

## Tratamento marginal de restaurações cerâmicas com laser de Nd:YAG – avaliação da microinfiltração

### *Marginal treatment of ceramic restorations using Nd:YAG laser – microleakage evaluation*

Amanda Verna e Silva\*  
Leila Soares Ferreira\*  
Cristiane Yuri Nagashima\*  
Deborah Soares-Geraldo\*  
Ricardo Scarparo Navarro\*\*  
Margareth Oda\*\*\*

#### Resumo

**Introdução** – O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a microinfiltração em restaurações de porcelana com tratamento das margens com laser de Nd:YAG (1064 nm). **Material e Métodos** – Cavidades Classe V para restaurações indiretas, com o término em esmalte e cimento/dentina, foram preparadas na face vestibular de 20 dentes bovinos. Após condicionamento ácido e aplicação do sistema adesivo nos preparos cavitários, e tratamento da superfície interna da porcelana com ácido fluorídrico e silano, as restaurações de porcelana foram cimentadas com cimento resinoso de dupla ativação RelyX ARC (3M ESPE). As amostras foram distribuídas aleatoriamente em 4 grupos (n = 5): G1: controle- sem irradiação; G2, G3 e G4 foram irradiados com o laser de Nd:YAG com diferentes parâmetros. Todas as amostras foram imersas em água destilada (37°C, 7 dias), submetidas à ciclagem térmica, impermeabilizadas e imersas em solução de nitrato de prata a 50% (8h). Posteriormente as restaurações foram seccionadas longitudinalmente e imersas em solução fotoreveladora sob luz fluorescente por 16h. O grau de microinfiltração foi avaliado por três examinadores previamente calibrados, através da análise de fotografias, e os valores foram submetidos à análise estatística de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ). **Resultados** – Os resultados mostraram que em esmalte houve diferença significante entre o grupo controle e os tratados com laser, sem diferença entre os grupos irradiados; em dentina não houve diferença significante entre os grupos. **Conclusão** – A irradiação com laser de Nd:YAG influenciou negativamente na microinfiltração marginal das restaurações indiretas de cerâmica cimentadas com cimento resinoso.

Palavras-chave: Lasers; Infiltração dentária; Porcelana dentária; Esmalte dentário; Dentina

#### Abstract

**Introduction** – The purpose of this *in vitro* study was to evaluate the microleakage of ceramic indirect restorations submitted to marginal treatment with Nd:YAG laser (1064nm). **Material and Methods** – Cavities were prepared at buccal surfaces of 20 bovine teeth with margins on enamel and dentin. Teeth were restored with ceramic blocks luted with RelyX ARC (3M/ESPE) resin cement, photocured and divided into 4 groups: G1 (Control), no irradiation; G2, G3 and G4 were treated with pulsed Nd:YAG laser marginal treatment. After one week immersed in distilled water (37°C), thermocycling and impermeabilized with nail polish around restorations, the specimens were immersed in 50% silver nitrate during 8 h, sectioned longitudinally, immersed in radiographic developing solution with fluorescent lamp and evaluated under a digital scanner the extent of stain penetration by three evaluators, previously calibrated. The data of marginal microleakage were submitted to Kruskal-Wallis test ( $p < 0.05$ ). **Results** – The enamel margins demonstrated statistical difference values between control and lased groups and no difference among lased groups. The dentin margins demonstrated no statistical decrease on microleakage values between control and lased groups. **Conclusion** – The Nd:YAG laser irradiation demonstrated a negative influence on enamel and dentin marginal microleakage at ceramic indirect restorations.

Key words: Lasers; Dental leakage; Dental porcelain; Dental enamel; Dentin

## Introdução

Agentes cimentantes resinosos de dupla ativação estão sendo largamente utilizados na cimentação de restaurações indiretas livres de metal, pois além de apresentarem melhores resultados estéticos, possuem propriedades físicas e mecânicas, resistência adesiva e ao

desgaste superiores aos cimentos convencionais<sup>10</sup>.

Porém, durante o processo de ativação física, o cimento resinoso apresenta contração de polimerização que gera estresse na interface dente/restauração, podendo levar à formação de fendas<sup>6</sup>. Por estas fendas penetram microrganismos, toxinas, íons, enzimas e ácidos, causando microinfiltração, considerada um dos fa-

\* Cirurgiã-dentista pela Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP). E-mail: amandaverna@hotmail.com

\*\* Doutorando em Odontopediatria e Mestre em Dentística pela FOUSP.

\*\*\* Professora Associada do Departamento de Dentística da FOUSP.

tores principais que afetam na duração de uma restauração direta ou indireta, o que pode levar a formação de lesões de cárie secundárias, sensibilidade pós-operatória e inflamação pulpar<sup>11,17,31</sup>.

O laser de Nd:YAG (Neodymium: Yttrium-Alluminum-Garnet) é um laser infravermelho, com sistema de entrega por fibra óptica e emissão de comprimento de onda de 1064 nm, apresentando alta absorção e interação por cromóforos pigmentados (melanina, hemoglobina, colágeno)<sup>8,13</sup>.

Atualmente na Odontologia, o laser de Nd:YAG é utilizado em tecidos moles para realização de cirurgias e descontaminação de bolsas periodontais, irradiação dos tecidos duros dentais para o incremento da ácido resistência e remineralização do esmalte em lesões de cárie incipiente<sup>20</sup>, limpeza de fôssulas e fissuras em esmalte, promovendo a modificação morfológica e/ou composicional da estrutura dentária, tornando-a mais ácido resistente e com maior absorção de fluoretos, portanto uma ferramenta na prevenção de lesões de cárie<sup>3,23</sup>. Além disso, este laser pode ser utilizado para diminuição da hipersensibilidade dentinária<sup>14</sup>, redução microbiana em condutos radiculares<sup>21</sup>, descontaminação pós-preparos cavitários<sup>9</sup> e selamento apical de obturações endodônticas<sup>5,30</sup>.

Matsumoto e Nakayama<sup>19</sup> (1992) mostraram que o esmalte irradiado com o laser Nd:YAG se funde e recristaliza, com aspecto similar a lava. O mesmo ocorre com a dentina, na qual há fusão da dentina intertubular, estreitando ou obliterando os túbulos dentinários sem carbonização ou fratura e, conseqüentemente, diminuindo a sensibilidade pós-operatória.

Devido a sua capacidade de promover, através de efeitos térmicos, alterações morfológicas em esmalte e dentina, vitrificando/fundindo estes substratos, estudos foram realizados irradiando-se com o laser Nd:YAG as superfícies dentárias hibridizadas com propósito de promover fusão, formação de uma camada híbrida modificada e aumento da resistência de união<sup>15</sup>, ou ainda, a irradiação das margens de restaurações de resina composta, com o propósito de promover a fusão da interface sistema adesivo/esmalte-dentina, e conseqüentemente um melhor selamento marginal e diminuição da microinfiltração<sup>24</sup>.

Entretanto, não existe relato científico acerca da utilização da irradiação do laser de Nd:YAG nas margens de restaurações de cerâmica cimentadas com cimento resinoso. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar *in vitro* a influência do laser Nd:YAG na microinfiltração marginal de restaurações indiretas cimentadas com cimento resinoso, com margens em esmalte e dentina.

## Material e Métodos

Para o estudo foram utilizados 20 dentes incisivos bovinos hígidos e íntegros, os quais foram armazenados em solução de cloreto de sódio 0,9% (Farmácia Fórmula e Ação, Brasil) com a finalidade de hidratação e manutenção da integridade dentária. Os dentes foram lavados em água corrente e limpos com curetas periodontais. Em seguida, o terço apical das raízes foi seccionado transversalmente, utilizando um disco de diamante

refrigerado acoplado a uma máquina de seccionamento (Labcut 1010, Extec-EUA) com velocidade de 250 rpm. Os remanescentes da polpa foram removidos e a câmara pulpar preenchida com massa epóxi (Poxi Bonder – Loctite – Herkel Ltda, Brasil) e vedada com éster de cianoacrilato em gel (Adesivo instantâneo Universal – Super Bonder Gel Control – Loctite – Herkel Ltda. Brasil).

Na junção amelo-cementária da face vestibular dos elementos dentários foram preparadas cavidades padronizadas, com dimensões de aproximadamente 2 mm de largura, 4 mm de altura e 2 mm de profundidade, de modo a localizar a margem incisal em esmalte e a margem gengival em cimento/dentina.

As cavidades foram preparadas com ponta diamantada cilíndrica (#1091) (KG Sorensen Ind. e Com. Ltda., São Paulo, Brasil) em alta rotação e refrigeração com spray ar-água, sendo cada ponta utilizada para cinco preparos e depois descartada e substituída. As extensões dos preparos cavitários foram medidas com sonda periodontal e paquímetro digital (Sylvae Ultra-Cal II, EUA).

Os preparos cavitários foram restaurados com blocos de porcelana feldspática na cor A2 (Noritake Kizai Co., Limited, Japão), após moldagem com silicone de adição (Express, 3M ESPE, EUA) e confecção laboratorial. As restaurações de porcelana receberam tratamento da superfície interna com ácido fluorídrico a 10% (FGM, Brasil) durante 4 min e aplicação do silano (Angelus Ind. de Produtos Odontológicos Ltda., Brasil (previamente ao procedimento de cimentação).

As cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% (FGM, Brasil) por 15 s em esmalte e dentina, lavadas com água por 20 s, secas com jatos de ar por 5 s, mantendo a superfície da dentina úmida<sup>2</sup>, e aplicação do sistema adesivo de dois passos (Single Bond, 3M ESPE, EUA), seguindo as orientações do fabricante, seguida de fotopolimerização com lâmpada halógena por 20s, previamente à cimentação com sistema de dupla ativação (química e fotopolimerizável).

O cimento resinoso (RelyX ARC, 3M ESPE, EUA) foi inserido na cavidade e a restauração de porcelana foi adaptada sobre este removendo-se os excessos com o auxílio de uma espátula. O cimento foi então, fotoativado com aparelho fotopolimerizador de lâmpada halógena (Astralis 3, Ivoclar Vivadent, Australia), com irradiância de 450 mW/cm<sup>2</sup>, durante 40s, conforme instruções do fabricante<sup>4,12,22</sup>.

Terminada a cimentação, as amostras foram divididas aleatoriamente em quatro grupos (n = 5): Grupo 1 (controle); Grupos 2, 3 e 4 foi realizado o tratamento das margens incisais e gengivais das restaurações com o laser infra-vermelho pulsado Nd:YAG (Pulse Master 1000, American Dental Technology, EUA), de comprimento de onda de 1064 nm (pertencente ao Laboratório Especial de Lasers em Odontologia (LELO) da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo).

A irradiação foi realizada com diferentes parâmetros (Tabela 1) com movimentos de varredura, usando fibra ótica de 300 µm, posicionada perpendicularmente e desfocada (padronizado a 1 mm de distância da superfície) por 30 s, com refrigeração de jato de ar e sem uso de fotoabsorvedor carvão<sup>24</sup>.

**Tabela 1. Descrição dos diferentes grupos e parâmetros de aplicação do laser Nd:YAG**

	Grupos	Frequência (Hz)	Potência (W)	Energia por pulso (mJ)	Densidade se energia (J/cm <sup>2</sup> )
Controle	1	—	—	—	—
Laser	2	25	2,0	80	113,18
	3	30	1,8	60	84,88
Nd:YAG	4	30	1,2	40	56,59

Após a irradiação, as amostras foram imersas em soro fisiológico a 0,9% e mantidas em estufa a 37°C por sete dias. Posteriormente, foi realizada a ciclagem térmica (Equipamento para ciclagem térmica MCT 2 – Amm Instrumental, EUA) em 700 ciclos completos, com banhos alternados de 5°C a 55°C, permanecendo durante 1 min em cada banho<sup>24,26</sup>.

Toda a superfície dentária foi impermeabilizada com esmalte cosmético (Colorama, Brasil), com exceção da região restaurada e 2mm ao redor da restauração. Posteriormente, as amostras foram imersas em solução de nitrato de prata a 50% (Farmácia Fórmula e Ação, Brasil) por 8 horas em completa ausência de luz. Após este período, os dentes foram seccionados no sentido vestibulo-lingual com máquina de corte e lâmina de diamante (Labcut 1010, Extec-EUA) e imersos em solução fotoreveladora pura (Eastman Kodak, EUA) por 16 horas sob luz fluorescente, de acordo com metodologia proposta por Oda<sup>26</sup> (2004).

As hemiseções obtidas das amostras foram fotografadas com máquina digital (Camera Digital Sony Cyber-shot DSC F707, Japão) e as imagens obtidas foram avaliadas por três examinadores previamente calibrados a partir de uma escala de escores de microinfiltração de 0 a 3 (Tabela 2). A hemiseção com menor escore foi eliminada e, para análise estatística, foram utilizadas as hemiseções com maior escore de microinfiltração. Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando os testes não-paramétricos de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2. Escores de microinfiltração do agente traçador na interface dente/cimento resinoso/porcelana**

Escore	
0	Ausência de microinfiltração na interface dente/restauração
1	Penetração do traçador até 1/2 da profundidade da cavidade
2	Penetração do traçador além da 1/2 da profundidade da cavidade
3	Penetração do traçador em toda profundidade cavitária, atingindo a parede axial

## Resultados

A partir da análise estatística com o teste de Kruskal-Wallis pode-se observar que nas margens em dentina não houve diferença significativa entre os grupos

( $p = 0,404$ ). Em esmalte, pela análise de Mann-Whitney, observou-se que o grupo controle apresentou estatisticamente, o menor grau de infiltração em comparação aos demais grupos irradiados com o laser ( $p = 0,032$ ). Entre os grupos irradiados não houve relação quanto aos parâmetros do laser e o grau de infiltração, sendo que a maioria das amostras de todos os grupos apresentou infiltração em níveis elevados e o grupo que apresentou menor infiltração foi o grupo controle (Tabela 3).

**Tabela 3. Frequência da distribuição dos escores de microinfiltração para os diferentes grupos**

Grupos	Escore de microinfiltração								
	Infiltração	Esmalte				Dentina			
		0	1	2	3	0	1	2	3
G1	0	3	2	0	0	2	1	2	
G2	0	0	2	3	0	0	2	3	
G3	0	0	2	3	0	0	1	4	
G4	0	0	2	3	0	0	3	2	

## Discussão

Estudos têm sido realizados com o objetivo de minimizar ou eliminar a microinfiltração relacionada às fendas e trincas em margens de restaurações. Em 2000, Matos *et al.*<sup>18</sup> demonstraram que a superfície de esmalte irradiada com o laser Nd:YAG apresentou alterações morfológicas, fato corroborado por Oda *et al.*<sup>27</sup>

Navarro *et al.*<sup>24</sup> (2000) observaram que o laser de Nd:YAG promove efeitos térmicos no esmalte dentário irradiado, devido a baixa interação deste comprimento de onda com os tecidos mineralizados dentais, criando uma superfície com aspecto de “melting” ou fusão do esmalte, apresentando um padrão morfológico similar à lava vulcânica, como também foi observado nos estudos de Cecchine *et al.*<sup>7</sup> (1998) e Obeidi *et al.*<sup>25</sup> (2005).

Outros estudos indicam que o laser de Nd:YAG promove, também na dentina, modificações morfológicas que acarretam na diminuição de sua permeabilidade e conseqüente diminuição da sensibilidade pós-operatória<sup>1</sup>.

A partir disso, estudos foram realizados buscando a diminuição da microinfiltração de restaurações de resina composta, com a utilização do laser de Nd:YAG em diversas fases do procedimento restaurador, como Obeide *et al.*<sup>25</sup> (2005), que testaram vários parâmetros com o laser de Nd:YAG antes do condicionamento ácido em dentes que receberiam restaurações adesivas e, con-

cluíram que o laser influenciou na redução da microinfiltração marginal. Kawaguchi *et al.*<sup>15</sup> (2004) avaliaram a utilização do laser de Nd:YAG antes e depois do procedimento adesivo em restaurações de resina composta e concluíram que não houve diferença quanto ao momento de aplicação do laser e o grupo controle. Já Navarro *et al.*<sup>24</sup> (2000) utilizaram o laser de Nd:YAG nas margens de restaurações de resina composta conseguindo a diminuição da microinfiltração marginal devido a efeitos térmicos do laser, formando uma interface fundida, promovendo um vedamento eficaz, com o “aprisionamento” do sistema adesivo/esmalte/dentina penetrando e selando as fendas e reduzindo os valores de microinfiltração.

Além disso, existem trabalhos que indicam o tratamento das superfícies de porcelana com o laser de Nd:YAG antes da aplicação do silano e do procedimento de cimentação, o que levou ao aumento da força de adesão entre a porcelana e o cimento resinoso<sup>16,29</sup>.

Sendo assim, com embasamento na literatura a respeito das mudanças morfológicas ocorridas com a utilização do laser de Nd:YAG na estrutura dentária, a expectativa inicial do presente estudo era de que a irradiação do esmalte e da dentina com este laser, após hibridização e cimentação, levaria a fusão e recristalização da estrutura dentária hibridizada, com a incorporação de componentes resinosos da interface adesiva, promovendo um melhor vedamento das margens da restauração e, conseqüentemente, diminuindo a microinfiltração. Porém, o observado neste estudo foi o aumento da microinfiltração em todas as amostras com término em esmalte e em dentina, não havendo diferença entre os parâmetros de laser e o controle.

Uma hipótese a ser levantada seria que a irradiação laser pós-procedimento adesivo e cimentação levariam às alterações térmicas e estruturais no esmalte marginal do preparo cavitário, que ao invés de promover uma “interface fundida e vitrificada”, como nos estudos prévios que melhoraram a qualidade do vedamento da restauração, haveria neste caso, pela alta, rápida e localizada ação térmica do laser no esmalte, a criação de microtrincas devido as suas características de composição química, propriedades mecânicas, condutibilidade térmica e elétrica, gerando uma solução de continuidade na interface de união esmalte/adesivo. Isto, porque muitos fatores devem influenciar os efeitos dos lasers na estrutura dentária, incluindo o grau de absorção do comprimento

de onda pela água e cromóforos presentes no tecido alvo, as propriedades ópticas e térmicas do tecido, modo de irradiação e parâmetros de energia<sup>8,13,28,32</sup>.

Entretanto, a utilização de baixas doses de energia com laser em alta intensidade de Nd:YAG, seguem parâmetros descritos na literatura, que demonstraram o efeito térmico na estrutura dentária sem promover danos, como trincas ou carbonização. Como aqueles parâmetros utilizados por Matsumoto e Nakayama<sup>19</sup> em 1992 (0,75-3 W), Navarro *et al.* em 2000<sup>24</sup> (1,2-1,8-2,0 W) e Kawaguchi *et al.*<sup>15</sup> em 2004 (0,6 W).

Uma outra hipótese que poderia explicar o insucesso do tratamento com o laser de Nd:YAG na margem das restaurações seriam possíveis microtrincas causadas na porcelana, que é um material altamente friável, e mesmo após cimentação com um material resinoso que promove a união da porcelana ao substrato dental e conseqüente aumento da sua resistência mecânica, esta poderia sofrer danos na sua microestrutura, como alterações inter cristalinas e microtrincas devido aos efeitos térmicos do laser e da propagação de calor durante à irradiação, em decorrência de uma refrigeração ineficiente, gerando em última instância na fragilidade da interface de união porcelana/adesivo.

Desta forma, estudos futuros deverão ser realizados, avaliando de um modo mais acurado, através de microscopia eletrônica de varredura (MEV), microscopia de transmissão (TEM) e análise da nano infiltração, a interface adesiva de restaurações indiretas com porcelana, trazendo maiores informações e minimizando as dúvidas ainda persistentes e levantadas no presente estudo.

## Conclusão

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, e as limitações da metodologia, pode-se concluir que a irradiação com laser de Nd:YAG e seus efeitos térmicos influenciaram negativamente no vedamento e no grau de microinfiltração na interface porcelana/adesivo/estrutura dentária.

## Agradecimentos

Este estudo teve o apoio do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e a doação dos materiais pela 3M/ESPE.

## Referências

1. Aranha ACC, Domingues FB, Franco VO, Gutknecht N, Eduardo CP. Effects of Er:YAG and Nd:YAG lasers on dentin permeability in root surfaces: a preliminary *in vitro* study. *Photomed Laser Surg.* 2005;23:504-8.
2. Arias VG, Campos IT, Pimenta LAF. Microleakage study of three adhesive systems. *Braz Dent J.* 2004;5(3):194-8.
3. Bahar A, Tagomori S. The effect of normal pulsed Nd:YAG laser irradiation on pits and fissures in human teeth. *Caries Res.* 1994;28:460-7.

4. Barghi N, McAlister EH. LED and halogen lights: effect of ceramic thickness and shade on curing luting resin. *Compend Contin Educ Dent*. 2003; 24(7):497-500,502,504.
5. Birardi V, Bossi I, Dinioi C. Use of the Nd:YAG laser in the treatment of Early Childhood Caries. *Eur J Paediatric Dent*. 2004;5(2):98-101.
6. Braga RR, Ferracane JL, Condon JR. Polymerization contraction stress in dual-cure cements and its effect on interfacial integrity of bonded inlays. *J. Dent*. 2002;30: 333-40.
7. Cecchini R, Eduardo CP, Zezell DM, Salvador VLR. Nd:YAG laser in dental caries prevention. *J. Dent Res*. 1998; 77:1188.
8. Dederich DN. Laser /tissue interaction: what happens to laser light when light it strikes tissue? *J Am Dent Assoc*. 1993;124:57-61.
9. Eduardo CP, Cecchini RCM, Marques JLL, Matsumoto K. Scanning electron microscopy study on enamel etching with Nd:YAG laser and phosphoric acid. *J Clin Laser Med Surg*. 1995;13: 81-5.
10. El-Mowaff OM. The use of resin cements in restorative dentistry to overcome retention problems. *J Can Dent Assoc*. 2001;67(2):97-102.
11. El-Mowafy Om, Rubo MH, El-Badrawy WA. Hardening of new resin cements cured through a ceramic inlay. *Oper Dent*. 1999; 24(1):38-44.
12. Fabianelli A, Goracci C, Bertelli E, Monticelli F, Grandini S, Ferrari M. *In vitro* evaluation of wall-to-wall adaptation of a self-adhesive resin cement used for luting gold and ceramic inlays. *J Adhes Dent*. 2005; 7(1):33-40.
13. Featherstone JDB, Nelson DGA. Laser effects on dental hard tissues. *Adv Dent Res*. 1987;1:21-6.
14. Gutknecht N, Moritz A, Dercks HW, Lampert F. Treatment of hypersensitive teeth using neodymium: yttrium-aluminum-garnet lasers: a comparison of the use of various settings in an *in vivo* study. *J Clin Laser Med Surg*. 1997;15(4):171-4.
15. Kawaguchi FA, Eduardo CP, Matos AB. Nd:YAG laser influence on microleakage of Class V composite restoration. *Photomed Laser Surg*. 2004; 22(4):303-5.
16. Li R, Ren Y, Han J. Effects of pulsed Nd:YAG laser irradiation on shear bond strength of composite resin bonded to porcelain. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2000;18(6):377-9.
17. Matos AB, Oliveira DC, Kuramoto M, Eduardo CP, Matson E. Nd:YAG laser influence on sound dentin bond strength. *J Clin Laser Med Surg*. 1999; 17(4):165-9.
18. Matos AB, Oliveira DC, Navarro RS, Eduardo CP, Matson E. Nd:YAG laser influence on tensile bond strength of self-etching adhesive systems. *J Clin Laser Med Surg*. 2000; 18(5):253-7.
19. Matsumoto K, Nakayama T. A morphological study on the enamel and dentin irradiated by pulsed Nd:YAG laser (D-Lase 300). *ISLD Proceedings. Third International Congress on Lasers in Dentistry, Salt Lake City, UT; 1992. p.135-6.*
20. Morioka T, Tagomori S. An incremental effect of acid resistance and acid remineralization on incipient caries of enamel with laser irradiation. *J Jpn Soc Laser Dent*. 1991;2:1-9.
21. Moritz A, Schoop U, Goharkhay K, Jakolitsch S, Kluger W, Wernisch J, *et al*. The bacterial effect of Nd:YAG laser irradiation in the root canal: an *in vitro* comparison. *J Clin Laser Med Surg*. 1999;17: 161-4.
22. Mota CS, Demarco FF, Camacho GB, Powers JM. Microleakage in ceramic inlays luted with different resin cements. *J Adhes Dent*. 2003;5(1):63-70.
23. Myers TD, McDaniel JD. The pulsed Nd:YAG dental laser: Review of clinical applications. *J Calif Dent Assoc*. 1991;19:25-30.
24. Navarro RS, Esteves, GV, Oliveira W, Matos AB, Eduardo CP, Youssef MN, *et al*. Nd:YAG Laser effects on the microleakage of composite resin restorations. *J Clin Laser Med Surg*. 2000;18(2):75-9.
25. Obeidi A, Ghasemi A, Azima A, Ansari G. Effects of pulse Nd:YAG laser on microleakage of composite restorations in class V cavities. *Photomed Laser Surg*. 2005;23(1):56-9.
26. Oda M. Comparação entre evidenciadores utilizados para pesquisa da microinfiltração marginal: estudo *in vitro* [tese de livre docência]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2004.

27. Oda M, Oliveira DC, Liberti EA. Avaliação morfológica da união entre adesivo/resina composta e dentina irradiada com laser Er:YAG e laser Nd:YAG: estudo comparativo por microscopia de varredura. *Pesqui Odontol Bras* 2001;15(4):283-9.
28. Powell GL, Yu D, Higuchi WI, Fox JL. Comparison of three lasers on demineralization of human enamel. *In: Gal D, O'Brien SJ, Vangsness CT, White JM, Wigdor HA, editors. Proceedings. Bellingham, Wash: SPIE – The International Society for Optical Engineering. 1993;1880:188-92.*
29. Silveira BL, Paglia A, Burnet LH, Shinkai RS, Eduardo CP, Spohr AM. Micro-tensile bond strength between a resin cement and an aluminous ceramic treated with Nd:YAG laser, Rocatec System, or aluminum oxide sandblasting. *Photo-med Laser Surg.* 2005; 23(6):543-8.
30. Tagomori S, Morioka T. Combined effects of laser and fluoride on acid resistance of human dental enamel. *Caries Res.* 1989;23(4):255-31.
31. Tortenson B, Brannstrom M. Contraction gap under composite resin restorations: effect of hygroscopic expansion and thermal stress. *Oper Dent.* 1988;13:24-31.
32. White JM, Goodies HE, Setcos JC, Eakle WS, Hulscher BE, Rose CL. Effects of pulsed Nd:YAG laser energy on human teeth: a three-year follow-up study. *J Am Dent Assoc.* 1993;124(7):45-51.

Recebido em 16/3/2007

Aceito em 14/5/2007