCe removeram mais debris do que os instrumentos do sistema ProTaper, no entanto em termos de smear layer não houve diferenças estatisticamente significantes. Os instrumentos RaCe mantiveram mais a curvatura original do canal do que os instrumento ProTaper.

Ferreira et al.<sup>30</sup> (2004) analisaram histologicamente a capacidade de limpeza da instrumentação rotatória de níquel e titânio com o sistema Profile associada à irrigação ultra-sônica do canal radicular. Foram usados doze incisivos inferiores com canal único divididos em três grupos de acordo com o método de irrigação avaliado. Em todos os grupos os canais foram preparados com o sistema Profile. No grupo I os canais foram irrigados com 5 mL de hipoclorito de sódio a 1% utilizando seringa Luer-Lok e agulha para irrigação a cada troca de instrumento. No grupo II os canais foram irrigados com ultra-som por 1 minuto entre cada troca de instrumento e no grupo III os canais foram irrigados a cada troca de instrumento com 5 mL de solução com seringa Luer-Lok e irrigação final com ultra-som por 3 minutos. Após o preparo o terço apical de cada raiz foi submetido ao processamento histológico. A análise foi feita empregando-se um microscópio óptico em aumento de 40X e uma grade colocada sobre a imagem obtida. Os resultados mostraram diferença estatística entre os métodos de irrigação. A irrigação a cada troca de instrumento com seringa e irrigação final com ultra-som por 3 minutos foi mais efetiva na limpeza das paredes dentinárias.

Rangel et al.<sup>84</sup> (2005) avaliaram o desempenho do sistema rotatório RaCe em canais radiculares simulados. Foram utilizados quarenta canais simulados em blocos de resina apresentando diferentes formas: início da curvatura em 8 e 12 mm a partir do início do canal e graus de curvatura de 20° e 40°. O raio de curvatura foi de 16 mm. A

solução irrigadora empregada para a instrumentação foi a água e cada instrumento foi lubrificado com Glyde File Prep (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Dez canais foram preparados em 17 mm até o diâmetro #40 e conicidade 02. A sequência “Crown-Down” sugerida pelo fabricante termina o preparo apical em 25.02; no entanto, desta forma não foi possível obter um batente apical. Assim, mais cinco instrumentos foram incluídos na sequência de instrumentação para estabelecer um “stop” apical. O tempo para o preparo foi registrado excluído tempo usado para irrigação e troca de instrumentos. Em condições padronizadas, foram obtidas imagens pré e pós operatórias dos canais simulados sendo feita a sobreposição das mesmas para avaliar qualidade do preparo. Em relação a deformações foram observados os seguintes itens: perfurações, zonas de perigo, degraus e “zips”. A sobreposição de imagens também permitiu que fosse feita a medida da quantidade de resina removida pelo preparo. Todas as medidas foram feitas de modo perpendicular ao longo eixo do canal radicular original. As medidas foram feitas em pontos fixos: 0,5 e 1 mm a partir do preparo apical, início da curvatura, metade entre o início da curvatura e o início do canal e no início do canal simulado. O quanto o canal foi transportado foi determinado a partir das medidas da parte interna e externa da curvatura. Como resultados foram obtidos que o tempo para o preparo dos canais foi de 1,33 (20°, 8 mm), 1,39 (40°, 8mm), 1,33 (20°, 12mm) e 1,39 (40°, 12 mm). A análise estatística mostrou que a forma do canal não influenciou significativamente o tempo de preparo. Não houve fratura de instrumentos, mas três deles se deformaram: dois instrumentos 25.04 e um instrumento 25.06. Trinta e três canais de quarenta (82%) mantiveram o comprimento de trabalho. Não houve diferença significativa entre os tipos de canais na perda do comprimento de trabalho. Não houve formação de “zips”, degraus ou perfurações. Uma zona de perigo foi observada em um canal com 40° e 8 mm em duas imagens pós operatórias: uma após o preparo com o instrumento 30.06 e outra após o preparo com o instrumento 40.02. A

zona de perigo não foi observada quando o preparo ainda estava no instrumento 25.02. Sob as condições deste estudo os autores concluíram que o sistema rotatório RaCe preparou canais simulados de maneira rápida, com poucas alterações no comprimento de trabalho, com poucos instrumentos deformados e ausência de fraturas. Os instrumentos RaCe não causaram a formação de “zips” ou perfurações e apenas uma zona de perigo (desgaste excessivo na parede externa da curvatura no terço médio do canal) foi observada.

Yoshimine et al.<sup>125</sup> (2005) compararam os efeitos do preparo com três instrumentos rotatórios de níquel e titânio: Protaper (Dentsply-Maillefer), K3 (SybronEndo, Orange, CA) e RaCe (FKG, La Chaux-de-Fonds, Switzerland), dando ênfase no transporte do canal. Foram usados 30 blocos de resina acrílica com canal simulado com curvatura em forma de S (Endo Training-Bloc-S, conicidade 02; Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Tais canais foram todos preparados em comprimento de trabalho de 15,5 mm (0,5 mm aquém do ápice), em velocidade de 250 rpm e controle de torque nível 3, usando contra-ângulo redutor de 8:1 acionado por motor elétrico (TCM Endo; Nuvag, Goldach, Switzerland). Para a lubrificação inicial dos canais foi usado RC-Prep (Stone Pharmaceuticals, Philadelphia, PA). A irrigação copiosa foi feita com água após uso de cada instrumento. Cada instrumento foi usado cinco vezes antes de ser descartado. Não houve fratura de nenhum instrumento. Os canais foram preparados seguindo a técnica coroa-ápice até o instrumento de diâmetro #30. Os desvios foram avaliados comparando as imagens pré e pós-operatórias. O alargamento do canal foi medido em dois pontos correspondendo à curvatura coronária e apical. A largura do canal foi medida calculando a distância entre o centro do canal original até a margem interna e externa do canal preparado. A quantidade de resina eliminada durante o preparo também foi registrada. Os instrumentos Protaper causaram maior ampliação dos canais quando

comparados ao K3 e RaCe, principalmente no lado interno da curvatura coronária e apical. Os instrumentos RaCe mostraram a mínima quantidade de resina removida. Além disso, os instrumentos Protaper mostraram tendência à formação de degrau e “zip” na região apical do preparo. Esses desvios podem ter sido causados pelos instrumentos de acabamento do sistema Protaper (“finishing files”), que parecem ser menos flexíveis que outros instrumentos de mesmo diâmetro, devido à sua maior conicidade. O sistema ProTaper e RaCe causaram uma leve alteração no trajeto original dos canais na região apical do preparo. Os resultados deste estudo sugerem que sistemas rotatórios de níquel e titânio incluindo instrumentos com menor conicidade, mais flexíveis, como os instrumentos K3 e RaCe, podem ser usados para o preparo apical de canais com curvatura acentuada.

Guelzow et al.<sup>41</sup> (2005) empregaram o método de Bramante modificado para avaliar a forma do preparo do canal radicular (secção transversal, alteração do comprimento de trabalho e desvio) feito com uma técnica manual e seis diferentes instrumentos rotatórios de níquel e titânio (FlexMaster, System GT, HERO 642, K3, ProTaper e RaCe). Foram utilizados 147 molares inferiores extraídos com raízes mésio-vestibular com grau de curvaturas apicais de valores próximos entre si as quais foram divididas em 7 grupos (n=21) e incluídas em mufla. Uma plataforma radiográfica foi adaptada à mufla e isto permitiu obter radiográficas padronizadas para serem analisadas antes e após o preparo. Para evidenciar a morfologia do canal na radiografia foi introduzido dentro dele um cone de prata antes e após o preparo. Todos os canais foram preparados até o diâmetro #30 empregando-se técnica coroa-ápice para os instrumentos rotatórios de níquel e titânio e a técnica clássica manual empregando-se alargadores e limas Hedström. Os canais foram instrumentados antes de serem seccionados transversalmente. A seguir, foram feitas avaliações da radiografias quanto

a alterações de comprimento de trabalho assim como manutenção da curvatura do canal utilizando empregando-se para isso um programa de computador ( SIDEXIS 5.5/5.5x; Sirona Dental Systems, Bensheim, Germany). Após o preparo dos canais as raízes foram transversalmente seccionadas a 3, 6 e 9 mm do ápice radicular. A seguir, as imagens pós-operatória dos canais foram observadas por meio de microscópio óptico (50X) e fotografias. De acordo com Loushine et al. (1989) as secções transversais foram classificadas como circular, oval e irregular. Em relação ao comprimento de trabalho em nenhum dos canais houve bloqueio por restos de dentina, no entanto houve em vários canais a perda e o aumento do comprimento não existindo diferença significativa entre os grupos. Para o desvio do canal radicular também não houve diferença significativa entres os grupos. Os resultados relativos à forma do canal na análise da secção transversal mostraram para o sistema ProTaper o menor número de conformação irregular no três terços do canal. Todas as fraturas ocorreram no terço apical. Os autores concluíram que para o sucesso do tratamento endodôntico é mais importante o correto diagnóstico do caso do que a escolha do instrumento endodôntico. Todos os instrumentos empregados neste estudo respeitaram a curvatura original do canal radicular.

Merrett et al.<sup>71</sup> (2006) compararam o desempenho dos sistemas rotatórios de NiTi RaCe e FlexMaster em canais radiculares simulados. Um total de 80 canais com quatro diferentes formas foram preparados com os dois sistemas. A curvatura dos canais foi entre 20° e 40° e o raio de curvatura foi de 16 mm. Todos os canais foram preparados no mesmo comprimento de trabalho e até o diâmetro #30 com conicidade de .06. A instrumentação dos canais nos dois grupos foi feita seguindo o princípio coroa-ápice. Imagens pré e pós-operatórias dos canais foram obtidas e armazenadas em computador para sua posterior sobreposição e análise da instrumentação. A fratura de instrumentos, o tempo de preparo

e o acontecimento de desvios do trajeto original do canal foram considerados. Como resultados os autores obtiveram que não houve diferença significativa entre os sistemas em relação ao tempo de preparo. Um instrumento RaCe e dois FlexMaster fraturaram. Não houve formação de “zips” ou degraus nem zonas de perigos foram criadas. Uma perfuração e oito desvios para a parede externa da curvatura aconteceram com os instrumentos FlexMaster; com os instrumentos RaCe houve duas amostras com excesso de desgaste na parede externa da curvatura. Não foram encontradas diferenças entre os instrumentos em relação à direção do transporte do canal. RaCe e FlexMaster prepararam canais rapidamente e causando poucos desvios.

Uyanik et al.<sup>114</sup> (2006) avaliaram a instrumentação rotatória em dentes extraídos por meio da tomografia computadorizada. Foram usados trinta primeiros molares inferiores desde que a raiz mesial tivesse dois canais radiculares separados, com curvatura entre 20° e 30°. Os dentes foram incluídos em resina acrílica, a abertura coronária foi feita e radiografias dos dois canais mesiais foram feitas com lima K número 10 no seu interior para determinar a curvatura, conforme descrito por Schneider<sup>97</sup> (1971), e o comprimento de trabalho. Os dentes foram distribuídos, de acordo com o grau de curvatura semelhante, em três grupos. No grupo 1 foi usado os instrumentos Hero Shaper, no grupo 2 o ProTaper e no grupo 3 o RaCe, todos de acordo com as instruções do fabricante. Durante o preparo, o canal foi preenchido com RC-Prep (Premier Dental Products, King of Prússia, PA) como lubrificante e quelante. A irrigação foi feita com 10 mL de hipoclorito de sódio a 2,5 % a cada troca de instrumento. Cada instrumento foi usado apenas uma vez. As raízes mesiais foram digitalizadas usando um aparelho Toshiba TSX-002A CT (Toshiba Corp, Tochigi-Ken, Japan) antes e após a instrumentação. Durante a digitalização, os dentes foram mantidos alinhados de modo que o longo eixo da raiz ficasse perpendicular ao feixe

de luz emitido pelo aparelho. A partir do primeiro milímetro apical foram feitas imagens de quatorze secções transversais em distâncias de 1 mm até a região coronária. O volume do canal para cada dente foi determinado com programa de computador, antes e após a instrumentação. As secções foram montadas com o programa “3D-Doctor” (v.3.5 Able Software Corp, Lexington, MA). O volume de dentina removido foi determinado, em  $\text{mm}^3$ , para cada raiz subtraindo o volume do canal instrumentado do não instrumentado.

Jodway, Hülsmann<sup>50</sup>(2006) avaliaram e compararam vários parâmetros para o preparo de canais radiculares curvos empregando dois sistemas rotatórios de NiTi: NiTi-TEE (Sdöjing Sendoline, Kista, Sweden) e K3 (Sybron Endo, Orange County, CA, USA). Cinquenta molares inferiores com a raiz mesial apresentando curvatura entre 20° e 40° foram distribuídos em dois grupos. Em um grupo 50 canais radiculares foram instrumentados usando o sistema rotatório NiTi-TEE até o diâmetro apical #30 com conicidade .04. No segundo grupo, 50 canais radiculares foram preparados com o sistema rotatório K3 até o diâmetro apical #45 com conicidade .02. Ambos os sistemas foram usados em sequência coroa-ápice, com irrigação abundante com solução de hipoclorito de sódio a 3% (NaOCL - 3%) e solução quelante (Calcinase Slide, lege artis, Dettenhausen, Germany), empregando motor com controle de torque. Para avaliar o desempenho dos sistemas rotatórios, radiografias antes e após a instrumentação foram feitas, assim como fotografias das secções transversais também foram obtidas antes e após o preparo do canal radicular. Alterações na curvatura do canal e no seu diâmetro foram consideradas. A capacidade de limpeza foi avaliada nos três terços do canal radicular por meio do MEV (microscopia eletrônica de varredura) empregando 5 scores para a presença de debris e “smear layer”. Erros (fratura de instrumentos, perfurações, bloqueio do terço apical, perda do comprimento de trabalho) e o tempo de trabalho também foram

registrados. Os resultados obtidos mostraram que ambos os sistemas mantiveram a curvatura original do canal radicular: a retificação do canal aconteceu em 0,2% dos casos para os instrumentos NiTi-TEE e em 0,4% para os instrumentos K3, não sendo esta diferença estatisticamente significativa. A análise ao MEV mostrou boa capacidade de limpeza para ambos os sistemas. Não houve fratura de instrumento, mas perda de comprimento de trabalho foi observada em um caso após o preparo com NiTi-TEE e em três casos durante o preparo com o sistema K3. A média do tempo de trabalho foi significativamente menor para o sistema NiTi-TEE (170 s) do que para o sistema K3 (208 s). Os autores concluíram que ambos os sistemas mantiveram a curvatura original do canal radicular e são seguros para o uso. Os sistemas estudados foram mais eficazes para a remoção de debris das paredes dentinárias porém falharam ao remover o “smear layer” de maneira adequada.

Lee et al.<sup>55</sup> (2006) mediram a curvatura média de cada secção transversal (terço coronário, médio e apical) dos canais mésio-vestibular (MV), disto-vestibular (DV) e palatino (P) de primeiros molares superiores. Foram usados 46 molares superiores íntegros que foram digitalizados por um programa de computador (SkyScan 1072, SkyScan b.v.b.a., Aartselaar, Belgium) e foram obtidas imagens de 502 cortes de cada dente. A partir dessas imagens, um modelo tridimensional do sistema de canal radicular foi construído com um programa 3 D (V-works 4.0, Cybermed Inc., Seoul, Korea). No computador, foram determinados o centro axial, o raio e a curvatura de cada canal radicular. Os canais mésio-vestibulares apresentaram maior curvatura, seguidos pelos canais disto-vestibulares e pelos canais palatinos. Dentro de cada canal, o terço apical apresentou a maior curvatura, seguido pelo terço coronário e, então, o terço médio apresentou a menor curvatura. Nos canais palatinos os terços médio e coronário apresentaram pequena e semelhante curvatura. Para os canais mésio-vestibular, disto-vestibular e palatino, a

curvatura no terço apical foi duas vezes maior que no terço médio. A maior curvatura ocorreu no terço apical do canal méso-vestibular e a menor ocorreu no terço médio do canal palatino. Os canais acessórios localizados no terço apical foram vistos em quase metade dos canais méso-vestibulares e em aproximadamente  $\frac{1}{4}$  dos canais disto-vestibulares. Para os canais mesio e disto-vestibulares, a curvatura apical foi maior quando os canais acessórios estavam presentes.

Passarinho Neto et al.<sup>75</sup> (2006) fizeram uma análise histológica e morfométrica quanto à capacidade de limpeza da instrumentação empregando-se o sistema Profile GT associado com diferentes protocolos para irrigação, no terço apical de canais achatados no sentido méso-distal. A irrigação foi feita com hipoclorito de sódio a 1% associado ao ultra-som em diferentes períodos de aplicação. Foram empregados 36 incisivos inferiores com canal único que foram preparados no sentido coroa-ápice até o instrumento #30.04 irrigando-se com 2 mL de solução irrigadora entre cada instrumento. Após o preparo os dentes foram divididos em quatro grupos de nove dentes cada. A irrigação final em cada grupo variou da seguinte forma: grupo I irrigação final com 100 mL de hipoclorito de sódio a 1% com seringa Luer-Lok; grupo II irrigação final com 100 mL de solução agitado pelo ultra-som por 1 minuto; grupo III irrigação final com 100 mL de solução agitada pelo ultra-som por 3 minutos; grupo IV irrigação final com a mesma solução agitada pelo ultra-som por 5 minutos. Para a agitação com o ultra-som foi empregada lima #20. A seguir, todas as amostras passaram por processamento histológico e apenas o terço apical foi incluído em parafina. Os cortes transversais seriados (6  $\mu$ m espessura) foram corados com H.E. e examinados com microscópio óptico em aumento de 40 vezes associado a um computador no qual as imagens foram analisadas com o programa Corel Photo Paint 10. Uma grade foi colocada sobre as imagens para avaliar a área total do canal e as áreas contendo debris. A porcentagem

de debris no canal radicular foi calculada. Os dados foram submetidos à análise estatística ANOVA e foi aplicado o teste de Tuckey. Foi observado diferença significativa entre as técnicas de irrigação com maior porcentagem de debris para o grupo I, II, III e IV. Também foi observado que o grupo II foi estatisticamente diferente do grupo IV o qual mostrou pequena quantidade de debris. O grupo III mostrou valores intermediários entre os grupos II e IV. Os autores concluíram que a instrumentação com o sistema empregado neste estudo associada à vibração ultra-sônica permite melhor remoção de debris no terço apical de canais radiculares achatados.

Sasaki et al.<sup>89</sup> (2006) avaliaram a presença de debris na região apical de canais radiculares achatados de dentes com polpa viva e necrosada após o preparo biomecânico com sistema rotatório ProTaper. Os canais foram irrigados com solução de hipoclorito de sódio a 1%. Após o preparo as amostras passaram por processamento histológico. Do terço apical de cada canal foram obtidos dez cortes transversais seriados que foram corados com H.E. Foi analisado o primeiro corte da porção mais apical, assim a observação dos cortes foi feita em microscópio óptico (40x) ligado a um computador no qual as imagens foram armazenadas e analisadas com programa Corel Photo Paint 5.0. Uma grade foi colocada sobre as imagens para avaliar a área total do canal e as áreas com debris. Então foi calculada a porcentagem de debris da região apical dos canais que apresentavam polpa viva e polpa necrosada. Concluiu-se que o estado clínico da polpa não interferiu na quantidade de debris remanescentes no terço apical de canais radiculares achatados preparados com instrumentos rotatórios de NiTi.

Rasquin et al.<sup>85</sup> (2007), avaliaram o preparo biomecânico de canais radiculares achatados com os sistemas: Endo-Eze AET (Ultradent) e Race (FKG Dentaire). Utilizaram vinte incisivos inferiores extraídos os quais foram incluídos em resina e tiveram as raízes seccionadas

transversalmente a 10 mm (terço médio) e a 5 mm do ápice (terço apical). As secções foram fotografadas antes e após o preparo e avaliadas quanto à manutenção da anatomia original. Para avaliar as diferenças na forma do canal antes e após o preparo, foram dados escores de acordo com o toque dos instrumentos sobre as paredes do canal radicular. Como resultados os autores obtiveram que no terço médio dos canais radiculares instrumentados com o sistema rotatório houve uma alteração na anatomia original, com formação de uma protuberância na região mésio-distal. Esta protuberância não ocorreu quando foi empregada a instrumentação oscilatória. O sistema oscilatório mostrou melhores resultados no terço médio e apical. Os autores concluíram que o sistema Endo-Eze produziu a instrumentação de todos os canais radiculares achatados, mantendo a forma original após o preparo biomecânico, e foi mais efetivo do que o sistema rotatório Race.

Em 2008, Aydin et al.<sup>3</sup> compararam o desempenho do sistema Hero Shaper e do sistema Race em canais simulados curvos. Foram empregados quarenta canais simulados em blocos de resina os quais foram divididos em dois grupos experimentais nos quais vinte foram preparados pelo Hero Shaper e vinte pelo sistema Race seguindo-se o princípio coroa-ápice. Foram feitas fotografias digitais pré- e pós-operatórias as quais foram sobrepostas e os preparos foram analisados. A remoção de resina foi verificada em dez pontos, iniciando-se em 1 mm a partir região apical do canal radicular. Foram avaliados a ampliação da área e o desgaste nas paredes externa e interna. Como resultados os autores obtiveram que o sistema Hero Shaper e o sistema Race removeram quase a mesma quantidade de resina da parte interna dos canais simulados. Na parede externa, os instrumentos Race removeram significativamente maior quantidade de resina nos três primeiros milímetros. No entanto, o sistema Hero Shaper removeu maior quantidade de resina no terço médio e coronário e as diferenças foram

estatisticamente significantes. Concluiu-se que os instrumentos Race removeram mais resina na parede externa da curvatura no terço apical, enquanto o sistema Hero Shaper removeu mais material no terço médio e coronário na parede externa do canal. Os instrumentos Hero Shaper mostraram melhor capacidade de centralização do preparo e menos desvio. Não houve nenhuma fratura de instrumento mas algumas deformações foram observadas para ambos os sistemas.

Ao final desta revisão fica evidente que ocorre uma constante evolução e criação de novos sistemas rotatórios e, conseqüentemente, cresce o número de estudos feitos para avaliar o desempenho destes instrumentos no tratamento endodôntico. Considerando que nestas pesquisas são empregados diferentes métodos de estudo, porém isoladamente, existe a necessidade de conferir não somente os aspectos do preparo avaliados, mas também os métodos de estudo empregados, além de verificar se o comportamento do instrumento endodôntico no interior do canal radicular pode ser diferente de acordo com o método empregado para sua avaliação.

*3 Proposição*

---

### **3 Proposição**

O propósito do presente estudo foi analisar aspectos relacionados ao preparo do canal radicular e três métodos de estudo indicados para esta finalidade. Nessa análise buscou-se avaliar os próprios métodos empregados e relacionar os resultados obtidos por cada um. Os aspectos e métodos de estudo analisados foram:

- 1) Avaliação do desvio apical e do **Método da Plataforma Radiográfica;**
- 2) Ação dos instrumentos sobre as paredes dentinárias, centralização ou deslocamento do preparo, ampliação da área e o **Método de Bramante;**
- 3) Características da superfície dentinária, formato do canal radicular, presença de resíduos e o **Método Histológico.**

## *4 Material e Método*

---

---

## 4 Material e Método

### *Preparo dos dentes*

O número de amostras partiu de 30 molares dos quais foram selecionados 10 dentes primeiro e segundo molares superiores humanos extraídos, cujas coroas se apresentaram íntegras, restauradas ou com pouca destruição, provenientes do Banco de dentes da Universidade Positivo, Curitiba, Paraná. Os dentes foram radiografados para verificar as condições dos canais radiculares, observando a necessidade de descarte de amostras, como por exemplo, aqueles dentes que tinham tratamento prévio, calcificações, instrumentos fraturados e obturações.

Foi realizada a abertura coronária, em cada dente, com brocas esféricas diamantadas 1012 e tronco-cônica 3081 e a raiz palatina foi removida (Figura 1) por meio de disco de carborundum, tendo seu remanescente vedado com cimento ionômero de vidro. A superfície vestibular de cada dente foi identificada por meio de uma ranhura confeccionada, com broca, longitudinalmente na superfície vestibular da raiz selecionada.

Uma vez realizada a cavidade de acesso, os canais radiculares foram esvaziados empregando-se limas tipo K #10 e Flexo-File # 15 (Dentsply-Maillefer), sendo esta última o instrumento apical inicial de todos os canais radiculares selecionado para o presente estudo. Para a irrigação foi utilizada água destilada. As amostras foram mantidas em frasco próprio com água deionizada para hidratação, por período não inferior a 96 horas.

Completado este tempo, limas Flexo-File # 15 foram introduzidas nos canais radiculares até que sua ponta apontasse no forame, quando foram posicionadas sobre uma película e realizada a tomada radiográfica. De posse desta imagem foi determinado e registrado

o raio de curvatura de cada uma das raízes, permanecendo no estudo aquelas com curvatura com valor médio de 6 mm. A seguir, o forame apical de cada raiz foi vedado com silicone para impedir a penetração da resina no momento de sua inclusão.

Para a confecção dos blocos contendo as raízes, foi empregada resina acrílica transparente, quimicamente ativada (resina de poliéster insaturada, Arazyn 11.0, Ara Química S/A, Araçatiguama SP) e moldes de silicone padronizados, de modo a obter-se um pequeno bloco retangular (Figura 2). Para tal, os dentes foram mantidos em posição no molde de silicone com o auxílio de palitos fixados com cera utilidade e com as raízes suspensas sobre a cavidade do molde individual. A resina foi preparada e entornada de modo a cobrir as raízes, mantendo a porção coronária livre, permanecendo em repouso até a presa final da resina. Uma vez completada a sua polimerização os blocos foram removidos do molde e, por meio de um disco de carborundum, foram feitos sulcos nas faces correspondentes à superfície palatina das raízes para permitir o reposicionamento correto dos fragmentos depois dos cortes e, orientar o posicionamento na obtenção da imagem. Os blocos, depois de prontos, foram devidamente numerados de 1 a 10 e moldados novamente com silicone para a confecção de suporte (molde em silicone) (Figura 3). Este suporte em silicone permitiu que, a qualquer momento, as secções transversais fossem removidas e posicionadas no seu interior mantendo a mesma posição entre as partes.

Na seqüência, cada bloco de resina contendo as raízes dos dentes selecionados foi seccionado em três níveis<sup>87</sup> (Figura 4), cervical (a 2 mm da embocadura do canal), médio (no meio da curvatura da raiz) e apical (a 2 mm do ápice) empregando disco de diamante de 0,15 mm em máquina de corte (Figura 5) para tecido duro (Isomet Speed Saw – Buehler Ltd, Evanston, IL).

Completados todos estes passos, as amostras ficaram prontas para serem trabalhadas e analisadas por meio do método da plataforma radiográfica bem como pelo método de Bramante<sup>9</sup>. Até o momento de sua utilização, cada o bloco permaneceu em frasco próprio contendo água deionizada para manter a hidratação.

### ***Montagem e metodologia para a análise através da plataforma radiográfica***

Foi construída uma plataforma, de acordo com o modelo original proposto por seus autores<sup>108</sup>, porém confeccionada em resina acrílica quimicamente ativada e transparente (Figura 6). O bloco de resina com a raiz incluída, para ser usado na plataforma, ficou mantido no interior do molde de silicone anteriormente confeccionado e mantido em suporte metálico (Figura 7). O molde de silicone foi aquele obtido, após a confecção dos blocos de resina (Figura 2).

A plataforma foi mantida no aparelho de raios-x, durante todo o experimento, por meio de uma braçadeira metálica (Figura 8).

O tempo de exposição radiográfica foi padronizado em 0,5 segundos. Após a primeira tomada radiográfica, com lima #15 no interior do canal radicular no comprimento de trabalho, cada bloco com raiz incluída foi removido da plataforma e iniciado o preparo do canal radicular de acordo com o grupo experimental em questão, permanecendo a película em posição. Uma vez realizado o preparo do canal radicular, o último instrumento empregado na ampliação da região apical, instrumento # 35 (máxima lima apical), foi introduzido no canal, na medida de trabalho, e o bloco retornado ao seu espaço na plataforma radiográfica, quando uma segunda exposição foi realizada sobre a mesma película.

Completada esta etapa, a película foi revelada utilizando revelador Kodak (Kodak Dental Systems, New York, USA) no tempo de revelação de 1 minuto. A película ficou mantida em fixador, da mesma

marca, o dobro de tempo recomendado pelo fabricante. A seguir foi lavada, seca e montada em moldura para *slides*. Em seguida as imagens foram digitalizadas em aparelho *Sprint Scan 35* e armazenadas em arquivo do tipo TIFF. Todas as películas empregadas neste estudo foram do tipo Kodak Insight (Kodak Dental Systems, New York, USA).

Nas imagens radiográficas a análise foi feita observando-se a ocorrência ou não de sobreposição entre o primeiro e o último instrumento utilizado no preparo. O método de estudo da Plataforma Radiográfica preconiza que, quando o primeiro e o último instrumentos se encontram sobrepostos no terço apical, não sendo possível diferenciar suas extremidades, a variação angular é considerada nula, significando ausência de desvio apical. Quando não há sobreposição entre o primeiro e último instrumento, um ângulo é formado e, sua medida determina o grau de desvio apical ocorrido<sup>107</sup>. Esse desvio, se ocorrido, pode ser medido por meio do programa *UTHSCSA ImageTool*.

### ***Montagem e metodologia para análise por meio do método de Bramante***

Para a análise por meio do método de Bramante<sup>9</sup>, cada secção de cada bloco foi montada sobre uma placa de vidro e sua superfície coronária fotografada com câmera digital (Pentax K100 D) e lente macro 100 da mesma marca, utilizando-se do mesmo aumento para todas as secções. A câmera fotográfica foi posicionada em estativa para que a obtenção das imagens fosse realizada de uma maneira padronizada, isto é, na mesma distância câmera/objeto. Suportes (pequeno bloco de papel) com diferentes alturas foram empregados para acomodar cada secção de modo a permitir uma distância máquina/objeto padronizada em 25 cm.

Completado o preparo biomecânico, as secções de cada um dos dentes foi removida do molde de silicone e novamente posicionada

sobre o vidro para a obtenção das imagens pós-operatórias, nos mesmos critérios de padronização das imagens pré-operatórias.

As imagens foram armazenadas em um computador, no formato TIFF para permitir a mensuração pré- e pós-operatória da área original (área anatômica – Figura 9) e da área pós-operatória (área cirúrgica – Figura 10). Com uma broca esférica (KG Sorensen, carbide n° 957) de diâmetro no valor de 1 mm foi confeccionada uma circunferência na superfície seccionada dos blocos de resina com o objetivo de calibrar o programa empregada para medição das imagens (Figura 10 – asterisco). Após a realização deste procedimento, o valor de 1 mm do orifício foi verificado e confirmado com uma régua plástica.

De posse das imagens pré- e pós-operatórias, o contorno do canal foi delineado por meio do programa *Corel Draw X3*, obtendo-se novas imagens e estas foram devidamente armazenadas (Figura 11A e B). A área delineada pré- e pós-operatória do canal radicular foi medida, pelo programa *UTHSCSA ImageTool*, observando-se a ampliação do canal radicular. Medidas da espessura radicular nas regiões vestibular, palatina e interna e externa da curvatura, pré- e pós-operatórias, também foram obtidas e registradas com o objetivo de verificar se o preparo foi centralizado ou se houve deslocamento da posição original do canal radicular, ou seja, foi possível verificar a orientação do preparo e possível comprometimento da espessura das paredes radiculares.

A sobreposição dos contornos pré- e pós-operatórios (Figura 12) também foi feita com o objetivo de observar superfícies do canal radicular com e sem atuação dos instrumentos. Para analisar a ação dos instrumentos sobre as paredes do canal radicular, a sobreposição dos contornos pré e pós-operatórios foram avaliadas por meio de escores pré-estabelecidos<sup>86</sup>, conforme mostra a Tabela 1.

**Tabela 1** – Escores atribuídos à ação dos instrumentos sobre as paredes dentinárias do canal radicular

| Escores  | nº de paredes dentinárias                    |
|----------|----------------------------------------------|
| Escore 4 | ação do instrumento em 4 paredes dentinárias |
| Escore 3 | ação do instrumento em 3 paredes dentinárias |
| Escore 2 | ação do instrumento em 2 paredes dentinárias |
| Escore 1 | ação do instrumento em 1 paredes dentinárias |
| Escore 0 | sem ação dos instrumentos sobre as paredes   |

Os dados obtidos por meio das análises realizadas foram registrados em Tabela específica e submetidos à análise estatística.

### **Técnica de preparo do canal radicular**

O preparo do canal radicular foi realizado empregando-se o sistema RaCe (FKG - La Chaux-de-Fonds, Suíça) . Para o acionamento dos instrumentos foi empregado o motor elétrico X-Smart (Dentsply-Maillefer), em velocidade de 250 r.p.m. e torque de 1 N.cm.

A medida de trabalho foi determinada recuando-se 1 mm da medida do instrumento empregado para o esvaziamento e localização da saída foraminal, previamente anotado e confirmado com nova tomada radiográfica. Naquelas situações em que o forame não pode ser localizado, a confirmação radiográfica determinou o comprimento real de trabalho.

A instrumentação dos canais radiculares foi feita por um único operador e este não teve acesso visual aos mesmos durante a instrumentação, já que os blocos estavam incluídos no molde de silicone. Os conjuntos formados por molde de silicone e dente incluído em resina,

durante a instrumentação, ficaram mantidos numa posição constante por meio do seu encaixe em uma morsa adaptada à bancada de laboratório.

A irrigação dos canais radiculares foi feita com 5 mL de solução a cada troca de instrumento, totalizando 35 mL. A solução irrigadora utilizada em todos os grupos experimentais foi a água destilada<sup>6</sup>.

Cada conjunto de sistema rotatório foi utilizado em cinco canais radiculares. É importante considerar a cinemática empregada a qual obedeceu aos seguintes critérios<sup>105,108</sup>:

- penetração do instrumento no canal radicular até o ponto em que encontre resistência.
- recuo do instrumento para que se encontre solto no conduto radicular.
- acionamento do motor com movimentos orientados para o corpo do canal radicular, em movimento de anticurvatura e de pressão oblíqua para posterior penetração de 2 a 3 mm no máximo e recuo em anticurvatura e pressão oblíqua.
- ao atingir a medida de trabalho, recuo imediato sempre orientado para o corpo do canal radicular.

**A seqüência técnica obedeceu aos seguintes passos:**

- esvaziamento com lima manual tipo Flexofile de calibre #15 no comprimento de trabalho preparando o leito do canal radicular;
- Instrumento 40/0.10 (anel preto – 0,40 mm de D0 e 0,10 mm/mm de conicidade) de acordo com a cinemática descrita anteriormente;
- Irrigação/aspiração/inundação;
- Instrumento 35/0.08 (anel verde – 0,35 mm de D0 e 0,08 mm/mm de conicidade) de acordo com a cinemática descrita anteriormente;

- Irrigação/aspiração/inundação;
- Instrumento 25/0.06 (anel vermelho – 0,25 mm de D0 e 0,06 mm/mm de conicidade) de acordo com a cinemática descrita anteriormente;
- Irrigação/aspiração/inundação;
- Instrumento 25/0.04 (anel vermelho – 0,25 mm de D0 e 0,04 mm/mm de conicidade) de acordo com a cinemática descrita anteriormente e já adentrando a curvatura do canal radicular
- Irrigação/aspiração/inundação;
- Instrumento 25/0.02 (anel vermelho – 0,25 mm de D0 e 0,02 mm/mm de conicidade) até o comprimento real de trabalho, completando o preparo na curvatura do canal radicular;
- Irrigação/aspiração/inundação;
- Instrumento 30/0.02 (anel azul – 0,30 mm de D0 e 0,02 mm/mm de conicidade) até o comprimento real de trabalho para confecção do batente apical;
- Irrigação/aspiração/inundação;
- Instrumento 35/0.02 (anel verde – 0,35 mm de D0 e 0,02 mm/mm de conicidade) até o comprimento real de trabalho para o término do batente apical;
- Irrigação/aspiração/inundação;

### ***Montagem e metodologia para Análise Histológica***

#### **Análise Histológica**

Para a análise histológica, cada um dos fragmentos (terços médio e apical) foram fixados em formaldeído a 10% durante 48 horas. Após a fixação, os fragmentos radiculares foram desmineralizados com

solução de Morse (50% de ácido fórmico e 50% de citrato de sódio) durante 30 dias. Subsequentemente, os fragmentos foram desidratados com soluções crescentes de etanol (70° até 100° GL) e diafanizados com xilol. Após a infiltração em parafina líquida (60°C), os fragmentos das raízes foram incluídos em parafina. Cortes com 6µm de espessura foram obtidos com auxílio de micrótomo (Spencer, modelo 820) e navalhas de aço inoxidável (Leica, modelo 818). De cada porção radicular (terços médio e apical) foram obtidos, aproximadamente, 100 cortes os quais foram corados com hematoxilina & eosina (HE) e analisados com auxílio de um microscópio de luz (Olympus, modelo BX-51).

### **Obtenção das imagens dos cortes histológicos**

As imagens dos canais radiculares foram capturadas com auxílio de uma câmera (DP-71, Olympus, Japão) acoplada ao microscópio de luz (Olympus, modelo BX-51), em aumento de 10X. Estas imagens foram armazenadas em formato TIFF.

Dos terços médio e apical foram capturadas imagens dos canais radiculares a partir de 5 cortes não seriados, com intervalo de aproximadamente 100 µm entre eles. Destes 5 cortes as imagens capturadas foram utilizadas para analisar a superfície da parede dentinária do canal radicular e a presença de resíduos no seu interior.

Assim, a análise histológica foi realizada para verificar os seguintes aspectos:

- Ação dos instrumentos sobre as paredes do canal radicular: porcentagem de superfícies dentinárias regulares e irregulares
- Características da superfície e contorno do canal radicular
- Porcentagem de resíduos encontrados na luz do canal radicular

A ação sobre as paredes do canal radicular foi avaliada pelo mesmo programa anteriormente citado, o *UTHSCSA ImageTool*, por meio do qual o perímetro do canal foi demarcado, em milímetros. A seguir, um arco foi desenhado sobre as superfícies dentinárias irregulares a fim de evidenciar áreas com menor atuação dos instrumentos (Figura 13). Assim, o comprimento do arco obtido indicou, em milímetros, a superfície irregular do canal radicular. Com os valores obtidos, foi calculada a porcentagem das superfícies regulares e irregulares.

As características da superfície e o formato do canal radicular foram analisados por meio da observação da imagem histológica estabelecendo-se os seguintes parâmetros: formato regular, formato irregular, parede lisa, parede parcialmente lisa, parede parcialmente rugosa e parede rugosa.

Para avaliar a presença de resíduos foi confeccionada, digitalmente, uma grade quadriculada uniforme contendo 228 quadrantes a qual foi sobreposta a cada imagem previamente obtida (Figura 14). Como programa *Image Tool 3.0* (UTHSCSA, San Antonio, USA), foram contados os quadrantes sobrepostos à área do canal radicular utilizando a ferramenta *tag and count* (Figura 15). A seguir, foram contados os quadrantes sobrepostos apenas aos resíduos presentes na luz do canal radicular. Assim, foi estabelecida a porcentagem de resíduos presentes e, conseqüentemente, a capacidade de limpeza dos instrumentos rotatórios empregados.

### **Análise Estatística**

Considerando-se a dificuldade em se estabelecer se as medidas obtidas acompanham uma distribuição normal, bem como a variabilidade grande dessas medidas em alguns casos, uniformizou-se a análise estatística através de procedimentos não-paramétricos. Na comparação de dois grupos experimentais utilizou-se o teste de Wicoxon

e para mais de dois grupos o teste de Friedman, tendo em conta o pareamento desses dados experimentais. Adotou-se o nível de significância de 5% para a tomada de decisões.

Os testes empregados se baseiam em *postos*, entretanto, a descrição dos resultados foi efetuada pela média, como medida de centro da distribuição deles, e pelos valores mínimo e máximo para estabelecer a dispersão em torno da média.

## *5 Resultado*

---

## 5 Resultado

### 5.1 Plataforma radiográfica

A tomada radiográfica na plataforma permite obter na mesma película, o posicionamento do primeiro instrumento utilizado no preparo e da lima de maior diâmetro empregada. Da sobreposição ou não dos instrumentos na região apical, determinou-se a ocorrência de desvio ou não. Neste estudo, ambos os instrumentos se encontraram sobrepostos no terço apical, não sendo possível diferenciar suas extremidades, ou seja, a variação angular foi zero, significando ausência de desvio apical (Figuras 16, 17, 18, 19, 20).

### 5.2 Método de Bramante

#### 5.2.1 Ação dos instrumentos sobre as paredes dentinárias do canal radicular

Os resultados referentes à ação dos instrumentos sobre as paredes dentinárias do canal radicular encontram-se expressos nas Tabelas 2 e 3.

**Tabela 2** – Distribuição geral dos escores – número de amostras por terço avaliado

| Nº de Amostras | Escore 4 | Escore 3 | Escore 2 | Escore 1 | Escore 0 |
|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Terço médio    | 10       | 0        | 0        | 0        | 0        |
| Terço apical   | 7        | 2        | 1        | 0        | 0        |

**Tabela 3** - Frequências dos escores de atuação dos instrumentos sobre as paredes dentinárias

| Escore       | Terço |        |
|--------------|-------|--------|
|              | Médio | Apical |
| 0            | 0     | 0      |
| 1            | 0     | 0      |
| 2            | 0     | 1      |
| 3            | 0     | 2      |
| 4            | 10    | 7      |
| Wilcoxon (p) |       | 0,109* |

\* não significativo ao nível de 5%

De acordo com a Tabela 2, no terço médio, todas as amostras avaliadas receberam escore 4, ou seja, todas as paredes do canal radicular receberam ação dos instrumentos sendo esta situação considerada pela observação de ausência de sobreposição dos contornos pré e pós-operatórios (Figura 21). No terço apical, de 10 amostras 7 apresentaram escore 4 (Figura 22), 2 amostras apresentaram escore 3 (Figura 23) e 1 amostra apresentou escore 2 (Figura 24).

Na Tabela 3 são dadas as frequências dos escores de atuação dos instrumentos sobre as paredes dentinárias, de acordo com o terço do canal. Ainda que no terço apical a atuação não tenha sido plena como no terço médio, o teste de Wilcoxon não identificou diferença significativa entre os resultados dos dois terços.

### 5.2.2 Centralização ou deslocamento do preparo

Os resultados referentes à centralização ou deslocamento do preparo encontram-se expressos nas Tabelas 4 e 5.

**Tabela 4** - Valor médio em milímetros da remoção de dentina relacionada às paredes do canal radicular

| Paredes            | Interna     |             | Externa     |             | Palatina    |             | Vestibular  |             |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                    | Médio       | Apical      | Médio       | Apical      | Médio       | Apical      | Médio       | Apical      |
| Mínimo             | 0,05        | 0,02        | 0,15        | 0,06        | 0,02        | 0,04        | 0,03        | 0,03        |
| Máximo             | 0,14        | 0,10        | 0,20        | 0,18        | 0,15        | 0,08        | 0,15        | 0,08        |
| <b>Valor médio</b> | <b>0,08</b> | <b>0,05</b> | <b>0,17</b> | <b>0,12</b> | <b>0,06</b> | <b>0,05</b> | <b>0,09</b> | <b>0,06</b> |

**Tabela 5** - Estatísticas descritivas da remoção de dentina relacionada às paredes do canal radicular

| Paredes                 | Interna       |        | Externa       |        | Palatina      |        | Vestibular    |        |
|-------------------------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| Terços                  | Médio         | Apical | Médio         | Apical | Médio         | Apical | Médio         | Apical |
| Mínimo                  | 5,2           | 4,0    | 10,9          | 7,8    | 0,8           | 3,3    | 3,3           | 1,9    |
| Máximo                  | 13,7          | 18,9   | 21,3          | 28,9   | 14,6          | 10,9   | 7,8           | 11,8   |
| Média                   | 8,2           | 8,4    | 15,5          | 18,7   | 4,1           | 6,5    | 5,9           | 6,4    |
| <b>Wilcoxon<br/>(p)</b> | <b>0,959*</b> |        | <b>0,074*</b> |        | <b>0,074*</b> |        | <b>0,721*</b> |        |

\* não significativo ao nível de 5%

A mensuração da espessura das paredes dentinárias do canal radicular nas regiões vestibular, palatina, interna e externa da curvatura permitiu observar a ocorrência de centralização ou deslocamento do preparo biomecânico. No terço médio e no terço apical, os valores obtidos mostraram maior remoção de dentina nas regiões vestibular e externa da curvatura (Figuras 25 e 26).

A Tabela 4 expressa que, no terço médio, o desgaste na região vestibular variou entre 0,03 mm e 0,15 mm, tendo-se o valor médio de desgaste igual a 0,09 mm. Neste mesmo terço, na região externa da curvatura, houve variação entre 0,15 mm e 0,20 mm, tendo-se o valor médio de desgaste igual a 0,17 mm. As regiões de menor desgaste foram a palatina e região interna da curvatura. O desgaste na região palatina variou entre 0,02 mm e 0,15 mm, tendo-se o valor médio de desgaste igual 0,06 mm. Na região interna da curvatura, o desgaste variou entre 0,05mm e 0,14mm, tendo-se o valor médio de desgaste igual a 0,08mm.

No terço apical, o desgaste na região vestibular variou entre 0,03 mm e 0,08 mm, tendo-se o valor médio de desgaste igual a 0,06 mm.

Neste mesmo terço, na região externa da curvatura, houve variação entre 0,06 mm e 0,18 mm, tendo-se o valor médio de desgaste igual a 0,12 mm. O desgaste na região palatina variou entre 0,04 mm e 0,08 mm, tendo-se o valor médio de desgaste igual 0,05 mm. Na região interna da curvatura, o desgaste variou entre 0,02mm e 0,10mm, tendo-se o valor médio de desgaste igual a 0,05mm.

Assim, podemos observar que houve maior deslocamento do canal radicular, após o preparo biomecânico, para as regiões vestibular e externa da curvatura, tanto para o terço médio como para o terço apical.

Na Tabela 5 estão dispostas análises estatísticas descritivas da porcentagem de deslocamento do canal radicular em direção às paredes dentinárias, após a instrumentação. As diferenças de porcentagens entre os terços médio e apical não foram significativas pelo teste de Wilcoxon em cada parede. Além disso, o teste de Friedman não acusou diferença significativa das porcentagens entre as quatro paredes ( $p=0,109$ ).

### **5.2.3 Ampliação da área do canal radicular**

Os resultados referentes à ampliação da área do canal radicular estão expressos nas Tabelas 6 e 7.

**Tabela 6** – Valores em mm<sup>2</sup> referentes à ampliação do canal radicular nos terços médio e apical

| terço<br>ampliação | MÉDIO       | APICAL      |
|--------------------|-------------|-------------|
| Mínima             | 0,13        | 0,06        |
| Máxima             | 0,28        | 0,11        |
| <b>Valor médio</b> | <b>0,20</b> | <b>0,08</b> |

**Tabela 7** - Estatísticas descritivas do percentual de ampliação de área relacionada aos terços do canal radicular

| Estatística         | Terço         |        |
|---------------------|---------------|--------|
|                     | Médio         | Apical |
| Mínimo              | 103,7         | 87,5   |
| Máximo              | 154,5         | 142,9  |
| Média               | 8,2           | 8,4    |
| <b>Wilcoxon (p)</b> | <b>0,445*</b> |        |

\* não significativo ao nível de 5%

A Tabela 6 mostra que a mensuração da área do canal radicular, nas imagens pré e pós-operatórias, permitiu observar a quantidade de sua ampliação após o preparo biomecânico. De acordo com os valores obtidos nesta análise, é possível observar que a instrumentação resultou em aumento da área do canal radicular nos dois terços avaliados. No terço médio o aumento da área variou entre 0,13 mm<sup>2</sup> a 0,28 mm<sup>2</sup>, existindo uma ampliação de 54% da área do canal radicular. No terço apical o aumento da área variou entre 0,06 mm<sup>2</sup> e 0,11 mm<sup>2</sup>, existindo uma ampliação de 46%.

Na Tabela 7 são dadas estatísticas descritivas da porcentagem de ampliação da área do canal radicular após a instrumentação, devido à remoção de dentina. O aumento porcentual de área pela instrumentação do terço médio comparativamente ao aumento porcentual do terço apical não foi significativo pelo teste de Wilcoxon.

### **5.3 Análise Histológica**

#### **5.3.1 Superfícies regulares do canal radicular**

Os resultados referentes às superfícies regulares do canal radicular, avaliadas pelo método histológico, encontram-se expressos nas Tabelas 8 e 9.

**Tabela 8** - Porcentagem de superfícies regulares do canal radicular nos terço médio e apical

| Terço do canal<br>Superfícies regulares | MÉDIO      | APICAL     |
|-----------------------------------------|------------|------------|
| Mínimo                                  | 68%        | 14%        |
| Máximo                                  | 100%       | 100%       |
| <b>Valor médio</b>                      | <b>85%</b> | <b>80%</b> |

**Tabela 9** - Estatísticas descritivas de porcentagens de superfícies regulares do canal radicular

| Estatística         | Terço         |        |
|---------------------|---------------|--------|
|                     | Médio         | Apical |
| Mínimo              | 78,0          | 39,8   |
| Máximo              | 99,2          | 97,4   |
| Média               | 85,8          | 80,7   |
| <b>Wilcoxon (p)</b> | <b>0,173*</b> |        |

\* não significativo ao nível de 5%

A quantidade de superfícies regulares do canal radicular foi analisada por meio da medição do perímetro total do canal radicular e da medição das áreas não devidamente instrumentadas.

A Tabela 8 mostra maior frequência de superfícies regulares no terço médio (Figura 27), observando-se, nesta região, o valor mínimo de 68% e máximo de 100%, tendo-se o valor médio igual a 85%. No terço apical, a frequência de superfícies regulares variou entre 14% e 100% (Figura 28), tendo-se o valor médio igual a 80%.

Na Tabela 9 são dadas estatísticas descritivas das porcentagens de áreas regulares do canal, para estabelecer a modelagem ou ação sobre as paredes do canal radicular. O teste de Wilcoxon não identificou diferença significativa quanto às porcentagens de superfícies regulares entre os terços médio e apical.

### 5.3.2 Características da superfície e formato do canal radicular

Os resultados referentes às características de superfície e formato do canal radicular encontram-se expressos na Tabela 10.

**Tabela 10** – Características da superfície e formato do canal radicular

| Características            | Terço<br>Médio<br>nºamostras | Terço<br>Apical<br>nºamostras |
|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Formato regular            | 1                            | 3                             |
| Formato irregular          | 9                            | 7                             |
| Parede lisa                | 0                            | 1                             |
| Parede parcialmente lisa   | 9                            | 8                             |
| Parede parcialmente rugosa | 1                            | 1                             |
| Parede rugosa              | 0                            | 0                             |

A superfície e o formato do canal radicular, após o preparo biomecânico, foram avaliados qualitativamente no terço médio e apical do canal radicular.

A Tabela 10 mostra que, no terço médio, nove amostras demonstraram superfície parcialmente lisa (Figura 29) e uma amostra demonstrou superfície parcialmente rugosa (Figura 30). Em nenhuma das amostras foi observada superfície rugosa ou lisa. Em relação ao formato, nove amostras demonstraram formato irregular (Figura 31) e uma demonstrou formato regular (Figura 32). No terço apical, uma amostra demonstrou superfície parcialmente rugosa (Figura 33), uma demonstrou superfície lisa (Figura 34) e oito amostras demonstraram superfície parcialmente lisa (Figura 35). Em nenhuma das amostras foi observada superfície rugosa. Em relação ao formato, sete amostras demonstraram formato irregular (Figura 36) e três demonstraram formato regular (Figura 37).

### 5.3.3) Presença de resíduos no canal radicular

Os resultados referentes à presença de resíduos no canal radicular encontram-se expressos nas Tabelas 11 e 12.

**Tabela 11** - Porcentagem de resíduos encontrados no terço médio e apical do canal radicular

| Terço do canal<br>Porcentagem de limpeza | MÉDIO     | APICAL     |
|------------------------------------------|-----------|------------|
| Mínimo                                   | 1%        | 0%         |
| Máximo                                   | 25%       | 100%       |
| <b>Valor médio</b>                       | <b>9%</b> | <b>18%</b> |

**Tabela 12** - Estatísticas descritivas de porcentagens de resíduos observadas após a instrumentação

| Estatística  | Terço  |        |
|--------------|--------|--------|
|              | Médio  | Apical |
| Mínimo       | 5,8    | 1,8    |
| Máximo       | 18,4   | 50,8   |
| Média        | 9,5    | 18,5   |
| Wilcoxon (p) | 0,074* |        |

\* não significativo ao nível de 5%

A contagem de resíduos encontrados nos quadros da grade quadriculada, sobreposta às imagens pré e pós-operatórias, permitiram avaliar a limpeza do canal radicular após o preparo biomecânico. A Tabela 11 mostra melhores resultados para o terço médio (Figura 38), com 9% de presença de resíduos, do que para o terço apical. No terço médio, a presença de resíduos variou entre 1 e 25%. No terço apical, a remoção de resíduos foi menor, encontrando-se 18% de resíduos na luz do canal radicular. Neste terço, a presença de resíduos variou entre 0% (Figura 28) e 100% (Figura 39).

A capacidade de remoção de resíduos da luz do canal radicular promovida pela instrumentação em cada dente foi estabelecida pela média de porcentagens de resíduos observadas nos cinco cortes desse dente. Estatísticas descritivas dos valores obtidos nos dez dentes são mostradas na Tabela 12. O teste de Wilcoxon não identificou diferença significativa entre as porcentagens de resíduos observadas nos terços médio e apical.

## *6 Discussão*

---

## 6 Discussão

Antes de discutirmos as questões de ordem metodológica, algumas considerações teóricas se fazem necessárias.

É importante deixar claro nesta pesquisa o que se entende por método de estudo. O método de estudo abrange desde a escolha do tipo de dente, grau de curvatura da raiz, diâmetro inicial do canal, incluindo o meio de avaliação empregado para a análise do resultado obtido, passando pelo tipo de instrumento utilizado e pela seleção dos aspectos de desempenho a serem avaliados como desvio, ação sobre as paredes dentinárias, deslocamento e ampliação do volume do canal radicular, presença de resíduos e característica da superfície da parede do canal radicular.

Retomando brevemente o contexto em que nossa problemática de pesquisa se insere, convém ressaltar que a literatura científica tem nos mostrado que um grande número de estudos tem sido realizado a fim de avaliar as diferentes fases que compõem o tratamento endodôntico. Dentro da fase de preparo biomecânico, vários fatores que podem influenciá-la são estudados, como por exemplo, a anatomia dos canais radiculares, dando-se destaque para as curvaturas apicais não apenas no sentido méso-distal, mas também no sentido vestibulo-lingual (Cunningham, Senia<sup>24</sup>, 1992), bem como a dureza dentinária (Southard et al.<sup>101</sup>, 1987). Destaca-se, portanto, que a fase de instrumentação é de fundamental importância para o sucesso do tratamento endodôntico<sup>79</sup>.

Para Leonardo, Leal<sup>61</sup> (1998),

O preparo biomecânico consiste em se procurar obter um acesso direto e franco às proximidades da união Cimento-Dentina-Canal (limite CDC), preparando-se a seguir o canal dentinário,

“campo de ação do endodontista”, através da limpeza químico/mecânica e, ao mesmo tempo, atribuindo-lhe uma conformação cônica com o objetivo de receber uma fácil e perfeita obturação.

O preparo biomecânico é feito baseando-se no princípio “Cleaning & Shaping” (Shilder<sup>98</sup>, 1974), ou seja, na limpeza e modelagem do canal radicular e para que esse princípio seja alcançado é preciso lançar mão de instrumentos e de uma seqüência técnica adequados. Desta forma, constantes modificações são feitas como, por exemplo, o preparo por meio do escalonamento (Clem<sup>20</sup>, 1969; Weine<sup>118</sup>, 1975), o acesso radicular, o preparo no sentido ápice-coroa (Goerig et al.<sup>36</sup>, 1982) e o emprego de instrumentos rotatórios de NiTi (Abou-Rass<sup>1</sup>, 1996).

Toda essa evolução tem sido analisada por inúmeros autores por meio de diferentes metodologias. Os resultados diferem entre si. No que diz respeito ao Sistema Race encontramos, dentre outros, nove artigos científicos dos quais três avaliaram a capacidade de limpeza<sup>93, 100, 127</sup> e sete avaliaram capacidade de preparo<sup>3, 41, 50, 66, 86, 97, 125</sup> do canal radicular deste sistema rotatório. Convém lembrar que há autores que avaliam mais do que um aspecto no mesmo estudo.

Os três estudos que avaliaram a limpeza obtiveram resultados próximos, ou seja, mostraram que nenhuma das técnicas de preparo proporcionou completa limpeza do canal radicular, apesar dessas avaliações terem sido feitas por métodos diferentes. Em duas delas<sup>93, 127</sup> a análise da limpeza foi realizada por meio da microscopia eletrônica de varredura. Na outra<sup>100</sup>, a análise foi realizada pela quantidade de remanescente de tinta nanquim sobre as paredes dentinárias. Apenas em

dois estudos<sup>93, 100</sup> o sistema Race apresentou resultados satisfatórios quanto à capacidade de limpeza.

Em relação aos sete estudos que avaliaram a capacidade de preparo do canal radicular com este sistema rotatório, há dois estudos que avaliaram o tempo gasto para o preparo, comparando o sistema Race ao sistema Protaper. Em um deles, o sistema Race foi o que possibilitou o preparo mais rápido<sup>97</sup> e, no outro, o sistema Race demonstrou o preparo significativamente mais demorado<sup>75</sup>. Desta forma, apontamos um exemplo de estudos que avaliam o mesmo aspecto e obtêm resultados divergentes.

Dentre os sete estudos citados acima, cinco<sup>41, 50, 66, 97, 125</sup> apresentaram resultados positivos e semelhantes, enquanto dois<sup>3, 86</sup> não mostraram resultados adequados quanto à capacidade de preparo do canal radicular.

Esses resultados confirmam que os métodos de estudos empregados nas pesquisas para avaliação desses sistemas variam entre si, o que pode impedir uma comparação mais precisa entre os resultados obtidos com o emprego dos diferentes sistemas, mesmo que sejam empregados os mesmos sistemas rotatórios.

Considerando-se essa questão, a presente pesquisa foi feita com o objetivo de verificar se ao avaliar determinado sistema rotatório, por meio de diferentes métodos de estudo, é possível obter resultados próximos ou diferentes entre si, no que diz respeito ao desempenho dos instrumentos.

## 6.1 Do Material e Método

### 6.1.1 Material

#### ***Dentes extraídos***

Consideramos ser relevante aqui destacar as razões que nos levaram a optar pelo uso em nossa pesquisa de dentes humanos extraídos. Sabemos que, devido à complexa anatomia radicular e a grande variação em relação à dureza dentinária, o emprego de dentes extraídos pode comprometer a padronização. Todavia, sua utilização, além de permitir a análise histológica das paredes dentinárias, se aproxima ao máximo da realidade clínica. Por sua vez, o emprego de canais radiculares simulados em blocos de resina, permitem padronizar as condições em relação ao grau e o raio de curvatura (Dummer et al.<sup>25</sup>, 1991) e à dureza. No entanto, seu emprego pode, muitas vezes, não reproduzir a ação dos instrumentos em canais radiculares de dentes verdadeiros (Schäfer, Lohmann<sup>92</sup>, 2002). Além do que, a anatomia interna dos dentes sofrem mudanças, desde a sua erupção na cavidade bucal (Philippas<sup>80</sup>, 1961), resultando em deposição de dentina reacional que podem dificultar o tratamento endodôntico. Tais alterações anatômicas dificilmente foram reproduzidas em canais simulados.

A obtenção de dentes naturais extraídos para realização de pesquisas está cada vez mais difícil e esta dificuldade pode estar associada à diminuição de indicações de casos para exodontia. Esta diminuição pode estar associada à evolução da Odontologia, no que diz respeito à prevenção e também à evolução do tratamento endodôntico, aumentando as chances e melhorando as condições do dente ser mantido na arcada dentária.

Em relação ao número de amostras, foram utilizadas 10 raízes, destacando que consideramos este um número representativo,

uma vez que as mesmas amostras foram empregadas nos três métodos de estudo, o que diminui o número de variáveis que poderiam influenciar nos resultados obtidos.

Para a escolha desses dentes alguns aspectos foram considerados e precisam ser aqui destacados.

Com relação à curvatura apical, convém lembrar que as mesmas podem estar presentes não apenas no sentido méso-distal como também no sentido vestibulo-palatino (Cunningham, Senia<sup>24</sup>, 1992) e esse aspecto foi considerado durante a seleção dos dentes para o presente estudo. Assim, foram escolhidas raízes com curvatura apenas em um sentido: **mésio-distal**.

Em função das dificuldades clínicas encontradas durante o preparo biomecânico, como, por exemplo, o achatamento no sentido méso-distal e o grau da curvatura apical, foram escolhidas apenas raízes méso-vestibulares de molares superiores ou disto-vestibulares, desde que tivessem as mesmas características. Para a seleção dessas raízes não foi apenas considerado ângulo de curvatura, como geralmente é feito nas pesquisas que constam da literatura (Schneider<sup>97</sup>, 1971; Weine<sup>118</sup>, 1975). Segundo o método de Pruet et al.<sup>86</sup> (1997) não apenas o ângulo de curvatura deve ser considerado, mas também o raio, sendo este mais importante para se determinar a curvatura do canal radicular.

Foi tomado o cuidado de distribuir as raízes de forma homogênea, conforme os valores dos raios, para que se garanta maior padronização possível. Esse critério é importante nesse nosso estudo, pois duas raízes podem apresentar o mesmo ângulo de curvatura e, no entanto, raios de curvatura diferentes.

A determinação do raio da curvatura foi feita de acordo com a proposta de Pruet et al.<sup>83</sup> (1987), ou seja, traçando uma reta que passe na região cervical do canal radicular e outra que passe na região apical,

tendo início no ápice radicular. Acompanhando a primeira reta, foi determinado o ponto de início da curvatura, repetindo-se o procedimento para o da área apical. A partir destes pontos foi traçada uma reta perpendicular, sendo determinado um ponto na parte interna da raiz, o qual é denominado de *centro da curvatura*. A distância entre ponto e os locais de início e final da curvatura chama-se *raio da curvatura*. Quanto menor o raio, mais intensa a curvatura; quanto maior o raio, menor é a sua intensidade.

Por último, foi removida a raiz palatina de cada um dos dentes selecionados, a fim de evitar sua sobreposição com as raízes vestibulares, o que poderia atrapalhar a observação da imagem radiográfica obtida com a plataforma, conforme descrito no item Material e Método.

### **Sistema RaCe**

Segundo o fabricante<sup>31</sup>, o sistema RaCe (FKG) apresenta as seguintes características: áreas de corte alternadas que previnem o efeito rosca e o bloqueio, permitindo um baixo torque; corte afiado oferecendo melhor eficiência utilizando menos instrumentos; possui o SMD (Safety Memo Disc), que é o disco de memória de segurança que controla a fadiga do instrumento.

Os instrumentos Race oferecem uma conicidade de 0.02 mm/mm e padrão ISO 015. Há também conicidades maiores, por exemplo, de 0.10 e 0.08 mm/mm para o acesso radicular, 0.06 e 0.04 mm/mm para a ampliação reversa e 0.02 mm/mm para o preparo apical, desta forma, seguindo o preparo coroa-ápice. Como foi dito, e segundo o fabricante<sup>31</sup>, o sistema Race permite um torque extremamente baixo, que é dificilmente mensurável em alguns instrumentos, o que reduz significativamente o risco de fratura dos mesmos<sup>31</sup>.

### 6.1.2 Métodos

#### **Plataforma Radiográfica**

A plataforma radiográfica é um método de estudo que permite padronizar a angulação durante a exposição aos raios x. Esta angulação foi mantida em qualquer tomada radiográfica e, neste estudo, permitiu a padronização da tomada inicial e final que, após sua digitalização, foram avaliadas utilizando-se o *software Image Tools*, por meio do qual seria medido o desvio apical, caso este existisse.

Baseado no método de Schneider<sup>97</sup>, a plataforma possibilita registrar a posição do instrumento no interior do canal radicular, antes e após o preparo, no mesmo filme com a mesma angulação radiográfica. É possível, assim, detectar a presença de degraus, “zip” apical e desvio do trajeto original do canal, bem como observar se a instrumentação enfraqueceu as paredes dentinárias no sentido mésio-distal. A posição inicial do instrumento assim como sua posição após o preparo são vistas no mesmo filme radiográfico. Schneider<sup>97</sup>, em seu método, empregou dois filmes radiográficos para determinar o grau de curvatura antes e após o preparo. A plataforma torna possível obter a posição do instrumento no canal radicular desde o início até o final da instrumentação no mesmo filme. Se o canal foi adequadamente preparado os dois instrumentos deverão estar sobrepostos no terço apical. Do contrário, esta sobreposição não acontecerá e um ângulo entre as pontas dos instrumentos é detectado e deve ser medido<sup>105</sup>.

Por meio da plataforma é feita a dupla exposição radiográfica em uma mesma película e isto, como mostra a literatura, não compromete a qualidade da imagem nas radiografias, sendo possível

avaliar com precisão o desempenho da instrumentação (Swindle et al.<sup>102</sup>, 1991; Sydney et al.<sup>105</sup>, 1991, Luiten et al.<sup>68</sup>, 1995).

Além disso, a observação dos dados obtidos com a plataforma radiográfica foi simples: quando a lima manual #15 e o instrumento para o preparo apical #35 se sobrepuseram no terço apical, considerou-se ausência de desvio da trajetória original do canal radicular após o preparo. A ausência de sobreposição mostraria que houve desvio e este seria medido por meio do programa *Image Tool*.

### ***Método de Bramante***

A análise das secções transversais, antes e após a instrumentação, permite analisar diversos dados em relação ao desempenho dos instrumentos, pelo fato de ser possível o estudo nos três terços do canal radicular. Enquanto a radiografia permite uma adequada imagem do canal radicular por inteiro, porém no sentido mésio-distal, a observação transversal do mesmo torna possível verificar a atuação do instrumento em todas as paredes dentinárias<sup>9</sup>. Como as raízes empregadas apresentaram achatamento, no sentido mésio-distal, o estudo em cortes transversais permitiu a análise inclusive nestes achatamentos.

Com a sobreposição das imagens foi possível observar se houve desvio do canal após o preparo e para que sentido (mesial, distal, vestibular ou palatino). A comparação entre as medidas de área, obtidas antes e após o preparo, permitiu a observação de quanto o sistema rotatório ampliou o canal radicular.

### **Análise Histológica**

A análise histológica permitiu observar em quais paredes (mesial, distal, vestibular, palatina) o sistema rotatório empregado exerceu maior ação, permitindo compará-la com a análise das secções transversais do Método de Bramante, verificando se houve ou não proximidade em relação aos resultados.

Segundo Esberard et al.<sup>26</sup>(1987) os cortes seriados transversais permitem avaliar comparativamente o contorno das paredes dentinárias, a capacidade de alargamento de diferentes técnicas de preparo, a remoção ou não da camada de pré-dentina. Por meio desta análise, pode-se observar a presença ou ausência de resíduos junto às paredes dos canais, no entanto, isto não permitirá que sejam feitas considerações a respeito da limpeza das paredes dentinárias, sendo este item adequadamente analisado por meio da microscopia eletrônica de varredura, como é visto na literatura científica<sup>94</sup>.

No presente estudo, analisamos a ação dos instrumentos sobre as paredes do canal radicular por meio do cálculo da porcentagem de superfícies dentinárias regulares e irregulares, as características da superfície e contorno do canal radicular e a porcentagem de resíduos encontrados na luz do canal radicular.

## **6.2 Dos Resultados**

O presente capítulo encontra-se dividido em duas partes. Na primeira estão discutidos separadamente os diferentes aspectos relacionados ao preparo do canal radicular e, posteriormente, é realizada uma análise comparativa dos resultados, confrontando e relacionando os dados obtidos assim como também, os métodos de estudo empregados. Desta forma, neste capítulo, não só o desempenho do instrumento nos diversos aspectos isolados é discutido, mas também as possíveis consistências e inconsistências entre os resultados e as diferentes metodologias.

### **Desempenho do sistema rotatório contínuo nos diferentes aspectos avaliados**

#### **6.2.1 Plataforma Radiográfica**

O método da plataforma radiográfica possibilita verificar a ocorrência de desvio apical após a instrumentação. A condição para considerarmos presença de desvio apical consiste na não ocorrência, na radiografia obtida com a Plataforma Radiográfica, de sobreposição entre o instrumento inicial e o final.

Na presente pesquisa não foi observado desvio do terço apical do canal radicular em nenhuma das amostras avaliadas. Portanto, no que diz respeito ao aspecto desvio apical, consideramos que o sistema rotatório de níquel e titânio empregado mostrou desempenho adequado quanto à manutenção da curvatura original do canal radicular no terço apical.

Assim, nossos resultados estão de acordo com o aqueles de Javaheri, Javaheri<sup>49</sup>, no qual os autores também encontraram ausência de desvio no canal méso-vestibular de molares superiores, quando instrumentados com o sistema RaCe até o instrumento #30. Convém destacar, que esses autores não especificam qual a conicidade do instrumento #30 empregado, no entanto, presume-se que a ampliação tenha sido realizada até o diâmetro #30.02. Em nosso estudo o canal radicular foi ampliado até o instrumento #35.02 e assim, podemos ressaltar positivamente o sistema rotatório empregado já que, mesmo com maior diâmetro e maior conicidade o desvio apical não ocorreu. Estes resultados favoráveis podem estar associados não apenas às características do desenho do instrumento, mas também à cinemática empregada em nosso estudo.

Yoshimine et al.<sup>125</sup> (2005) também obtiveram o mesmo resultado em sua pesquisa. Neste estudo, esses autores utilizaram canais radiculares simulados em blocos de resina. Comparando os instrumentos Protaper, K3 e RaCe, os autores afirmam terem observado menor desvio para o sistema RaCe e K3. O desvio foi analisado medindo-se, bidimensionalmente, a distância entre o centro do canal original até a parte interna e externa da curvatura. Posteriormente, a quantidade de resina eliminada com o preparo no terço apical, a 5 mm aquém da parte final apical do canal, foi medida com um programa de análise de imagem (MacSCOPE; Mitani, Tokyo, Japan) para avaliar os efeitos relativos ao preparo com cada sistema. O sistema RaCe, segundo eles, teria mostrado ainda menor quantidade de remoção de resina no terço apical, o que poderia estar associado ao menor desvio nesta região do canal radicular. Em relação ao método para avaliar o desvio apical, empregado por esses autores, podem existir inconsistências, já que o desvio foi apenas observado bidimensionalmente. A mesma situação pode acontecer com a avaliação radiográfica do desvio apical. No entanto, em

nosso estudo, observamos que todas as amostras, as quais não apresentaram desvio na radiografia, também não o demonstram na análise por meio do Método de Bramante e da Análise Histológica. Utilizando também canais simulados, Merrett et al.<sup>71</sup> também não encontraram desvio apical nos canais preparados com o sistema RaCe, mesmo ampliando-os até o instrumento #30.06. Cumpre ressaltar que instrumentos de conicidade maior que 0.06 devem ser empregados com cautela no preparo do terço apical.

Em contrapartida aos estudos acima descritos, Aydin et al.<sup>3</sup> compararam o sistema RaCe com o sistema Hero Shaper e constataram que este último sistema teria demonstrado menor desvio do canal radicular no terço apical.

Não resta dúvida que a flexibilidade<sup>95</sup> dos instrumentos tem relação direta com a ocorrência de desvio apical. Instrumentos de sistemas diferentes, mas de mesmo diâmetro e conicidade, podem apresentar flexibilidade diferentes, em função de sua área seccional. Isto determina maior ou menor ocorrência de desvio apical, da mesma maneira, instrumentos de conicidades 0.04 e 0.06, como bem demonstrado por Lopes et al.<sup>67</sup>, instrumentos de conicidade 0.06 apresentam menor flexibilidade, o que determina quando do seu emprego, maiores chances de ocorrência de desvio apical. Os sistemas de última geração como o BioRace (FKG) e Twisted File (SybronEndo), possuem kits diferentes, para canais radiculares de maior e menor amplitude. Aqueles para canais radiculares mais atrésicos, possuem instrumentos de, no máximo, conicidade 0.04, enquanto que os demais apresentam conicidades maiores.

Em se tratando de canais radiculares méso-vestibulares de molares superiores, que apresentam grande achatamento méso-distal, entende-se que conicidade a 0.02 seja a mais indicada e que certamente

proporciona melhores resultados no que diz respeito à ocorrência de desvio apical, como aqueles demonstrados nesta nossa análise.

Assim, nossos resultados não denotaram a ocorrência de desvio apical quando do uso de instrumento rotatório de níquel e titânio. O método da Plataforma Radiográfica mostrou-se ser seguro e de fácil realização, possibilitando analisar a ocorrência deste acidente de forma bastante clara. Entretanto, é óbvio que as variáveis inerentes aos estudos com dentes extraídos como, por exemplo, o diâmetro do canal radicular, seu grau de curvatura, o ponto de início da curvatura, o comprimento do dente, embora possam ser minimizadas, não podem ser completamente eliminadas. Importa ainda considerar que a dureza dentinária que, de acordo com vários autores<sup>23, 47, 120</sup>, torna-se fator importante a ser considerado, bem como as diferenças de flexibilidade entre os instrumentos que podem, em alguma situação, estarem próximas, de modo a não serem tão grandes para produzir diferenças significativas entre os grupos. Assim, é razoável assumir que a dentina de maior dureza é mais efetiva que a dentina menos dura, em defletir as limas e, portanto, em tender a manter seu corte na porção externa da curvatura do canal radicular. Além disso, deve-se considerar que, em alguns casos, o transporte apical pode não ser detectado radiograficamente, apesar da ampliação da imagem.

### **6.2.2 Ação dos instrumentos, centralização ou deslocamento e ampliação da área do canal radicular por meio do Método de Bramante**

#### **6.2.2.1 Ação dos instrumentos sobre as paredes dentinárias do canal radicular**

A análise da superfície das paredes dentinárias do canal radicular foi realizada de acordo com Rasquin et al.<sup>85</sup>, por meio de escores pré-estabelecidos. As áreas de sobreposição indicam áreas não instrumentadas, ou seja, não tocadas pelos instrumentos. Os nossos resultados revelaram que, no terço médio, foi observada maior número de paredes instrumentadas em comparação ao terço apical.

No estudo de Rasquin et al.<sup>85</sup>, o sistema RaCe, no terço médio, mostrou maior número de canais com escore 2. Ou seja, na maioria das amostras, os instrumentos atuaram, neste terço, em duas paredes dentinárias. Estes resultados podem ser explicados pelo maior achatamento dos canais empregados, nesta região, assim como pela cinemática empregada a qual, não foi descrita no estudo. Presume-se que tenha sido empregada a cinemática recomendada pelo fabricante, pois esta determina que o instrumento seja introduzido e retirado sem orientá-lo contra todas as paredes do canal radicular. No terço apical, os autores encontraram maior número de amostras com escore 4, ou seja, demonstrando que os instrumentos atuaram nas quatro paredes dentinárias. Isto pode ser explicado pelo fato de que a maioria dos canais radiculares, mesmo os achatados, tornam-se mais arredondados na região apical, como pode ser visto no estudo de Wu et al.<sup>122</sup>.

Essa divergência de resultado pode ser explicada pelo fato de que, em nosso estudo, foram utilizadas raízes mésio-vestibulares de

molares superiores com raios de curvatura médio de 6 mm. Já no estudo de Rasquin et al.<sup>85</sup> foram empregados incisivos inferiores, os quais não possuem curvatura apical.

#### **6.2.2.2 Centralização ou Deslocamento do canal radicular**

A análise do deslocamento do canal radicular foi realizada por meio da medição da espessura das paredes vestibular e palatina e paredes interna e externa da curvatura. Para cada direção, foram obtidos 03 valores. Sobre estes 03 valores foi calculado o valor médio sobre o qual foi feita a análise.

Foi observado nessa avaliação que, no sentido mésio-distal, na região do terço médio, o desgaste na parede externa foi sempre maior do que na interna. Em apenas um caso a diferença entre o desgaste na parede interna e externa não foi significativo. Estes dados estão de acordo e confirmaram a importância da cinemática empregada. Provavelmente, se fosse seguida a cinemática proposta pelo fabricante os resultados seriam diferentes.

Em relação à ação nas paredes palatina e vestibular houve maior desgaste na parede vestibular. No terço apical, foram observados valores maiores para a parede externa do que para a interna, condição essa fundamental para que a curvatura fosse reduzida. Em ambas as situações os resultados observados estão diretamente relacionados com a cinemática empregada: em anticurvatura e em tração oblíqua, ditando ao instrumento o local no qual ele deve trabalhar. A proposta original do emprego de instrumentos rotatórios de níquel-titânio, de apenas penetração e remoção, não confere a ele a particularidade de trabalhar nas áreas de segurança e, provavelmente, correndo o risco de maior desgaste na parede interna da curvatura.

Há relação entre os nossos resultados e os do estudo de Aydin et al.<sup>3</sup>. Estes autores observaram maior remoção de resina na parede externa da curvatura no terço apical de canais simulados. Embora sejam metodologias diferentes, apontam resultados semelhantes. Em nosso estudo esse desgaste foi visto transversalmente e em dentes extraídos. No estudo de Aydin et al.<sup>3</sup> a análise foi feita no sentido longitudinal do canal radicular e em canais simulados, destacando que os autores citados comparam o sistema RaCe com o sistema Hero Shaper.

Na presente pesquisa os efeitos da instrumentação sobre o canal radicular foram estudados, no terço apical, a 02 mm do ápice e, no terço médio, no meio da curvatura. Nas duas regiões avaliadas houve deslocamento do canal radicular. Estes resultados estão de acordo com os resultados obtidos por Weine et al.<sup>117</sup>, Lim, Webber<sup>64</sup> e Kosa et al.<sup>51</sup>, embora esses autores tenham avaliado instrumentos diferentes. Schäfer, Vlassis<sup>93</sup> avaliaram o sistema RaCe e encontraram bons resultados quanto à manutenção da trajetória original do canal radicular, transporte apical e manutenção do comprimento de trabalho.

Nessa nossa avaliação foi possível verificar em qual parede houve maior atuação do instrumento, ou seja, para que região o instrumento mostrou tendência a deslocar o canal radicular. Tanto no terço médio como no apical houve deslocamento para o lado externo da curvatura radicular. Por meio desta análise, observamos, na maioria das amostras, atuação em todas as paredes, com maior extensão para o lado externo da curvatura.

No sentido vestibulo-palatino, observamos um maior deslocamento do canal radicular para a parede vestibular, tanto no terço apical quanto no terço médio. Contudo, essa diferença não foi estatisticamente significativa. Estes resultados estão de acordo com os resultados obtidos no estudo de Limongi et al.<sup>65</sup>, no qual foi empregada a

tomografia computadorizada como método de avaliação do preparo em incisivos inferiores com limas manuais e instrumentos rotatórios RaCe. Neste estudo, os autores também observaram, com a instrumentação manual, maior desgaste na parede vestibular no terço apical. A instrumentação rotatória mostrou maior remoção de dentina na superfície lingual, embora a diferença em relação à superfície vestibular não tenha sido significativa. No terço médio esses autores não encontraram diferenças significante quanto ao deslocamento do canal radicular, apesar de terem observado maior remoção de dentina na superfície lingual e remoção semelhante entre as superfícies mesial e distal. Em relação às superfícies proximais no terço apical, observaram maior remoção de dentina no lado mesial, com diferença significativa para a técnica manual e diferença pequena para a rotatória. Assim, concluíram que, tanto a técnica manual como a rotatória, empregando-se o sistema RaCe, não foram consideradas eficientes, pois apresentaram comportamento diferente em cada terço do canal radicular avaliado.

Rasquin et al.<sup>85</sup> também baseados no método de Bramante, avaliaram o desempenho do sistema RaCe e da instrumentação oscilatória com o sistema Endo-Eze em canais radiculares de incisivos inferiores, seccionados transversalmente no terço apical e médio. Esses autores não observaram bons resultados em relação à manutenção da anatomia original do canal radicular no terço médio. A análise estatística mostrou que o terço médio dos canais instrumentados com o sistema rotatório apresentou uma alteração estatisticamente significativa do formato original do canal radicular, um fato que não foi observado no terço apical. Convém ressaltar que os autores consideraram como alteração da forma original do canal quando foi dado o escore 1 e 2, ou seja, quando o preparo ocorreu apenas em uma e duas paredes, respectivamente. Com a instrumentação oscilatória, as alterações de forma que ocorreram não foram estatisticamente significantes nos terços médio e apical.

Schäfer, Vlassis<sup>93</sup> ao avaliarem a capacidade de manutenção da trajetória original do canal radicular, demonstraram que canais instrumentados pelo sistema RaCe causaram menor deslocamento do que os preparados pelo sistema ProTaper. A diferença observada nesse estudo pode ser atribuída às maiores conicidades dos instrumentos ProTaper em relação aos instrumentos RaCe.

No entanto, o deslocamento não deve ser atribuído apenas às características dos instrumentos. A dureza dentinária, a anatomia do canal radicular e a cinemática empregada podem favorecer este comportamento. Podemos dizer que em canais radiculares sem curvatura o deslocamento para qualquer uma das paredes dentinárias seria menos evidente.

Devido às características de resiliência da dentina, instrumentos que apresentam um ângulo de corte positivo atuam com maior eficiência quanto ao corte da superfície dentinária. Já um instrumento com ângulo de corte negativo poderíamos dizer que seria menos eficiente ao cortar a dentina e conseqüentemente a sua capacidade em modificar o trajeto original do canal radicular seria menor. Convém lembrar que os instrumentos Pré-Race empregados no presente estudo foram os de aço inoxidável, característica essa que pode conferir ao instrumento maior poder de corte em relação àqueles fabricados em níquel e titânio.

No estudo feito por Rangel et al.<sup>84</sup>, canais simulados foram preparados com o sistema RaCe e os autores relataram o deslocamento, no início da curvatura, para a sua parede interna. No terço apical foram encontrados deslocamento para a parede externa da curvatura. Importante lembrar que, diferentemente de nosso estudo, esses autores não avaliaram a incidência de deslocamento na região do meio da curvatura.

Griffiths et al.<sup>39</sup>, embora avaliando o sistema Quantec LX, observaram excessiva remoção de resina da parede externa na região do meio da curvatura, apontando assim o fato de que esse comportamento não é uma característica exclusiva do sistema RaCe.

É importante destacar que os demais estudos, de outros autores, abordados em nossa pesquisa, não avaliaram a atuação de instrumentos rotatórios de níquel e titânio na região do meio da curvatura do canal radicular.

Leonardi et al.<sup>56</sup> observaram, em canais simulados, adequada atuação dos instrumentos RaCe em todas as paredes do terço médio. Em nosso estudo, no mesmo terço, também foi observada atuação em todas as paredes do canal radicular, mesmo tendo sido empregado canais radiculares achatados, porém, observou-se deslocamento para a parede externa da curvatura. A atuação em todas as paredes no terço médio pode ser explicada pela cinemática empregada que, no presente estudo, foi diferente da indicada pelo fabricante, permitindo, assim, orientar a ação dos instrumentos sobre as paredes dentinárias. O deslocamento para a parede externa pode ser explicado pelo fato da região avaliada em nossa pesquisa ser no meio da curvatura. Leonardi et al.<sup>56</sup>, no terço apical, encontraram maior atuação na parede externa da curvatura, porém, sem desvio. Os autores ampliaram o canal radicular até o instrumento #25.04 e isto poderia explicar a ausência de desvio apical. No entanto, em nosso estudo, também não foi observado desvio apical mesmo a ampliação tendo sido realizada até o instrumento #35.02 e isto pode ser explicado por nossa cinemática empregada e pelas características dos instrumentos. As diferenças em relação ao terço médio e apical, dos canais simulados para os terços médio e apical do presente estudo, podem estar associadas ao fato de que no estudo de Leonardi et al.<sup>56</sup> terem sido empregados canais simulados com o formato circular, o que favorece a ocorrência de um desgaste homogêneo por meio desses

instrumentos. No presente estudo, tanto no terço médio quanto no apical, os instrumentos RaCe deslocaram o canal radicular para a parede externa da curvatura. A mesma situação foi encontrada no estudo de Shäfer et al.<sup>91</sup>, no qual foi observado deslocamento para a mesma região da curvatura.

Al-Sudani et al.<sup>2</sup> avaliaram o transporte do canal radicular seccionado transversalmente no terço cervical e médio. Os autores avaliaram 03 diferentes sistemas rotatórios de níquel e titânio, entre eles o sistema RaCe assim como também o sistema K3 e o sistema Profile. Os resultados obtidos mostraram menor transporte do canal para o sistema Profile, em ambas as regiões avaliadas. O estudo foi feito em canais mesiais de molares inferiores. Todas as técnicas avaliadas mostraram tendência a movimentar o canal radicular em direção à furca. O sistema RaCe foi o que causou o maior deslocamento no terço cervical e médio para esta região.

Em nossa pesquisa, os instrumentos trabalharam no canal radicular por 10 segundos. Se um instrumento possui potencial de desviar o trajeto original do canal radicular, quanto mais tempo ele trabalhar no interior do canal radicular, maior poderá ser o deslocamento observado ao final do preparo. Desta forma, entra em questão a influência do operador sobre o desempenho de instrumentos endodônticos. A literatura científica nos mostra estudos que avaliaram esta questão. Por exemplo, há estudos que avaliaram a influência do operador sobre o índice de fratura de instrumentos rotatórios de níquel e titânio e mostraram que o operador experiente pode favorecer os resultados obtidos<sup>123, 124</sup>. A influência do operador também é importante e deve ser considerada na avaliação do papel dos instrumentos quanto à ocorrência de desvio apical, modificação da trajetória original do canal radicular e capacidade de limpeza, ou seja, o modo de emprego do instrumento pode interferir nos resultados obtidos. Neste item podemos incluir também o tempo que cada instrumento atuou

no interior do canal radicular, sendo esse, portanto, um item importante a ser observado, quando se trata de considerar os estudos científicos que verificam o desempenho de instrumentos endodônticos.

Dentro dos parâmetros empregados neste estudo, o sistema RaCe produziu um deslocamento mínimo do canal radicular nos dois terços avaliados. O deslocamento observado parece não ter relevância clínica.

A partir do confronto entre os dados obtidos nessa etapa de nossa pesquisa e em outras que apresentaram resultados discordantes, já podemos constatar a importância de se considerar o método empregado nesses estudos e a cinemática dos instrumentos, quando se trata de avaliar o desempenho de um determinado sistema de instrumentação, bem como, a partir dessa avaliação, determinar sua indicação ou não.

#### **6.2.2.3 Ampliação da área do canal radicular**

Como definido anteriormente, a ampliação da área do canal radicular, na secção transversal, foi verificada subtraindo-se a medida pós da medida pré-operatória nos terços médio e apical. A diferença entre os dois valores (pré e pós-operatório) indicou o quanto o canal radicular foi ampliado. A maior ampliação do canal radicular no terço médio se deve, obviamente, ao fato dos instrumentos RaCe, nesta região, apresentarem maior diâmetro de acordo com suas diferentes conicidades.

Durante a etapa de levantamento bibliográfico encontramos um único estudo que aborda a ampliação proporcionada pelo sistema Race. Uyanik et al.<sup>114</sup> verificaram um aumento geral do canal radicular preparado pelo sistema RaCe de 37%. Os autores, neste estudo, no entanto, analisaram o aumento do volume do canal radicular pela

tomografia computadorizada em 14 pontos diferentes a partir da região apical e não separadamente por terços.

Em nosso estudo, constatamos que o sistema RaCe proporcionou menor ampliação do canal no terço apical quando comparado ao terço médio. No entanto, esta variação no grau de ampliação é proporcional à área original do canal e, portanto, a consideramos como sendo um fato positivo. Antes do preparo, a área do canal era menor no terço apical e maior no terço médio. Esta proporcionalidade permaneceu após o preparo. Os dados obtidos em nossa análise radiográfica, como pudemos constatar anteriormente, atestam que não houve desvio da trajetória do canal. Correlacionando esse fato com os dados ora apresentados, quais sejam, esse aumento proporcional do canal radicular, poderíamos desta forma supor que o sistema RaCe teria mantido a trajetória original do canal radicular.

Assim, com base em nossos resultados, obtidos por meio da estratégia metodológica acima descrita, podemos considerar o desempenho do instrumento quanto ao aspecto ampliação do canal radicular como tendo sido adequado, uma vez que entre os terços analisados foi produzido um aumento proporcional respeitando-se a anatomia original do canal.

### ***6.2.3 Ação dos instrumentos sobre as paredes, características da superfície, formato do canal radicular e limpeza do canal radicular por meio da Análise Histológica***

Para a realização da análise histológica, as secções do terço médio e apical, analisadas anteriormente pelo Método de Bramante, foram processadas histologicamente. Cinco cortes de cada terço foram selecionados para a análise morfométrica, ressaltando-se que, dentre os cortes de cada terço, foi selecionado sempre o primeiro corte, no sentido cérvico-apical, com o objetivo de compará-lo, posteriormente, com a imagem fotográfica pós-operatória obtida da secção transversal.

#### ***6.2.3.1 Ação dos instrumentos sobre as paredes dentinárias***

Estudos anteriores enfatizam que em torno de 35% (ou mais) da superfície do canal não é instrumentada, mesmo quando é usado um sistema rotatório de Ni-Ti<sup>78</sup>. Greca et al.<sup>38</sup>, avaliaram técnicas de preparo com instrumentos rotatórios, instrumentação ultra-sônica e manual e observaram que nenhuma das técnicas adotadas foi eficiente em relação à ação sobre as paredes dentinárias do canal radicular. No estudo de Zand et al.<sup>127</sup>, no qual os instrumentos RaCe foram avaliados em comparação com os instrumentos rotatórios FlexMaster e manuais NiTi Flex K-file, também foram encontradas áreas não instrumentadas e com debris em todas as regiões do canal radicular.

A presença de áreas não instrumentadas pode ser explicada por características anatômicas do canal, como, por exemplo, achatamento no sentido méso-distal da raiz. Langeland et al.<sup>54</sup> afirmaram que a

anatomia do canal possui um papel tão importante no tratamento endodôntico quanto à técnica empregada.

Os resultados obtidos em nossa pesquisa revelaram que, no terço médio, 85% das paredes dentinárias receberam ação dos instrumentos, enquanto no terço apical essa ação se deu em 80% das paredes, confirmando estudos anteriores, que também encontraram áreas significativas sem ação da instrumentação.

Ao compararmos nossos índices com os outros estudos<sup>119</sup>, podemos considerar que o instrumento rotatório teve atuação significativa nas paredes dentinárias, com certeza em função direta da cinemática empregada.

#### **6.2.3.2 Características da superfície e formato do canal radicular**

Um importante aspecto relacionado à instrumentação do canal radicular é o seu completo preparo, ou seja, o desgaste dentinário homogêneo em todas as paredes do canal, como resultado da ação do instrumento, implicando completa remoção da pré-dentina. Este aspecto pode ser verificado a partir de uma avaliação do formato do canal obtido após a instrumentação. Formatos irregulares podem indicar preparo incompleto o qual é decorrente dos seguintes fatores: 1) superfícies dentinárias sem atuação dos instrumentos; 2) ação em todas as paredes, porém de forma insuficiente. O formato irregular do canal radicular pode implicar em limpeza inadequada e condição não favorável para a obturação, na medida em que áreas irregulares podem não ser preenchidas corretamente pelo material obturador, dependendo da técnica e das propriedades do cimento obturador empregado.

Assim, a avaliação histológica da secção transversal pós-operatória dos canais pode ser usada para verificar efetivamente a capacidade de preparo de instrumentos endodônticos<sup>75, 126</sup>. No entanto, a literatura científica não mostra estudos que avaliam o formato de canais radiculares preparados com o sistema RaCe.

Os resultados obtidos por meio de nossa análise indicaram predominância de formatos irregulares nos dois terços avaliados. Os dados, porém, mostraram que há um predomínio de superfícies lisas e esta característica pode significar que as áreas que receberam ação dos instrumentos receberam-nas de forma adequada.

Cabe ressaltar que há estudos que mostraram não haver qualquer diferença entre os instrumentos manuais e rotatórios quanto à forma do canal obtida em sua secção transversal, após o seu preparo, uma vez que em ambas as instrumentações haveria a presença de irregularidades<sup>41,114</sup>.

É importante notar que a técnica recomendada pelo fabricante não é sempre a melhor opção, principalmente considerando a variação anatômica interna do canal radicular. Além disso, não deve haver confusão entre as características dos instrumentos com as características da técnica empregada. É importante ao analisarmos um estudo científico sobre o tema, consideramos não só o instrumento, mas também a seqüência técnica seguida pelos autores. Assim, a seqüência na qual os instrumentos foram utilizados e o comprimento de trabalho seguido podem alterar os resultados do estudo.

### 6.2.3.3 Presença de resíduos

Por meio do preparo biomecânico, o ideal seria que sempre alcançássemos a total limpeza do canal radicular, isto é, a plena remoção de restos pulpare, restos necróticos e dentina contaminada, eliminando, assim, nesta fase, a maioria dos microrganismos existentes. Diversos estudos avaliaram, de modo comparativo ou não, a capacidade de limpeza do sistema rotatório RaCe<sup>5, 30, 71,90,127</sup>. Mesmo com o grande e contínuo desenvolvimento de instrumentos e técnicas de instrumentação, a literatura científica nos mostra que não há nenhuma técnica ou sistema de instrumentos que limpe totalmente o canal radicular<sup>6,33</sup>. Principalmente na região do terço apical, considerada a região mais difícil para a limpeza devido à complexidade anatômica e o seu difícil acesso<sup>6, 101</sup>.

A análise histológica, por meio de uma grade sobreposta sobre a imagem obtida, é comumente a técnica empregada para avaliar a limpeza, como pudemos observar em outros estudos. Passarinho-Neto et al.<sup>76</sup>, Barbizam et al.<sup>6</sup> e Ferreira et al.<sup>30</sup>, Baratto-Filho et al.<sup>5</sup>, por exemplo, avaliaram a capacidade de limpeza do sistema rotatório Profile .04 durante o preparo do canal de incisivos inferiores. Por meio da grade quadriculada, esses autores obtiveram a porcentagem de debris no canal radicular na região do terço apical. Todavia, não foi encontrado na literatura estudos avaliando a capacidade de limpeza do sistema RaCe, por meio desse método, impedindo, assim, uma comparação direta desse aspecto ora avaliado com a presente pesquisa.

Sipert et al.<sup>99</sup> avaliaram a capacidade de limpeza do sistema RaCe, em comparação com a instrumentação manual, em canais méso-vestibular de molares superiores. No entanto, por meio de uma estratégia

diferente. A verificação da limpeza foi feita a partir da análise do grau de remoção de tinta nanquim das paredes dentinárias, proporcionada pelos instrumentos. O preparo manual foi realizado seguindo a técnica de Oregon, com limas de aço inoxidável K-Files preparando o batente apical até a lima #25 e o escalonamento até a lima #40. No grupo da instrumentação rotatória com o sistema Race, o preparo seguiu as instruções do fabricante ampliando-se o canal até o instrumento #25.02. A cinemática empregada para a instrumentação rotatória não foi abordada pelos autores, assim, presume-se que tenha sido seguida àquela sugerida pelo fabricante. Os autores observaram melhores resultados com a instrumentação manual, a qual resultou em menor quantidade de tinta remanescente em relação à instrumentação rotatória. Estatisticamente, no entanto, esta diferença foi significativa apenas no terço médio, o qual apresenta maior achatamento, e pode ser explicada pela cinemática recomendada pelo fabricante, a qual não orienta o instrumento contra todas as superfícies do canal radicular. Esta ineficiência quanto à limpeza também pode estar associada ao limite de ampliação, o qual foi até o diâmetro e conicidade #25.02. Contudo, a total remoção de tinta, o que supostamente equivaleria a uma completa limpeza, não foi alcançada por nenhuma das técnicas empregadas. A quantidade de remoção de tinta pelo sistema Race ocorreu de forma decrescente a partir do terço cervical, médio e apical. Em nosso estudo, o mesmo sistema também mostrou melhores resultados para o terço médio em relação ao apical, no entanto, essa diferença não foi estatisticamente significativa. Shäfer, Vlassis<sup>93</sup> avaliaram, por meio de microscopia eletrônica de varredura, o desempenho do sistema Race e do Protaper quanto à limpeza. Os autores não encontraram completa limpeza obtida por nenhum dos sistemas rotatórios. Em relação aos terços radiculares avaliados a limpeza foi significativamente melhor nos terços cervical e médio. No geral, o emprego do sistema Race resultou significativamente em menor quantidade de debris, comparado aos canais radiculares preparados com

o sistema Protaper. A cinemática empregada para o sistema Race foi aquela recomendada pelo fabricante, tendo sido o preparo realizado até o instrumento #35.02. Os resultados destes autores estão de acordo com os de nosso estudo, no que se refere ao aspecto limpeza proporcionado pelo sistema Race. Apesar da diferença entre as cinemáticas empregadas, a semelhança entre os resultados pode estar associada à solução irrigadora empregada. Shäfer, Vlassis<sup>93</sup> empregaram hipoclorito de sódio a 2,5%, que possui poder de solvência de tecidos orgânicos. Já em nosso estudo, empregamos água destilada, o que permitiu observarmos a ação isolada do sistema rotatório e a eficiência da cinemática empregada.

Nossa pesquisa avaliou histologicamente a quantidade de debris encontrada no canal radicular, após o preparo biomecânico feito com o sistema rotatório RaCe. Os resultados mostraram, no terço apical, uma variação de 0 a 100% de presença de debris. A presença de 100% de debris se deve ao fato de que a instrumentação em uma das amostras, na região do terço apical, ter ficado mais de 01 mm aquém do ápice radicular, devido à perda do comprimento de trabalho. Esta mesma amostra apontou 100% de debris no terço apical.

É importante ressaltar que, nesse nosso estudo, a limpeza proporcionada pelo sistema RaCe no terço apical foi inferior do que a limpeza obtida no terço médio. Estes resultados estão de acordo com o estudo de Baratto-Filho et al.<sup>5</sup>, a despeito desses autores terem avaliado em sua pesquisa o sistema Profile .04 e não o sistema RaCe. Tal fato sugere que o terço apical deve ser instrumentado a diâmetros maiores para que melhor limpeza seja alcançada. Talvez novos sistemas como o BioRace (FKG- Dentaire, Switzerland) possam levar a melhores resultados.

No presente estudo, a porcentagem de debris constatada no canal radicular, nos dois terços avaliados, pode ser explicada pelo fato de

ter sido utilizado água destilada como solução irrigadora. A água destilada foi intencionalmente empregada em nossa pesquisa, a fim de podermos isolar a capacidade de limpeza do sistema RaCe, ou seja, sem a interferência da ação química da solução irrigadora (como por exemplo, da solução de hipoclorito de sódio em suas diferentes concentrações). A escolha pela mesma solução irrigadora, alegando-se os mesmos motivos expostos, também esteve presente no estudo de Barbizam et al.<sup>6</sup>.

A importância da ação química da solução irrigadora para a limpeza do canal radicular é confirmada pelo estudo de Baratto-Filho et al.<sup>5</sup>, acima citado, assim como também é confirmada a ineficiência da água destilada para o preparo biomecânico. Conclui-se disso que é preciso usar solução irrigadora com boas propriedades físico-químicas – como, por exemplo, a capacidade de dissolução de tecidos orgânicos – associada a uma técnica de instrumentação adequada, como forma de compensar a existência de áreas do canal radicular inacessíveis à ação dos instrumentos endodônticos. No entanto, convém destacar, não apenas as propriedades químicas das soluções irrigadoras são essenciais. O volume de solução utilizado para irrigar o canal radicular também deve ser considerado. Quanto maior o volume de solução irrigadora empregada maior será a remoção de detritos do interior do canal radicular.

De acordo com Hand et al.<sup>42</sup> a ação do hipoclorito de sódio no tecido orgânico está relacionada à: 1) área e tempo de contato da solução no interior do canal radicular, 2) volume da solução irrigadora, 3) temperatura da solução, 4) agitação mecânica, 5) concentração da solução e 6) relação entre a quantidade de solução e de tecidos orgânicos. Quanto maior o índice desses fatores, maior será a dissolução dos tecidos orgânicos pelo hipoclorito de sódio.

Confirmando estudos anteriores, nossos resultados quanto à presença de resíduos podem ser explicados considerando-se a anatomia interna dos canais méso-vestibular de molares superiores. Barbizam et al.<sup>6</sup> mostraram que a instrumentação com o sistema Profile .04, em canais radiculares achatados, deixou áreas sem receber a ação dos instrumentos. É importante lembrar que, no caso desses canais, não se pode ampliá-los excessivamente sem o risco de enfraquecer as paredes dentinárias e ocorrer adelgaçamento ou perfuração lateral. Com relação aos canais achatados, curvos e estreitos, as dificuldades de limpeza, maiores ainda, têm sido demonstradas em outros estudos<sup>88,94</sup>. Segundo Fariniuk et al.<sup>29</sup> ao contrário do que se espera, mesmo em canais circulares, a sua limpeza não depende exclusivamente da instrumentação. Assim, obviamente, confirma-se que a instrumentação, por si só, não pode resolver o problema da limpeza. É preciso sempre associar instrumentos e técnicas de instrumentação adequadas para o preparo biomecânico ao uso de soluções irrigadoras com boas propriedades, no que se refere a sua capacidade de remover detritos orgânicos e inorgânicos do canal radicular.

O desenvolvimento de uma técnica específica para canais radiculares achatados também pode ser uma opção e deve ser considerado, conforme Barbizam et al.<sup>6</sup>. A instrumentação manual no sentido coroa-ápice foi mais eficiente na limpeza de canais radiculares achatados do que a instrumentação rotatória com o sistema Profile .04, embora nenhuma delas tenha limpado completamente o canal radicular. Estes resultados apontam para o fato de que a instrumentação manual associada à instrumentação rotatória pode melhorar a limpeza do canal radicular. Assim, baseado nesses autores, confirma-se a sugestão de, após o preparo mecanizado, empregar instrumento manual para o acabamento e refinamento do preparo, melhorando, assim, as condições

finais do canal radicular para receber a obturação. Tal sugestão já foi relatada por Sydney et al.<sup>103,105</sup>.

No entanto, devemos considerar o fato de que os estudos de Zand et al.<sup>127</sup>, apontam numa direção oposta. Segundo esses estudos, as limas manuais NiTi flex K-files mantiveram maior quantidade de remanescentes no interior do canal radicular do que o sistema RaCe e FlexMaster, tendo estes dois últimos sistemas apresentados os melhores resultados quanto à limpeza. Foram empregados 75 dente humanos unirradiculares extraídos com ápice completo e curvatura mínima ( $<5^\circ$ ) os quais foram divididos em 3 grupos. Os canais de todos os dentes foram preparados até o diâmetro #40 e a solução irrigadora empregado foi 5 mL de hipoclorito de sódio a 0,5%. O preparo com os instrumentos rotatórios FlexMaster e Race seguiu o sentido coroa-ápice, segundo as instruções dos fabricantes. A instrumentação manual foi realizada no sentido coroa-ápice em 6 etapas: 1º) lima #45 no terço cervical até a lima #15 no comprimento de trabalho; 2º) lima #50 no terço cervical até a lima #20 no comprimento de trabalho; 3º) lima #55 no terço cervical até a lima #25 no comprimento de trabalho; 4º) lima #60 no terço cervical até a lima #30 no comprimento de trabalho; 5º) lima #70 no terço cervical até a lima #35 no comprimento de trabalho; 6º) lima #80 no terço cervical até a lima #40 no comprimento de trabalho. A análise da limpeza foi realizada pela microscopia eletrônica de varredura. Os autores deste trabalho observaram que nenhuma técnica proporcionou completa limpeza. O sistema FlexMaster demonstrou, no geral, significativamente melhor limpeza do que o sistema Race seguido pela instrumentação manual. Os autores concluíram que a instrumentação rotatória empregando-se os sistemas FlexMaster e Race é superior à instrumentação manual com limas flexíveis pois os dois sistemas rotatórios mostraram significativamente melhor limpeza, principalmente no terço apical, do canal radicular<sup>127</sup>.

Nesse sentido, é preciso que sejam feitas novas pesquisas a fim de se solucionar o impasse produzido pelas divergências nos resultados obtidos por esses autores.

Quanto à técnica empregada, Wu et al.<sup>121</sup> (2003) avaliaram a capacidade de ampliação do canal radicular (remoção de dentina), em canais de incisivos inferiores, empregando-se a Técnica de Forças Balanceadas e a Instrumentação Circunferencial. Neste estudo os autores observaram que, em canais ovais, ambas as técnicas de preparo deixaram grandes áreas do canal radicular não instrumentadas. Desta forma, observamos que não só os instrumentos mostram ineficiência. A técnica empregada também pode apresentar falhas.

Entendemos, desse modo, que vários aspectos associados ao preparo do canal radicular devem ser considerados ao observarmos e interpretarmos os resultados obtidos em pesquisas que avaliam o desempenho de instrumentos endodônticos. Os aspectos que devem ser observados seriam: 1) o instrumento empregado, 2) a técnica de instrumentação, 3) o diâmetro, 4) a conicidade, 5) o tipo e a quantidade de solução irrigadora empregada, 6) a anatomia do canal, 7) a cinemática empregada com o instrumento no interior do canal radicular, 8) a experiência e conhecimento do operador e 9) o método de análise 10) Método de preparo do canal radicular: rotatório, oscilatório, ultra-sônico ou manual.

A despeito de todos os aspectos discutidos até o momento e que podem interferir no desempenho da instrumentação rotatória quanto à limpeza obtida, temos que considerar ainda o fato de que esse tipo de instrumentação apresenta algumas características específicas, relativas ao próprio desenho e as propriedades físicas dos instrumentos de níquel e titânio. A elasticidade e ultra-flexibilidade destes instrumentos, por exemplo, não permitem que eles sejam pressionados totalmente contra as

paredes dentinárias do canal radicular, podendo comprometer seu bom desempenho. Em relação ao desenho de sua parte ativa, o ângulo da lâmina de corte pode estar associado à capacidade de limpeza do instrumento<sup>54</sup>. Os instrumentos RaCe apresentam duas diferentes lâminas cortantes. A primeira lâmina de corte alterna com a segunda a qual está posicionada em um ângulo diferente<sup>74</sup>. Variações do ângulo helicoidal e o desenho dos sulcos (ranhuras) são propriedades do instrumento que influenciam na sua capacidade de remoção dos restos liberados durante a instrumentação. Os detritos formados com a ação dos instrumentos devem ser eliminados, pois, caso isto não aconteça, poderá ocorrer a sua compressão entre a parede dentinária e o sulco do instrumento, diminuindo seu poder de corte. Se houver grande adesão de detritos sobre a parte ativa do instrumento, a sua capacidade de expelir os restos presentes na luz do canal radicular estará diminuída. A presença de ângulo helicoidal constante pode fazer com que haja acúmulo de debris, principalmente na parte coronária do instrumento. Consequentemente, dificultando a saída dos restos do canal radicular<sup>54</sup>.

### **6.3 Correlação entre os métodos de estudo empregados**

Como dissemos anteriormente, nessa segunda parte de nossa discussão será realizada uma análise comparativa dos resultados obtidos, confrontando-se e correlacionando-se os dados obtidos nos diferentes aspectos avaliados. Principalmente, aqueles obtidos a partir do Método de Bramante e da análise histológica e que permitem tal confrontação. Com isso, espera-se verificar com essa nossa pesquisa as possíveis consistências ou inconsistências comparando-se os resultados obtidos isoladamente por diferentes métodos de avaliação.

Os primeiros resultados a serem analisados são referentes à *ação sobre as paredes do canal radicular*. Como demonstramos anteriormente, os resultados obtidos a partir do emprego do Método de Bramante apontam que, na maioria das amostras, o instrumento teria atuado em todas as paredes. No entanto, por meio da análise histológica constatamos que essa atuação não foi suficientemente adequada.

Ao analisarmos as imagens histológicas e compararmos com as sobreposições (Método de Bramante), observamos que o primeiro corte histológico de algumas amostras do terço médio (que corresponde a região analisada no Método de Bramante), revela que os instrumentos atuaram em todas as paredes dentinárias, tendo sido, essas mesmas amostras classificadas com o escore 4 no Método de Bramante. Já na maioria das amostras (8 amostras), não houve correlação entre os métodos, pois, enquanto o primeiro corte histológico revelava que nem todas as paredes dentinárias tinham recebido ação adequada dos instrumentos, a sobreposição das imagens mostrava que todas as paredes tinham sido instrumentadas, recebendo o escore 4 pela ação dos instrumentos. No terço apical, existiram 4 amostras as quais o seu primeiro corte histológico correspondeu ao escore dado na classificação das sobreposições, enquanto nas demais 6 amostras não houve correlação entre as imagens histológicas e as sobreposições.

Essas diferenças de resultados entre um método e outro podem estar associadas ao fato de, no presente estudo, as paredes do canal radicular não terem sido coradas previamente ao preparo biomecânico. As paredes dentinárias coradas poderiam ter acarretado em maior precisão no momento de obtenção dos contornos pré e pós-operatórios do canal radicular.

Por outro lado, a análise macroscópica (fotográfica) nos dá menos detalhes quanto à ação dos instrumentos sobre as paredes

dentinárias, quando comparada à análise histológica. Pela análise da imagem fotográfica, podemos ter a falsa impressão de que os instrumentos atuaram em todas as paredes. No entanto, analisando o mesmo caso, histologicamente, podemos observar superfícies irregulares, ou seja, regiões que não receberam adequadamente a ação dos instrumentos. Pela análise histológica, vemos que os instrumentos não foram tão eficientes na ação sobre as paredes, pois superfícies permaneceram sem o devido corte e remoção de dentina. Consideramos, portanto, que o corte histológico nos permite maior objetividade acerca do desempenho dos instrumentos, enquanto a imagem fotográfica, isoladamente, nos mostra apenas se os instrumentos atuaram ou não, sem precisar se essa atuação teria sido de forma eficiente. Este dado é importante, pois, enquanto pelo método fotográfico podemos obter a impressão de um bom desempenho, pelo método histológico podemos observar maiores detalhes relacionados com a qualidade desse desempenho.

Quanto ao quesito *formato do canal*, a análise comparativa dos resultados obtidos, nos aponta na mesma direção. Na presente pesquisa houve predominância de formato irregular do canal radicular no terço médio e apical e estes dados foram observados tanto histologicamente como na análise das fotografias das seções transversais. Como sabemos, formato irregular pode indicar preparo incompleto, pois indica a existência de superfícies dentinárias sem a devida atuação dos instrumentos. Novamente, destaca-se a importância da análise histológica, pois apenas por meio dela pôde-se efetivamente verificar paredes sem atuação do instrumento. Como dissemos acima, na avaliação fotográfica, não é possível verificar com precisão se a ação dos instrumentos sobre todas as paredes foi homogênea, mas sim apenas observar se houve ou não ação sobre as diferentes paredes. Todavia, o importante não é apenas saber se os instrumentos agiram, mas sim e,

fundamentalmente, definir a qualidade dessa ação. Essa qualidade, no entanto, só é possível de ser observada pela análise histológica.

É importante lembrar que a análise histológica não nos permite comparar a situação pré e pós-operatória, comparação essa importante para constataremos as transformações efetivas do canal radicular decorrentes do preparo biomecânico. Assim, concluímos que, nesse caso, um método de estudo pode complementar o outro na análise do desempenho de instrumentos endodônticos. Principalmente, quando se pode comparar a mesma região do canal radicular por métodos de estudo diferentes. É possível, por exemplo, comparar a imagem fotográfica da secção transversal do canal radicular com o primeiro corte histológico obtido da mesma região.

Quanto ao aspecto *presença de resíduos* no canal radicular, observamos, na maioria das amostras, correlação entre os resultados obtidos com a limpeza, pelo Método Histológico, e os resultados obtidos com a ação dos instrumentos, pelo Método de Bramante. Os resíduos observados nas imagens histológicas estavam localizados na mesma região na qual, na imagem sobreposta, ocorreu proximidade e até sobreposição entre os contornos pré e pós-operatórios. A limpeza também esteve, predominantemente, associada ao deslocamento do canal radicular. Os locais de maior limpeza corresponderam aos locais para onde os instrumentos orientaram o preparo do canal radicular.

Outro aspecto importante a ser considerado é a contribuição do método radiográfico como complemento em nossas análises histológicas. Avaliando-se a *presença de resíduos* no canal radicular, observamos que, em uma das amostras, a luz do canal radicular estava totalmente preenchida por debris, na porção apical, indicando nesse ponto ausência de limpeza. Ao verificarmos a mesma amostra, na radiografia obtida por meio da Plataforma Radiográfica, foi constatado que

o instrumento tinha agido aquém do comprimento real de trabalho. Portanto, nesse caso em específico, a radiografia indicou o motivo da grande quantidade de debris observada. Outro aspecto a ser relacionado é o desvio apical. Radiograficamente não foi observado, em nosso estudo, a presença de desvio apical. Esta situação foi confirmada histologicamente. Assim, concluímos que o método Radiográfico pode não apenas complementar o estudo histológico, mas também confirmá-lo.

#### **6.4 Discussão Final**

Consideramos que tão importante quanto à avaliação do Sistema Race é a contribuição para a discussão de determinados problemas metodológicos, os quais, indiretamente, estão subjacentes a todas as investigações realizadas sobre o preparo do canal radicular.

As pesquisas que encontramos hoje na literatura científica de nossa área, apresentam dados, realizam análises e constroem interpretações, geralmente, a partir de estudos que isolam aspectos do desempenho dos instrumentos endodônticos e que apresentam diferenças no que diz respeito ao material e o método de estudo empregado. Nossa pesquisa, contudo, mostrou que estudos que realizem uma avaliação fragmentada e parcial da ação desses instrumentos, ou seja, que recortem aspectos do seu desempenho (presença de resíduos e ampliação canal, desvio ou transporte etc.) e, além disso, apresentem metodologias diferentes não são suficientes para referendar a sua aprovação e recomendação clínica. Como pudemos observar, o mesmo instrumento pode obter desempenho qualitativo muito diferente, quando se avalia diversos aspectos sob diferentes métodos. Ao se adotar uma estratégia parcial de avaliação, corre-se o risco de tomar a parte pelo

todo, ou seja, generalizar o resultado obtido apenas na avaliação de um conjunto fechado e parcial de aspectos e metodologias.

Para exemplificar, basta observarmos a discrepância obtida na avaliação do quesito *desvio* (ótimo resultado) e na avaliação do aspecto *presença de resíduos* (maior quantidade de resíduos no o terço apical). É significativo e muito problemático o fato de um instrumento obter um excelente resultado na avaliação isolada de um determinado quesito e um razoável resultado em outra. Principalmente, quando se generaliza o bom desempenho e, conseqüentemente, se aponta a recomendação de um dado sistema de instrumentação, justamente a partir daquela avaliação em que obteve um bom resultado.

Obviamente que um instrumento dificilmente seria perfeito em todos os quesitos, sendo normal que aparecesse desempenhos diferentes em diferentes aspectos. Todavia, ainda que pequenas variações no desempenho obtido nos diversos itens avaliados sejam aceitáveis, as mesmas não podem divergir significativamente. Para que o instrumento seja completamente adequado, deveria apresentar uma regularidade mínima no seu desempenho, quando avaliado os resultados obtidos em diferentes aspectos.

Por outro lado, o todo não é a simples soma das partes. E isso ficou evidente quando analisamos comparativamente os resultados obtidos por diferentes métodos. Assim, ainda que seja o caminho mais fácil, consideramos que não devemos simplesmente somar estudos isolados, quando se trata de querer uma avaliação global do instrumento, sem considerar os limites e os riscos dessa atitude. Somente estudos que abordem o desempenho do instrumento na sua totalidade e que analisem as interfaces e intersecções entre os diferentes métodos, seja no que se refere as suas complementações, seja no que se refere as suas

contradições, deveriam servir de referência para sua aprovação ou indicação como um instrumento resolutivo no preparo do canal radicular.

## *7 Conclusão*

---

## 7 Conclusão

Em relação aos aspectos do preparo do canal radicular realizado pelo Sistema RaCe concluímos que:

1. Não houve desvio apical, dado este observado por meio da Plataforma Radiográfica e confirmado pelo Método de Bramante e pela Análise Histológica;
2. Os instrumentos atuaram sobre as paredes dentinárias de forma mais plena no terço médio, observado pelo Método de Bramante e compatível com a Análise Histológica que mostrou 85% de superfícies regulares. No entanto não houve diferença significativa entre os dois terços avaliados;
3. O canal radicular não se manteve centralizado, pois após o preparo biomecânico, houve maior deslocamento para as regiões vestibular e externa da curvatura, tanto para o terço médio como para o terço apical, observado pelo Método de Bramante. Estatisticamente não houve diferença significativa entre os terços assim como também entre as quatro paredes avaliadas;
4. O Sistema Race proporcionou maior aumento da área do canal radicular no terço médio em relação ao terço apical, observado pelo Método de Bramante, porém este parâmetro não pode ser analisado pelos métodos histológico e radiográfico. A diferença entre os terços não foi significativa;
5. No terço médio observou-se maior quantidade de superfícies regulares do canal radicular em relação ao terço apical, observado pela Análise Histológica. Porém, não houve diferença significativa entre os terços;

6. Houve predomínio de superfície lisa do canal radicular e formato irregular no terço médio e apical, observado pela Análise Histológica;

7. O Sistema Race proporcionou menor quantidade de resíduos no terço médio do canal radicular, observado pela Análise Histológica. Porém, a análise estatística não mostrou diferença significativa entre as porcentagens de resíduos encontradas nos terços médio e apical.

Em relação aos métodos de estudo empregados e avaliados concluímos que todos forneceram informações importantes para a análise do preparo do canal radicular. No entanto, também pudemos perceber que resultados obtidos isoladamente, a partir de um único método de estudo, devem ser considerados sempre com cautela, na medida em que constatamos que essas informações eram essencialmente complementares, quando comparadas entre si. Ou seja, complementares tanto para a confirmação como para a confrontação dos resultados. Concluímos, assim, que é de extrema importância nos estudos do preparo biomecânico, a complementação de um método por outro, quando se objetiva a obtenção de resultados precisos e fidedignos.

O método radiográfico mostra o *desvio* apenas bidimensionalmente, assim precisa ser complementado por outro método para que os resultados desta avaliação não sejam parciais e possam representar a realidade. Para a avaliação da *ampliação e centralização* do preparo, o Método de Bramante é suficiente. No entanto, a avaliação do aspecto *ação sobre as paredes dentinárias* precisa ser complementada pela Análise Histológica, pois um estudo que avalie este aspecto apenas pela fotografia, pode chegar a resultados que não correspondem objetivamente à realidade, ou seja, a resultados não fidedignos. O Método Histológico, apesar de não permitir comparação pré- e pós-operatória, é

fundamental como complemento metodológico, pois como pudemos constatar neste estudo, ele fornece dados complementares essenciais aos resultados obtidos pelo Método de Bramante e pelo Método Radiográfico na avaliação de alguns importantes quesitos do preparo do canal radicular.

## *8 Referência*

---

**Referência\***

- 1) Abou-Rass M, Ellis M. A comparison of three methods of hand and automated instrumentation using the CFS and M4 for preparations of curved and narrow simulated root canals. *Braz Endod J.* 1996; 1: 25-33.
- 2) Al-Sudani D, Al-Shahrani S. A comparison of the canal centering ability of Profile, K3 and Race nickel titanium rotary systems. *J Endod.* 2006; 32: 1198-1201.
- 3) Aydin C, Inan U, Yasar S, Bulucu B, Tunca Y. Comparison of shaping ability of RaCe and Hero Shaper instruments in simulated curved canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;105: e92-7.
- 4) Banegas G, Zmener O, Grimberg F, Chiachio L. Conductos radiculares artificiales: análisis de su confiabilidad para el estudio de diferentes técnicas de instrumentación. *Rev Asoc Odontol Argent.* 2000; 88: 269-72.
- 5) Baratto-Filho F, Carvalho JR, Fariniuk LF, Sousa-Neto MD, Pécora JD, Cruz-Filho AM. Morphometric analysis of the effectiveness of different concentrations of sodium hypochlorite associated with instrumentation for root canal cleaning. *Braz Dent J.* 2004; 15: 36-40
- 6) Barbizam JVB, Fariniuk LF, Marchesan MA, Pecora JD, Souza-Neto MD. Effectiveness of manual and rotary instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. *J Endod.* 2002; 28: 365-6.
- 7) Berbert FLCV, Berbert A, Tanomaru Filho M, Oliveira AP, Crisci FS. Desvio apical após a instrumentação ultra-sônica empregando limas de extremidade inativa. *Rev Paul Odontol.* 2002; 6: 34-8.
- 8) Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J.* 2003; 36: 288-95.

---

\*De acordo com o estilo Vancouver. Disponível no site:  
[http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

- 9) Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod.* 1987; 13: 243-5.
- 10) Briseño BM, Sonnabend E. The influence of different root canal instruments on root canal preparation: an in vitro study. *Int Endod J.* 1991; 24: 15-23.
- 11) Bryant ST, Thompson SA, Al-Omari MAO, Dummer PMH. Shaping ability of Profile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: part 2. *Int Endod J.* 1998; 31: 282-9.
- 12) Bryant ST, Dummer PMH, Pitoni C, Bourba M, Moghal S. Shaping ability of .04 and .06 taper Profile rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *Int Endod J.* 1999; 32: 155-64.
- 13) Busquim SSK, Santos M. Cervical shaping in curved canals: comparison of the efficiency of two endodontic instruments. *Pesq Odontol Bras.* 2002; 16: 327-31.
- 14) Calberson FL, Deroose CAJ, Hommez GM, Raes H, De Moor RJ. Shaping ability of GT[TM] Rotary Files in simulated resin root canals. *Int Endod J.* 2002; 35: 606-14.
- 15) Calhoun G, Montgomery S. The effects of four instrumentation techniques on root canal shape. *J Endod.* 1988; 14: 273-7.
- 16) Campbell D, Friedman S, Nguyen HQ, Kaufman A, Keila S. Apical extent of rotary instrumentation with an apex locating hand piece in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998; 85: 319-24.
- 17) Camps JJ, Pertot WJ. Machining efficiency of nickel-titanium K-type files in linear motion. *Int Endod J.* 1995; 28: 279-84.
- 18) Carvalho LAP. Análise comparativa da extensão e da direção do transporte do centro axial do canal radicular após a instrumentação com limas de níquel e titânio e de aço inoxidável (Dissertação de Mestrado). Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 1997.
- 19) Carvalho LAP, Bonetti Filho I, Borges MAG. A comparison of molar root canal preparation using stainless-steel and nickel-titanium instruments. *J Endod.* 1999; 25: 807-10.

- 20) Clem WH. Endodontics: the adolescent patient. *Dent Clin North Am.* 1969; 13: 483-93.
- 21) Coleman CL, Svec, TA. Analysis of NiTi versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. *J Endod.* 1997; 23: 232-5.
- 22) Coleman CL, Svec TA, Rieger MR, Suchina JA, Wang MM, Glickman GN. Analysis of nickel-titanium versus stainless steel instrumentation by means of digital imaging. *J Endod.* 1996; 22: 603-7.
- 23) Craig RG, Gehing PE, Peyton FA. Relation of structure to the microhardness of human dentin. *J Dent Res.* 1959; 38: 624-30.
- 24) Cunningham CJ, Senia SE. Aa three-dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. *J Endod.* 1992; 18: 294-300.
- 25) Dummer PMH, Alodch MHA, Al-Omari MAO. A method for the construction of simulated canals in clear resin blocks. *Int Endod J.* 1991; 24: 63-6.
- 26) Esberard RM, Leonardo MR, Leal JM, Ramalho LT, Utrilla LS. Avaliação histológica da eficiência de diferentes técnicas de preparo biomecânico (manual, mecânica e ultra-sônica). *Rev Bras Odontol.* 1987; 44: 44-51.
- 27) Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod.* 1995; 21: 173-6.
- 28) Fachin EV, Cassol TG. Efeito de diferentes calibres de limas no preparo apical do canal radicular. *Rev Fac Odontol Porto Alegre.* 1992; 33: 21-4.
- 29) Fariniuk LF, Baratto-Filho F, da Cruz-Filho AM, de Sousa-Neto MD. Histologic analysis of the cleaning capacity of mechanical endodontic instruments activated by the ENDOflash system. *J Endod.* 2003; 29: 651-3.
- 30) Ferreira RB, Alfredo E, Porto de Arruda M, Silva Sousa YT, Sousa-Neto MD. Histological analysis of the cleaning capacity of nickel-titanium rotary instrumentation with ultrasonic irrigation in root canals. *Aust Endod J.* 2004; 30: 56-8.
- 31) FKG Dentaire. Manual do fabricante. Sistema FKG RaCe & SMD; 2002.

- 
- 
- 32) Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S, Breschi L, Malagnino VA, Prati C. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and Protaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2004; 37: 832-9.
  - 33) Gambarini G. Shaping and cleaning the root canal system: a scanning electron microscopic evaluation of a new instrumentation and irrigation technique. *J Endod*. 1999; 25: 800-3.
  - 34) Garala M, Kuttler S, Hardigan P, Steiner-Carmi R, Dorn S. A comparison of the minimum canal wall thickness remaining following preparation using two nickel-titanium rotary systems. *Int Endod J*. 2003; 36: 636-42.
  - 35) Glosson CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-flex endodontic instruments. *J Endod*. 1995; 21: 146-51.
  - 36) Goerig AC, Michelin RJ, Schultz HH. Instrumentation of root canals in molars using the step-down technique. *J Endod*. 1982 ; 8: 550-4.
  - 37) Gonzalez-Rodriguez MP, Ferrer-Luque CM. A comparison of Profile, Hero 642, and K3 instrumentation systems in teeth using digital imaging analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2004; 97: 112-5.
  - 38) Grecca FS, Garcia RB, Bramante, CM, Moraes IG, Bernardineli N.A quantitative analysis of Rotary, ultrasonic and manual techniques to treat proximally flattened root canals. *J Appl Oral Sci*. 2007; 15: 89-93.
  - 39) Griffiths IT, Bryant ST, Dummer PM. Canal shapes produced sequentially during instrumentation with Quantec LX rotary nickel-titanium instruments: a study in simulated canals. *Int Endod J*. 2000; 33: 346-54.
  - 40) Grimm SC, Hamaoka L, Moura AA. Análise comparativa in vitro da eficiência de corte das limas Flex-R de aço inoxidável e Onyx-R de níquel-titânio. *Rev Inst Cienc Saúde odontol farm bioquim vet*. 1999; 17: 97-101.
  - 41) Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J*. 2005; 38: 743-52.
  - 42) Hand RE, Smith ML, Harrison JW. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J Endod*. 1978; 4: 60-4.

- 
- 
- 43) Harlan AL, Nicholls JI, Steiner JC. A comparison of curved canal instrumentation using nickel-titanium or stainless steel files with the balanced-force technique. *J Endod.* 1996 ; 22: 410-3.
  - 44) Hata G, Uemura M, Kato AS, Imura N, Novo NF, Toda T. A comparison of shaping ability using Profile, GT File e Flex-R Endodontic Instruments in simulated canals. *J Endod.* 2002; 28: 316-21.
  - 45) Heck AR, Garcia RB. Avaliação radiográfica do desvio apical do canal radicular após a instrumentação manual com limas Flexofile, Flex-R e Onyx-R e o sistema mecânico rotatório Profile. *Rev Fac Odontol Bauru.* 1999; 7:27- 32.
  - 46) Hodge HC, McKay H. The microhardness of teeth. *J Am Dent Assoc.* 1933 ; 20: 227-33.
  - 47) Hülsmann M, Gambal A, Bahr R. An improved technique for the evaluation of root canal preparation. *J Endod.* 1999; 25: 599-602.
  - 48) Hülsmann M, Peters OA, Dummer PHM. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Topics.* 2005; 10: 30- 76.
  - 49) Javaheri HH, Javaheri GH. A comparison of three NiTi rotary instruments in apical transportation. *J Endod.* 2007; 33: 284-6.
  - 50) Jodway B, Hülsmann M. A comparative study of root canal preparation with NiTi-TEE and K3 rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J.* 2006; 39:71-80.
  - 51) Kosa DA, Marshall G, Baumgartner JC. An analysis of canal centering using mechanical instrumentation techniques. *J Endod.* 1999; 25: 441-5.
  - 52) Kuhn WG, Carnes Jr DL, Clement DJ, Walker WA. Effect of tip design of nickel-titanium and stainless steel files on root canal preparation. *J Endod.* 1997; 23: 735-8.
  - 53) Kum KY, Kazemi RB, Cha BY, Zhu Q. Smear layer production of K3 and Profile Ni-Ti rotary instruments in curved root canals: a comparative SEM study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 101: 536-41.
  - 54) Langeland K, Liao KKS, Pascon EA. Work saving devices in endodontics: efficacy of sonic and ultrasonic techniques. *J Endod.* 1985; 11: 499-510.

- 55) Lee JK, Ha BH, Choi JH, H SM, Perinpanayagam H. Quantitative three-dimensional analysis of root canal curvature in maxillary first molars using micro-computed tomography. *J Endod.* 2006; 32: 941-5.
- 56) Leonardi DP, Esberard RM. Avaliação da instrumentação rotatória com limas de níquel e titânio, K3 e RaCe, em canais radiculares curvos simulados (Dissertação de Mestrado). Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2004.
- 57) Leonardo MR. Instrumentação não convencional de canais radiculares, através de técnicas que empregam recursos manuais e mecânicos e que aplicam o princípio ápice/coroa ("Step Back Preparation"). In: Leonardo MR. *Endodontia: tratamento de canais radiculares: princípios técnicos e biológicos.* São Paulo: Artes Médicas; 2005. p. 607-66.
- 58) Leonardo MR. Instrumentação não convencional de canais radiculares, através de técnicas que empregam recursos manuais e mecânicos e que aplicam o princípio coroa/ápice ("Crown-Down Pressureless Technique"). In: Leonardo MR. *Endodontia: tratamento de canais radiculares: princípios técnicos e biológicos.* São Paulo: Artes Médicas; 2005. p. 667-720.
- 59) Leonardo MR. Instrumentação não convencional de canais radiculares: "Sistemas Rotatórios". In: Leonardo MR. *Endodontia: tratamento de canais radiculares: princípios técnicos e biológicos.* São Paulo: Artes Médicas; 2005. p. 787-928.
- 60) Leonardo MR. Preparo biomecânico dos canais radiculares In: Leonardo MR; Leal JM. *Endodontia: tratamento de canais radiculares.* 3ª ed. São Paulo: Panamericana, 1998. p. 333-58.
- 61) Leonardo MR, Leal JM. Preparo biomecânico dos canais radiculares-instrumentação não convencional. In: Leonardo MR; Leal J M. *Endodontia: tratamento de canais radiculares.* 3ª ed. São Paulo: Panamericana; 1998. p. 389-418.
- 62) Leonardo MR, Leonardo RT. Sistema Quantec séries 2000/técnicas. In: Leonardo MR, Leonardo RT. *Sistemas rotatórios em endodontia – instrumentos de níquel-titânio.* São Paulo: Artes Médicas; 2002. p. 271-86.
- 63) Leonardo MR, Bonetti Filho I, Leonardo RT. Instrumentos endodônticos fabricados com liga de níquel/titânio. In: Leonardo MR, Leal JM. *Endodontia: tratamento de canais radiculares.* 3ª ed. São Paulo: Panamericana; 1998. p. 465-86.

- 
- 
- 64) Lim KC, Webber J. The effect of root canal preparation on the shape of the curved root canal. *Int Endod J.* 1985; 18: 233-9.
- 65) Limongi O, Albuquerque DS, Baratto-Filho F, Vanni JR, Oliveira EM, Barletta FB. In vitro comparative study of manual and mechanical rotary instrumentation of root canals using computed tomography. *Braz Dent J.* 2007; 18: 289-93.
- 66) Lopes HP, Elias CN, Estrela C, Siqueira JR, Fontes PP. Influência de limas endodônticas de NiTi e de aço inoxidável, manuais e acionadas a motor no deslocamento apical. *Rev Bras Odontol.* 1997; 54: 67-70.
- 67) Lopes HP, Prado, MAR, Elias CN, Fidel RAS, Moreira E JL. Influência da conicidade de instrumentos endodônticos de NiTi na flexibilidade e no número de ciclos à fadiga. *Robrac.* 2008; 17(43): 65-72.
- 68) Luiten DJ, Morgan LA, Baumgartner, JC. A comparison of four instrumentation techniques on apical transportation. *J Endod.* 1995; 21: 26-32.
- 69) Lyon LA, Lopes HP, Lyon JP, Robazza CRC. NiTi and Inox instruments activated by an especial hand piece: apical displacement. *Rev Bras Odontol.* 2003; 60: 340-2.
- 70) Marchesan MA, Arruda MP, Silva-Sousa YT, Saquy PC, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Morphometrical analysis of cleaning capacity using nickel-titanium rotary instrumentation associated with irrigating solutions in mesio-distal flattened root canals. *J Appl Oral Sci.* 2003; 11: 55-9.
- 71) Merrett SJ, Bryant ST, Dummer PMH. Comparison of the shaping ability of RaCe and FlexMaster Rotary Nickel-Titanium systems in simulated canals. *J Endod.* 2006; 32: 960-2.
- 72) Moraes SH, Aragão EM, Heck, AR. Erros e acidentes no tratamento endodôntico. In: Berger CR. *Endodontia clínica.* São Paulo: Pancast; 2002. p.417-36.
- 73) Mounce RE. Does NiTi Nirvana exist? *Contemp Endod.* 2004; 1: 8-13.
- 74) Paqué F, Musch U, Hülsmann M. Comparison of root canal preparation using RaCe and Protaper rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J.* 2005; 38: 8-16.
- 75) Passarinho Neto JG, Marchesan MA, Ferreira RB, Silva RG, Silva-Souza YTC, Souza Neto MD. In vitro evaluation of endodontic debris removal as obtained

- by rotary instrumentation coupled with ultrasonic irrigation. *Aust Endod J.* 2006; 32: 123-8.
- 76) Pereira AJ, Fidel RA, Fidel SR, Cecília MS, Duarte MA. Comportamento das limas manuais de aço inoxidável e de níquel – titânio em relação ao transporte apical. *Rev Bras Odontol.* 2001; 58: 266-9.
- 77) Peters AO. Currents challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 2004; 30: 559-67.
- 78) Peters AO, Schöenenberger K, Laib A. Effect of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by microcomputer tomography. *Int Endod J.* 2001; 34: 221-30.
- 79) Philippas GG. Influence of occlusal wear and age on formation of dentin and size of pulp chamber. *J Dent Res.* 1961; 40: 1186-98.
- 80) Ponti TM, McDonald NJ, Kuttler S, Strassler HE, Dumsha TC. Canal-centering ability of two rotary file systems. *J Endod.* 2002; 28: 283-6.
- 81) Poulsen WB, Dove SB, del Rio CE. Effect of nickel-titanium engine-driven instrument rotational speed on root canal morphology. *J Endod.* 1995; 21: 609-12.
- 82) Prati C, Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S. Appearance of the root canal walls after preparation with NiTi rotary instruments: a comparative SEM investigation. *Clin Oral Investig.* 2004; 8: 102-10.
- 83) Pruet JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 1997; 23: 77-85.
- 84) Rangel S, Cremonese R, Bryant S, Dummer P. Shaping ability of race rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *J Endod.* 2005; 31: 460-3.
- 85) Rasquin LC, Carvalho FB, Lima RKP. In vitro evaluation of root canal preparation using oscillatory and rotary systems in flattened root canals. *J Appl Oral Sci.* 2007; 15: 65-9.
- 86) Riitano F. Anatomic Endodontic Technology (AET) – a crown-down root canal preparation technique: basic concepts, operative procedure and instruments. *Int Endod J.* 2005; 38: 575-87.

- 
- 
- 87) Rödiger T, Hülsmann M, Mühge M, Schäfers F. Quality of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using nickel-titanium instruments. *Int Endod J.* 2002; 35: 919-28.
  - 88) Royal JR, Donnely JC. A comparison of maintenance of canal curvature using balanced-force instrumentation with three different file types. *J Endod.* 1995; 21: 300-4.
  - 89) Sasaki WE, Versiani MA, Perez DEC, Souza-Neto MD, Silva-Souza YTC, Silva RG. Ex vivo analysis of debris remaining in flattened root canals of vital and non-vital teeth after biomechanical preparation with Ni-Ti rotary instruments. *Braz Dent J.* 2006; 17: 233-6.
  - 90) Schäfer E, Florek H. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2003; 36: 199-207.
  - 91) Schäfer E, Lohmann D. Efficiency of rotary nickel-titanium Flexmaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2002; 35: 514-21.
  - 92) Schäfer E, Schlingemann R. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2003; 36: 208-17.
  - 93) Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2004; 37: 229-38.
  - 94) Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2004; 37: 239-48.
  - 95) Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2006; 39: 196-202.

- 
- 
- 96) Schäfer E, Dzepina A, Dent CM, Danesh G. Bending properties of rotary nickel-titanium instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003; 96: 757-63.
- 97) Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1981; 32: 271-5.
- 98) Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974; 18: 269-96.
- 99) Sipert CR, Hussne RP, Nishiyama CK. Comparison of the cleaning efficacy of the FKG RaCe system and hand instrument in molar root canal. *J Appl Oral Sci.* 2006; 14: 6-9.
- 100) Siqueira JF Jr, Araújo MC, Garcia PF, Fraga RC, Dantas CJ. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod.* 1997; 23: 499-502.
- 101) Southard DW, Oswald RJ, Natkin E. Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. *J Endod.* 1987; 13: 479-89.
- 102) Swindle RB, Neaverth EJ, Pantera Jr EA, Ringle RD. Effect of coronal- radicular flaring on apical transportation. *J Endod.* 1991; 17: 147-9.
- 103) Sydney GB. Como preparar o canal radicular com rapidez e eficiência. In: Cardoso RJ, Gonçalves EAN. *Endodontia/trauma.* São Paulo: Artes Médicas; 2002. v. 2, p. 189-218.
- 104) Sydney GB, Batista A. Instrumentação não convencional de canais radiculares: sistemas de rotação alternada. In: Leonardo MR. *Endodontia: tratamento de canais radiculares: princípios técnicos e biológicos.* São Paulo: Artes Médicas; 2005. p.767-86.
- 105) Sydney GB, Batista A, Melo LL. The radiographic platform: A new method to evaluate root canal preparation in vitro. *J Endod.* 1991; 17: 570-2.
- 106) Sydney GB, Batista A, Melo LL. Técnica de preparo com movimento. In: Cardoso RJ, Machado MEL. *Odontologia: arte e conhecimento.* São Paulo: Artes Médicas; 2003. 385 p. v.1, p. 147-88.
- 107) Sydney GB, Pesce HF, Melo LL. O emprego do Canal Finder System no preparo do canal radicular. *Rev ABO nac.* 1996; 4: 44-9.

- 108) Tepel J, Schäfer E, Hoppe W. Root canal instruments for manual use: cutting efficiency and instrumentation of curved canals. *Int Endod J.* 1995; 28: 68-76.
- 109) Tharuni SL, Parameswaran A, Sukumaran VG. A comparison of canal preparation using the K-file and Lightspeed in resin blocks. *J Endod.* 1996; 22: 474-6.
- 110) Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of Lightspeed rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. *J Endod.* 1997; 23: 742-7.
- 111) Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of Quantec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *Int Endod J.* 1998; 31: 259-67.
- 112) Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of Quantec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: part 2. *Int Endod J.* 1998; 31: 268-74.
- 113) Tucker DM, Wenckus CS, Bentkover SK. Canal wall planning by engine-driven nickel-titanium instruments, compared with stainless-steel hand instrumentation. *J Endod.* 1997; 23: 170-3.
- 114) Uyanik MO, Cebreli ZC, Mocan BO, Dagli FT. Comparative evaluation of three nickel-titanium instrumentation systems in human teeth using computed tomography. *J Endod.* 2006; 32: 668-71.
- 115) Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 1988; 14: 346-51.
- 116) Weiger R, Brückner M, Elayouti, Löst C. Preparation of curved root canals with rotary FlexMaster instruments compared to Lightspeed instruments and NiTi hand files. *Int Endod J.* 2003; 36: 483-90.
- 117) Weine FS, Kelly RF, Bray KE. Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape. *J Endod.* 1976; 2: 298-303.
- 118) Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod.* 1975; 1: 255-62.
- 119) Winocur, EMD. Avaliação histológica do preparo do canal radicular com instrumentos manuais e de rotação contínua (Dissertação de Mestrado). Campinas: Universidade Camilo Castelo Branco; 2001.

- 120) Wright HN, Fenske EL. Factors involved in variability in hardness of tooth structures [abstract 11]. J Dent Res. 1938; 17: 297.
- 121) Wu MK, van der Sluis LW, Wesselink PR. The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. Int Endod J. 2003; 36: 218-24
- 122) Wu MK, R'oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2000; 89: 739-43.
- 123) Yared G, Bou Dagher FE, Machtou P. Influence of rotational speed, torque and operator's proficiency on Profile failures. Int Endod J. 2001; 34: 47-53.
- 124) Yared GM, Dagher FE, Machtou P, Kulkarni GK. Influence of rotational speed, torque and operator proficiency on failure of Greater Taper files. Int Endod J. 2001; 34: 47-53.
- 125) Yoshimine Y, Ono M, Akamine A. The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. J Endod. 2005; 31: 373-5.
- 126) Yun HH, Kim SK. A comparison of the shaping abilities of 4 nickel-titanium rotary instruments in simulated root canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2003; 95:228-33.
- 127) Zand V, Bidar M, Ghaziani P, Rahimi S, Shahi S. A comparative SEM investigation of the smear layer following preparation of root canals using nickel titanium rotary and hand instruments. J Oral Sci. 2007; 49: 47-52.

## *Lista de Figuras*

---



FIGURA 1 - MOLAR SUPERIOR COM A RAIZ PALATINA REMOVIDA.



FIGURA 2 - RAIZ MÉLIO-VESTIBULAR INCLUÍDA EM BLOCO DE RESINA.



FIGURA 3 - SUPORTE EM SILICONE PARA MANUTENÇÃO DO BLOCO DE RESINA NA PLATAFORMA RADIOGRÁFICA.



FIGURA 4 - BLOCO DE RESINA SECCIONADO NOS TRÊS TERÇOS.



FIGURA 5 - MÁQUINA PARA CORTE DAS AMOSTRAS (ISOMET SPEED SAW).



FIGURA 6 - PLATAFORMA RADIOGRÁFICA EM RESINA ACRÍLICA.



FIGURA 7 - SUPORTE METÁLICO PARA MANUTENÇÃO DO CONJUNTO MOLDE DE SILICONE E BLOCO DE RESINA NA PLATAFORMA RADIOGRÁFICA.



FIGURA 8 - BRAÇADEIRA METÁLICA PARA ENCAIXE NO CONE DO APARELHO DE RAIOS-X.



FIGURA 9 - FOTOGRAFIA DA SECÇÃO TRANSVERSAL DO CANAL RADICULAR **ANTES** DO PREPARO BIOMECÂNICO (SETA).



FIGURA 10 - FOTOGRAFIA DA SECÇÃO TRANSVERSAL DO CANAL RADICULAR **APÓS** DO PREPARO BIOMECÂNICO (SETA); MARCAÇÃO PARA CALIBRAR PROGRAMA DE MEDIÇÃO DAS IMAGENS (ASTERISCO).

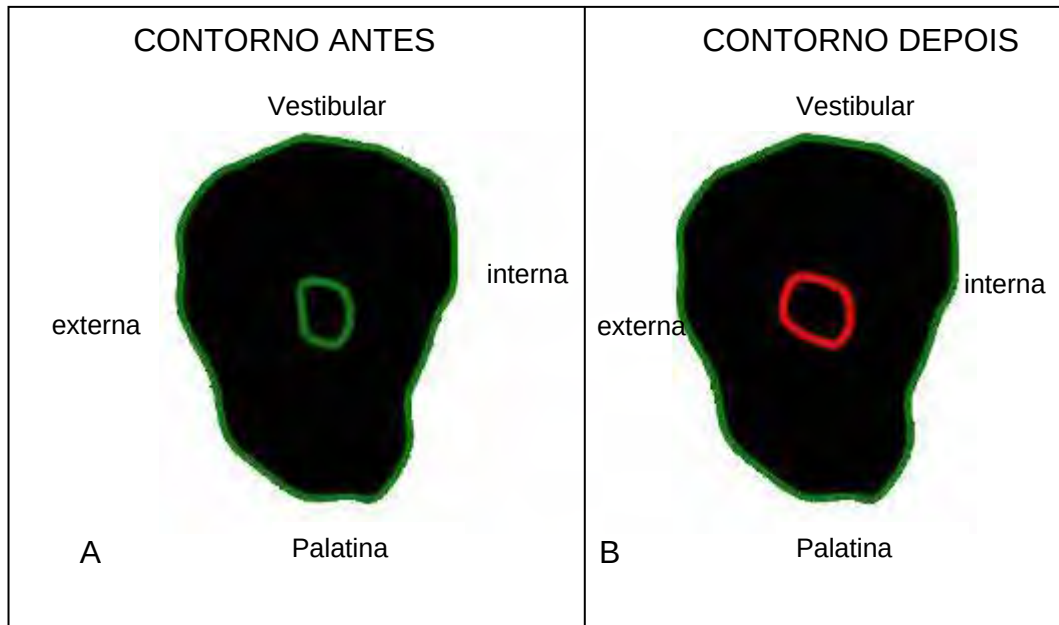


FIGURA 11- CONTORNO DO CANAL RADICULAR ANTES (A) E APÓS (B) O PREPARO BIOMECÂNICO.

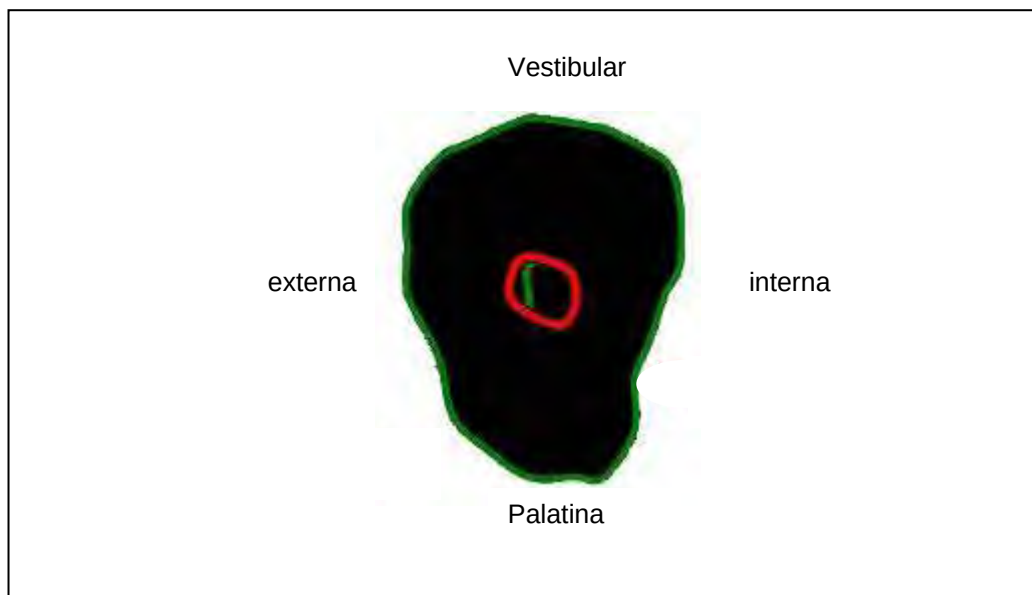


FIGURA 12 - SOBREPOSIÇÃO DOS CONTORNOS PRÉ- E PÓS-OPERATÓRIOS.

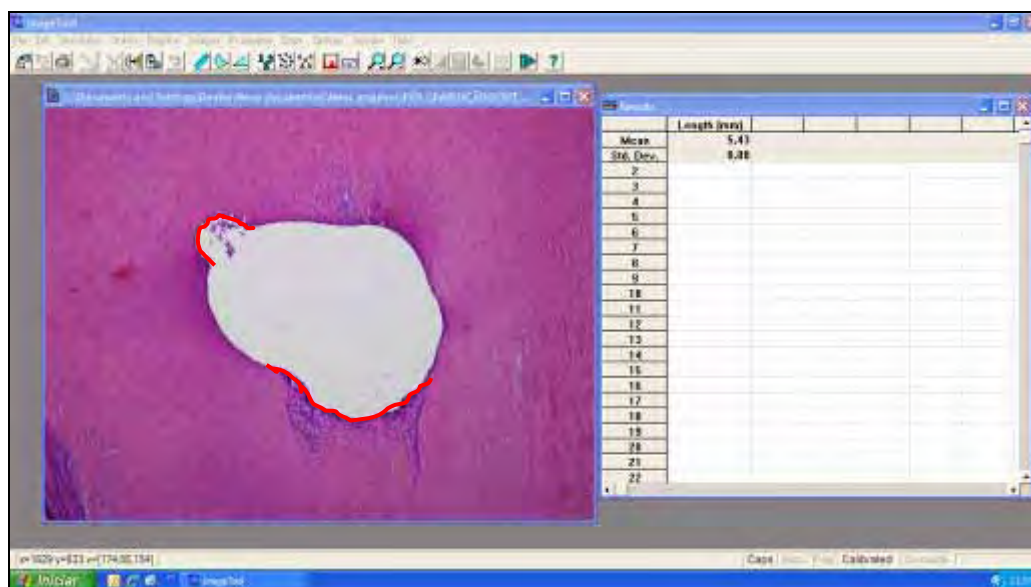


FIGURA 13 - ARCO DESENHADO SOBRE AS SUPERFÍCIES DENTINÁRIAS IRREGULARES A FIM DE EVIDENCIAR ÁREAS COM MENOR ATUAÇÃO DOS INSTRUMENTOS (PROGRAMA: "UTHSCSA IMAGETOOL")

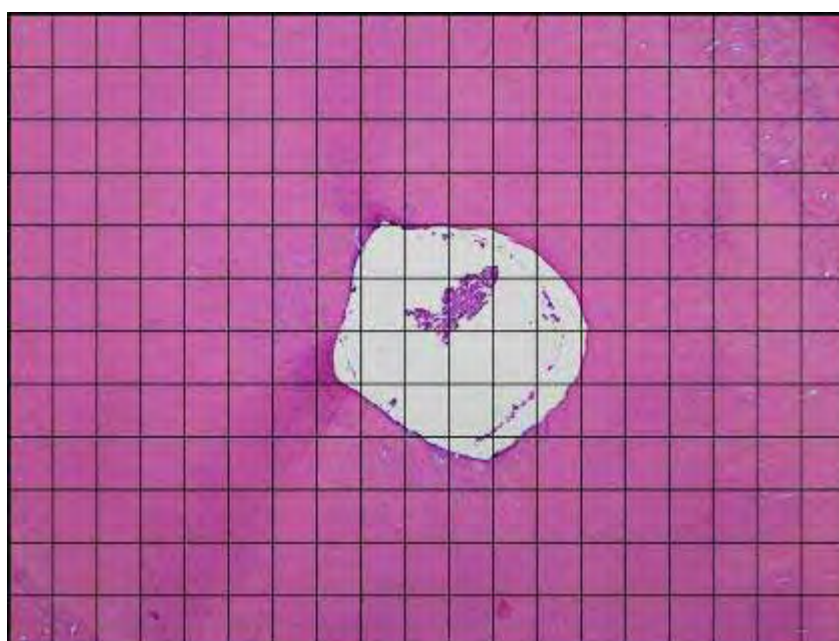


FIGURA 14 - GRADE QUADRICULADA UNIFORME COM 228 QUADRANTES.

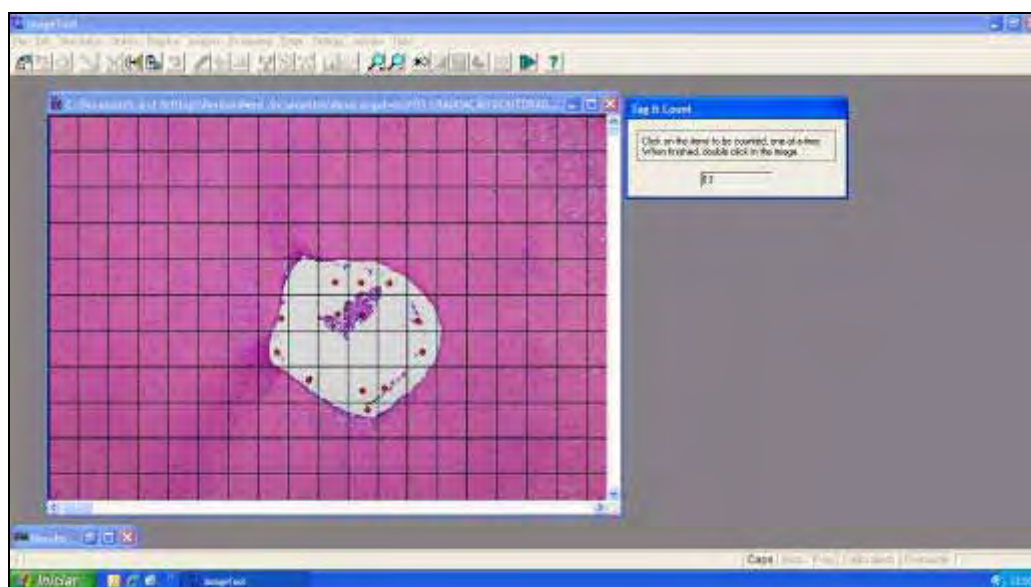


FIGURA 15 - CONTAGEM DOS QUADRANTES SOBREPOSTOS À ÁREA DO CANAL RADICULAR COM A PRESENÇA DE RESÍDUOS - FERRAMENTA *COUNT AND TAG* (IMAGE TOOL 3.0)



FIGURA 16 - IMAGEM RADIOGRÁFICA OBTIDA COM A PLATAFORMA RADIOGRÁFICA MOSTRANDO AUSÊNCIA DE DESVIO APICAL.



FIGURA 17 - IMAGEM RADIOGRÁFICA OBTIDA COM A PLATAFORMA RADIOGRÁFICA MOSTRANDO AUSÊNCIA DE DESVIO APICAL.



FIGURA 18 - IMAGEM RADIOGRÁFICA OBTIDA COM A PLATAFORMA RADIOGRÁFICA MOSTRANDO AUSÊNCIA DE DESVIO APICAL.



FIGURA 19 - IMAGEM RADIOGRÁFICA OBTIDA COM A PLATAFORMA RADIOGRÁFICA MOSTRANDO AUSÊNCIA DE DESVIO APICAL.



FIGURA 20 - IMAGEM RADIOGRÁFICA OBTIDA COM A PLATAFORMA RADIOGRÁFICA MOSTRANDO AUSÊNCIA DE DESVIO APICAL.

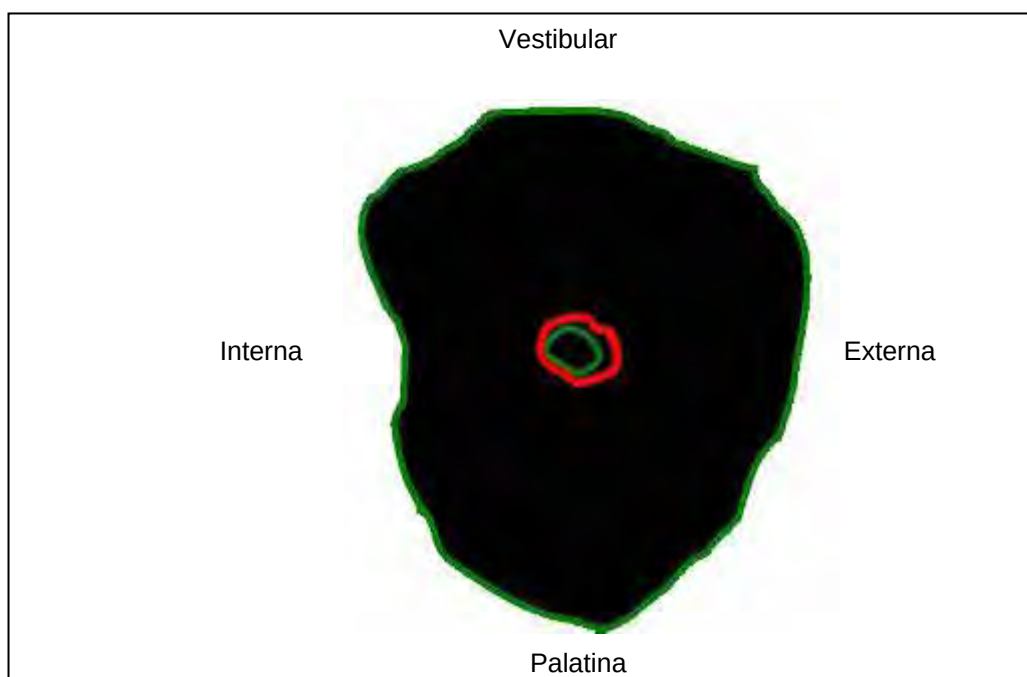


FIGURA 21 - AMOSTRA DO **TERÇO MÉDIO** CLASSIFICADA COM **ESCORE 4**: TODAS AS PAREDES DO CANAL RADICULAR RECEBERAM AÇÃO DOS INSTRUMENTOS.

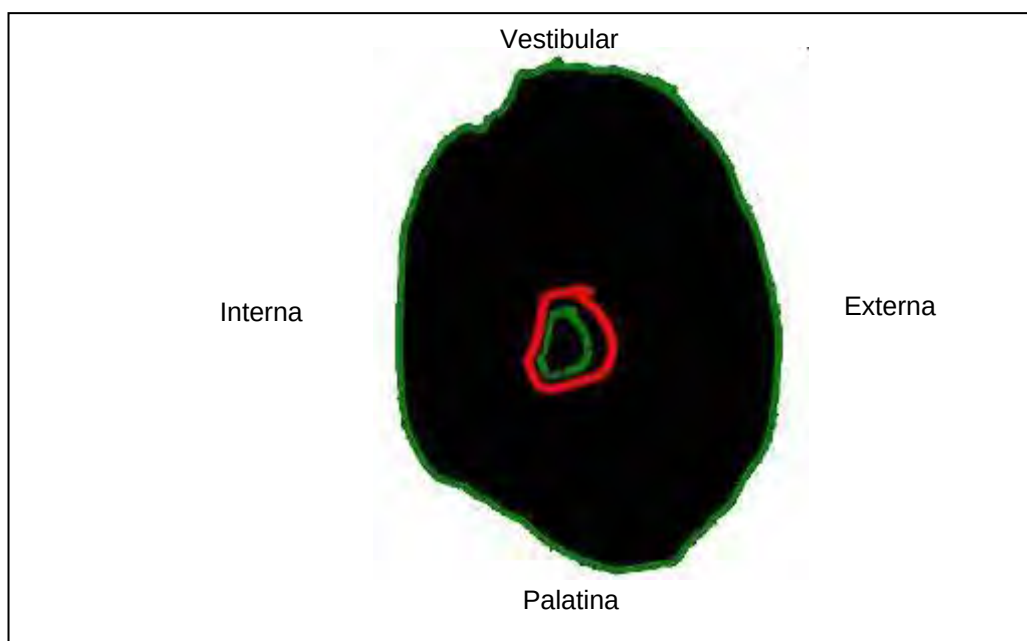


FIGURA 22 - AMOSTRA DO **TERÇO APICAL** CLASSIFICADA COM **ESCORE 4**: TODAS AS PAREDES DO CANAL RADICULAR RECEBERAM AÇÃO DOS INSTRUMENTOS.

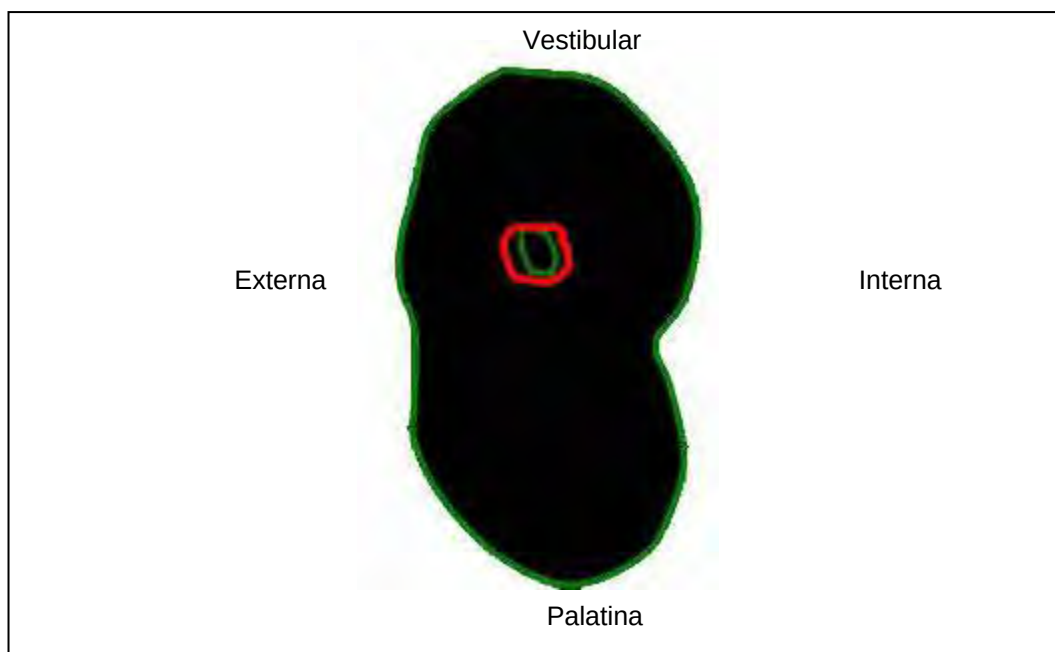


FIGURA 23 - AMOSTRA DO **TERÇO APICAL** CLASSIFICADA COM **ESCORE 3**: TRÊS PAREDES DO CANAL RADICULAR RECEBERAM AÇÃO DOS INSTRUMENTOS.

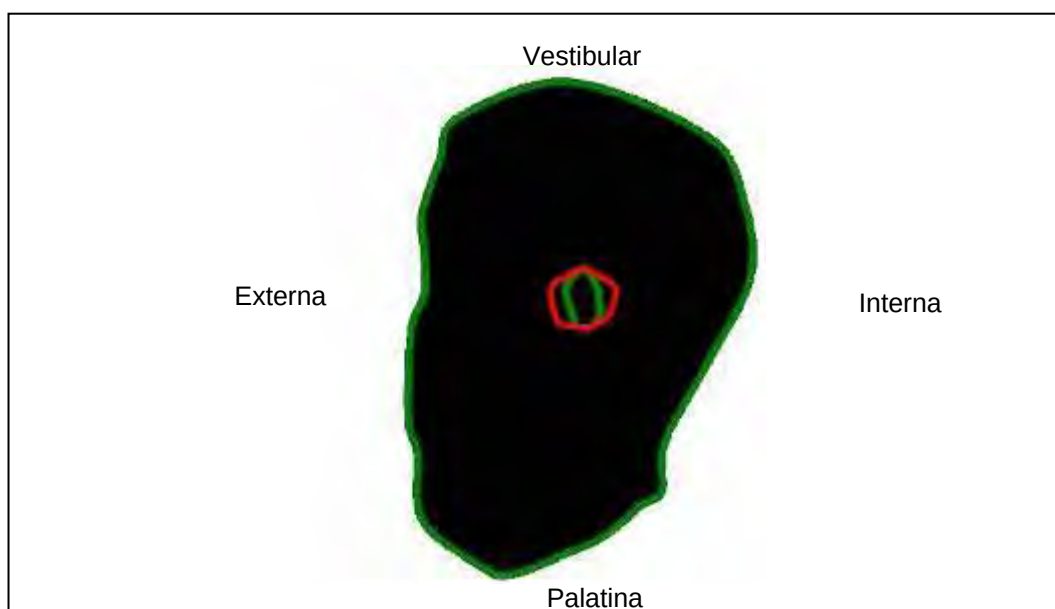


FIGURA 24 - AMOSTRA DO **TERÇO APICAL** CLASSIFICADA COM **ESCORE 2**: DUAS PAREDES DO CANAL RADICULAR RECEBERAM AÇÃO DOS INSTRUMENTOS.

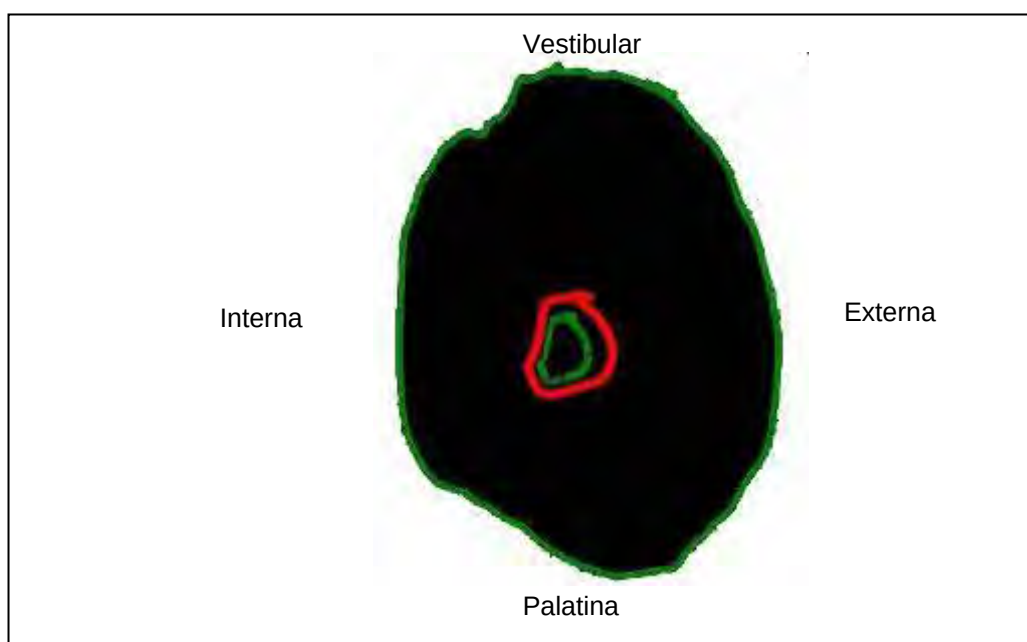


FIGURA 25 - **TERÇO APICAL** COM MAIOR REMOÇÃO DE DENTINA NAS REGIÕES **VESTIBULAR** E **EXTERNA** DA CURVATURA.

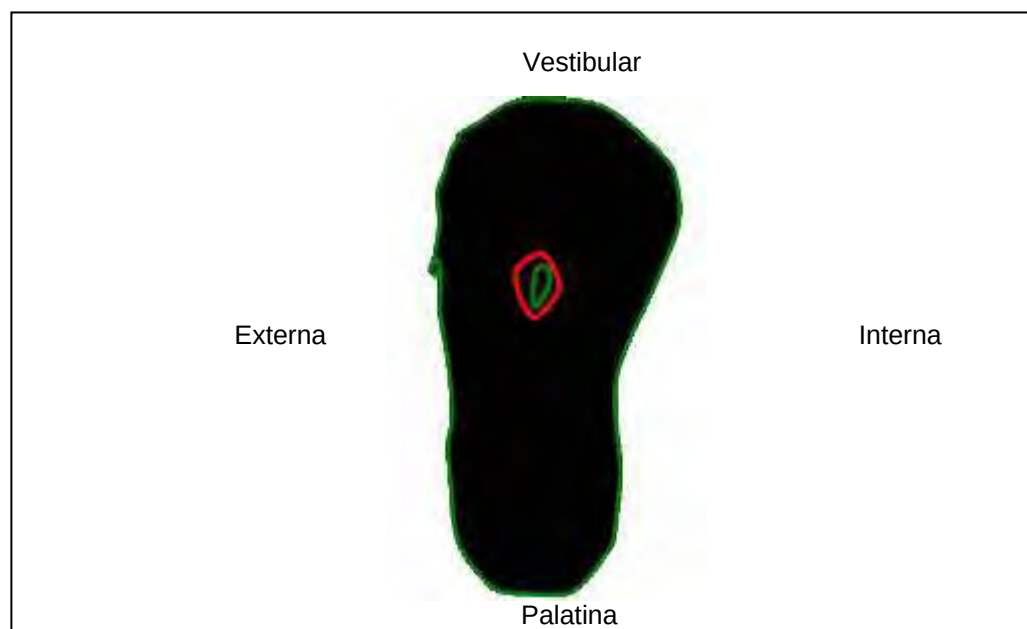


FIGURA 26 - **TERÇO MÉDIO** COM MAIOR REMOÇÃO DE DENTINA NAS REGIÕES **VESTIBULAR** E **EXTERNA** DA CURVATURA.

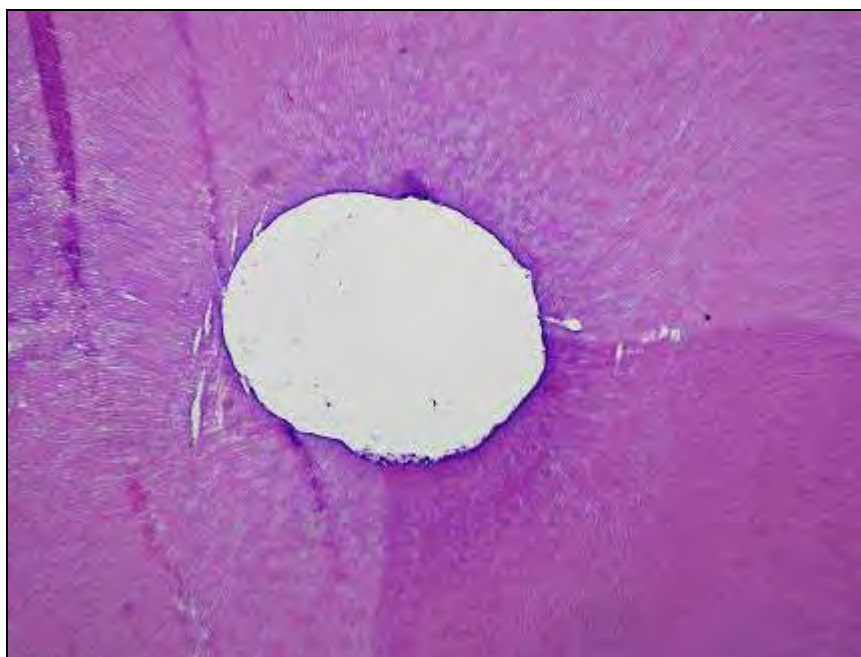


FIGURA 27 - **TERÇO MÉDIO** COM MAIOR FREQUÊNCIA DE SUPERFÍCIES **REGULARES**.

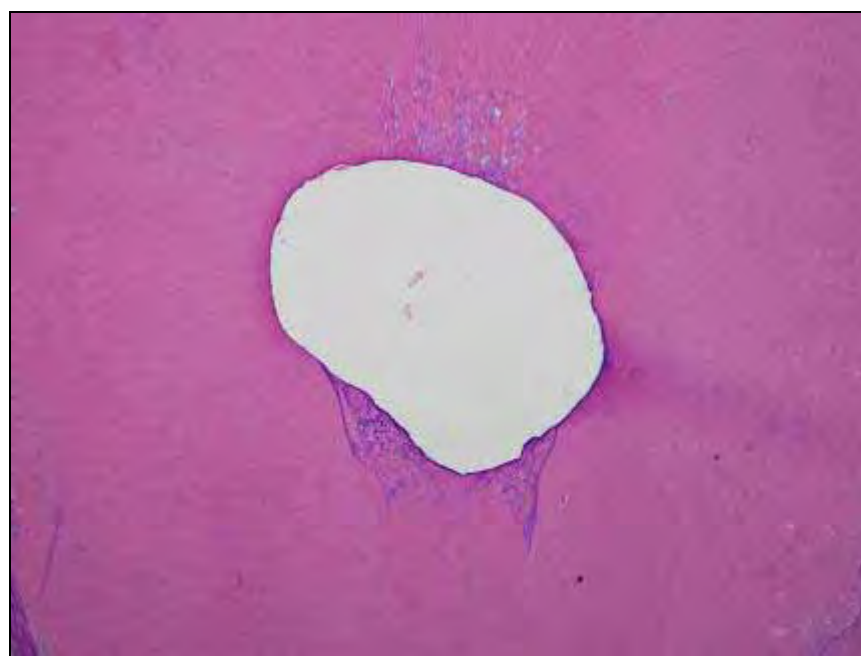


FIGURA 28 - **TERÇO APICAL** COM MAIOR FREQUÊNCIA DE SUPERFÍCIES **REGULARES**; AMOSTRA COM AUSÊNCIA DE RESÍDUOS.

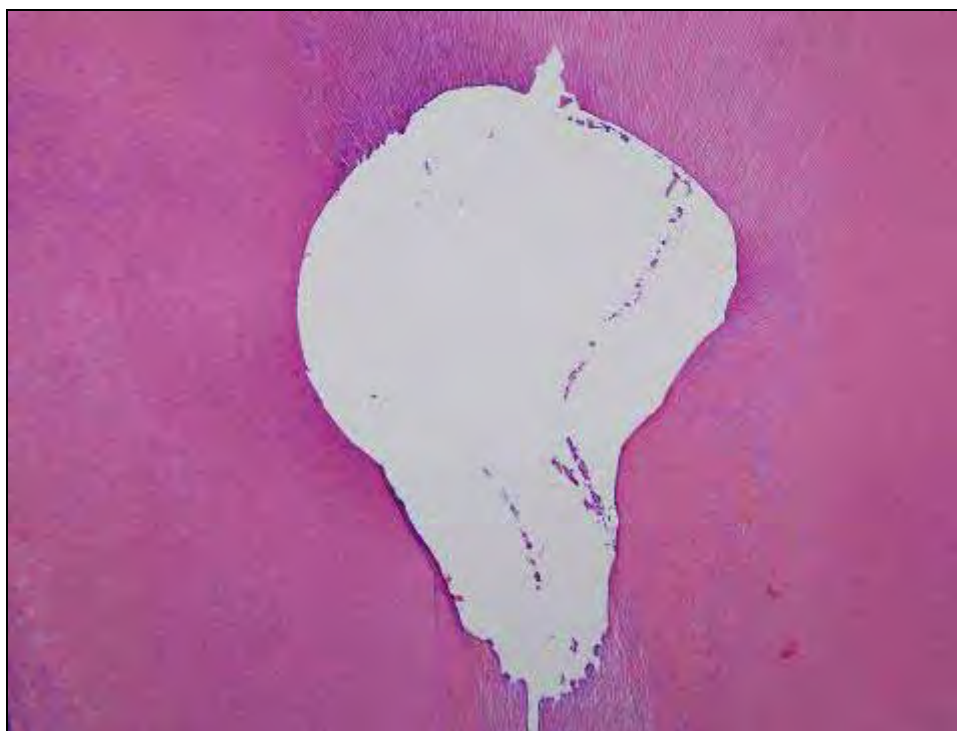


FIGURA 29 - **TERÇO MÉDIO** COM SUPERFÍCIE **PARCIALMENTE LISA**.

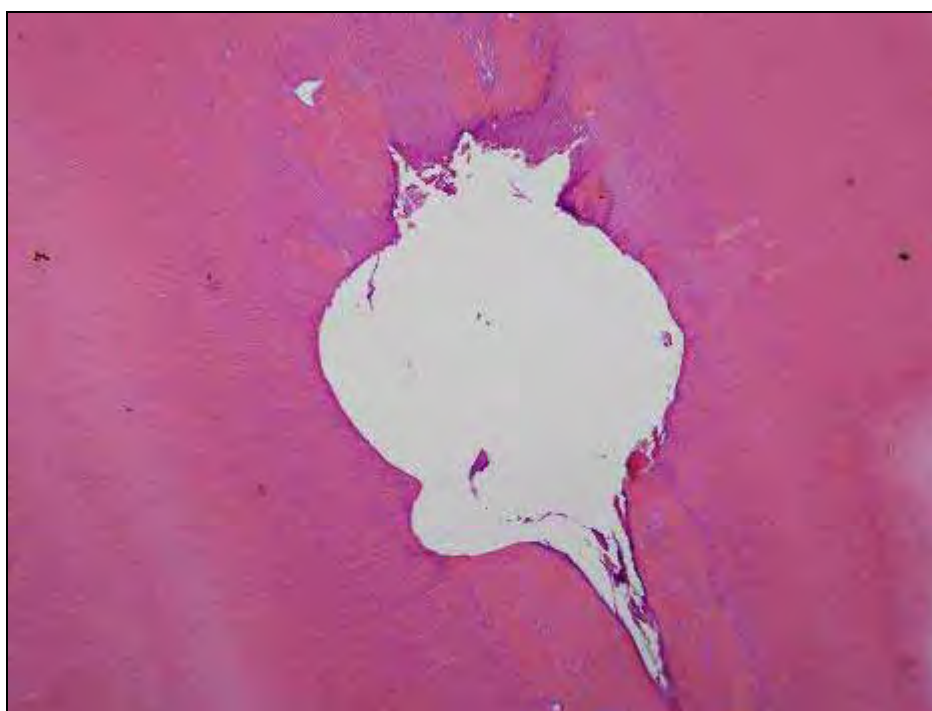


FIGURA 30 - **TERÇO MÉDIO** COM SUPERFÍCIE **PARCIALMENTE RUGOSA**.



FIGURA 31 - **TERÇO MÉDIO** COM FORMATO **IRREGULAR**.

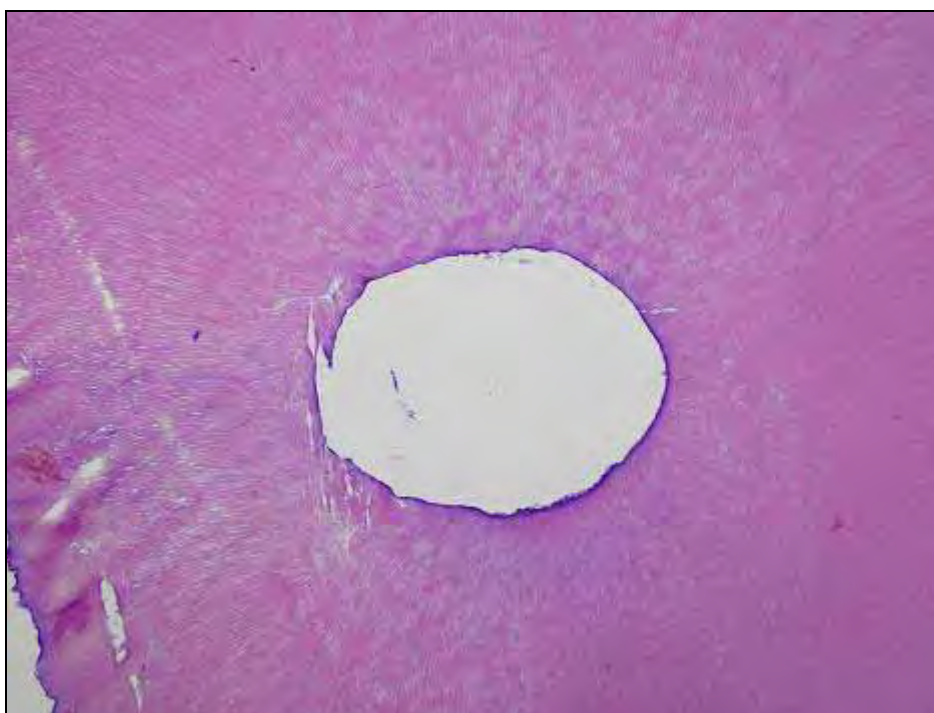


FIGURA 32 - **TERÇO MÉDIO** COM FORMATO **REGULAR**.

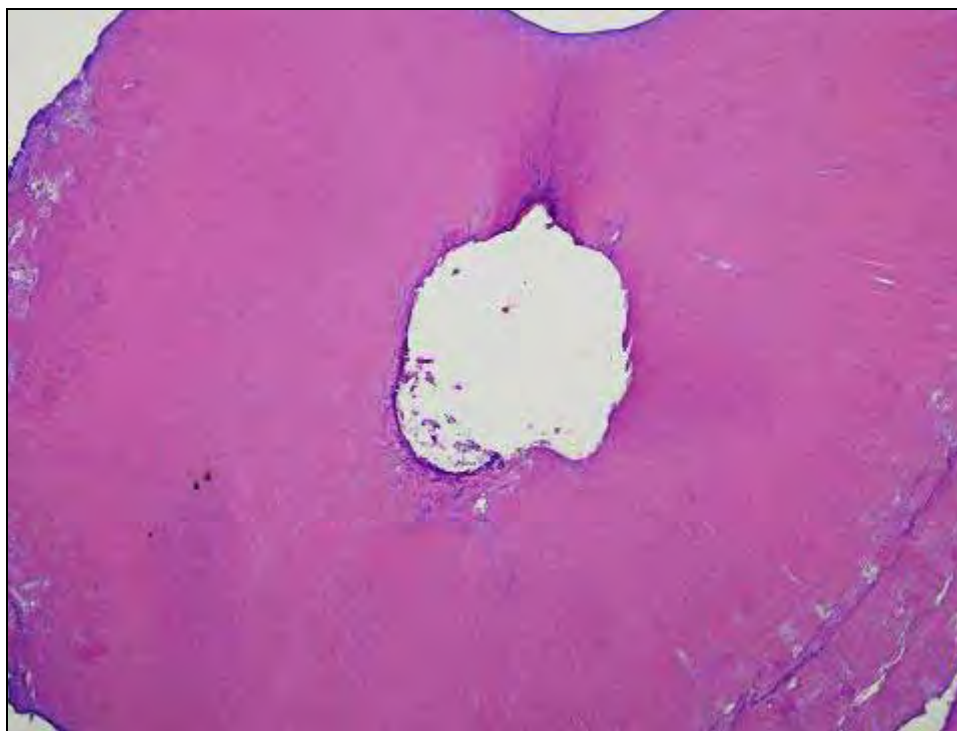


**FIGURA 33 - TERÇO APICAL COM SUPERFÍCIE PARCIALMENTE RUGOSA.**

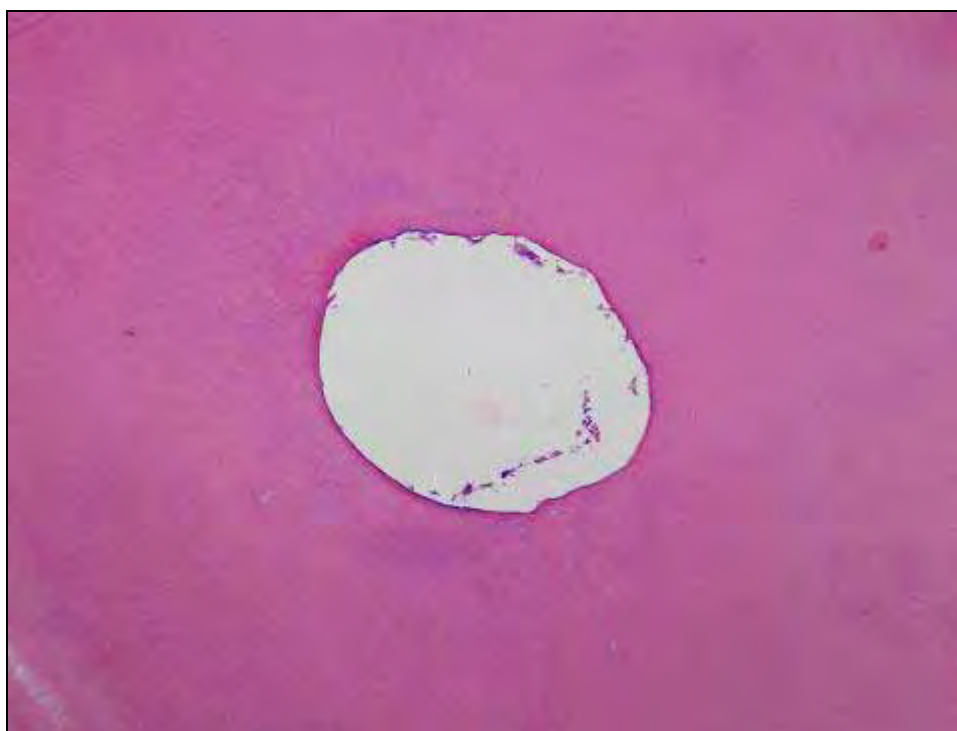


**FIGURA 34 - TERÇO APICAL COM SUPERFÍCIE LISA.**

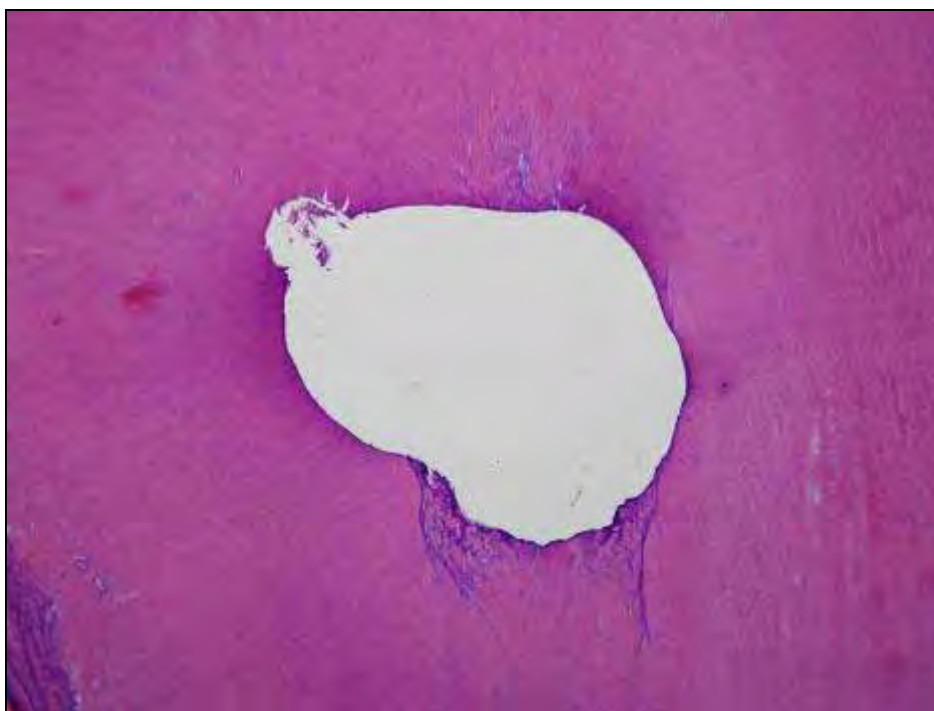


**FIGURA 35 - TERÇO APICAL COM SUPERFÍCIE PARCIALMENTE LISA.**



**FIGURA 36 - TERÇO APICAL COM FORMATO IRREGULAR.**

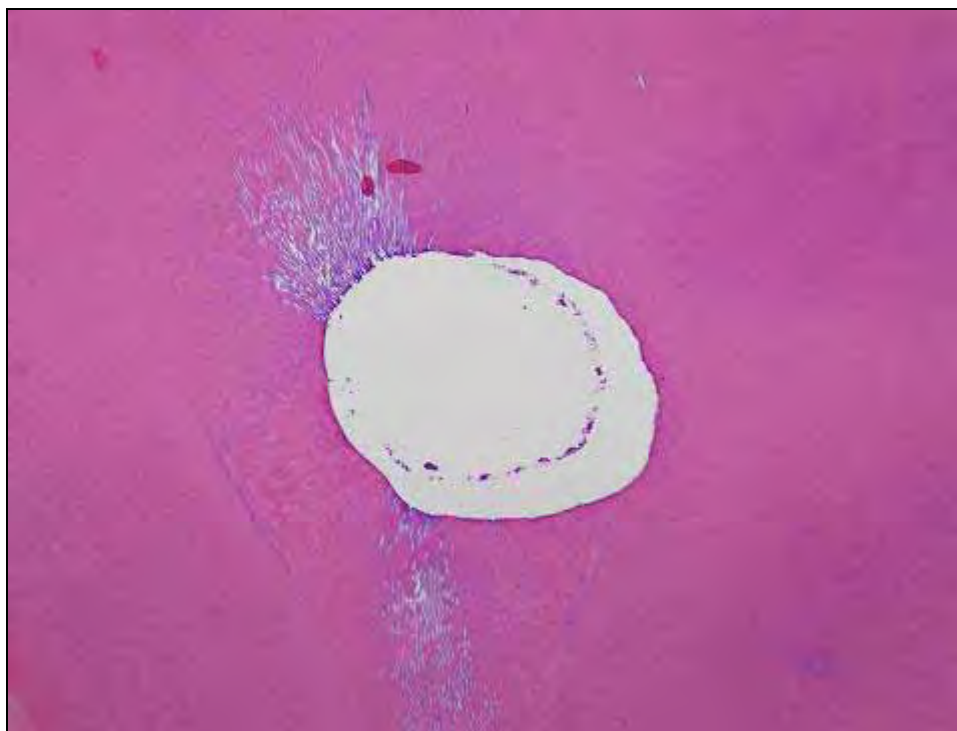


FIGURA 37 - **TERÇO APICAL** COM FORMATO **REGULAR**.



FIGURA 38 - **TERÇO MÉDIO** COM MÉDIA DE 9% DE PRESENÇA DE RESÍDUOS.

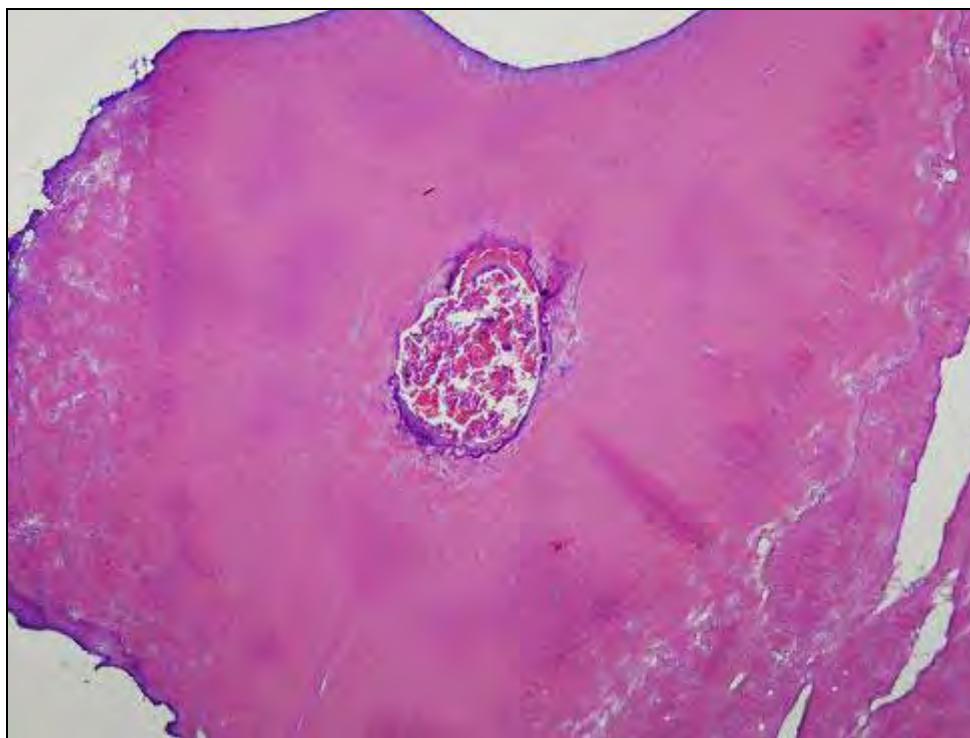


FIGURA 39 - **TERÇO APICAL** COM 100% DE PRESENÇA DE RESÍDUOS.

Autorizo a reprodução deste trabalho.  
(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 29 de setembro de 2008

DENISE PIOTTO LEONARDI