

EFEITOS DO LASER DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) SOBRE OS TECIDOS DENTÁRIOS

EFFECTS OF THE CARBON DIOXIDE LASER (CO₂) OVER THE DENTAL TISSUES

Luciana Aparecida Rezende Fortes

Lauro Cardoso Villela

Departamento de Odontologia da Universidade de Taubaté

RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos do laser Dióxido de Carbono (CO₂) sobre os tecidos dentários, foi realizada uma revisão da literatura, e observou-se que o seu uso em odontologia já é uma realidade. O controle do seu efeito térmico propicia tratamentos preventivo e curativo, sem causar danos ao tecido pulpar. Quanto ao tratamento preventivo, o laser CO₂ pode ser utilizado no diagnóstico de cárie, no selamento de cicatrículas e fissuras e na maior penetração do flúor, quando aplicado em conjunto com ele. No tratamento curativo, após ser aplicado sobre o tecido cariado, o laser provoca vaporização, esterilização do local e estimulação da dentinogênese. Sobre os tecidos dentários (esmalte, dentina ou cimento), dependendo da densidade de energia aplicada, pode-se ter o condicionamento da superfície ou a fusão, seguida de vitrificação dos tecidos e conseqüente menor permeabilidade e maior resistência aos ataques bacteriano e ácido. Se as normas de segurança e manuseio do aparelho forem observadas, não causará riscos ao paciente e profissional. Portanto, conclui-se que os efeitos do laser CO₂ sobre os tecidos dentários são eficazes.

PALAVRAS-CHAVE: laser CO₂, tecidos dentários.

INTRODUÇÃO

A palavra laser é uma abreviatura para Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, ou Amplificação de Luz por Emissão Estimulada de Radiação. É um instrumento capaz de levar energia aos tecidos com grande precisão, produzindo um feixe luminoso potente, altamente direcional, monocromático e coerente. Em 1962, Patel, citados por Pinheiro e Frame (1992), descobriram o laser Dióxido de Carbono (CO₂), o qual emitiu radiação no espectro infravermelho (invisível). Foram, portanto, estabelecidos os parâmetros de densidade energética da aplicação deste laser sobre os tecidos dentários sem danificar a polpa, pois pode ocorrer desde um condicionamento do esmalte até o desgaste da estrutura dental. O uso do laser em clínicas odontológicas brasileiras surgiu em 1989/90, e, em dentística, o laser CO₂ pode ser utilizado almejando-se dois aspectos: o preventivo e o curativo. No aspecto preventivo, tem-se a utilização da radiação laser CO₂ no diagnóstico de cáries (transiluminação), no selamento de cicatrículas e fissuras (pela conversão da hidroxiapatita) e na maior penetração do flúor no tecido dentário, quando aplicado conjuntamente. No curativo, obtém-se, inicialmente, uma fusão seguida de vitrificação dos tecidos dentários (esmalte, dentina ou cimento), tornando-os mais resistentes e menos permeáveis aos ataques bacteriano e ácido. Se a densidade de energia aplicada for baixa, ocorrerá, ao invés da fusão, um condicionamento da superfície do esmalte, aumentando a adesão (entre o material restaurador e o dente) e a resistência à força de cisalhamento. No caso de tecido cariado, tem-se a sua vaporização e conseqüente esterilização do local infectado, havendo uma estimulação da dentinogênese (produção de uma dentina terciária, com dureza semelhante ao esmalte). Como já foi citado, são muitas as indicações e possibilidades terapêuticas desta nova modalidade de tratamento odontológico e, portanto, realizou-se esta revisão da literatura para se ter melhores conhecimentos sobre o assunto.

REVISÃO DA LITERATURA

Melcer (1986) relatou o uso do laser CO₂ quanto ao seu efeito térmico no tratamento da cárie, visto que: (1) vaporiza a lesão, (2) converte a dentina em uma estrutura cristalina, tornando-a uma barreira protetora e estéril e (3) forma uma dentina reparadora (estimula a dentinogênese). Demonstrou três aplicações do laser CO₂: cárie superficial, cárie profunda e infecção radicular. No tratamento da cárie superficial em adolescentes, o laser CO₂ por meio de seu efeito térmico, vaporizou a lesão, aumentou a barreira cristalina pela conversão estrutural, estimulou a dentinogênese, e os dentes permaneceram vitais e funcionais. Em cárie profunda, a emissão foi focada na dentina cariada periférica, para isolar a zona pulpar, por meio de um tratamento circular (evitando-se a coagulação e necrose pulpar). Neste estágio, o laser volatilizou a dentina infectada remanescente, esterilizou e converteu a dentina em uma nova estrutura cristalina. Após a aplicação do laser CO₂, a vitalidade pulpar foi verificada clinicamente, e a polpa apresentou-se sadia e vital, com formação de neodentina. No caso de infecção radicular por cisto, por exemplo, o laser foi aplicado após sua remoção cirúrgica, e obteve-se 100% de esterilização da zona dentinária infectada. Portanto, os dois aspectos mais importantes no tratamento dental com laser CO₂ são a esterilização dos tecidos dentinários infectados e a cicatrização dos tecidos vitais expostos.

Segundo Pinheiro e Frame (1992), o efeito preventivo do laser CO₂, em Dentística, deverá superar os aspectos curativos. O laser CO₂ poderá se tornar um importante instrumento na prevenção da cárie dentária, quer pelo seu uso como um meio de diagnóstico, sendo este o caso da transiluminação, quer pelo selamento de cicatrículas e fissuras. O aspecto curativo da cárie dentária também será reforçado, visto que existe a possibilidade de uma vitrificação do esmalte e da dentina e formação de uma dentina secundária, mais resistente. O laser CO₂ também pode ser aplicado na Cirurgia Oral e Maxilo-facial (incisão e coagulação), na Endodontia (tratamento de canal e apicetomia) e na Periodontia (raspagem corono-radicular e remoção de tecidos moles).

Em 1993, Longbotton e Pitts analisaram, *in vitro*, o potencial uso da técnica laser CO₂ para o diagnóstico e vaporização/carbonização de cáries incipientes de pontos e fissuras. Estudos pilotos foram feitos para identificação de parâmetros da técnica laser que não produzam efeitos no esmalte sadio, mas que causem carbonização das manchas brancas das lesões de fissuras. Não houve falso positivo no diagnóstico de cáries, e novas pesquisas precisam ser realizadas para o refinamento dos parâmetros da técnica laser, permitindo o diagnóstico precoce e, portanto, a prevenção das lesões cariosas.

Moritz et al. (1996) verificaram, *in vivo*, a eficácia do tratamento laser em 72 pacientes com hipersensibilidade dentinária e em 72 pacientes, como grupo controle, por um período de 12 semanas. Quando o sucesso foi definido por completa ausência de dor, a média de sucesso do grupo laser foi de 94,6%; quando a definição de sucesso foi marcada pelo alívio da dor no tratamento, 98,6% dos pacientes tratados foram bem sucedidos. Tratamento do grupo controle com fluoretação convencional do colo dentário não resultou em melhoria significativa. Amostras dentinárias foram obtidas dos colos dentários seis semanas após o tratamento a laser e examinadas com espectroscopia de absorção atômica (EAA). Verificaram que o estanho estava presente nas amostras, o que sugere que a combinação de tratamento laser e fluoretação resulta em permanente integração do flúor na superfície dentinária. Portanto, este estudo revelou que a irradiação laser CO₂ resultou em quase completo fechamento dos túbulos dentinários na região de colo dental.

Em 1998, Moritz et al. compararam, *in vivo*, os efeitos a longo prazo (18 meses) da combinação de laser CO₂ com fluoretação e a fluoretação convencional (fluoreto estanhoso) no tratamento da hipersensibilidade dos colos dentários. Amostras dentinárias dos colos dentários foram examinadas por espectroscopia de absorção atômica (EAA) e por microscopia eletrônica de varredura. A combinação mostrou ser mais eficiente no tratamento da hipersensibilidade dentinária, devido ao selamento dos túbulos dentinários e à presença de estanho nas amostras (semelhante ao trabalho de 1996). A fluoretação convencional apresentou desvantagens, pois somente foi efetiva em um período limitado de tempo, necessitando de novas aplicações em curtos intervalos. Portanto, o laser CO₂ mostrou ser o instrumento ideal para a dessensibilização dos colos dentinários.

Moritz et al. (1997), em um estudo *in vitro*, examinaram os efeitos da aplicação do laser CO₂ em apicectomias, com ajuda de testes de penetração de corantes e exames realizados por microscopia eletrônica de varredura. O tratamento laser CO₂ preparou otimamente os dentes para restaurações finais intraoperatórias,

porque selou os túbulos dentinários, havendo eliminação dos nichos bacterianos, devido ao efeito esterilizante do laser. Portanto, em virtude do excelente efeito selador da superfície dentinária, os autores decidiram usar o laser CO₂ para otimizar o selamento da secção apical e canal radicular após apicectomia.

Simeone et al. (1996), por meio de experimentos *in vitro*, mostraram que elevações térmicas alcançadas nas superfícies ou em profundidade são proporcionais à energia dissipada. A elevação térmica em profundidade ficou moderada por causa do potencial de absorção de água das radiações. Energias de 2 a 4.5 J (tempo inferior a 0.6 s em modo contínuo) podem ajudar a obter a combinação da elevação de temperatura da superfície, que permite desintoxicação, e uma elevação térmica em profundidade, compatível com tecidos vitais. Portanto, a desintoxicação e esterilização das superfícies radiculares acometidas pelas doenças periodontais podem ser realizadas após polimento (planificação da raiz), com elevação térmica resultante da aplicação do laser CO₂ de emissão contínua.

Watanabe et al. (1986b) estudaram os efeitos do raio laser CO₂ no esmalte dental, utilizando oito dentes hígidos e irradiando-os com disparos simples e contínuos de intensidade de 10 W, nas faces vestibular, lingual, mesial, distal e oclusal. A irradiação contínua provocou formação de uma superfície de aspecto vitrificado, com gotículas sobre a área irradiada e sobre a área adjacente normal. As bordas da superfície irradiada revelaram prismas de esmalte alterados. A irradiação simples provocou a vitrificação de uma área circular, com bordas laterais relativamente irregulares contendo esmalte alterado. Estruturalmente, não observaram diferenças significativas quanto à profundidade e à extensão das alterações causadas pela irradiação do laser CO₂ em todas as faces de esmalte analisadas.

Em 1990, Watanabe et al. estudaram os efeitos da irradiação laser CO₂ na superfície do esmalte de dentes decíduos. Os resultados demonstraram que a irradiação contínua de laser CO₂ determinou a formação de uma superfície de aspecto vitrificado. As margens da estrutura irradiada e vitrificada mostraram áreas de esmalte intacto. A irradiação puntiforme provocou a formação de uma área vitrificada de forma circular. Na superfície vitrificada foram observadas numerosas gotículas de esmalte, de tamanhos diferentes, além de linhas concêntricas de esmalte fundido.

Watanabe et al. (1986a) irradiaram com laser CO₂, com disparos simples e contínuos, de intensidade de 10 W, os terços cervical, médio e apical das raízes de nove molares permanentes. Após o disparo contínuo, os terços cervical e médio apresentaram um sulco raso, de superfície lisa, margens elevadas e delimitadas. Após o disparo simples, apresentou uma depressão rasa, de forma esférica, de bordas circulares de superfície lisa e compacta. O terço apical da raiz, após o disparo simples, apresentou um forame esférico, de profundidade relativamente maior que nos terços cervical e médio, margens lisas e área adjacente irregular. Com o disparo contínuo, este terço mostrou as mesmas características dos terços cervical e médio. Os terços cervical, médio e apical apresentaram nas margens, pequenas projeções de cimento com diâmetros variados.

Em 1987, estes autores estudaram os efeitos do raio laser CO₂ na dentina, utilizando cinco molares humanos hígidos, os quais foram irradiados com disparos simples e contínuos e com intensidade de 10 W. Observaram que a irradiação simples provocou uma cavidade circular com margens laterais irregulares, delimitando-a da dentina normal adjacente. As paredes revelaram superfície de aspecto liso, compacto e vitrificado, contendo gotículas de dentina fundida. A irradiação contínua, igualmente, mostrou a formação de estruturas vitrificadas, com margens irregulares, com gotículas de dentina fundida de tamanhos variáveis e formação de verdadeiras ondas de material fundido sobre a superfície irradiada.

Em 1991, Watanabe et al. investigaram os efeitos do laser CO₂ sobre a dentina de dentes decíduos humanos. Os dentes foram fraturados nos sentidos vestibulo-lingual e méso-distal e irradiados com disparos simples ou contínuos, com 10 W de intensidade. Observaram na dentina a formação de uma depressão de bordas elevadas, e o tecido fundido apresentou-se em forma de “ondas”, com pequenas gotículas de dentina.

Walsh et al. (1994), por meio de um estudo laboratorial, examinaram a influência de parâmetros da irradiação laser na resistência à força de cisalhamento, usando um compósito híbrido. Superfícies de 110 dentes anteriores extraídos não cariados foram padronizadas e expostas à energia laser CO₂ (nove diferentes parâmetros de exposição laser) ou atacadas com ácido ortofosfórico. O tratamento laser sob condições definidas (2.380 W/cm² e 23.8 J/cm²) resultou em força adesiva de 30.0 +/- 4.7 MPa que excedeu a obtida com ataque ácido (17.9

+/- 4.3 MPa, $p < 0.0001$). Portanto, esses dados indicaram que ataque por laser CO_2 pode aumentar a adesão da Resina Composta ao esmalte humano.

Shahabi e Walsh (1996), em um estudo laboratorial, examinaram a influência do agente de união na resistência à força de cisalhamento, após ataques ácido e laser no esmalte. Foram usados dois sistemas de união: Scotchbond MultiPurpose (MP) e Optibond. Resistências à força de cisalhamento na ordem de 10 Mpa foram consistentemente obtidas com ataque laser em parâmetros “ótimos”, na ausência de alguma outra preparação na superfície natural do esmalte. Embora houvesse uma tendência de superioridade na resistência à força de cisalhamento com o Optibond, em relação ao Scotchbond MP, em ambos os sistemas, tanto nos testes humanos como porcos, esta diferença somente foi estatisticamente significativa com ataque ácido no esmalte não polido, e com resultado subótimo com ataque pelo laser no esmalte humano polido. A superfície, polida previamente, aumentou em duas vezes a resistência à força de cisalhamento obtida com ataque ácido maleico e Scotchbond MP, e aumentou a força de união, quando o Optibond foi usado após ataque laser. Esses resultados indicaram que ambas as preparações de superfície e a escolha do agente de união influenciam a força de união pelos ataques laser e ácido ao esmalte.

Read et al. (1995) examinaram os efeitos do laser dental CO_2 na ressecção apical da dentina radicular por meio de estereomicroscópio e microscopia eletrônica de varredura. Secções dentinárias (2mm de espessura) de dentes humanos recém-extraídos foram expostas ao laser CO_2 . As fluências usadas variaram de 2.1 a 625.0 J/cm². A dentina sofreu desde efeitos invisíveis até fraturas, carbonizações, crateras e vitrificações. Verificaram que o efeito mais dramático e evidente em todas as secções dentinárias foi a fratura, e a radiação laser CO_2 não obliterou completamente os túbulos dentinários.

Shoji et al. (1985) estudaram os efeitos da irradiação laser CO_2 na polpa dental de dez cachorros mongrel adultos. Após a irradiação foi realizado exame microscópico da polpa. Entre as condições examinadas, o limite mais favorável entre os tecidos normal e o necrótico foi obtido com uma intensidade de 60 W e um período de irradiação de 0.5 s com irradiação laser desfocada. Nenhum dano detectável foi observado nas porções radiculares das polpas irradiadas.

Lian et al. (1996) investigaram os efeitos térmicos na dentina durante a irradiação laser CO_2 no esmalte humano. Para simular a prática clínica, dois métodos de refrigeração (ar e “spray” água) foram aplicados imediatamente após exposição ao laser, e um grupo sem refrigeração era o controle. As medições das alterações térmicas foram feitas via elétrica - par termoeletrico - implantado dentro dos blocos dentários, 2mm distante da superfície do esmalte. Tratamentos experimentais consistiram de aplicação laser sem refrigeração, laser com 0,5 ml/s de refrigeração à água, e laser com 15 psi de refrigeração a ar. Os resultados indicaram que (1) ambos os grupos, refrigeração a ar e água reduziram a elevação da temperatura significativamente; (2) a maior potência de energia resultou em maior elevação térmica. Concluíram que a irradiação laser CO_2 no esmalte humano, em ambos os métodos de refrigeração, à água e ar, podem ser efetivos na prevenção de danos térmicos à polpa.

DISCUSSÃO

Observou-se, na revisão da literatura, a evolução dos estudos da aplicação do laser CO_2 no tratamento da cárie dental, pois, através de seu efeito térmico, age sobre o tecido cariado, provocando sua vaporização, carbonização e esterilização. Ocorre, também, a fusão e vitrificação da dentina subjacente à cárie, tornando-se um tecido com menor permeabilidade e maior resistência, evitando-se, portanto, as cáries recidivantes. Esse tecido dentinário reestruturado apresenta dureza e coloração semelhante à do esmalte dental (branco peroláceo). Todo esse processo de aplicação do laser CO_2 para remoção da cárie dental tanto superficial como profunda foi muito bem explicado pela literatura (Melcer, 1986).

Além de tratamentos curativos, o laser CO_2 pode ser utilizado na terapêutica preventiva, sendo muito importante no diagnóstico de lesões cariosas incipientes; na aplicação conjunta com o flúor, aumentando a penetração e integração deste ao tecido dentário, tornando-o mais resistente aos ataques bacteriano e ácido, e diminuindo a hipersensibilidade dentinária pela obliteração dos túbulos; e eliminação das cicatrículas e fissuras, pela alteração ou conversão estrutural da hidroxiapatita em cálcio-ortofosfato-apatita (Pinheiro e Frame, 1992; Longbotton e Pittz, 1993; Moritz et al., 1996; Moritz et al., 1998a).

O laser CO₂ demonstrou ser muito versátil, sendo também muito utilizado nas intervenções cirúrgicas em tecidos moles, devido à sua excelente capacidade de cortar, coagular e vaporizar os tecidos (Pinheiro e Frame, 1992). Na Endodontia, promove a desinfecção dos canais radiculares e o corte do ápice dental, otimizando o selamento da secção apical e canal radicular (Pinheiro e Frame, 1992; Moritz et al., 1997). Na Periodontia, com a obtenção da descontaminação do cimento radicular, propicia-se melhor aderência das fibras periodontais, contribuindo para a saúde do periodonto (Pinheiro e Frame, 1992; Simeone et al., 1996).

Ao se comparar as superfícies de esmalte, dentina e cimento de dentes permanentes e decíduos irradiados com laser CO₂, observou-se, por MEV, sulcos, depressões, cavidades rasas e/ou profundas em face da fusão do tecido e subsequente solidificação ou vitrificação, com pequenas gotículas de material fundido. As depressões encontradas na dentina foram mais profundas que as do esmalte dental, pois o tecido dentinário tem menor grau de calcificação. As gotículas apresentaram formas alongadas ou circulares e de tamanhos variáveis, e o seu mecanismo de formação ainda não foi totalmente esclarecido (Watanabe et al., 1986a; 1986b; 1987; 1990; 1991). Portanto, há necessidade de futuras investigações, em outros grupos de dentes, permanentes e decíduos e com variações na potência do raio laser.

Dependendo da densidade de energia aplicada, pode ocorrer sobre o esmalte dental uma vitrificação (densidade de energia elevada) ou o condicionamento desta superfície, auxiliando e, em alguns casos, dependendo da preparação da superfície (polida ou não), de tratamentos prévios (ataque ácido ou não) e de sistemas adesivos, melhorando a adesão e aumentando a resistência à força de cisalhamento entre o material restaurador e o dente (Walsh et al., 1994; Shahabi e Walsh, 1996). Sobre a dentina, devido a maior porcentagem de material orgânico e água, quando comparada com o esmalte dental, o laser CO₂ tem maior penetrabilidade, causando carbonização, cavitação, esterilização, fusão e vitrificação (Read et al., 1995). No cimento dental ocorre também uma vitrificação e esterilização (Moritz et al., 1997).

Sobre a polpa, o laser CO₂ tem a capacidade de hemostasia e esterilização, mas o efeito térmico resultante precisa ser muito bem controlado, para se evitar uma necrose pulpar parcial ou total. A temperatura da superfície (do local do impacto) converte a estrutura mineralizada, e a mesma diminui nas zonas de dentina subjacentes. Isso ocorre porque existe uma afinidade da luz laser com a molécula de água, provocando a sua evaporação e produzindo o resfriamento do feixe de luz que incide sobre o tecido cariado, sem danificar a polpa. Observou-se que densidades de energia elevadas foram proporcionais aos danos teciduais decorrentes (Shoji et al., 1985; Simeone et al., 1996; Lian et al., 1996). Então, vários parâmetros devem ser observados, para se ter a redução do fluxo do calor sobre a polpa, dentre eles: condutividade térmica (velocidade de transmissão e período de repouso), calor específico do tecido considerado (tipo de tecido a ser irradiado), densidade de energia, potência, período de irradiação e diâmetro do aparelho na superfície dentária.

CONCLUSÃO

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

- O laser CO₂ é uma técnica de grande valia para a prevenção da cárie dental, pois permite diagnóstico precoce, eliminação de cicatrículas e fissuras e maior penetração do flúor, quando aplicado em conjunto com ele.
- A aplicação do laser CO₂ no tratamento da cárie dental demonstrou ser um procedimento rápido e ao mesmo tempo esterilizante.
- Outros trabalhos experimentais precisam ser feitos, para obtenção de dados que expliquem melhor os fenômenos que ocorrem na estrutura dental (principalmente sobre os tecidos dentários duros) e para se ter uma definição mais precisa da dosimetria das terapêuticas dentárias.

ABSTRACT

With the intention of evaluating the effects of the Carbon Dioxide (CO₂) laser over the dental tissues, a literature review has been made, where it was observed that its use in dentistry is already a reality. The control of its thermal effects makes preventive and curative treatments possible, without causing harm to the pulp tissue. As a preventive treatment, the CO₂ laser can be used in the diagnosis of the caries in the sealing of the cicatrículas

and fissures and in a greater penetration of the fluorine, when applied in association with this one. After it is applied over the carious tissue, it provokes its vaporization, local sterilization and stimulation of the dentinogenesis. Over the dental tissues (enamel, dentine or cement) depending on the density of the applied energy, it can have the conditioning of the surface or the fusion, followed by the glassing of the tissues and consequent lesser permeability and greater resistance to the bacterial and acid attack. And if the rules for the safety and the use of the device are well observed, it won't cause any risks to the patient and to the professional and, thus, conclude that the effects of the CO₂ over the dental tissues are desirable and effective.

KEY-WORDS: CO₂ Laser, Dental Tissues.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LIAN, H-J., LAN, W. H., LIN, C. P. The effects of cooling systems on CO₂ lased human enamel. *J.Clin.Laser.Med. Surg.*, New York, v.14, n.6, p.381-384, Dec. 1996.
- LONGBOTTOM, C., PITTS, N. B. CO₂ laser and the diagnosis of occlusal caries: *in vitro* study. *J.Dent.*, Kidlington, v.21, n.4, p.234-239, Aug. 1993.
- MELCER, J. Latest treatment in dentistry by means of the CO₂ laser beam. *Lasers Surg. Med.*, New York, v.6, n.4, p.396-328, Feb. 1986.
- MORITZ, A., et al. W. The carbon dioxide laser as an aid in apicoectomy: an *in vitro* study. *J. Clin. Laser Med. Surg.*, New York, v.15, n.4, p.185-188, 1997.
- MORITZ, A., et al. The advantage of CO₂ treated dental necks, in comparison with a standard method: results of an *in vivo* study. *J. Clin. Laser Med. Surg.*, New York, v.14, n.1, p.27-32, Feb. 1996.
- MORITZ, A., et al. Long-term effects of CO₂ laser irradiation on treatment of hypersensitive dental necks: results of an *in vivo* study. *J.Clin. Laser Med. Surg.*, New York, v.16, n.4, p.211-5, Aug. 1998.
- PATEL, C. K. N., MAC FARLANE, A., FAUST, W. L. Selective excitation transfer and optical maser action in NZ CO₂. *Physiol Rev*, v.13, p.6179, 1964. Apud PINHEIRO, A. L. B., FRAME, J. W. Laser em odontologia: seu uso atual e perspectivas futuras. *RGO*, Porto Alegre, v.40, n.5, p.327-332, set./out. 1992.
- PINHEIRO, A. L. B. FRAME, J. W. Laser em odontologia: seu uso atual e perspectivas futuras. *RGO*, Porto Alegre, v.40, n.5, p.327-332, set./out. 1992.
- READ, R. P., BAUMGARTNER, J. C., CLARK, S. M. Effects of a carbon dioxide laser on human root dentin. *J. Endod.*, Baltimore, v.21, n.1, p.4-8, Jan. 1995.
- SHAHABI, S., WALSH, L. J. Effect of bonding agents on adhesion of composite resin following CO₂ laser etching of dental enamel. *J. Clin. Laser Med. Surg.*, New York, v.14, n.4, p.169-173, Aug. 1996.
- SHOJI, S., NAKAMURA, M., HORIUCHI, H. Histopathological changes in dental pulps irradiated by CO₂ laser: a preliminary report on laser pulpotomy. *J. Endod.*, Baltimore, v.11, n.9, p.379-384, Sept. 1985.
- SIMEONE, D., GALLET, P., PAPINI, F., CERISIER, P. The radicular dentine temperature during laser irradiation: an experimental study. *J. Clin. Laser Med. Surg.*, New York, v.14, n.1, p.17-21, Feb. 1996.
- WALSH, L. J., ABOOD, D., BROCKHURST, P. J. Bonding resin composite to carbon dioxide laser – modified human enamel. *Dent. Mater*, New York, v.10, n.3, p.162-166, May. 1994.
- WATANABE, I., et al. The effects of CO₂ laser on the cement of human permanent molar. A scanning electron microscopy study. *Rev. Odont. UNESP*, São Paulo, v.15, n.16, p.91-98. 1986.
- WATANABE, I., et al. The effects of CO₂ laser irradiation in enamel of human permanent molar. A scanning electron microscopy study. *Estomat. Cult.*, Bauru, v.16, n.3, p.27-39. 1986.
- WATANABE, I., et al. Estudo, através do microscópio eletrônico de varredura, dos efeitos do raio “laser” CO₂ sobre a dentina de molares humanos. *OM*, São Paulo, v.14, n.6, p.33-37, jul. 1987.
- WATANABE, I., et al. Estudo dos efeitos do raio laser CO₂ sobre a dentina de dentes decíduos humanos, empregando-se a técnica de microscopia eletrônica de varredura. *Rev. Esc. Farm. Odont. Alfenas*, Alfenas, n. 13, p. 107-115, jan./dez. 1991.
- WATANABE, I., et al. Efeitos da irradiação do raio laser CO₂ no esmalte de dentes decíduos humanos: estudo ao microscópio eletrônico de varredura.

Resumo da Dissertação de Mestrado em Odontologia, da Universidade de Taubaté na subárea de Dentística, defendida pelo primeiro autor, sob a orientação do segundo.