LASERES DE CO_2, Er:YAG e Nd:YAG EM CIRURGIA PARENDODÔNTICA

LASERS OF CO_2, Er:YAG and Nd:YAG AT PARAENDODONTIC SURGERY

POZZA, Daniel Humberto *
SANTOS, Rafael de Carneiro **
SOUSA, Ana Paula Cavalcanti de **
PINHEIRO, Antônio L. B. ***
OLIVEIRA, Marília Gerhardt de ****

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo pesquisar sobre a utilização dos Laseres de CO_2, Er:YAG e Nd:YAG em cirurgias parendodônticas. Realizou-se uma revista de literatura sobre o tema, assim como as apicectomias, com os Laseres supracitados, em 15 dentes humanos permanentes extraídos. Verificou-se que cada Laser promove diferentes alterações na superfície dentinária, tais como corte, fusão e corte com fusão; e que escolha do Laser está na dependência dos objetivos clínico-terapêuticos desejados sobre as superfícies dentinárias apicais expostas.

UNITERMOS: Apicectomia; Laser; Cirurgia.

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the Lasers of CO_2, Er:YAG and Nd:YAG at paraendodontic surgery. After literature review, fifteen human teeth were used in apicoectomy surgical procedures with those Lasers. Each one promotes different effects, like cut, fusion or both, cut and fusion. The choice of the kind of the Laser is based on the effects concerning exposed apical dentin.

UNITERMS: Apicoectomy; Lasers; Surgery.

* Doutorando em Odontologia - Laser pela Faculdade de Odontologia da UFBA;
** Acadêmicos da Faculdade de Odontologia da UFBA.
*** Centro de LASER e Professor Titular da Faculdade de Odontologia da UFBA;
**** Professora Titular e Coordenadora do Programa de Pós-graduação em CTBMF da Faculdade de Odontologia da PUCRS;

INTRODUÇÃO

Frente ao insucesso do tratamento endodôntico convencional, sempre que possível, um novo tratamento está indicado, aguardando-se o tempo necessário à proservação. No entanto, diante da impossibilidade deste retratamento e da persistência do processo patológico ou ainda da evolução cística do mesmo, a indicação recai sobre a cirurgia parendodôntica (ANTONIAZZI e FREITAS, 1982).

Desde a década de 60 do século passado, quando Maiman conseguiu, pela primeira vez, a emissão estimulada de radiação pela excitação de uma roda de Rubi, por pulsos luminosos intensos, originando o primeiro Laser, passou-se a pesquisar sobre a aplicação desta tecnologia na Odontologia. Inicialmente utilizada apenas em tecido moles e com o posterior aprimoramento dos Laseres, esta nova tecnologia pôde também ser empregada em tecidos mineralizados (WIGDOR *et al.*, 1995; BRUGNERA JÚNIOR e PINHEIRO, 1998 e BRUGNERA JÚNIOR, 2001).

Israel *et al.* (1997) avaliaram, por meio de MEV, os efeitos da irradiação Laser sobre a superfície radicular de dentes extraídos. Constataram que os Laseres CO_2 e Nd:YAG produzem uma camada vitrificada, com áreas de fusão dentinária, e o Laser Er:YAG deixa canalículos dentinários abertos, com exposição da matriz colágena e remoção da *smear layer*.

Tendo em vista as suas características como redução da contaminação no ápice radicular, maior conforto ao paciente e analgesia, assim como propriedades antiinflamatórias e bioestimuladoras, o Laser pode vir a ser de grande valia na execução da cirurgia parendodôntica, como recurso terapêutico à disposição dos cirurgiões-dentistas em um futuro próximo (ESTRELA e FIGUEIREDO, 1999; MELLO e MELLO, 2001).

REVISTA DE LITERATURA

Para Castro e Castro (2002), os principais tipos de Laseres a serem utilizados em cirurgia parendodôntica são os de Nd:YAG, Er:YAG e CO_2 pois, combinados, apresentam como características: ação seletiva, capacidade bioestimuladora de reparação tecidual e selamento dos túbulos dentinários.

O Laser Nd:YAG é capaz de dissolver superficialmente a dentina apicectomizada. Para Stabholz *et al.* (1992), a redução da permeabilidade ocorre, provavelmente, devido às alterações estruturais como dissolução, ressolidificação e recristalização do tecido duro. Os autores utilizaram dentes com ápices cortados por broca diamantada e divididos em dois grupos de nove. No grupo experimental, as raízes foram irradiadas com Laser Nd:YAG, na potência de 3W, energia de 150mJ, freqüência de 30Hz e em modo pulsátil. As alterações estruturais, vistas em MEV, não foram uniformes, com áreas de fusão e recristalização misturadas às áreas com aspecto similar ao das amostras que não foram irradiadas. A área de dissolução apresentou aspecto vitrificado interconectado por bolhas.

Arens, Levy e Rizoiv (1993) constataram uma menor permeabilidade dentinária em dentes irradiados pelo Laser Nd:YAG. Para tanto, os autores realizaram apicectomias com brocas, comparando-as com aquelas realizadas pelo Laser Nd:YAG (35W de potência, em modo pulsátil) e verificaram uma menor infiltração de corante, neste último grupo.

Liu, Lin e Lan (1997) constataram, com auxílio de MEV, que a profundidade de selamento dos túbulos dentinários, pelo Laser Nd:YAG (30mJ, 10pps), foi de cerca de 4μm.

O Laser Nd:YAG possui comprimento de onda de 1064nm e pode coagular vasos sangüíneos de até 3mm de diâmetro, inibir cáries incipientes, esterilizar canais infectados e fusionar a região periapical, obliterando canalículos dentinários. Possui alta absorção por água, pigmentos, tecidos moles e tecidos mineralizados. Devido à fibra óptica, obtém-se uma maior concentração e direcionamento do feixe luminoso, numa área de tamanho tão limitado como o ápice radicular (BRUGNERA JÚNIOR e PINHEIRO, 1998).

A irradiação com o Laser Nd:YAG, em apicectomias, reduz a penetração de bactérias na raiz seccionada. Este Laser não está indicado para o corte apical, pois a reparação tecidual sofre um atraso, se comparada a dos dentes seccionados por brocas (KIMURA, WILDER-SMITH e MATSUMOTO, 2000).

O Laser Er:YAG é capaz de remover partículas, num processo chamado ablação de tecidos duros do dente, sem fraturá-los. Esta afirmação foi comprovada nos estudos de Keller e Hibst, bem como Hibst e Keller, em 1989, onde os autores avaliaram os efeitos deste Laser em dentes humanos extraídos. Para os autores, o Er:YAG é um Laser pulsátil que tem emissão na faixa do infravermelho do espectro eletromagnético, com um comprimento de onda de 2940nm.

Este Laser é bem absorvido no pico do infravermelho da água, da Hidroxila e da Hidroxiapatita. A energia absorvida pelos tecidos duros promove uma rápida elevação de temperatura e pressão causando microexplosões responsáveis pela ablação tecidual. Pouca energia permanece no tecido, o que evita um dano térmico ao mesmo (BRUGNERA JÚNIOR e PINHEIRO, 1998; KUMAZAKI, 1998).

Wigdor *et al.* (1993), em suas pesquisas, constataram que o Laser é uma alternativa viável e com potencial para substituir as peças de mão e os micromotores, com diminuição do desconforto para os pacientes. Para estes autores, o Laser Er:YAG

(500mJ, 3Hz) promove menores danos térmicos aos tecidos dentais, quando comparado com os Laseres Nd:YAG (12,5W) e CO_2 (4W, 5Hz). Constataram, ainda, que os dois últimos promovem o selamento dos túbulos dentinários e recomendaram a aplicação do Laser na terapia endodôntica e na ablação do esmalte e da dentina.

Komori *et al.* (1997) avaliaram, clinicamente, em 13 dentes, de oito pacientes, o Laser Er:YAG (250mJ, 8Hz), na confecção da loja óssea e para a apicectomia. Observaram que a velocidade de corte deste Laser pareceu ser levemente menor que nos métodos comuns (brocas em turbina de alta rotação). A lesão periapical radiolúcida reduziu radiograficamente. Não se verificou a formação de espaços entre a guta-percha e as paredes do canal. Concluíram que as vantagens da aplicação do Laser Er:YAG para apicectomia foram ausência de vibração e desconforto, menor chance de contaminação da loja cirúrgica e redução do risco de trauma aos tecidos adjacentes, quando comparado aos métodos convencionais.

Mello e Mello (2001) utilizaram o Laser Er:YAG (500mJ, 6Hz) para a apicectomia de um incisivo lateral superior de um paciente que apresentava fístula freqüente, na região apical. Após o corte do ápice, utilizaram o mesmo Laser, de forma desfocada (200mJ, 10Hz), na loja cirúrgica. Decorrida uma semana, foi removida a sutura, quando os autores constataram um excelente reparo tecidual. Para os pesquisadores, a utilização do Laser na apicectomia apresentou, entre outras vantagens: maior visibilidade; corte preciso; remoção da lesão, em menor tempo, por vaporização; ausência de ruídos e vibração; redução bacteriana; redução do estresse de pacientes e profissionais.

Quando utilizado em canais radiculares e em cirurgias parendodônticas, o Laser CO_2 promove coagulação, carbonização, volatilização, fusão dos tecidos dentários, esterilização e auxilia na reparação periapical, através dos seus efeitos bioestimuladores. A superfície dentária irradiada mostra presença de crateras e fissuras, fusão não homogênea e canalículos não perfeitamente obliterados. A superfície torna-se estéril, ácido-resistente e com microdureza semelhante a do esmalte. (MISERENDINO e WAUKEGAN, 1988; PINHEIRO e FRAME, 1992; BONDI, CAVALLI e CETRULLO, 1994; CERNAVIN *et al.*, 1994).

O Laser CO_2 pode induzir fusão e recristalização da dentina e obliteração dos canalículos dentinários, proporcionando uma superfície não-porosa, com redução da permeabilidade dentinária (KESSLER, KOREN e KESSLER, 1999b). Possui comprimento de onda de 10600nm, que apresenta excelente afinidade pela água, nas emissões contínuas (CW) ou superpulso (SP) e pode induzir formação de dentina secundária. É também eficaz no tratamento de lesões pré-malignas e no vedamento de pequenos vasos sanguíneos; promove uma excelente hemostasia e permite a visualização do campo operatório, com redução de edema e dor pós-operatórios, diminuição da possibilidade de disseminação de células anormais, pouca contração e formação atenuada de cicatrizes. Este Laser pode promover o selamento de cicatrículas e fissuras pela conversão de Hidroxiapatita em Cálcio-orto-fosfato-apatita (BRUGNERA JÚNIOR e PINHEIRO, 1998).

Miserendino e Waukegan (1988) aconselharam a utilização do Laser CO_2, com uma potência de 10W e em modo contínuo, na cirurgia parendodôntica. Friedman, Rotstein e Bab (1992) utilizaram uma potência de 15W, em modo pulsátil, para avaliar os efeitos da radiação do Laser CO_2, nos tecidos periapicais de cães. A resposta tecidual foi avaliada histologicamente, após seis meses. Tanto os espécimes submetidos à irradiação Laser como os do grupo controle não irradiados apresentaram reação periapical e osteogênica. As superfícies radiculares irradiadas apresentaram crateras com uma camada superficial carbonizada associada à formação de uma matriz semelhante ao cemento. A dentina subjacente apareceu com ausência de túbulos dentinários. O trabeculado ósseo submetido à irradiação mostrou uma área carbonizada com ausência de osteócitos e superfícies carbonizadas livres de reabsorção tecidual severa. Os autores concluíram que a irradiação com o Laser CO_2 não retardou o processo de reparo em cirurgias periapicais.

O Laser CO_2, como auxiliar em apicectomias, foi avaliado por Moritz *et al.* (1997). As irradiações foram realizadas de forma contínua, com baixa potência (0,5W), durante 20 segundos. Em comparação com as amostras não irradiadas, o grupo Laser mostrou uma redução na penetração de corante (Fucsina ácida a 1%). A irradiação nas paredes do conduto radicular permitiu um selamento satisfatório do mesmo. Pôde-se concluir que o Laser CO_2 selou os canalículos dentinários e esterilizou a região irradiada.

Kessler, Koren e Kessler (1999a) trataram cirurgicamente lesões periapicais com imagens radiográficas de tamanhos variados. Os autores obtiveram 98% de sucesso, nos casos operados com auxilio do Laser CO_2. Os critérios avaliados foram a neoformação óssea periapical pelo aumento na radiopacidade radiográfica (reavaliadas após dois e seis meses) e ausência de sintomatologia clínica.

O Laser CO_2, na cirurgia periapical, promove hemostasia (3W), vaporização tecidual (5W), melhor visualização da área operada, esterilização do ápice radicular contaminado (10W, em 2mm do extremo apical), reduz a permeabilidade da superfície dentinária (recristalização) radicular e a dor pós-operatória (MISERENDINO e WAUKEGAN, 1988; KIMURA, WILDER-SMITH e MATSUMOTO, 2000).

METODOLOGIA

Foram utilizados, com respaldo nos fundamentos da Bioética, 15 dentes caninos humanos, tratados endodonticamente e divididos randomicamente em três grupos da seguinte forma: grupo A - apicectomia com Laser CO_2; grupo B – apicectomia com Laser Er:YAG; e grupo C – fusão do ápice radicular com Laser Nd:YAG.

A análise foi macroscópica dos efeitos produzidos por cada Laser na superfície apical.

No grupo A, o Laser CO_2 foi utilizado no modo contínuo (CW/SP), sem refrigeração, a uma potência de 5W. A apicectomia foi realizada, de vestibular para lingual, em 90 graus de angulação com o longo eixo dental, a 3mm do extremo apical, mantendo-se a distância focal de, aproximadamente, 12mm.

A superfície apresentou-se carbonizada. A carbonização foi posteriormente removida com uma cureta periodontal, irrigado por solução de Cloreto de Sódio a 0,9%, deixando a superfície com aspecto vitrificado (figura 1).

No grupo B, o Laser Er:YAG foi utilizado no modo pulsátil, à freqüência de 10Hz, energia de 400mJ e sob refrigeração constante do *spray* ar-água. A apicectomia foi realizada, de vestibular para lingual, em 90 graus de angulação com o longo eixo dental, a 3mm do extremo apical, mantendo-se a distância focal de, aproximadamente, 8 a 10mm. A superfície apresentou-se um pouco irregular, de coloração igual ao da dentina remanescente (figura 2).

No grupo C, a irradiação com o Laser Nd:YAG, no modo pulsátil, em uma freqüência de 10Hz, sem refrigeração, a uma potência de 150mJ, durante 60 segundos, com a fibra óptica distanciada 2mm do ápice dental. A aplicação se deu numa região que compreendeu cerca de 1mm do ápice dental. O dente foi mantido com a face vestibular voltada para o operador e com a fibra óptica, distanciada 2mm do ápice dental. A aplicação do Laser se deu em movimentos de ziguezague, nos sentidos vestíbulo-palatino e mésio-distal, sendo o ápice irradiado durante 60 segundos (figura 3).

DISCUSSÃO

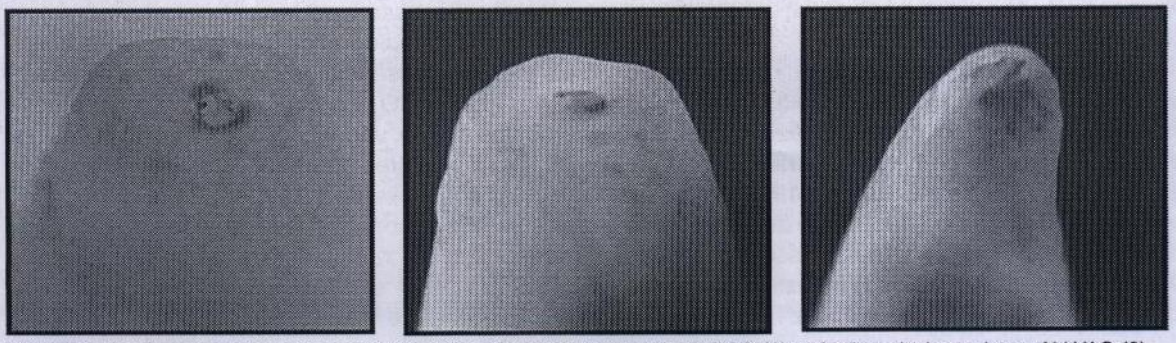
A apicectomia, nos grupos A e B, foi realizada em 90 graus e a 3mm do extremo apical pois, nestas angulação e distância, há uma menor micro-infiltração, quando comparadas com um ângulo de ressecção apical inclinado. O número de túbulos dentinários seccionados e expostos é menor e tem-se mais segurança quanto à remoção do delta apical (GILHEANY, FIGDOR e TYAS, 1994, GAGLIANI, TASCHIERI e MOLINARI, 1998; PINHEIRO, CAVALCANTI e BRUGNERA JÚNIOR, 1998; Von ARX e KURT, 1999; PETERS, PETERS e BARBAKOW, 2001; MARZOLA, 2002; BERNABÉ *et al.*, 2004; MORAES *et al.*, 2004).

Para a apicectomia realizada com o Laser Er:YAG, utilizou-se 400mJ e 10Hz como parâmetros, estando de acordo com Mello *et al.* (2000), Paradella *et al.* (2001) e Kim, Deuk-Jin e Ki-Suk (2003).

No corte apical com o Laser CO_2, utilizou-se 5W, em modo superpulso, com posterior remoção da carbonização por curetagem e irrigação com solução de Cloreto de Sódio a 0,9% (MISERENDINO e WAUKEGAN, 1988; PINHEIRO, CAVALCANTI e BRUGNERA JÚNIOR, 1998).

A superfície exposta pelo corte apical do Laser CO_2 apresentou um aspecto carbonizado, conforme foi constatado em outras pesquisas (MISERENDINO e WAUKEGAN, 1988; FRIEDMAN, ROTSTEIN e BAB, 1992; PINHEIRO e FRAME, 1992; BONDI, CAVALLI e CETRULLO, 1994; CERNAVIN *et al.*, 1994). A remoção desta camada superficial foi realizada com o auxilio de solução de Cloreto de Sódio a 0,9% e cureta peridontal. A superfície exposta apresentou-se com aspecto vítreo e, enquanto estava sendo raspada, apresentou uma dureza elevada, semelhante a do esmalte dental. Estes achados sugerem que a fusão dentinária realizada por este Laser torna a região menos porosa.

A fusão apical realizada pelo Laser Nd:YAG foi nos parâmetros de 150mJ, 10Hz e no modo de não-contato, distanciando 2mm da região irradiada (KIMURA *et al.*, 1999; BARALDI e PURICELLI, 2000; MELLO *et al.*, 2000; LIN *et al.*, 2001).



Figuras 1, 2 e 3: corte apical com Laser CO_2 (1); corte apical com Laser Er:YAG (2); e fusão apical com Laser Nd:YAG (3).

O ápice dental irradiado com o Laser Nd:YAG não apresentou modificações estruturais visíveis macroscopicamente, o que dificulta a aplicação clinica. No entanto, pesquisas utilizando recursos de microscopia (STABHOLZ et al. 1992; LIU, LIN e LAN, 1997; BRUGNERA JÚNIOR e PINHEIRO, 1998) comprovaram a fusão e a recristalização da dentina irradiada por este Laser.

Os Laseres CO_2 e Er:YAG mostraram ser eficientes, precisos e de fácil manuseio no corte apical, estando de acordo com outros estudos (KELLER e HIBST, 1989; HIBST e KELLER, 1989; WIGDOR et al.,1993; KOMORI et al. 1997; BRUGNERA JÚNIOR e PINHEIRO, 1998; KUMAZAKI, 1998; KESSLER, KOREN e KESSLER, 1999B; MELLO e MELLO, 2001). O Laser Nd:YAG também apresentou facilidade de uso, principalmente devido ao seu sistema de entrega ser em fibra óptica, o que permitiu uma boa visualização da região em que se trabalhou.

Conclusão

Os Laseres utilizados promovem alterações na superfície apical dentinária irradiada. Cada um dos equipamentos promove um efeito próprio e diferenciado. O Laser Er:YAG corta a dentina promovendo a apicectomia; o Laser Nd:YAG não é capaz de cortar, sendo utilizado na fusão apical; e o Laser CO_2 corta ao mesmo tempo em que fusiona a dentina, deixando-a com um aspecto vítreo. Nas cirurgias paraendodônticas, a escolha do Laseres deve ser feita de acordo com o tipo de exigência do caso clínico em questão.

Referências Bibliográficas

1. ANTONIAZZI, J. H.; FREITAS, A. Possibilidades de tratamento dos insucessos endodônticos convencionais. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, v. 36, n. 2, p. 175-176, 1982.
2. ARENS, D.L.; LEVY, G.C.; RIZOIV, I,M. A comparison of dentin permeability after bur and laser apicoectomies. **Compend Contin Educ Dent,** v.14, n.10, p.1290-1298, 1993.
3. BARALDI, C.; PURICELLI, E. Estudo in Vitro das Alterações Morfológicas da Superfície de Raízes Submetidas à Apicectomias e Irradiadas com Laser de Nd:YAG. **Rev Fac Odont UFRGS**, v.40, n.2, p.29-35, 2000.
4. BERNABÉ, P.F.E.; *et al.* Avaliação *in vitro* da capacidade seladora marginal e da infiltração na massa de trióxidos minerais. **Braz Oral Research,** v.41, n.1, p.120, 2004.
5. BONDI, C.; CAVALLI, A.; CETRULLO, E. The CO_2 laser and endodontic surgery: an critical evaluation. **Min Stomatol,** v.43, n.3, p.71-78, 1994.
6. BRUGNERA JÚNIOR, A. **Estudo da ação dos lasers Er:YAG e Nd:YAG sobre a permeabilidade dentinária da dentina das paredes dos canais radiculares instrumentados.** Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, 2001.
7. BRUGNERA JÚNIOR A.; PINHEIRO, A.L.B. **Lasers na Odontologia Moderna,** São Paulo, Pancast, 1998. 356p.
8. CASTRO, T.R.; CASTRO, G.C. **Avaliação das apicectomias pelo método convencional ou pela utilização do laser e comparação entre os materiais retrobturadores utilizados.** Relatório final da disciplina trabalho de Graduação Faculdade de Ciências da Saúde. UNIVAP. São José dos Campos. São Paulo, 2002. Disponível em < www.univap.br/biblioteca/odonto2002/tgs.htm> Acesso em 12/10/2004
9. CERNAVIN, I.; PUGATSCHEW, A.; BOER, N.; TYAS, M.J. Laser applications in dentistry. **Aust Dent J,** v.39, n.1, p.28-32, 1994.
10. ESTRELA, C.; FIGUEIREDO, J.A. **Endodontia – Princípios Biológicos e Mecânicos.** São Paulo: Artes Médicas, 1999. 819p.
11. FRIEDMAN, S.; ROTSTEIN, I.; BAB, I. Tissue response following CO_2 laser application in apical surgery: light microscopic assessmente in dogs. **Lasers in Surgery and Medicine,** v.12, p.104-111, 1992.
12. GAGLIANI, M.; TASCHIERI, S.; MOLINARI, R. Ultrasonic Root-End Preparation: Influence of Cutting Angle on the Apical Seal. **J Endod,** v.24, n.11, p.726-730, 1998.
13. GILHEANY, P.; FIGDOR, D.; TYAS, M.J. Apical infiltration in retrograde fillings. **J Endod,** v.20, n.1, p.22-26, 1994.
14. HIBST, R.; KELLER, U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. **Lasers Surg Med,** v.9, p.338-344, 1989.
15. ISRAEL, M.; COBB, C.M.; ROSSMAN, J.A.; SPENCER, P. The effects of CO_2, Nd:YAG and Er:YAG lasers with and without surface coolant on tooth surfaces. An in vitro study. **J Clin Periodontol,** v.24, n.9, p.595-602, 1997.
16. KELLER, U.; HIBST, R. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. **Lasers Surg Med,** v.9, n.4, p.345-351,1989.
17. KESSLER, G., KOREN, R.; KESSLER, A. Long-term clinical evaluation of endodontically treated teeth by 15F CO_2 microprobe, three years clinical follow-up of 1512 root canals-*in vivo* study. **5th Conference on Lasers in Dentistry,** v.3593, p.27-29, 1999a.
18. KESSLER, G.; KOREN, R.; KESSLER, A. Scanning electron microscope and dye penetration test - comparison of root canal preparation with 15FCO2 laser microprobe versus conventional method - in vivo study. **Lasers in Dentistry V,** v.1, n.1, p.7-9, 1999b.
19. KIM, M.E.; DEUK-JIN, J.; KI-SUK, K. Effects of water flow on dental hard tissue ablation using Er:YAG laser. **J Clin Laser Med Surg**, v.21, n.3, p.139-144, 2003.
20. KIMURA, Y.; WILDER-SMITH, P.; MATSUMOTO, K. Lasers in endodontics: a review. **Int Endod J**, v.33, p.173-185, 2000.
21. KIMURA, Y.; *et al.* A comparative study on the effects of three tipes of laser irradiation at the apical stop and apical leakage alter obturation. **J Clin Laser Med Surg**, v.17, n.6, p.261-266, 1999.
22. KOMORI, T.; YOKOYAMA, K.; TAKATO, T.; MATSUMOTO, K. Clinical application of the Er:YAG laser for apicoectomy. **J Endod,** v.23, n.12, p.748-750, 1997.
23. KUMASAKI, M. Removal of hard dental tissue (cavity preparation) with the Er:YAG laser. **6th International Congress on Lasers in Dentístry,** v.28, n.30, p.12-16, 1998.
24. LIN, C.P.; LEE, B.S.; LIN, F.H.; KOK, S.H.; LAN, W.H. Phase, compositional, and morphological changes of human dentin after Nd:YAG laser treatment. **J Endod,** v.27, n.6, p.389-393, 2001
25. LIU, H.C.; LIN, C.P.; LAN, W.H. Sealing depth of Nd:YAG laser on human dentinal tubules. **J Endod,** v.23, n.11, p.691-693, 1997.
26. MARZOLA, C. **Cirurgia pré-protética.** 3ª ed. Ed. Pancast, 2002. 412p.
27. MELLO, G.P.S.; *et al.* Er:YAG and Nd:YAG laser irradiation effect on dental root cut: a SEM analysis. **Proc SPIE,** v.4161, n.32, p.80-86, 2000.
28. MELLO, J.B.; MELLO, G.P.S. **Laser em odontologia.** Editora Santos, 2001, 174p.

29. MISERENDINO, L.J.; WAUKEGAN, I. The laser apicoectomy: endodontic application of the CO_2 laser for periapical surgery. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol,** v.66, p.615-619, 1988.
30. MORAES, F.G.; DUARTE, M.A.H.; MORAES, I.G.; YAMASHITA, J.C. Desadaptação apical das obturações retrogradas em função do material retrobturadore e do agente irrigante. **Braz Oral Research,** v.41, n.1, p.50, 2004.
31. MORITZ, A.; *et al.* The carbon dioxide laser as an aid in apicoectomy: an *in vitro* study. **J Clin Laser Med Surg,** v.15, n.4, p.185-188, 1997.
32. PARADELLA, T.C.; MELLO, G.P.S.; MUNIN, E.; REDIGOLO, M.L.; PACHECO, M.T.T. In vitro study of the conventional and laser effects on dentin permeability. **Proc SPIE,** v.4433, v.2; n.33, p.107-110, 2001.
33. PETERS, C.I.; PETERS, O.A.; BARBAKOW, F. An in vitro Study Comparing Root-End Cavities Prepared by Diamond-Coated and Stainless Steel Ultrasonic Retrotips. **Int Endod J,** v.34, p.142-148, 2001.
34. PINHEIRO, A.L.B.; CAVALCANTI, P.H.A.H.; BRUGNERA JÚNIOR, A. Apical leakage following CO_2 laser apicoectomy and conventional amalgam retrofilling: a comparative study *in vitro*. **6th International Congress on Lasers in Dentistry,** v.28, n.30, p.145-148, 1998.
35. PINHEIRO. A.L.B.; FRAME, J.W. Laser em Odontologia - Seu uso atual e perspectivas futuras. **RGO,** v.40, n.5, p.327-332, 1992.
36. STABHOLZ, A.; *et al.* Scanning electron microscopic study pf the apical dentine surface lased with Nd:YAG laser following apicectomy and retrofill. **Int Endod J,** v.25, p.288-291, 1992.
37. Von ARX, T.; KURT, B. Root-end cavity preparation after apicoectomy using a new type of sonic and diamond-surfaced retrotip: a 1-year follow-up study. **J Oral Maxillofac Surg,** v.57, p.656-661, 1999.
38. WIGDOR, W.; ELLIOT, A.B.T.; ASHRAFI, S.; JOSEPH, T. The effect of lasers on dental hard tissues. **J Am Dent Assoc,** v.124, p.65-70, 1993.
39. WIGDOR, H.A.; *et al.* **Lasers in Dent, Lasers in Surg and Med,** v.16, p.103-133, 1995.