

*Artigo de Revisão de Literatura*  
*Literature Review Article*

## Materiais utilizados no tratamento das perfurações endodônticas

## Materials used in the treatment of endodontic perforations

Deborah Meirelles COGO\*  
José Roberto VANNI\*\*  
Thiago REGINATTO\*\*\*  
Volmir FORNARI\*\*\*\*  
Flares BARATTO FILHO\*\*\*\*\*

**Endereço para correspondência:**

**Address for correspondence:**

Deborah Meirelles Cogo  
Avenida Rio Branco, 15 – sala 2 – Centro  
CEP 95720-000 – Garibaldi – RS  
E-mail: deborahmeirellescogo@hotmail.com

\* Especialista em Endodontia pelo CEOM-Uningá, Passo Fundo (RS).

\*\* Doutor em Endodontia. Professor coordenador dos cursos de Especialização em Endodontia do CEOM-Uningá, Passo Fundo (RS).

\*\*\* Especialista em Prótese Dentária pelo CEOM-Uningá, Passo Fundo (RS).

\*\*\*\* Mestre em Endodontia. Professor coordenador dos cursos de Especialização em Endodontia do CEOM-Uningá, Passo Fundo (RS).

\*\*\*\*\* Doutor em Endodontia. Professor coordenador dos cursos de pós-graduação da Universidade Positivo, Curitiba (PR). Professor da disciplina de Endodontia na Univille, Joinville (SC).

Recebido em 12/9/08. Aceito em 12/12/08.

Received on September 12, 2008. Accepted on December 12, 2008.

**Palavras-chave:**

infiltração  
dentária; materiais  
biocompatíveis;  
materiais dentários.

### Resumo

**Introdução:** As perfurações endodônticas são comunicações artificiais que ligam o endodonto com os tecidos de suporte dentários, sendo responsáveis pela falha de uma porcentagem considerável dos tratamentos endodônticos. Seu prognóstico depende de diversos fatores, tais como: tamanho e localização da comunicação, comprimento da raiz, facilidade de acesso, presença ou não de comunicação periodontal com o defeito, tempo decorrido entre sua ocorrência e o seu fechamento, presença de contaminação e material utilizado para o preenchimento da perfuração. **Objetivo e revisão de literatura:** Avaliar os materiais mais empregados atualmente no reparo das perfurações radiculares, comparando cada um deles com os resultados obtidos.

**Conclusão:** Dos materiais usados e mais recomendados, merecem destaque o MTA e os restauradores adesivos, devendo-se sempre observar, no momento da escolha, as condições prévias encontradas, como localização da perfuração, presença de umidade, contaminação da perfuração e acesso ao defeito.

**Keywords:**

dental infiltration;  
biocompatible  
materials; dental  
materials.

## Abstract

**Introduction:** The endodontic perforations are artificial ducts that connect the endodont with the dental support tissues, and they are responsible for the failure of a considerable percentage of endodontic treatments. The prognosis of the perforations depends on several factors such as: size and location of the duct, root length, access easiness, presence or absence of periodontal communication with the defect, time length between the occurrence of the perforation and its closing, presence of contamination and material utilized in the perforation filling. **Objective and literature review:** To evaluate the materials presently used in root perforation repair and to compare the results achieved with their use. **Conclusion:** Of all materials currently used, the MTA and the adhesive restore materials deserve prominence, though always considering, at the moment of making the choice, the previously found conditions such as perforation location, presence of humidity, presence of contamination and accessibility to the site.

## Introdução

As perfurações endodônticas são comunicações artificiais causadas por instrumentos manuais ou rotatórios; podem ter origem patológica, indesejável, e fazem a comunicação do endodonto com os tecidos de suporte dentários [1, 23, 28].

As principais causas dessas perfurações se devem a procedimentos operatórios (acesso à cavidade, localização dos canais, preparo da entrada dos canais, preparo do canal, acesso ao canal radicular em dentes calcificados e curvos, preparo para retentor intrarradicular, desobturação do canal radicular, remoção de corpo estranho do canal radicular), a processos degenerativos (reabsorção interna e externa) ou a processos cariosos [1, 7, 28, 30].

Ao contrário do que se pensa, as perfurações endodônticas não são tão raras. Elas ocorrem em até 12% dos dentes tratados endodonticamente [8]. Porém, quando descobertas e tratadas rapidamente, consegue-se reduzir o estabelecimento de um processo infeccioso no local da perfuração, o que melhora o prognóstico e muitas vezes evita a extração do dente afetado [1, 28].

A contaminação da região perfurada pode acontecer tanto por bactérias do canal radicular quanto por bactérias provenientes dos tecidos periodontais, ou por ambas, o que prejudica o reparo

e causa inflamação na região. Conseqüentemente é possível que haja dor, supuração, abscessos, fístulas e reabsorção óssea [28]. As perfurações na região de furca e terço cervical da raiz provocam efeitos deletérios sobre o prognóstico do tratamento endodôntico, pois desencadeiam uma reação inflamatória da região periodontal, podendo levar a perdas de suporte e, algumas vezes, dentárias. Dependendo do nível da crista óssea e da sua destruição na área da perfuração, poderá se formar uma bolsa periodontal. Destruído o osso alveolar, é provável que apareça um tecido de granulação, o qual poderá invaginar para o interior do dente através do trajeto da perfuração. Além disso, há também a possibilidade de que restos epiteliais de Malassez sejam estimulados e formem um cisto [4].

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de literatura, a fim de comparar os diferentes materiais utilizados nas diversas situações clínicas de perfurações endodônticas com os resultados obtidos.

## Revisão da literatura

O prognóstico das perfurações endodônticas depende de fatores como: tamanho e localização da comunicação, comprimento da raiz, facilidade de acesso para reparação, presença ou ausência de comunicação periodontal com o defeito, tempo

decorrido entre a sua ocorrência e o seu fechamento, material utilizado no preenchimento da perfuração (biocompatibilidade e capacidade de selamento) e presença ou não de contaminação por agentes microbianos [1, 7, 10, 15, 16, 23, 27, 28].

Ou seja, quanto menor a perfuração, sem contaminação, localizada a certa distância do sulco gengival e selada imediatamente após sua ocorrência, maiores serão as chances de sucesso. As perfurações endodônticas não são responsáveis diretamente pelo fracasso do tratamento endodôntico, pois a causa primária da inflamação perirradicular é o tecido infectado remanescente da porção do canal radicular não instrumentado, apicalmente à perfuração [18].

Para um tratamento adequado, a perfuração deve ser selada com algum tipo de material, o qual será eficaz se primordialmente prover ótimo selamento, for biocompatível e de fácil manipulação e tiver a capacidade de promover a osteogênese e a cementogênese [16, 25, 28].

Após o reconhecimento da perfuração, faz-se sua proteção com uma barreira mecânica (disco de Teflon, raspas de dentina, fosfato de tricálcio, hidróxido de cálcio, hidroxiapatita, osso liofilizado e sulfato de cálcio, MTA), principalmente nas perfurações grandes, em função da hemorragia e da possibilidade de extravasamento de material. Em seguida, coloca-se um material de preenchimento no defeito (guta-percha, amálgama, IRM®, Cavit®, resinas fotopolimerizáveis, ionômero de vidro) e conclui-se o tratamento endodôntico, procedendo-se à restauração definitiva o mais brevemente possível [15, 24].

Muitos materiais já foram utilizados no tratamento de perfurações endodônticas, porém os diferentes resultados obtidos demonstram que ainda não existe um tipo ideal e sim uma diversidade de materiais que podem ser usados de acordo com os fatores que envolvem cada caso de perfuração (tamanho, localização, contaminação e tempo decorrido desde a ocorrência da perfuração até o seu fechamento), bem como a disponibilidade de um deles no momento da descoberta da perfuração [23, 28].

O amálgama apresenta qualidades como resistência, radiopacidade e pouca solubilidade, e sua aplicação é indicada sobre uma base biológica (Cavit®, Lumicon® ou N-Rickert®). Contudo nos dias atuais seu emprego é restrito, já que são comprovadas limitações, tais como: oxidação, possibilidade de causar tatuagem, expansão tardia, dificuldade de aplicação nos canais radiculares [1], pouca retenção [27] e reduzida capacidade de selamento, resultando em inflamação dos tecidos perirradiculares [19].

A hidroxiapatita é um material não solúvel nos tecidos orais, tendo um comportamento semelhante ao esmalte dentário e ao osso alveolar. Seus grânulos devem ser umedecidos em solução salina para facilitar seu transporte ao local da perfuração e, à medida que vão sendo condensados, observa-se a diminuição da hemorragia. Sobre essa matriz de hidroxiapatita aplica-se o amálgama de prata ou o ionômero de vidro [1, 22].

O Super-EBA é um cimento (pó + líquido) à base de óxido de zinco e eugenol, reforçado por alumina, de fácil manipulação e relativamente barato. Por conter eugenol pode ser considerado citotóxico, mas esse efeito é reduzido ao se misturar o líquido ao pó. Todos os esforços devem ser feitos para evitar o extravasamento, pois o Super-EBA não é reabsorvível, sendo preferível a falta de material a seu excesso [3].

A utilização de materiais resinosos adesivos tem o potencial de promover um bom selamento por conta de sua adesão à dentina, porém é possível que eles não tenham um bom resultado quando usados em perfurações, em função da exposição à umidade no local. Adicionalmente, esses materiais podem ser citotóxicos [12].

O ionômero de vidro é um material que possui boa aderência à dentina [19], o que pode ser explicado pela formação de uma ligação química entre ele e os íons de cálcio da dentina [24]. Além disso, a boa fluidez do ionômero de vidro fotopolimerizável, ao ocasionar um melhor escoamento e conseqüentemente uma melhor adaptação por toda a cavidade perfurada, auxilia no selamento obtido [24]. Seria, portanto, uma alternativa no caso de perfurações, principalmente quando estas estão localizadas na região cervical, onde materiais restauradores têm sido indicados [27]. Já o MTA possui como vantagens uma excelente capacidade seladora (prevenindo a infiltração bacteriana), a não indução de inflamação, o reparo do periodonto e a formação de cimento sobre o defeito [19, 20, 23]. São desvantagens do MTA o seu longo tempo de presa, o seu alto custo [28] e sua pouca adesividade à dentina [12]. De acordo com os fabricantes, o MTA precisa estar em contato com uma bolinha de algodão úmida durante 3 a 4 horas para tomar presa, sendo esse um aspecto inconveniente tanto para o profissional quanto para o paciente, pois será necessária uma nova consulta para a finalização do caso após o endurecimento do MTA [12].

Muitas vezes o MTA é utilizado em ambientes com inflamação, ou seja, onde se encontra um baixo pH, e, como o seu pH inicial é 10,2, tornando-se 12,5

após 3 horas, é possível que as condições dos tecidos do hospedeiro (existência prévia de condições patológicas) interfiram nas suas propriedades físico-químicas. Por exemplo, pode ser que um pH ácido impeça a presa do MTA e reduza sua força e dureza, porém, em situações nas quais os fatores

que iniciam ou perpetuam o processo inflamatório são removidos, há a possibilidade de, num período não longo de tempo (inferior a sete dias), o ambiente retornar ao normal [21].

Alguns dos principais trabalhos encontrados na literatura estão mais bem exibidos na tabela I.

Tabela I — Materiais utilizados nas perfurações endodônticas

Estudo	Tipo estudo	Propriedade	Amostra (n)	Local perfuração	Material testado	Tipo de teste	Conclusão
Imura et al., 1998	in vitro	Selamento	40 dentes	Furca	Amálgama; adesivo + resina composta; sulfato de cálcio + resina composta; hidróxido de cálcio + resina composta	Infiltração tinta da Índia	Não houve diferença entre os grupos, porém a matriz (hidróxido de cálcio ou sulfato de cálcio) previniu o extravasamento
Kaiser; Johnson; Tipton, 2000	in vitro	Biocompatibilidade	-	-	MTA, Super-Bond <sup>®</sup> e amálgama	Teste de viabilidade celular	MTA é o menos citotóxico
Shimabuku, 2000	in vitro	Selamento	56 dentes	Furca	Cavit <sup>®</sup> + amálgama, Cavit <sup>®</sup> - ionômero vidro fotopolimerizável; hidróxido de cálcio PA. + amálgama; hidróxido de cálcio + ionômero vidro fotopolimerizável	Infiltração Rhodamine B 1%	Menor infiltração no grupo hidróxido de cálcio + ionômero de vidro fotopolimerizável. Nos demais não houve diferença
Holland et al., 2001	in vivo	Biocompatibilidade e articular e testes	48 canais	Lateral	MTA ou Scalapex <sup>®</sup>	Análise histológica	MTA apresentou melhores resultados
Daoud; Saunders, 2002	in vitro	Selamento	46 dentes	Furca	ionômero vidro fotopolimerizável e MTA	Infiltração tinta da Índia	MTA apresentou menor infiltração
Kaifer et al., 2002	in vitro	Biocompatibilidade	80 dentes (macacos)	Furca	Hapset + amálgama, hidroxiapatita + amálgama	Análise histológica	O uso de uma matriz (Hapset ou hidroxiapatita) permite uma melhor recuperação das perfurações, e não houve diferença entre os tipos de matriz

continua...

Continuação da tabela I

Estudo	Tipo estudo	Propriedade	Amostra (n)	Local perfuração	Material testado	Tipo de teste	Conclusão
Tanomaru Filho; Falciros; Tanomaru, 2002	<i>In vitro</i>	Selamento	50 dentes	Lateral	Sealapex® + óxido zinco; ionômero de vidro fotopolimerizável; resina fotopolimerizável; ProRoot® MTA e MTA Angelus®	Infiltração azul-de-metileno 2%	Todos apresentaram bom selamento, sem diferença entre os materiais
Weldon et al., 2002	<i>In vitro</i>	Selamento	51 dentes	Furca	MTA, Super-EBA®, MTA + Super-EBA®	Filtração de fluidos sob pressão fisiológica	Super-EBA teve melhor selamento apenas nas primeiras 24 horas, depois não houve diferença entre os grupos
Silva Neto; De Moraes, 2003	<i>In vitro</i>	Selamento	88 dentes	Furca	MTA Angelus®, ProRoot® MTA, Super-EBA® e MBPc. Todos os grupos com e sem matriz de sulfato de cálcio	Infiltração Rhodamine B 2%	O MBPc (com e sem matriz) evidenciou menor infiltração, seguido pelo Super-EBA® e pelas duas marcas de MTA. A matriz influenciou negativamente o selamento do MPBc e do Super-EBA®, porém evitou o extravasamento
Balto, 2004	<i>In vitro</i>	Biocompatibilidade	30 espécimes	-	MTA	Cultura celular	Quantidade e qualidade da adesão celular ao material é um critério adequado para avaliar sua toxicidade
Ferris; Baumgartner, 2004	<i>In vitro</i>	Selamento	40 dentes	Furca	MTA cinza e branco	Infiltração bacteriana	Não houve diferença entre os dois tipos de MTA
Hardy et al., 2004	<i>In vitro</i>	Selamento	50 dentes	Furca	MTA; One-Up®; MTA + One-Up®; MTA + Super-EBA®	Filtração de fluidos sob pressão de 20-cm H <sub>2</sub> O	O uso de um material adesivo (One-Up® ou Super-EBA®) juntamente com o MTA promoveu selamento imediato equivalente ao MTA puro, após sua presa final

continua...

Continuação da tabela I

Estudo	Tipo estudo	Propriedade	Amostra (n)	Local perfuração	Material testado	Tipo de teste	Conclusão
De Deus et al., 2005	<i>In vitro</i>	Biocompatibilidade	-	-	ProRoot® MTA, MTA Angelus® e cimento Portland	Cultura celular	Os três cimentos tiveram comportamento biológico semelhante
De Deus et al., 2006	<i>In vitro</i>	Selamento	36 dentes	Furca	Cimento Portland e MTA	Infiltração bacteriana	Ambos os materiais têm capacidade similar de selamento
Gancedo-Caravia; Garcia-Barbero, 2006	<i>In vitro</i>	Resistência	180 espécimes	-	MTA	Máquina de teste (força 1 mm/min)	A umidade melhora significativamente a presa do MTA, sendo necessários pelo menos três dias de presa
Hamad; Tordik; McClanaban, 2006	<i>In vitro</i>	Selamento	76 dentes	Furca	ProRoot® MTA branco e cinza	Infiltração azul-de-metileno	Materiais apresentaram comportamento similar
Juárez Broon et al., 2006	<i>In vitro</i>	Biocompatibilidade	15 dentes caninos	Terço cervical	ProRoot® MTA, MTA Angelus® e cimento Portland	Análise histológica	Após período experimental todos os dentes apresentaram selamento por tecido mineralizado. Não houve diferença entre os materiais testados
Souza et al., 2006	<i>In vitro</i>	Biocompatibilidade	-	-	N-Rickert®, Super-EBA®, MTA, ionômero de vidro, amálgama e guta-percha	Cultura celular	MTA foi o menos tóxico
Zou et al., 2007	<i>In vitro</i>	Selamento	68 dentes	Furca	Resina composta e sulfato de cálcio + resina composta	Infiltração glicose	A matriz (sulfato de cálcio) melhorou somente o selamento das perfurações menores
Namazikhah et al., 2008	<i>In vitro</i>	Dureza	40 espécimes	-	ProRoot® branco	Exposição ácido butanoico	A dureza superficial do MTA foi reduzida num ambiente ácido, observando-se maior porosidade quanto maior a acidez do meio

## Discussão

Em um estudo *in vitro* não foi encontrada diferença quanto ao selamento de perfurações de furca quando se utilizaram o amálgama e a resina composta, porém percebeu-se que o uso de uma matriz (hidróxido de cálcio ou sulfato de cálcio) preveniu o extravasamento de material [14]. Já ao comparar o amálgama com o ionômero de vidro fotopolimerizável, em um experimento semelhante, observou-se menor infiltração nas perfurações de furca seladas com este. Além disso, o hidróxido de cálcio como barreira melhorou significativamente o selamento proporcionado pelo ionômero de vidro [24]. Entretanto outra pesquisa recente demonstrou que a matriz de sulfato de cálcio reduziu a infiltração apenas nas perfurações menores, não surtindo o mesmo efeito nas maiores [30].

Ao analisar o MTA e o ionômero de vidro fotopolimerizável como materiais seladores em perfurações de furca, o ionômero apresentou maior infiltração [5], mas existem relatos em que ambos possuem a mesma capacidade de selamento [27].

Conforme o fabricante, o MTA requer um tempo razoável para tomar presa. Isso explica por que houve um selamento mais rápido em perfurações de furca ao utilizar o Super-EBA em comparação ao MTA [29]. Tal fator poderá ser determinante na escolha do material selador, pois existem situações clínicas em que é preciso um material de presa rápida, para o prosseguimento do tratamento endodôntico, por exemplo. Outro estudo demonstrou a necessidade de pelo menos três dias de presa a fim de que o MTA tenha total resistência, podendo este ser submetido a forças de deslocamento. Todavia, ao empregar um material adesivo juntamente com o MTA, foi observado um selamento imediato equivalente ao MTA puro após sua presa [12].

Alguns trabalhos [6, 7, 9, 11, 16] compararam diferentes marcas e tipos de MTA (branco e cinza), assim como investigaram o cimento Portland. Os resultados evidenciaram que todos os materiais apresentaram comportamento físico e biológico similar, portanto hoje se pode usar o MTA nacional (MTA Angelus®) e ter os mesmos resultados que o importado (ProRoot® MTA), reduzindo-se os custos dos tratamentos. Além disso, num futuro próximo será possível substituir o MTA pelo cimento Portland, facilitando a obtenção do material e tornando acessível para toda a população a utilização de um produto de excelente qualidade com baixo custo.

Ao analisar o comportamento biológico dos materiais empregados no selamento de perfurações radiculares, o MTA tem mostrado comportamento similar ou menos tóxico que os demais [2, 6, 13,

16, 17, 26]. Isso comprova sua ótima capacidade de reparo.

Porém é preciso cautela ao escolher determinado tipo de material selador de perfurações radiculares, pois já foi demonstrado que a dureza superficial do MTA fica reduzida num ambiente ácido, o que aumenta sua porosidade. Por essa razão, em alguns casos pode ser que ocorra a reabsorção do material antes da sua presa, dificultando ou impedindo o reparo [21].

## Conclusão

De acordo com a revisão da literatura, concluiu-se que:

- o MTA é um material que pode ser utilizado no selamento das perfurações endodônticas, entretanto possui algumas limitações, tais como a dificuldade de manipulação e a possibilidade de reabsorção do material antes da ocorrência do reparo, principalmente nos casos em que uma contaminação pode tornar o ambiente demasiadamente ácido;
- os materiais adesivos, como o ionômero de vidro e as resinas compostas, são também uma opção no tratamento das perfurações endodônticas. No entanto em presença de umidade seu uso fica comprometido, e, se houver a possibilidade de adaptação de uma matriz abaixo do material selador, ela poderá ajudar no controle da hemorragia e evitar o extravasamento de material;
- embora existam diversos tipos de tratamentos e materiais disponíveis para o selamento das perfurações endodônticas, deve-se fazer todo o possível para evitá-las. E, sendo o tempo entre a ocorrência da perfuração e o seu selamento o principal fator no prognóstico delas, todo o esforço tem de ser feito para que o selamento do defeito aconteça o mais rápido possível.

## Referências

1. Aun CE, Gavini G, Fachin EVF. Perfurações endodônticas: existe solução? In: Todescan FF, Bottino MA. Atualização na clínica odontológica: a prática da clínica geral. São Paulo: APCD/Artes Médicas; 1996. p. 211-46.
2. Balto HA. Attachment and morphological behavior of human periodontal ligament fibroblasts to mineral trioxide aggregate: a scanning electron microscope study. *J Endod.* 2004 Jan;30(1):25-9.

3. Bogaerts P. Treatment of root perforations with calcium hydroxide and Super-EBA cement: a clinical report. *Int Endod J.* 1997 May;30(3):210-9.
4. Bramante CM, Berbert A, Bernardineli N, Morais IV, Garcia RB. Acidentes e complicações na abertura coronária. In: Bramante, CM. Acidentes e complicações no tratamento endodôntico: soluções clínicas. Santos: Santos; 2003. p. 21-55.
5. Daoudi MF, Saunders WP. In vitro evaluation of furcal perforation repair using mineral trioxide aggregate or resin modified glass ionomer cement with and without the use of the operating microscope. *J Endod.* 2002 Jul;28(7):512-5.
6. De Deus G, Ximenes R, Gurgel-Filho ED, Plotkowski MC, Coutinho-Filho T. Cytotoxicity of MTA and Portland cement on human ECV 304 endothelial cells. *Int Endod J.* 2005;38(9):604-9.
7. De Deus G, Petruccelli V, Gurgel-Filho E, Coutinho-Filho T. MTA versus Portland cement as repair material for furcal perforations: a laboratory study using a polymicrobial leakage model. *Int Endod J.* 2006 Mar;39(3):293-8.
8. Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Toronto study – phases I and II: orthograde retreatment. *J Endod.* 2004 Sep;30(9):627-33.
9. Ferris DM, Baumgartner JC. Perforation repair comparing two types of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2004 Jul;30(6):422-4.
10. Gancedo-Caravia L, Garcia-Barbero E. Influence of humidity and setting time on the push-out strength of mineral trioxide aggregate obturations. *J Endod.* 2006 Sep;32(9):894-6.
11. Hamad HA, Tordik PA, McClanaban SB. Furcation perforation repair comparing gray and white MTA: a dye extraction study. *J Endod.* 2006 Apr;32(4):37-40.
12. Hardy I, Liewehr FR, Joyce AP, Agee K, Pashley DH. Sealing ability of One-Up Bond and MTA with and without a secondary seal as furcation perforation repair materials. *J Endod.* 2004 Sep;30(9):658-61.
13. Holland R, Otoboni Filho JA, Souza V, Nery MJ, Bernabé PFE, Dezan Junior E. Mineral trioxide aggregate repair of lateral root perforations. *J Endod.* 2001 Apr;27(4):281-4.
14. Imura N, Otani SM, Hata G, Toda T, Zuolo ML. Sealing ability of composite resin placed over calcium hydroxide and calcium sulphate plugs in the repair of furcation perforations in mandibular molars: a study in vitro. *Int Endod J.* 1998 Mar;31(2):79-84.
15. Imura N, Zuolo ML. Complicações endodônticas. In: \_\_\_\_\_. *Endodontia para o clínico geral.* São Paulo: Artes Médicas; 1998. p. 295-306. (Série EAP-APCD).
16. Juárez Broon N, Bramante CM, Assis GF, Bortoluzzi EA, Bernardinelli N, Moraes IG et al. Healing of root perforations treated with mineral trioxide aggregate (MTA) and Portland cement. *J Appl Oral Sci.* 2006 Sep/Oct;14(5):305-11.
17. Keiser K, Johnson CC, Tipton DA. Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. *J Endod.* 2000 May;26(5):288-91.
18. Lin LM, Rosenberg PA, Lin J. Do procedural errors cause endodontic treatment failure? *J Am Dent Assoc.* 2005 Feb;136(2):187-93.
19. Main C, Mirzayan N, Shabahang S, Torabinejad M. Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study. *J Endod.* 2004 Feb;30(2):80-3.
20. Menezes R, Silva Neto UX, Carneiro E, Letra A, Bramante CM, Bernardinelli N. MTA repair of a supracrestal perforation: a case report. *J Endod.* 2005 Mar;31(3):212-4.
21. Namazikhah MS. The effect of pH on surface hardness and microstructure of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J.* 2008 Feb;41(2):108-16.
22. Rafter M, Baker M, Alves M, Daniel J, Remeikis N. Evaluation of healing with use of an internal matrix to repair furcation perforations. *Int Endod J.* 2002 Sep;35(9):775-83.
23. Ruiz PA. Perfurações endodônticas: revisão da literatura. *Rev Bras Patol Oral.* 2003 Apr/Jun;2(2):45-50.
24. Shimabuko DM. Avaliação in vitro do selamento marginal obtido quando do uso de associações de materiais no tratamento de perfurações de furca em molares humanos. *ECLER Endodontics.* 2000 [acesso em 2008 Apr 28];2(1). Disponível em: [http://ecler.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-4055200000100002&lng=en&nrm=iso](http://ecler.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-4055200000100002&lng=en&nrm=iso).

25. Silva Neto UX, De Moraes IG. Capacidade seladora proporcionada por alguns materiais quando utilizados em perfurações na região de furca de molares humanos extraídos. *J Appl Oral Sci.* 2003 Jan/Mar;11(1):27-33.
26. Souza NJA, Justo GZ, Oliveira CR, Haun M, Bincoletto C. Cytotoxicity of materials used in perforation repair tested using the V79 fibroblast cell line and the granulocyte-macrophage progenitor cells. *Int Endod J.* 2006 Jan;39(1):40-7.
27. Tanomaru Filho M, Faleiros FCB, Tanomaru JMG. Capacidade seladora de materiais utilizados em perfurações endodônticas laterais. *Rev Fac Odontol Lins.* 2002 Jan/Jun;14(1):40-3.
28. Tsesis I, Fuss Z. Diagnosis and treatment of accidental root perforations. *Endod Topics.* 2006 Mar;13(1):95-107.
29. Weldon JK, Pashley DH, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough F. Sealing ability of mineral trioxide aggregate and Super-EBA when used as furcation repair materials: a longitudinal study. *J Endod.* 2002 Jun;28(6):467-70.
30. Zou L, Liu J, Yin SH, Tan J, Wang FM, Li W et al. Effect of placement of calcium sulphate when used for the repair of furcation perforations on the seal produced by a resin-based material. *Int Endod J.* 2007 Feb;40(2):100-5.