

Métodos de avaliação da resistência à infiltração em obturações endodônticas

Methods for evaluating the resistance to infiltration of root-canal fillings

Ana Carolina Mascarenhas Oliveira

Doutoranda de Endodontia da FO de Piracicaba/Universidade Estadual de Campinas (FOP/Unicamp)

Cristiane Duque

Professora Adjunta da FO do Polo Universitário de Nova Friburgo (UFF)

RESUMO

O adequado selamento do sistema de canais radiculares, obtido através da obturação, evita a infiltração de micro-organismos entre as paredes do canal radicular e o material obturador, reduzindo a possibilidade de insucesso do tratamento endodôntico. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura a respeito das diferentes metodologias de avaliação da resistência à infiltração em obturações endodônticas.

Palavras-chave: infiltração dentária; obturação do canal radicular; *Enterococcus faecalis*.

ABSTRACT

The adequate sealing of the root canal system obtained by the obturation prevents microbial infiltration between the root canal walls and filling material, reducing the possibility of failure of the endodontic treatment. The aim of this study was to review the literature about different methods for evaluating infiltration resistance of root-canal obturation.

Keywords: dental leakage; root-canal obturation; *Enterococcus faecalis*.

Introdução

A obturação do canal radicular visa o preenchimento do espaço anteriormente ocupado pela polpa dental. É realizada após o adequado preparo químico-mecânico e desinfecção do sistema de canais radiculares. O selamento obtido através da obturação é fundamental para o restabelecimento e manutenção da saúde apical e periapical, pois evita a infiltração microbiana, seja por via apical ou coronária, entre as paredes do canal radicular e o material obturador, diminuindo a possibilidade de insucesso do tratamento endodôntico (1, 26).

Para tanto, além de um preparo do canal radicular adequadamente realizado, o material e a técnica empregados na obturação são fundamentais (17). O material sólido mais comumente utilizado na obturação dos canais radiculares é a guta-percha. Para garantir o preenchimento do espaço entre os cones de guta-percha e as irregularidades dos canais radiculares são utilizados os cimentos obturadores (27).

A diversidade de cimentos e técnicas empregadas na obturação motivou a realização de estudos científicos com o objetivo de avaliar sua resistência à infiltração (19, 23, 24). Para tanto, diferentes metodologias de investigação *in vitro* e *in vivo* têm sido empregadas buscando reproduzir situações clínicas de modo a apresentar resultados confiáveis quanto à infiltração. Entretanto, existe uma dificuldade de correlação entre os resultados destes trabalhos devido à utilização de diferentes métodos de pesquisa, pela complexidade e diversidade das variáveis e a dificuldade em conhecê-las e controlá-las. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura a respeito das diferentes metodologias de avaliação da resistência à infiltração em obturações endodônticas.

Discussão

Mecanismos de Infiltração nos Canais Radiculares

A literatura destaca a infiltração ou microinfiltração como importante fator etiológico do insucesso do tratamento endodôntico (11, 14, 15, 30, 32, 33). A infiltração pode ocorrer tanto por via apical como coronária. As obturações endodônticas expostas ao meio bucal ou com falhas no selamento coronário permitem a contaminação por fluidos, material orgânico e micro-organismos provenientes da cavidade bucal através da infiltração coronária. Caso a obturação endodôntica não impeça a infiltração de saliva, os micro-organismos podem penetrar e colonizar o sistema de canais radiculares e alcançar os tecidos perirradiculares, induzindo ou perpetuando patologias periapicais (25). A infiltração coronária também pode ocorrer nos casos de perda do material restaurador provisório, fratura ou infiltração pela restauração coronária e cáries recorrentes, favorecendo a exposição do material obturador aos fluidos e microrganismos da cavidade bucal (25). Pode-se ainda destacar a necessidade de selamento do forame apical, dos túbulos dentinários e ramificações do sistema de canais radiculares, evitando o desenvolvimento de micro-organismos.



nismos que tenham sobrevivido à terapêutica endodôntica.

O adequado selamento do sistema de canais radiculares pode ser alcançado de acordo com a técnica e o material obturador utilizados. Para tanto, o material deve possuir adequadas propriedades físico-químicas, além das biológicas. De acordo com LEONARDO (13), quanto às propriedades físico-químicas, o cimento obturador deve apresentar adequada capacidade de escoamento, viscosidade e aderência, apresentar-se plástico quando da inserção, tornando-se sólido após esta, possuir bom tempo de trabalho e não ser solubilizado no canal radicular, promovendo um selamento o mais hermético possível, a fim de evitar a infiltração de micro-organismos. Há atualmente no mercado diversos cimentos, sendo possível agrupá-los de acordo com sua constituição química: cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, à base de ionômero de vidro, à base de MTA, aqueles que contêm hidróxido de cálcio e os cimentos resinosos (13), sendo importante ressaltar que estes cimentos possuem diferentes propriedades físico-químicas e biológicas, de acordo com sua formulação química. Já a técnica de obturação adequada é aquela capaz de levar o material obturador a todo o canal radicular, inclusive nas reentrâncias, ramificações e túbulos dentinários.

Metodologias para Avaliação da Resistência à Infiltração dos Cimentos Endodônticos

Existem dois tipos de estudos para avaliação da infiltração nos canais radiculares: *in vitro* e *in vivo*. Os estudos *in vitro* apresentam limitações por não permitirem a associação de diferentes aspectos intrínsecos à cavidade bucal que podem influenciar na infiltração, como a diversidade de micro-organismos e suas interações e restrições nutricionais, resistência orgânica do paciente, ação mastigatória, ciclagem térmica e impação alimentar. Entretanto, este tipo de estudo permite o controle de variáveis, favorecendo as condições para proliferação microbiana por meio de suprimento nutricional fornecido por meios de cultura, temperatura ótima e estável, requerimento gasoso para micro-organismos específicos e ausência de competição entre diferentes microrganismos (2, 9, 20).

Nos estudos *in vitro*, diferentes métodos têm sido utilizados para verificar a capacidade de selamento dos cimentos obturadores de canal radicular, utilizando infiltração de radioisótopos (10, 16), infiltração de corantes (14, 30, 31), infiltração de fluidos (35, 36) e infiltração de micro-organismos e seus subprodutos (6, 7, 11, 15, 19, 23, 25, 32, 33).

MARSHALL & MASSLER (16) estudaram *in vitro*, por meio de seis radioisótopos (S35, I, Rb86, Na22, P32, Ca45), o selamento de dentes tratados endodonticamente, demonstrando que quando as porções coronárias das obturações ficavam expostas aos marcadores ocorria intensa infiltração, o que consideraram ser uma das causas de fracasso no tratamento de canais radiculares.

TAMSE, KATZ, KABLAN (31) observaram que o marcador mais usado para estudos de infiltração apical é o azul de metileno em diferentes concentrações. Entretanto, tem aumentado o número de estudos em que o nanquim preto é usado com o método de diafanização, uma vez que permite a avaliação tridimensional do canal radicular, sem a necessidade de cortar o dente. Concluíram que o azul de metileno, o nanquim preto e o “Procion Brilliant Blue” são excelentes marcadores utilizados na diafanização por resistirem aos processos químicos de ácidos e alcoóis.

SWANSON & MADISON (30) com o intuito de avaliar as consequências clínicas da exposição das obturações aos fluidos orais, realizaram estudo *in vitro* da infiltração coronária em dentes obturados e expostos à saliva artificial, utilizando a tinta nanquim ou o azul de metileno como marcadores da infiltração. Os autores afirmaram que a dissolução do cimento endodôntico pelos fluidos orais deve ser considerada na seleção do cimento endodôntico e que o azul de metileno teve a tendência de ser lavado durante o processo de diafanização e o nanquim permaneceu estável. Concluíram que embora não se saiba a relevância clínica da infiltração ou se o modelo *in vitro* empregado é uma simulação válida das condições da cavidade bucal, a infiltração que pode ocorrer em curto espaço de tempo deve ser considerada como um fator potencial no insucesso do tratamento.

MAGURA, KAFRAWY, BROWN *et al.* (15) avaliaram *in vitro* a infiltração coronária de saliva humana em dentes tratados endodonticamente, utilizando dois métodos para análise de infiltração: histológico e penetração de corante. Os autores concluíram que canais radiculares obturados e expostos ao meio bucal por 90 dias devem ser retratados e que canais preparados para colocação de pinos protéticos e expostos ao meio bucal sofrem total contaminação, resultando em fracasso da terapia endodôntica. As médias de infiltração encontradas na avaliação histológica, comparadas com as verificadas na penetração de corante foram menores devido à viscosidade da saliva que reduz a capacidade de penetração, levando a índices menores de infiltração quando comparados aos encontrados com o corante que, devido à sua baixa tensão superficial, apresenta ótima capacidade de penetrabilidade.

WU & WESSELINK (34) realizaram revisão das publicações envolvendo estudos de infiltração. Observaram que o método mais utilizado foi a medição linear de um marcador (corante ou radioisótopo) ao longo da obturação endodôntica. Comparando a medição da penetração de corante ao longo de obturações de guta-percha e cimento, nas publicações entre 1980 e 1990, encontraram um alto índice de variação nos resultados, embora as metodologias utilizadas tenham sido praticamente as mesmas em todos os estudos. Observaram discrepância nos resultados e sugeriram que novas metodologias de infiltração devam ser pesquisadas, ao invés de avaliar a capacidade de selamento de diferentes materiais e técnicas por métodos que podem fornecer poucas informações relevantes.

Para KHAYAT, LEE, TORABINEJAD (11) as metodologias de infiltração que utilizam corantes são inadequadas, sendo os estudos de infiltração microbiana mais significantes e clinicamente relevantes. Os corantes e isótopos têm moléculas de pequeno tamanho, que podem não representar a infiltração de bactérias e seus subprodutos. GILBERT, WITHERSPOON, BERRY (7) compararam dois métodos de análise da infiltração coronária: penetração de corante (diafanização) durante 21 dias, seguida de infiltração bacteriana por *Proteus vulgaris* nos mesmos dentes por mais 21 dias e verificaram que quando o corante atinge a metade do canal radicular há uma grande probabilidade de contaminação bacteriana total do canal. Não houve correlação estatística entre as duas metodologias, mas o uso do corante seguido da contaminação bacteriana pode apontar falhas nos aparatos de infiltração, bem como evidenciar fraturas radiculares, evitando assim resultados falsos positivos quando apenas testes bacteriológicos são realizados.

ALVES, WALTON, DRAKE (2) afirmam que metodologias *in vivo* são de difícil execução, sendo o maior problema o uso de amostra animal ou humana, a presença de variáveis complexas, não controladas e desconhecidas (anatomia dentária, materiais e técnicas de obturação, extensão do preparo radicular, experiência do operador) e variáveis que interferem no crescimento e metabolismo bacteriano. TROPE, CHOW, NISSAN (33) afirmam que estudos *in vivo* são importantes, por exemplo, para confirmar se periapicopatias podem ocorrer caso endotoxinas estejam presentes apenas na coroa de dentes bem obturados. SIQUEIRA JR., RÔÇAS, FAVIERI *et al.* (25) enfatizam que clinicamente a exposição da obturação endodôntica por um período curto de tempo deve ser considerada como um indicador de retratamento endodôntico. Os autores afirmam que é impossível determinar clinicamente se todo o sistema de canal foi contaminado após exposição à saliva, pois embora diversos estudos *in vitro* sugiram que após infiltração coronária da obturação ocorra infecção do canal, essa hipótese não está bem demonstrada *in vivo*.

MADISON & WILCOX (14) avaliaram *in vivo* obturações com AH26, Sealapex e Roth em dentes de macaco, verificando que houve penetração de corante em todos os cimentos, sem diferença estatística entre eles. Observaram, ainda, que a consistência da ração animal e sua impacção durante a mastigação pode ter agido como barreira, impedido a penetração do corante nos canais ou que as propriedades da saliva natural podem ter retardado ou prevenido a infiltração.

Infiltração Microbiana e dos seus Subprodutos nos Canais Radiculares

O método mais utilizado para avaliar a resistência da obturação endodôntica à infiltração foi por muito tempo a medição linear da infiltração de um marcador, como um corante ou radioisótopo, ao longo da obturação endodôntica. WU & WESSELINK (34) relataram que a partir do final dos

anos 80, estudos *in vitro* passaram a avaliar a infiltração de micro-organismos e seus subprodutos em diferentes cimentos obturadores (6, 7, 11, 15, 23, 25, 32, 33, 34), sendo que a maioria deles utilizou cepas de *Enterococcus faecalis* (4, 5, 19, 22, 23, 28). Metodologias que utilizam micro-organismos para avaliação da infiltração tentam simular o que realmente acontece na cavidade bucal, uma vez que permite a interação dinâmica entre eles e o material obturador (32, 35).

Para avaliação da infiltração, a cultura microbiana a ser estudada é inoculada no terço coronário da raiz e a porção apical da mesma é mantida em contato com meio de cultura esterilizado adequado para crescimento microbiano. Quando o meio de cultura no qual o ápice é inserido torna-se turvo (4, 25) ou apresenta alteração de coloração em função da reação do meio de cultura a produtos microbianos (23, 32) a infiltração é evidenciada.

Diferentes fatores podem influenciar na penetração microbiana, dentre eles: anatomia dos dentes, material obturador, procedimento de esterilização, dispositivo para avaliar a infiltração, seleção e concentração de micro-organismos, método utilizado para detectar a infiltração e período de avaliação dos espécimes (6). TORABINEJAD, UNG, KETTERING (32) avaliaram *in vitro* o tempo necessário para penetração de bactérias em obturações com guta-percha e o cimento à base de óxido de zinco e eugenol Roth (Roth Int., Chicago, IL, USA). Mais de 50% dos canais foram completamente contaminados por *Staphylococcus epidermidis* em 19 dias de exposição e 50% dos canais foram completamente contaminados por *P. vulgaris* em 42 dias. Os autores observaram que a motilidade bacteriana não favoreceu a infiltração.

TROPE, CHOW, NISSAN (33) avaliaram a infiltração coronária de endotoxinas em dentes tratados endodônticamente sem selamento coronário. Os autores verificaram que a endotoxina bacteriana pode mover-se através de canais radiculares obturados e que independente do intervalo de tempo para contaminação, sua infiltração ocorre com eficiência. Assim, apesar da presença do cimento endodôntico como uma importante barreira contra essa infiltração, pelo tamanho de sua molécula, as endotoxinas poderiam penetrar em um canal aparentemente bem obturado.

SILVA, TEIXEIRA, LANA *et al.* (24) avaliaram *in vitro* a infiltração coronária por *E. faecalis* em 39 canais tratados com Endofill (Dentsply Ind. Com. Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) ou Sealapex (Sybron Endo, Orange, CA, USA). Em 20 amostras de ambos os grupos, a suspensão de *E. faecalis* foi renovada, diariamente, durante três dias, o que não ocorreu nas 19 restantes. Nas amostras em que a cultura microbiana não foi renovada, a turvação do meio de cultura foi observada em apenas dois dentes de cada grupo, demonstrando a morte da espécie. Quando a cultura foi renovada diariamente, a turvação foi observada em 17 espécimes obturados com Endofill e em sete obturados com Sealapex. Isso sugere que se mantidas as condições para crescimento, mesmo na presença do cimento endodôntico, a viabilidade microbiana será mantida.



Infiltração por *E. faecalis* nos canais radiculares

Para avaliação da infiltração pelo canal radicular torna-se oportuna a utilização de micro-organismos relacionados aos casos de insucesso no tratamento endodôntico, buscando maior aproximação com as condições clínicas. A microbiota de dentes com infecção primária ou de retratamentos (insucessos) diferem qualitativa e quantitativamente. As infecções pulpares primárias caracterizam-se por serem polimicrobianas, com predominância de anaeróbios estritos e igual proporção de Gram-positivos e Gram-negativos (8, 29). Por outro lado, cepas de anaeróbios facultativos Gram-positivos são isolados com maior frequência nos retratamentos (8).

E. faecalis é um coco anaeróbio facultativo Gram-positivo que pode apresentar-se isolado, em pares ou em cadeias. Está associado a diferentes formas de infecções endodônticas primárias, sendo encontrado com maior frequência em infecções endodônticas secundárias assintomáticas por ser capaz de invadir os túbulos dentinários e sobreviver durante e após o tratamento endodôntico por até 13 meses (22). Possui capacidade de competição com outros micro-organismos, resistência à privação nutricional, além de vários fatores de virulência que aumentam sua habilidade de sobrevivência em ambiente hostil (22, 25, 28). *E. faecalis* apresenta facilidade para se infiltrar através da obturação dos canais radiculares por possuir enzimas e proteínas que aderem-se ao colágeno, possibilitando sua união à dentina e também por apresentar tamanho tão reduzido que facilita a invasão dos túbulos dentinários (28).

Diante disso, muitos trabalhos de infiltração endodôntica têm utilizado *E. faecalis* (4, 18, 23). STUART, SCHWARTZ, BEESOM *et al.* (28) realizaram uma revisão de literatura sobre a importância de *E. faecalis* no insucesso do tratamento endodôntico, verificando que *E. faecalis* ocorre em infecções primárias (entre 4 a 40% dos casos) e entre 24% a 77% dos casos de infecções secundárias, quase sempre em infecções crônicas assintomáticas.

Padronização das Variáveis nos Testes de Infiltração

Diferentes fatores podem influenciar a metodologia de infiltração e consequentemente os resultados da pesquisa, dificultando a correlação entre os estudos. Dentre os diversos fatores, podemos citar: tamanho da amostra, anatomia dos dentes, preparo químico-mecânico do canal radicular, técnica de obturação, material obturador, procedimento de esterilização, dispositivo para avaliar a infiltração, seleção e concentração de micro-organismos, método utilizado para detectar a infiltração bacteriana e período de avaliação dos espécimes (6). Nas pesquisas de infiltração bacteriana, as amostras são avaliadas diariamente e existe uma grande diversidade de períodos de tempo na literatura, dentre eles: sete (12), trinta (23), sessenta (4), sessenta e quatro dias

(19), noventa dias (21) e cento e vinte dias (5). BARTHEL, MOSHONOV, SHUPING *et al.* (3) afirmaram que um tempo curto de permanência da raiz em contato com corantes ou micro-organismos é inadequado para avaliar a infiltração. Além disso, algumas variáveis são de difícil padronização, como habilidade do operador, anatomia dentária, materiais, técnicas de obturação e extensão do preparo radicular (20). TROPE, CHOW, NISSAN (33) afirmaram que as diferentes metodologias para avaliação da infiltração coronária podem ter resultados afetados por variáveis tais como vácuo, termociclagem, tamanho da partícula de corante, solubilidade do corante, posição da amostra, tamanho e profundidade da cavidade de acesso na amostra, tipo de bactéria, bactéria com ou sem motilidade, espessura do material selador, tempo de infiltração, dentre outros fatores.

WU & WESSELINK (34) enfatizam que o comprimento e anatomia das raízes e o diâmetro dos forames são variáveis importantes que devem ser controladas. Observaram ainda que a padronização das amostras com seleção de dentes unirradiculares, de único canal e formas anatômicas semelhantes entre si, permite uniformizar as condições de preparo dos canais radiculares. Em função do alto índice de variação nos resultados, os autores sugerem que novas metodologias de infiltração sejam pesquisadas e, ainda, que pesquisas de infiltração em obturações endodônticas utilizem dentes com tamanho e anatomia similares e ambiente com vácuo ou pressão positiva.

Conclusão

A literatura descreve diferentes metodologias para avaliação da resistência da obturação endodôntica à infiltração coronária ou apical. Os métodos *in vitro* mais utilizados são a infiltração de marcadores, como os corantes, ou a infiltração de micro-organismos e seus subprodutos ao longo da obturação endodôntica. O método biológico parece reproduzir melhor as condições da cavidade bucal quando comparados aos marcadores. Entretanto, as pesquisas sobre infiltração têm sido afetadas pela ausência de padronização das variáveis, levando a uma grande variabilidade nos resultados e interferindo negativamente na correlação entre os estudos. 

Referências Bibliográficas

- ADIB, V., SPRATT, D., NG, Y. L. *et al.* Cultivable microbial flora associated with persistent periapical disease and coronal leakage after root canal treatment: a preliminary study. *Int. Endod. J.* 2004; 37 (8): 542-51.
- ALVES, J., WALTON, R., DRAKE, D. Coronal leakage: endotoxin penetration from mixed bacterial communities through obturated, post-prepared root canals. *J. Endod.* 1998; 24 (9): 587-91.
- BARTHEL, C. R., MOSHONOV, J., SHUPING, G. *et al.* Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root-canals. *Int. Endod. J.* 1999; 32 (5): 370-5.
- BAUMGARTNER, G., ZEHNDER, M., PAQUÉ, F. Enterococcus faecalis type strain leakage through root canals filled with Gutta-percha/AH Plus or Resilon/Epiphany. *J. Endod.* 2007; 33 (1): 45-7.
- BROSCO, V. H., BERNARDINELLI, N., TORRES, S. A. *et al.* Bacterial leakage in root canals obturated by different techniques. Part I: microbiologic evaluation. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2008; 105 (1): 48-53.
- CHAILERTVANITKUL, P., SAUNDERS, W. P., MACKENZIE, D. An assessment of microbial coronal leakage in teeth root filled with gutta-percha and three different sealers. *Int. Endod. J.* 1996; 29 (6): 387-92.
- GILBERT, S. D., WITHERSPOON, D. E., BERRY, C. W. Coronal leakage following three obturation techniques. *Int. Endod. J.* 2001; 34 (4): 293-99.
- GOMES, B. P., LILLEY, J. D., DRUCKER, D. B. Variations in the susceptibilities of components of the endodontic microflora to biomechanical procedures. *Int. Endod. J.* 1996; 29 (4): 235-41.
- HOMMEZ, G. M., COPPENS, C. R., DE MOOR, R. J. Periapical health related to the quality of coronal restorations and root fillings. *Int. Endod. J.* 2002; 35 (8): 680-9.
- JACOBSEN, E. L., BEGOLE, E. A., VITKUS, D. D. *et al.* An evaluation of two newly formulated calcium hydroxide cements: a leakage study. *J. Endod.* 1987; 13 (4): 164-9.
- KHAYAT, A., LEE, S. J., TORABINEJAD, M. Human saliva penetration of coronally unsealed obturated root canals. *J. Endod.* 1993; 19 (9): 458-61.
- KOS, W. L., AULOZZI, D. P., GERSTEIN, H. A. Comparative bacterial microleakage study of retrofilling materials. *J. Endod.* 1982; 8 (8): 355-8.
- LEONARDO, M. R. Endodontia: tratamento de canais radiculares, princípios técnicos e biológicos. São Paulo: Artes Médicas, 2005.
- MADISON, S., WILCOX, L. R. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part III. In vivo study. *J. Endod.* 1988; 14 (9): 455-8.
- MAGURA, M. E., KAFRAWY, A. H., BROWN, J. R. *et al.* Human saliva coronal microleakage in obturated root canals: an in vitro study. *J. Endod.* 1991; 17 (7): 324-31.
- MARSHALL, F. J., MASSLER, M. The sealing of pulpless teeth evaluated with radioisotopes. *J. Dent. Med.* 1961; 16: 172-7.
- MORAES, I. G., BRAMANTE, C. M., BERBERT, A. Materiais obturadores de canais radiculares. Odontologia Integrada. Rio de Janeiro: Pedro I, 1999.
- OLIVEIRA, A. C. M., TANOMARU, J. M. G., FARIA-JUNIOR, N. *et al.* Bacterial leakage in root canals filled with conventional and MTA-based sealers. *Int. Endod. J.* 2011; 44 (4): 370-5.
- PINHEIRO, C. R., GUINESI, A. S., DE CAMARGO, E. J. *et al.* Bacterial leakage evaluation of root canals filled with different endodontic sealers. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2009; 108 (6): 56-60.
- RICUCCI, D., BERGENHOLTZ, G. Bacterial status in root-filled teeth exposed to the oral environment by loss of restoration and fracture or caries – a histobacteriological study of treated cases. *Int. Endod. J.* 2003; 36 (11): 787-802.
- SALEH, I. M., RUYTER, I. E., HAAPASALO, M. *et al.* Bacterial penetration along different root canal filling materials in the presence or absence of smear layer. *Int. Endod. J.* 2008; 41 (1): 32-40.
- SEDGLEY, C. M., LENNAN, S. L., APPELBE, O. K. Survival of Enterococcus faecalis in root canals ex vivo. *Int. Endod. J.* 2005; 38 (10): 735-42.
- SHIPPER, G., ØRSTAVIK, D., TEIXEIRA, F. B. *et al.* An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J. Endod.* 2004; 30 (5): 342-7.
- SILVA, K. F. T., TEIXEIRA, R. E., LANA, M. A. *et al.* Avaliação in vitro da infiltração bacteriana em canais radiculares obturados com dois diferentes cimentos. In: Anais da 19ª Reunião da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica – SBPqO; 2002 ago. 31 - set. 4; Águas de Lindóia (SP). São Paulo: SBPqO; 2002: 132.
- SIQUEIRA JR., J. F., RÔÇAS, I. N., FAVIERI, A. *et al.* Bacterial Leakage in coronally unsealed canal obturated with 3 different techniques. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Radiol. Endod.* 2000; 90 (5): 647-50.
- SIQUEIRA JR., J. F., RÔÇAS, I. N., ALVES, F. R. *et al.* Periradicular status related to the quality of coronal restorations and root canal fillings in a Brazilian population. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Radiol. Endod.* 2005; 100 (3): 369-74.
- SOARES, I. J., GOLDBERG, F. Obturação do canal radicular. In: SOARES, I. J., GOLDBERG, F. Endodontia: técnica e fundamentos. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- STUART, C. H., SCHWARTZ, S. A., BEESOM, T. J. *et al.* Enterococcus faecalis: Its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J. Endod.* 2006; 32 (2): 93-8.
- SUNDQVIST, G., FIGDOR, D., SJÖGREN, U. Microbiology analyses of teeth with endodontic treatment and the outcome of conservative retreatment. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 1998; 85 (1): 86-93.
- SWANSON, K., MADISON, S. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I: time periods. *J. Endod.* 1987; 13 (2): 56-9.
- TAMSE, A., KATZ, A., KABLAN, F. Comparison of apical leakage shown by four different dyes with two evaluating methods. *Int. Endod. J.* 1998; 31 (5): 333-7.
- TORABINEJAD, M., UNG, B., KETTERING, J. D. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J. Endod.* 1990; 16 (12): 566-9.
- TROPE, M., CHOW, E., NISSAN, R. In vitro endotoxin penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *Endod. Dent. Traumatol.* 1995; 11 (2): 90-4.
- WU, M. K., WESSELINK, P. R. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int. Endod. J.* 1993; 26 (1): 37-43.
- WU, M. K., DE GEE, A. J., WESSELINK, P. R. *et al.* Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. *Int. Endod. J.* 1993; 26 (4): 203-8.
- WU, M. K., VAN DER SLUIS, L. W., ARDILA, C. N. *et al.* Fluid movement along the coronal two-thirds of root fillings placed by three different gutta-percha techniques. *Int. Endod. J.* 2003; 36 (8): 533-40.

Recebido em: 12/07/2011 / Aprovado em: 13/12/2011

Ana Carolina Mascarenhas Oliveira

Av. Limeira, 901- Areião

Piracicaba/SP, Brasil CEP: 13414-903

E-mail: anamascaa@yahoo.com.br