

# Análise das técnicas Termomecânicas de Obturação dos canais: Mcspadden, Hídrida e mista

Roberto Machado CRUZ\*  
Sérgio Valmor Barbosa\*\*

## INTRODUÇÃO

Dentre as etapas de um tratamento endodôntico, a fase de obturação do sistema de canais radiculares reveste-se de muita importância. Terá que preencher todo o espaço anteriormente ocupado pela polpa e canal dentinário já preparados com um material adequado.

Existem inúmeras técnicas para a obturação do sistema de canais radiculares. Diferentes métodos têm sido usados para selar mais hermeticamente possível estes canais. As técnicas são avaliadas quanto a capacidade de vedamento apical, preenchimento dos espaços vazios, biocompatibilidade do material utilizado, facilidade de manuseio, tempo empregado, densidade de obturação, solubilidade do material, dentre outros.

Entre as técnicas de obturação empregadas surgidas mais recentemente estão a técnica de McSpadden e posteriormente a técnica híbrida proposta por Tagger em 1984.

Este trabalho avalia a eficácia das técnicas de McSpadden e de Tagger quanto a obtenção do hermetico selamento apical. Testa ainda uma variável e compara-a com as outras técnicas.

## REVISÃO DE LITERATURA

O objetivo final de todo tratamento endodôntico é a obturação

radicular. Da sua eficiência depende em muito o êxito clínico e a evolução pós-operatória. Não deverão existir espaços vazios após a finalização da obturação<sup>9,16</sup>.

Múltiplas técnicas têm sido testadas e preconizadas para alcançar este ideal. De todos os materiais disponíveis e testados, a guta-percha é a mais freqüentemente utilizada pelos endodontistas devido a sua natureza inerte, capacidade de ser adaptada ou moldada às paredes do canal e a sua estabilidade dimensional. Várias técnicas podem se utilizar destas propriedades da guta-percha como: condensação lateral, condensação vertical, método da cloropercha ou eucapercha e compactação termomecânica utilizando-se os compactadores de McSpadden. Tem-se ainda as técnicas que usam a guta-percha termoplastificada<sup>17</sup>.

O uso de guta-percha associado a um cimento tem se tornado o mais popular material obturador dos canais através do mundo. Uma das recentes tentativas neste sentido foi a introdução dos compactadores de McSpadden em 1980 que utilizavam compactações termomecânicas para adaptação da guta-percha nas paredes do canal<sup>13</sup>.

A técnica de McSpadden utiliza um compactador que, à primeira vista, é semelhante a uma lima tipo Hedstroem invertida, montada em um contra-ângulo de baixa rotação. A velocidade mínima deste contra-ângulo que pode ser usado é de 8.000 RPM, sendo a velocidade ideal em torno de 15.000 RPM.

O condensador termático foi

idealizado para plastificar a guta-percha dentro do canal já instrumentado e compactar este material obturador tanto lateral como verticalmente de modo a obter todo o espaço do canal radicular. A plastificação da guta-percha é possível pelo aquecimento friccional. Além disso, o condensador, consistindo de uma haste cônica em espirais em noventa graus e com as bases voltadas para a ponta do instrumento, favorecem a condensação da guta-percha em direção ao ápice do dente.

O canal radicular deve estar totalmente instrumentado e preparado para a obturação. Após a conometria feita e o cone principal ajustado e travado no canal, um condensador de McSpadden, um número menor do que a última lima utilizada em toda a extensão do canal, é levado a uma distância de 1,5 a 2,0 mm aquém do comprimento de trabalho e, a uma velocidade média de 10.000 RPM, a guta-percha é plastificada. O compactador é removido do canal ainda girando e o excesso é removido com pinça. Se uma repetição do processo se fizer necessária, a mesma pode ser feita imediatamente. Esta técnica é mais indicada para canais retos e mais acessíveis do que aqueles com algum grau de dificuldade.

Desde a introdução da técnica de termoplastificação da guta-percha, a necessidade do uso ou não de cimento tem sido questionada. McSpadden não recomendava, em 1980, o uso de qualquer cimento conjugado a guta-percha. Segundo ele, o cimento poderia interferir com

\* Professor da UNB (Universidade de Brasília). Especialista em Endodontia.

\*\* Professor da UNB e da Fac. de Odontologia de Anápolis. Doutor em Endodontia.

A. B. C.

Biblioteca

a produção de calor gerado necessário para plastificar o cone de guta-percha. Além disso, vários outros autores têm testado e preconizado esta técnica com algumas variações na metodologia. Vários estudos têm sido feitos para avaliar a qualidade das obturações dos canais radiculares utilizando-se a técnica proposta por McSpadden em 1984.

Diversos experimentos têm avaliado a técnica de McSpadden, comparando-a com condensação lateral<sup>2,4,13,20,24</sup>, com condensação vertical<sup>28</sup>, com guta-percha aquecida<sup>2</sup>, apresentando resultados aceitáveis. A técnica de McSpadden usando cimento endodôntico demonstra menor infiltração apical<sup>19</sup>.

A outra técnica apresentada e testada neste trabalho foi proposta por Tagger et alii<sup>27</sup> em 1984, quando fizeram uma avaliação do selamento apical produzido por um método híbrido, combinando condensação lateral e condensação termática.

Avaliação das compactações foram feitas tendo como variáveis o tamanho do cone principal, tamanho do compactador e quantidade de guta-percha colocada dentro do canal antes da compactação. Outra variável estudada foi o uso em canais curvos, onde apresentou resultados melhores que a condensação lateral<sup>15</sup>.

Outro procedimento bastante discutido é a validade ou não de se "criar" um plug ou tampão apical com raspas de dentina com a finalidade de se evitar uma extrusão do material obturador. Os tampões podem auxiliar se não estiverem contaminados<sup>2,6,22</sup>.

É importante ressaltar que o estabelecimento de um plug dentinário é apenas uma das providências visando impedir um extravasamento de material obturador. Além disso, outros fatores como uma perfeita oclusão, instru-

mentação adequada (preferencialmente preparos escalonados) e uma conometria com travamento do cone principal são outras medidas indispensáveis para uma boa obturação<sup>6</sup>.

## MATERIAL E MÉTODOS

Trinta molares inferiores permanentes humanos foram utilizados. Os dentes foram escolhidos evitando-se aqueles com grandes curvaturas ou dilacerações nas raízes. O acesso coronário foi realizado de modo rotineiro. A determinação do comprimento de trabalho foi feita introduzindo-se uma lima n.º 10 em cada canal de cada elemento, de modo que atingisse o forame e fosse vista na extremidade da raiz. Desse comprimento subtraiu-se 1 mm.

Os dentes foram instrumentados pela técnica escalonada tipo Step-back usando-se limas tipo K (kerr). Os canais mesiais tiveram como lima mestra a número 30 ou 35, enquanto os distais foram instrumentados até 50, 60 ou 70 em alguns casos. A irrigação foi feita com água.

Após a instrumentação, os dentes foram divididos em 3 grupos. No grupo 1, os 10 dentes tiveram seus canais obturados conforme a técnica de McSpadden utilizando-se cimento Filleanal (Derma Laboratorios). Grupo 2 ou híbrida, com 10 molares inferiores, cujos canais foram obturados pela técnica mista de Tagger utilizando-se cimento. Grupo 3 ou mista, também com 10 molares que tiveram seus canais obturados por uma técnica experimental. Nesta, se fazia a secção parcial através de dois cortes laterais ao nível dos 4mm apicais do cone principal, ajustando-se ao comprimento do trabalho com posterior fratura do cone por rotação. O restante da obturação seguia os parâmetros da técnica de

McSpadden.

A conometria foi feita em todos os canais de todos os grupos indistintamente, procurando sempre se travar os cones correspondentes ao último instrumento tipo K utilizado em toda a extensão do canal. Todos os cones de guta-percha utilizados, principais e acessórios, foram de mesma marca (Tanari).

Um lençol de borracha perfurado foi colocado em torno de cada dente. Deste modo era evitada a visualização direta do operador às raízes dos dentes, impossibilitando assim um recuo de compactador caso se iniciasse um extravasamento de guta-percha.

Para a obturação pela técnica de McSpadden foi utilizada a penúltima lima para se levar cimento às paredes do canal. A seguir o cone principal foi travado no comprimento do trabalho. Após isto, usava-se o condensador de McSpadden, cujo calibre era um número menor ao da última lima utilizada, foi introduzido cerca de 4 a 5mm do canal, acionado por motor com contra-ângulo a uma rotação média de 12.000 a 15.000 RPM. Após 1 segundo, o compactador avançava em direção apical até encontrar resistência. À medida que guta-percha era termoplastificada, o compactador era expulso do canal até que a obturação fosse completa.

No Grupo 2, um cone estandardizado foi adaptado de modo que ficasse cerca de 1mm aquém do ápice. Antes do travamento do cone, cimento foi levado às paredes do canal, e um espaçador de tamanho compatível (geralmente n.º 30) foi levado a mais ou menos 1mm do final do preparo, removido e em seu lugar um cone secundário de guta-percha tipo R-8. Procedimento semelhante ao Grupo 1 foi então executado.

No Grupo 3, após a

conometria o cone principal foi selecionado com uma lâmina de bisturi n.º 15 nos seus 4 mm apicais. Este pedaço de cone foi levado ao canal até o terço apical com o auxílio da última lima utilizada. A partir daí, a outra porção de cone foi levada com cimento até onde se encontrava a primeira. A parte final era semelhante ao do grupo 1.

A análise radiográfica das obturações foi feita para cada dente havendo uma tomada vestibulo-lingual e outra mesio-distal numa mesma película radiográfica. O cone foi colocado a 5,5 cm da mesa onde se encontrava a película e o dente.

Além dessas duas tomadas, foi realizada uma terceira para cada dente. Esta consistia em se posicionar o cone do aparelho radiográfico em 70º em relação ao plano horizontal obtendo assim uma imagem mesializada das raízes mesiais e distais. As radiografias foram processadas pelo método tempo-temperatura.

A seguir, os dentes foram descalcificados e clareadores para observação das obturações.

As radiografias foram fornecidas a quatro profissionais que desconheciam o conteúdo da pesquisa e somente se dispuseram a avaliar os resultados finais. Escores 2, 1 e 0 foram atribuídos para as obturações classificadas em boas, aceitáveis ou inaceitáveis respectivamente.

Deste modo, os canais eram avaliados quanto a condensação e densidade radiográfica, bem como quanto aos limites laterais apicais de cada obturação.

Os dentes foram secos e passadas duas camadas de esmalte de unha incolor, marca COLORAMA, em todas as suas extensões, com exceção dos seus 3 mm apicais.

Os dentes foram então mergulhados em solução de azul de metileno à 2% por 08 dias. Quando

retirados do corante os dentes foram lavadas por 24 horas em água corrente (45 ml/min). As camadas de verniz foram removidas com acetona e lavados em água corrente.

A descalcificação foi feita colocando-se os dentes em solução de ácido nítrico a 30% por aproximadamente 10 horas. Ao fim deste tempo nota-se uma flexibilidade aumentada das raízes, além da possibilidade de penetrar-se com uma agulha através da dentina. Os dentes foram lavados em água corrente por 30 minutos. Então, os dentes foram colocados em solução de hidróxido de sódio à 2% por 4 horas. Foi feita uma nova lavagem em água corrente por 30 minutos e os dentes foram colocados em álcool por 24 horas. Finalmente foram colocados em álcool absoluto por mais 24 ho-

ras.

Os dentes foram clareados, colocando-os em xilol por 5 dias. Nestas condições apresentavam-se amolecidos e borrachóides, sendo colocados em recipientes com água e mantidos assim por 3 dias. Cortes com lâmina de bisturi foram feitos nas raízes mesiais e distais. Nas raízes mesiais eram feitos cortes partindo-se da coroa até o ápice tanto nas raízes mesio-vestibulares como mesio-linguais. Nas raízes distais eram feitos cortes por desgastes nas paredes vestibular e lingual.

Os dentes foram partidos em duas metades, e seu interior avaliado. Caso houvesse sinais do corante junto a guta-percha, esta obturação era considerada deficiente e registrado, por terços da raiz a infiltra-

Grupos	Raiz mesial	Raiz distal
1 - McSpadden	0,68	1,17
2 - Híbrida	0,77	0,97
3 - Mista	0,80	1,25
Escore: 2 = obturação boa; 1 = aceitável; 0 = inaceitável		

Tabela 1 - Resultados da avaliação radiográfica das obturações dos canais. (n = 10)

Grupos	Terços	Raiz	
		mesial	distal
1 - McSpadden	apical	6	8
	médio	1	0
	cervical	0	0
2 - Híbrida	apical	6	3
	médio	2	1
	cervical	0	0
3 - mista	apical	10	7
	médio	1	0
	cervical	0	0

Tabela 2 - Infiltração do azul de metileno em canais obturados por diferentes técnicas. (n = 10)

ção do azul de metileno. Se uma das raízes mesiais apresentasse infiltração enquanto a outra raiz mesial não apresentasse qualquer vestígio do corante, era considerado, para colocação na tabela, como tivesse havido infiltração nas raízes mesiais.

## RESULTADOS

Os resultados estão sumarizados nas tabelas 1 e 2.

Na avaliação radiográfica das obturações não houve diferença relevante entre os grupos testados. Dentro de cada grupo, no entanto, a raiz distal apresentou melhores escores.

A infiltração de corante foi maior na raiz mesial no grupo com técnica mista. A técnica de McSpadden mostrou infiltração semelhante em ambas raízes.

A técnica de McSpadden produziu uma trepanação no grupo 1.

Fraturas de compactadores ocorreram em todos os grupos.

## DISCUSSÃO

A qualidade das obturações pode ser vista através da análise radiográfica. As infiltrações ocorridas podem ser observadas pela análise da penetração do azul de metileno.

Os resultados demonstram que um perfeito selamento do sistema de canais radiculares não é obtido, independentemente da técnica utilizada. Nos grupos onde foi utilizado cimento a infiltração foi menor. Esta é uma condição fundamental para um melhor selamento apical. A literatura<sup>5, 6, 10, 11, 24, 25</sup> demonstra resultados semelhantes.

Embora a condensação termomecânica possa, por si só, levar a um selamento dos canais<sup>25</sup>, resultados melhores serão altamente previsíveis se o cimento apropriado for utilizado. Na tabela 2 nota-

se que quando não foi usado cimento endodôntico no terço apical (grupo 3) houve maior penetração do corante. Esta ocorrência é estatisticamente significativa. Neste mesmo grupo onde havia cimento (terços médio e cervical) não foi observada infiltração.

Em todos eles houve resultados excelentes, com obturações perfeitas como também casos totalmente inaceitáveis, com acidentes altamente comprometedores ao futuro do dente como fratura de instrumentos, extravasamento de material ou trepanação lateral.

Devido a maior facilidade de trabalho, os canais distais apresentaram melhores resultados, em todos os grupos.

As técnicas de condensação térmica são mais rápidas que as convencionais<sup>5, 8, 10, 11, 12, 14, 16, 25</sup>. O desenvolvimento da pesquisa confirma que um canal pode ser obturado em segundos.

Durante a obturação dos canais nos três grupos, algumas dificuldades foram encontradas. Primeiramente foi difícil realizar a obturação com o compactador de McSpadden quando os três cones principais estavam travados em seus respectivos canais. Isto se deve ao fato de que era comum um "enroscamento" do cone que se encontrava no canal méso-lingual, por exemplo, no compactador em rotação, enquanto era feita a obturação do canal méso-vestibular. Para solucionar este problema optou-se por, após a conometria, manter-se no dente apenas o cone cujo canal iria ser obturado.

Houve trepanação lateral em uma das raízes mesiais quando era realizada a obturação pela técnica de McSpadden. Se os compactadores forem muito pressionados contra as paredes de dentina, podem levar ao desgaste destas, com tendência à perfuração. Resultados semelhan-

tes têm sido relatados<sup>20</sup>. Desvios de trajetórias (ZIP) podem ser criados durante condensações, resultado do contato direto dos compactadores contra as paredes do canal.

Em três casos ocorreram fraturas dos compactadores. Tendência a fratura dos compactadores corresponde ao próprio desenho destes compactadores. Os compactadores tradicionais apresentam alta tendência a fratura uma vez que realizam 360° de rotação e, em casos de canais curvos ou dilacerados isto poderia levar a deformação ou quebra dos mesmos.

Este índice relativamente alto de fratura encontrado foi um dos maiores responsáveis pela inaceitabilidade imposta a este tratamento na visão dos quatro profissionais que analisaram as radiografias finais.

A sobreobturação em alguns casos foi o segundo maior problema encontrado nas compactações termomecânicas. Isto se deve ao fato de, ao se plastificar a guta-percha, aquele travamento que havia sido feito com o cone principal fica comprometido. Resultados similares têm sido publicados<sup>18, 19, 21, 23</sup>. A pressão maior no sentido apical e maior tempo de uso poderiam ser os fatores responsáveis pelas sobreobturações.

A técnica mista produziu menor número de extravasamento. O fato de serem, após a fratura do cone de guta-percha, corpos diferentes, a absorção do calor da compactação pelo terço apical evita que haja acidentes.

Com o preparo escalonado utilizado durante a instrumentação observou-se baixo número de casos com extravasamento. Observando-se os resultados nota-se que realmente não foi alto o número de dentes cujo material obturador extravasou durante a compactação.

Um dos problemas que de-

correm deste tipo de obturação é a perda do controle do procedimento. A metodologia da obturação termática impede o senso tátil, torna-se difícil saber se, e quando o cone extravazou.

Além da técnica de instrumentação, outras manobras como a criação de plug apical podem representar alternativas para impedir o extravasamento de gutta-percha.

Quanto ao processo de descalcificação e clareamento, ele foi realizado objetivando-se uma maior facilidade nos cortes dos dentes. Após a descalcificação, estes dentes apresentavam aspecto amolecido e borrachóide devido a perda de sua parte inorgânica. Desse modo, ficou fácil, como auxílio de um bisturi, a realização de cortes longitudinais nas raízes mesiais e distais para observação da penetração ou não do azul de metileno.

### CONCLUSÕES

- Não houve diferença estatisticamente significativa entre as técnicas.

- Pode haver desgaste da dentina pelo uso do compactador de McSpadden e chegar a perfuração.

- Os compactadores de McSpadden são passíveis de fratura.

- As técnicas de instrumentação escalonadas estão mais indicadas para serem usadas concomitantemente com as técnicas de McSpadden e Tagger.

- A compactação termomecânica de gutta-percha parece ser uma boa alternativa a condensação lateral, especialmente em canais ovais.

### RESUMO

As técnicas de obturação dos canais radiculares McSpadden, de Tagger e mista foram avaliadas. Trinta molares inferiores humanos foram usados. Após as obturações, foram feitas análises através de radiografia em três angulações e por penetração do corante. Cortes longitudinais nas raízes mesiais e distais descalcificadas permitiam o estudo da infiltração. Não foram encontradas diferenças estatisticamente

significantes entre os três grupos. No grupo da técnica mista, onde não foi usado cimento, houve maior infiltração do azul de metileno. Observou-se que acidentes da técnica como fratura dos compactadores, desgaste de dentina e extravasamento de material obturador ocorrem.

### SUMMARY

McSpadden thermatic condensation, Tagger thermatic condensation and hybrid root canal filling method were evaluated. Thirty extracted mandibular molars were used. Analysis of the radiographic results showed no significant differences among the groups. Methylene blue dye was used to measure the apical leakage. No significant differences were found. In the group with no sealer in the gutta-percha point higher leakage happened. Accidents as breakage of compactor, perforation of dentin walls, and overfilling of gutta-percha were observed.

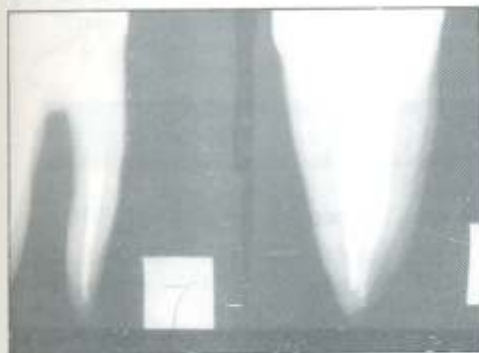


Figura - A



Figura - B



Figura - C

Aspectos radiográficos das obturações termáticas.

a (7) = Canais bem obturados; b (24) = Fratura de compactador; c = Extravasamento de material obturador

A. B. U.  
Biblioteca

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01 - BEATTY, R. & Zakariass, K. Apical Leakage associated with three obturation technique in large and small root canals. *Int. Endod. J.*, 17(2): 67-72. 1984.
- 02 - BENNER, M. D. et alii. Evaluation of a new thermoplastic obturation technique using 45 Ca. *J. Endod.* 7: 500-508
- 03 - BRADY, J. et alii. Periapical response to an apical plug of dentin fillings intentionally placed after root canal overinstrumentation. *J. Endod.*, 11(8): 323-329. 1985.
- 04 - BRAITTT, A. Condensação lateral versus técnica de McSpadden. Avaliação infiltração marginal apical "in vitro". *RGO*, 6(35): 437-440. 1987.
- 05 - CHAIRSOOKUMPOORN, S. & Rabinowitz, J. Evaluation of ionic leakage of lateral condensation and McSpadden methods by autoradiography. *J. Endod.*, 8(11): 493-496. 1982.
- 06 - EL DEEB, M. et alii. The dentinal plug: its effect on confining substances to the canal and on the apical seal. *J. Endod.*, 9(9): 355-359. 1983.
- 07 - \_\_\_\_\_. Apical leakage in relation to radiographic density of gutta-percha using different obturation techniques. *J. Endod.*, 11(1): 25-29. 1985.
- 08 - FUSS, Z. et alii. Comparative sealing quality of gutta-percha following the use of the McSpadden compactor and the Engine Plugger. *J. Endod.*, 11(3): 117-121. 1985.
- 09 - GUTIERREZ, G. Filosofia da obturação radicular. *Rev. da APCD*, 31(2): 108-113. 1977.
- 10 - HARRIS, J. et alii. Apical seal: McSpadden vs Lateral condensation. *J. Endod.*, 8(6): 273-276. 1982.
- 11 - HOPKINS, J. et alii. McSpadden versus lateral condensation: the extent of apical microleakage. *J. Endod.*, 12(5): 198-201. 1986.
- 12 - ISHLEY, D. & EL DEEB, E. an in vitro assessment of the quality of apical seal of thermomechanically obturated canals with and without sealer. *J. Endod.*, 9(6): 242-245. 1983.
- 13 - KEREKES, K. & ROWR, A. Thermomechanical compaction of gutta-percha filling. *Int. Endod. J.*, 15(1): 27-35. 1982.
- 14 - KERSTEN, H. et alii. Thermomechanical compaction of gutta-percha I. A comparison of several compaction procedures. *Int. Endod. J.*, 19(3): 125-133. 1986.
- 15 - \_\_\_\_\_. Thermomechanical compaction of gutta-percha II. A comparison with lateral condensation in curved root canals. *Int. Endod. J.*, 11(3): 134-141. 1986.
- 16 - LUGASSY, A & YEEF. Root canal obturation with gutta-percha: a scanning electron microscope comparisons of vertical compaction and automated thermatic condensation. *J. Endod.*, 8(3): 120-125. 1982.
- 17 - MANN, S. & McWALTER, G. Evaluation of apical seal and placement control in straight and curved canals obturated by laterally condensed and thermoplasticized gutta-percha. *J. Endod.*, 13(1): 10-17. 1987.
- 18 - NEAVERTH, E. Disabling complications following inadvertent overextension of a root canal filling material. *J. Endod.*, 15(3): 135-139. 1989.
- 19 - NITZAN, D. et alii. Concepts of accidental overfilling and overinstrumentation in the mandibular canal during root canal treatment. *J. Endod.*, 9(2): 81-85. 1983.
- 20 - O'NEILL, K. et alii. Evaluation of the apical seal produced by the McSpadden compactor and by lateral condensation with a chloroform - softened primary cone. *J. Endod.*, 9(5): 190-197. 1983.
- 21 - RUSSEL, D. et alii. Complications of automated root canal treatment. *Br Dent. J.*, 7(12): 393-398. 1982.
- 22 - SAFAVI, K. et alii. Biological evaluation of the apical dentin plug. *J. Endod.* 11(1): 18-24. 1985.
- 23 - SHOCHAT, S. & Garfunkel, A. Neurologic complications arising from overfilled root canals. *Oral Surg.*, 35(5): 644-689. 1973.
- 24 - SKINNER, R. & Himel, V. The sealing ability of infection-molded thermoplasticized gutta-percha with and without the use of sealers. *J. Endod.*, 13(7): 315-317. 1987.
- 25 - TAGGER, M. et alii. Efficacy of apical seal of Engine Plugger condensed root canal fillings-leakage to dyes. *Oral Surg.*, 56(6): 641-646. 1983.
- 26 - \_\_\_\_\_. An improved method of three-dimensional study of apical leakage. *Quint. Int.*, 14(1): 981-986. 1983.
- 27 - \_\_\_\_\_. Evaluation of the apical seal produced by a hybrid root canal filling method, combining lateral condensation and thermatic compaction. *J. Endod.*, 19(17): 299-303. 1984.
- 28 - WONG, M. et alii. Comparison of gutta-percha filling techniques compaction (mechanical), vertical (warm) and lateral condensation techniques part. I. *J. Endod.*, 7(12): 551-558. 1981.