

# Microinfiltração Marginal em Restaurações Classe V Preparadas com Laser de Er:YAG e com Alta Rotação

## Marginal Micro-infiltration in Class V Restorations Prepared with Er:YAG Laser and High Speed Rotation

GARDENIA MASCARENHAS DE OLIVEIRA ZUMAËTA<sup>1</sup>  
REBECA BARROSO BEZERRA<sup>2</sup>  
VANDERLEI SALVADOR BAGNATO<sup>3</sup>  
ROSANE DE FÁTIMA ZANIRATO LIZARELLI<sup>3</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a microinfiltração marginal em restaurações Classe V, preparadas com laser de Er:YAG e com alta rotação frente ao uso de substâncias re-umedecedoras (*primer* ou água destilada) utilizando-se o condicionamento com ácido fosfórico a 37%. **Material e Métodos:** Foram selecionados trinta terceiros molares inferiores, os quais foram divididos em seis grupos, sendo três preparados com alta rotação (I, II, III) e três preparados com laser de Er:YAG (IV, V e VI). Após os preparos, os espécimes foram condicionados com ácido fosfórico a 37% e imediatamente restaurados de acordo com o protocolo estabelecido para cada grupo. Os Grupos II e V foram reumedecidos com *primer* antes da aplicação do sistema adesivo, os Grupos III e VI foram reumedecidos com água destilada e os Grupos I e IV não foram reumedecidos, sendo que logo após o condicionamento ácido o sistema adesivo foi aplicado. Todos os grupos foram restaurados com resina composta fotopolimerizável e submetidos à metodologia para o estudo da microinfiltração marginal utilizando nitrato de prata a 50%. **Resultados:** Os resultados mostraram que a utilização de substâncias reumedecedoras como *primer* e água destilada em cavidades preparadas com laser de Er:YAG podem melhorar os níveis de microinfiltração marginal especialmente na dentina. **Conclusão:** Os resultados sugerem que o tratamento da superfície dentinária com água destilada ou substâncias a base de HEMA, antes da aplicação do sistema adesivo, podem propiciar melhores condições de umidade para a dentina após a irradiação.

### DESCRITORES

Laser de Er:YAG. Microinfiltração marginal. Re-umedecimento.

### SUMMARY

**Objective:** to evaluate the marginal micro-infiltration in Class V restorations prepared with Er:YAG laser and high-speed rotation due to the use of re-moisturized substances (*primer* or distilled water) using conditioning with phosphoric acid at 37%. Thirty, third lower molars were selected and divided into six groups, of which three were prepared with high-speed rotation (I, II, III) and three with Er:YAG laser (IV, V, VI). After preparation, the specimens were conditioned with 37% phosphoric acid and immediately restored according to the protocol established for each group. Groups II and V were re-moisturized with *primer* before the application of the adhesive system. Groups III and VI were re-moisturized with distilled water and Groups I and IV were not re-moisturized, the adhesive system being applied right after the acid etching. All groups were restored with photopolymerizable composite resin and subjected to the methodology micro-infiltration using 50% silver nitrate. **Results:** The results showed that the use of re-moisturized substances such as *primer* and distilled water in cavities prepared with Er:YAG laser may improve the levels of marginal micro-infiltration especially in the dentin. **Conclusion:** The results suggest that the dentinal surface treatment with distilled water or substances, whose bases are HEMA, before the application of the adhesive system, can provide better humidity conditions for the dentin after irradiation.

### DESCRITORS

Er:YAG laser, microleakage, re-moisture

1 Cirurgiã-Dentista.

2 Professor do Depto. de Odontologia da Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Odontologia, UFBA, Salvador - Bahia - Brasil.

3 Professor do Instituto de Física da Universidade de São Carlos, São Paulo - São Paulo - Brasil.

O uso do condicionamento ácido tanto do esmalte quanto da dentina, base fundamental para a realização da Odontologia contemporânea, teve como premissa básica o estudo pioneiro de BUONOCORE (1955), que propôs o tratamento de superfícies com ácido, previamente à execução de restaurações, visando aumentar a adesão de materiais acrílicos à superfície dental.

O padrão morfológico do esmalte condicionado tem sido eficiente na redução da microinfiltração marginal, devido à disposição regular dos cristais de Hidroxiapatita que possibilitam a obtenção de uma superfície reativa, adequada à penetração dos sistemas adesivos. Na dentina, no entanto, o processo de adesão não ocorre de forma tão eficiente e previsível devido à disposição aleatória de sua matriz orgânica, primariamente colágena. Na tentativa de minorar estas questões, a indústria odontológica tem procurado desenvolver materiais que tenham a propriedade de manter a umidade do substrato sem perder a capacidade de adesão, a exemplo dos sistemas atuais hidrófilos à base de acetona ou etanol e *primeres* autocondicionantes. Paralelamente a esta gama de produtos lançados no mercado, os quais surgem com a mesma velocidade com que deixam de ser produzidos, novas técnicas de preparo com laser começam a ganhar respaldo científico e estão mudando a filosofia do tratamento odontológico.

O laser de Er:YAG foi utilizado para ablacionar tecidos duros dentais pela primeira vez por HIBST e KELLER (1988) e tem se mostrado um sistema promissor para a realização de preparos cavitários em Dentística. O seu comprimento de onda (1 2940 nm) coincide com o pico máximo de absorção da água fazendo com que a maior parte da energia do laser seja absorvida pela mesma. Isto gera uma pressão interna com micro-explosões e conseqüente ejeção do substrato em forma de partículas microscópicas (HIBST e KELLER, 1989; KAIANO *et al.*, 1996).

Estudos realizados através de microscopia eletrônica de varredura tem demonstrado a efetividade do laser de Er:YAG na ablação do esmalte e da dentina. O esmalte irradiado tem se apresentado com cristais desobstruídos e uma superfície irregular e a dentina com túbulos dentinários abertos ou parcialmente ocluídos, sem evidências de carbonização ou fusão sugestivas de aumentos indesejáveis de temperatura (DOSTÁLOVÁ *et al.*, 1996; KATAUMI *et al.*, 1996; ZUMAËTA, 2000). Este padrão micromorfológico

The use of the conditioning acid, both in the enamel and in the dentin, fundamental basis for the realization of contemporary Odontology, has as its basic premises the pioneer study of BUONOCORE (1955), which proposed surface treatments with acid, before the execution of restorations, aiming at increasing the adhesion of acrylic materials to the dental surface.

The morphologic pattern of the conditioned enamel has been sufficient in the reduction of marginal micro-infiltrations, due to the regular Hydroxyapatite crystal disposition which makes a reactive surface possible to obtain, adequate to the penetration of adhesive systems. However, on the dentin, adhesion does not occur in such an efficient and predictable way owing to the random disposition of the organic matrix, primarily collagen. Trying to diminish these matters, the odontological industry has tried to develop materials that have the property of maintaining the humidity in the substrate without losing the adhesive ability, such as, the current hydrophilic systems having acetone or ethanol as a basis and self-conditioning primers. Running parallel to this range of products launched in the market, which suggests that, with the same speed that they stop being produced, new laser preparation techniques begin to earn respect and are changing the philosophy of odontological treatments.

The Er:YAG laser was first used by HIBST and KELLER (1988) for hard dental tissue ablation, and has proved to be a promising system for the realization of cavity preparations in Dentistry. Its wave length (12940 nm) coincides with the maximum absorption water peak making most of the energy be absorbed by itself. This generates internal pressure with micro-explosions and consequently substrate ejection in the form of microscopic particles (HIBST and KELLER, 1989; KAIANO *et al.*, 1996).

Studies reveal, through electronic microscopic scanning, effectiveness of the Er:YAG laser in the enamel and the dentin ablation. The irradiated enamel has been presented with unobstructed crystals, as well as, an irregular surface and dentin with open dental tubules or partially occluded, without carbonization evidences or suggestive fusion of undesirable temperature increases (DOSTÁLOVÁ *et al.*, 1996; KATAUMI *et al.*, 1996; ZUMAËTA, 2000). However, this morphological pattern differs from that obtained when the preparation is done with high-speed rotation. While the laser action

entretanto, difere do obtido quando o preparo é realizado com alta rotação. Enquanto o mecanismo de ação do laser ocorre por um processo de fotoablação, ou seja, remoção do tecido por uma luz, a alta rotação remove tecido através de corte em alta velocidade, deixando a superfície coberta por detritos. Estas particularidades têm modificado o tipo de tratamento a ser executado após o preparo. Enquanto o tratamento do esmalte e da dentina com ácido fosfórico é indispensável após o uso da alta rotação, este protocolo não tem sido aplicado como norma quando se utiliza o laser de Er:YAG. Isto porque a capacidade de o laser ablacionar a dentina deixando túbulos abertos com pouca quantidade de lama dentinária e o esmalte com superfície rugosa sugerem um potencial aumento de adesão micromecânica, dispensando a realização do condicionamento ácido.

No entanto, há controvérsias na literatura (CRIM e ABBOT, 1988; FITCHIE, 1990; WELSH e HEMBREE, 1985; WRIGHT; MCCONNEL e KELLER, 1993; OTSUKI, 2000). Outros autores (NIU, 1998; RAMOS, 1996; RAMOS; 1998), pois alguns resultados comparando alta rotação e laser mostram maiores níveis de microinfiltração marginal nos grupos laser onde não se utiliza o ácido fosfórico como agente condicionador não mostraram diferenças significativas entre espécimes preparados com laser de Er:YAG e condicionados com o próprio laser e espécimes preparados com alta rotação, utilizando-se o condicionamento com ácido fosfórico a 35%, previamente à aplicação do adesivo. Em alguns espécimes preparados e condicionados com o laser de Er:YAG os resultados dos níveis de microinfiltração foram baixos e houve homogeneidade entre as amostras (RAMOS, 1998).

Estes resultados controversos retomam os questionamentos sobre a qualidade do tecido irradiado com laser pois, se o comprimento de onda do laser coincide com o pico máximo de absorção da água e se esta é evaporada durante todo o processo de ablação (HIBST e KELLER, 1989; KAYANO, 1991; KELLER, 1998; VICKERS, 1992) pode-se presumir que a superfície dentinária resultante do preparo com laser de Er:YAG tornaria-se menos hidratada e, conseqüentemente, inadequada para a atuação efetiva dos sistemas adesivos atuais que são, na sua essência, hidrófilos.

Diante desses aspectos, o propósito deste estudo *in vitro* é analisar os níveis de microinfiltração marginal em restaurações Classe V, preparadas com laser de Er:YAG e com alta rotação frente ao uso de substâncias re-umedecedoras (*primer* ou água destilada), utilizando-se o condicionamento ácido.

mechanism happens through a process of photoablation, that is, tissue removal by the use of a light, the high-speed rotation removes tissue by a cut in high speed, leaving the surface covered with detritus. These particularities have modified the type of treatment to be executed after the preparation. While the enamel and the dentin treatment, with the use of phosphoric acid is indispensable, after the high-speed rotation use, this protocol has not been applied when the Er:YAG laser is used. This happens because the ablation capacity the laser uses on the dentin leaves tubules open, with a small amount of smear layer and the enamel with a rough surface, suggesting a potential increase in micro-mechanic adhesion, dismissing the use of acid conditioning.

Nevertheless, there are controversies in the literature (CRIM and ABBOT, 1998; FITCHIE, 1990; WELSH and HEMBREE, 1985; WRIGHT; MCCONNEL and KELLER, 1993; OTSUKI, 2000). For other authors (NIU, 1998; RAMOS, 1996; RAMOS, 1998), some results comparing high-speed rotation and laser show higher levels of marginal micro-infiltration in the laser groups where phosphoric acid is not used as a conditioning agent. But they do not show significant differences between specimens prepared with Er:YAG laser and conditioned with the laser itself, and specimens prepared in high-speed rotation, utilizing phosphoric acid at 35% conditioning, before applying the adhesive. In some specimens prepared and conditioned with the Er:YAG laser the micro-infiltration level results were low and there was homogeneity between the samples (RAMOS, 1998).

These controversial results bring back questions about the quality of tissue irradiated by laser because, if the length of the wave coincides with the maximum absorption water peak and if evaporation occurs during the ablation process (HIBST and KELLER, 1989; KAYANO, 1991; KELLER, 1998; VICKERS, 1992), one can presume that the dentinal surface resultant from the Er:YAG laser preparation becomes less hydrated and, consequently inadequate for the effective acting of the current adhesive systems, which are, in their essence, hydrophil.

Looking at these aspects, the purpose of this *in vitro* study is to analyze marginal micro-infiltration levels in Class V restorations, prepared with Er:YAG lasers and with high-speed rotation contrasted to the use of re-conditioned primer or distilled water, using a conditioning acid.

## MATERIAL E MÉTODOS

Trinta terceiros molares inferiores humanos obtidos do Banco de Dentes da Universidade Estadual de Feira de Santana, mantidos em solução de Timol a 0,1% durante 20 dias, foram previamente examinados em lupa estereoscópica (ZEISS 60 X, Alemanha) visando a detecção de possíveis trincas. Os procedimentos realizados seguiram as exigências do Comitê de Ética do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Após lavagem em água corrente por 24 horas para remoção do Timol os dentes foram divididos igualmente em seis Grupos (I, II, III, IV, V, e VI). Cavidades Classe V padronizadas em 2mm de largura, 3mm de extensão e 2 mm de profundidade, foram preparadas nas superfícies vestibular e lingual de forma que a parede cervical ficasse 0,3mm abaixo da junção amelo-cementária. Os Grupos I, II e III foram preparados com alta rotação (Dabi Atlante S/A, Ribeirão Preto – São Paulo, Brasil) utilizando-se brocas de tungstênio nº245 (Densco Bur, U.S.A) substituídas a cada cinco preparos. Para os preparos cavitários dos Grupos IV, V e VI utilizou-se um laser de Er:YAG (Fontona Medical Lasers Twinlight Model S, 300 mJ, 10 Hz, 3 W, 161,29 mJ/cm<sup>2</sup>, modo não contato, distância focal de 15 mm, tempo de exposição de 90 segundos). Todo o procedimento foi realizado de acordo com as recomendações do fabricante, seguindo-se rigorosamente todas as normas de segurança estabelecidas pela FDA (*Food and Drug Administration*) para o uso do laser (MISERENDINO, 1995). Cada espécime foi preparado individualmente e imediatamente restaurado, de acordo com o protocolo estabelecido para cada um, tendo sido preconizado o condicionamento com ácido fosfórico a 37% durante 15 segundos para todos os grupos. As cavidades do Grupo II foram reumedecidas com *primer* (Scotchbond Multipurpose 3M Dental Products, St. Paul – MN, U.S.A.) e as do Grupo III com água destilada antes da aplicação do sistema adesivo (Single Bond 3M Dental Products, St. Paul – MN, U.S.A.). O reumedecimento foi realizado com pincéis (Microbrush 3M Dental Products, St. Paul – MN, U.S.A.) embebido com a substância e passado levemente em toda a cavidade durante um minuto. Decorrido este tempo, o excesso foi removido com pontas de papel absorvente nº 80 (Dentsply Ind. e Comércio Ltda., Petrópolis – Rio de Janeiro – Brasil) e o sistema adesivo foi aplicado. As cavidades do Grupo I não foram reumedecidas, tendo o sistema adesivo sido aplicado imediatamente após o condicionamento ácido. As cavidades do Grupo V foram reumedecidas com *primer* e as do Grupo VI com água

## MATERIAL AND METHODS

Thirty, third inferior human molars from the Banco de Dentes at the Universidade Federal de Feira de Santana, maintained in Tymol solution at 0,1% for a period of 20 days, were previously examined with a stereoscopic eyeglass (ZEISS60 X, Germany) aiming at detecting possible resorption. The procedures followed the requirements of the Ethics Committee of the Physics Institute of the Universidade de São Paulo. After having water washed for 34 hours, for the removal of the Tymol, the teeth were equally divided into six Groups (I, II, III, IV, V, and VI). Cavity Class V followed standard patterns: 2mm in length, 3mm extension and 2mm depth and were prepared on vestibular and lingual surfaces in such a way that the cervical wall would be below the amelo-cementary joint. Groups I, II, and III were prepared with high-speed rotation (Dabi Atlante S/A, Ribeirão Preto – São Paulo, Brasil) using tungsten drills nº 245 (Denso Bur, U.S.A.) substituted at every 5 preparations. For the cavity preparations of Groups IV, V and VI, a laser Er:YAG was used (Fontona Medical Lasers Twinlight Model S, 300mJ, 10Hz, 3W, 161,29mJ/cm<sup>2</sup>, no contact mode, focal distance of 15mm, exposition time 90 seconds). The entire procedure was realized according to the manufacturer's recommendations, rigorously following all the safety norms established by the FDA (Food and Drug Administration) for the use of the laser (MISERENDINO, 1995). Each specimen was prepared individually and immediately restored, according to the protocol established for each one, having been commended to 37% phosphoric acid conditioning for a period of 15 seconds for all groups. The cavities of Group II were re-moisturized with primer (Scotchbond Multipurpose 3M Dental Products, St. Paul – MN, U.S.A.) and those from Group III with distilled water before the application of the adhesive system (Single Bond 3M Dental Products, St. Paul – MN, U.S.A.). The re-moisturizing was made using paintbrushes (Microbrush 3M Dental Products, St. Paul – MN, U.S.A.) soaked in the substance and lightly spread over the cavity for one minute. After this time, the excess was removed with the ends of paper towel nº 80 (Dentsply Ind. E Comércio Ltda., Petrópolis – Rio de Janeiro – Brasil), and the adhesive system was applied. Group I cavities were not re-moisturized, having the adhesive system been applied immediately after the conditioning acid. Group V cavities were re-moisturized with primer and the ones in Group VI with distilled water

destilada da mesma maneira que os Grupos II e III, respectivamente. O Grupo IV não foi reumedecido, sendo que logo após o condicionamento ácido o sistema adesivo foi aplicado. Todos os grupos foram restaurados com resina composta fotopolimerizável microhíbrida (Filtek Z250, 3M Dental Products, St. Paul – MN, U.S.A.), com técnica incremental (ESTEVES, 2001). Após a conclusão das restaurações, os espécimes foram mantidos em estufa a 37°C durante 24 horas e, decorrido este período, foram polidos com discos de óxido de Alumínio em ordem decrescente de abrasividade (Sof Lex Pop On 3M Dental Products, St. Paul – MN, U.S.A.). O resumo dos tratamentos realizados está esquematizado no Quadro 1.

such as Group II and III, respectively. Group IV was not re-moisturized, however, immediately after the conditioning acid, an adhesive system was applied. All the groups were restored with compound microhybrid photopolymerization resin (Filtek X250, 3M Dental Products, St. Paul – MN, U.S.A.), with an incremental technique (ESTEVES, 2001). After the conclusion of the restorations, the specimens were maintained in a stove at 37 C° for 24 hours and, after that time, they were polished with aluminum oxide discs in decreasing order of abrasives (Sof Lex Pop On 3M Dental Products, St. Paul – MN, U.S.A.). The summary of the treatment realized is presented in Chart 1.

**Quadro 1** – Resumo dos tratamentos realizados nos Grupos I a VI.  
**Chart 1-** Summary of treatments undergone in Groups I to VI.

Grupos Groups	Preparo Preparation	Ácido fosfórico 37 % Phosphorus Acid at 37%	Primer	Água destilada Distilled water	Sistema Adesivo Adhesive System	Resina Resin	Polimento Polishing
I	Alta Rotação High-speed Rotation	+	–	–	+	+	+
II	Alta Rotação High-speed Rotation	+	+	–	+	+	+
III	Alta Rotação High-speed Rotation	+	–	+	+	+	+
IV	LASER Er:YAG	+	–	–	+	+	+
V	Er:YAG LASER	+	+	–	+	+	+
VI	LASER Er:YAG Er:YAG LASER	+	–	+	+	+	+

Os dentes foram submetidos à termociclagem (Ética Equip. Cient. S/A – São Paulo, mod. 521.4, série 95) a temperaturas de 10°C e de 50°C durante quatro horas, num total de 500 ciclos. Após este procedimento, os espécimes foram imersos em solução de nitrato de Prata 50% por duas horas em câmara escura e em solução fotoreveladora (Kodak, São Paulo) sob luz fluorescente por dezesseis horas. Após este período os espécimes foram lavados em água corrente e seccionados mesio-distalmente com máquina de corte (Model 660 South by Technology Inc U.S.A.) para permitir a individualização das restaurações vestibulares e linguais, o que resultou em 60 amostras, sendo 10 para cada grupo. Cada espécime foi incluído em resina epóxica cristal (Sequiplás 5061, São Paulo) manipulada de acordo com as recomendações do fabricante e posteriormente individualizadas em cubos de, aproximadamente, 15 mm de comprimento e 15 mm de altura, procedimento realizado

The teeth were submitted to thermocycling (Ética Equip. Cient. S/A – São Paulo, mod. 521.4 series 95), at a temperature of 10°C and 50°C for 4 hours, totalizing 500 cycles. After this procedure, those specimens were immersed in a 50% silver nitrate solution for two hours in a dark chamber and in a photo revealing solution (Kodak, São Paulo) under bright light for 16 hours. Proceeding this period, the specimens were water washed and sectioned mesiodistal direction with a cutting machine (Model 660 South by Technology Inc. U.S.A.) to allow individualization of the vestibular and lingual restorations, which resulted in 60 samples, 10 for each group. Each specimen was included in crystal epoxy resin (Sequiplás 5061, São Paulo) manipulated according to the manufacturer's recommendations and later individualized into cubes of approximately 15mm long and 15mm high, procedure undergone on a special

em máquina de corte especial (Serra de Fita – Atram, São Paulo) na ausência de água. Estes cubos foram novamente cortados no sentido longitudinal, partindo-se do centro das restaurações em direção ao longo eixo do dente, para que fosse possível dividir a restauração ao meio. A partir deste corte obteve-se duas metades da mesma restauração, possibilitando avaliar a microinfiltração nas paredes oclusais e cervicais, internamente. O procedimento foi feito em máquina de corte (Model 660 South by Technology Inc U.S.A.) sob refrigeração.

Com o propósito de avaliar a microinfiltração, os espécimes foram analisados por três examinadores, previamente treinados para observar os níveis de microinfiltração estabelecidos neste estudo, em situação de duplo cego, sob lupa estereoscópica com aumento de 60 vezes. Os graus de microinfiltração foram classificados de acordo com os escores estabelecidos por LIZARELLI *et al.*, (2000) como pode ser observado no Quadro 2:

cutting machine (Serra de Fita – Atram, São Paulo) in the absence of water. These cubes were cut again in the longitudinal direction, starting from the center along the axis of the tooth, so it could be possible to separate the restoration in half. From this cut, two halves of the same restoration were obtained, making it possible to evaluate the micro-infiltration on the internal occlusive and cervical walls. The procedure occurred on cutting machine (Model 660 South Technology Inc. U.S.A.) under refrigeration.

With the purpose of evaluating the micro-infiltration, the specimens were analyzed by three examiners, previously trained to observe micro-infiltration levels established in the study, in a double blind situation, under a stereoscopic eyeglass enlarged 60 times. The degrees of micro-infiltration were classified according to the scores established by LIZARELLI *et al.*, (2000), as observed in chart 2:

**Quadro 2** – Escores estabelecidos para a avaliação da microinfiltração marginal.  
**Chart 2** - Scores established for the evaluation of marginal micro-infiltration.

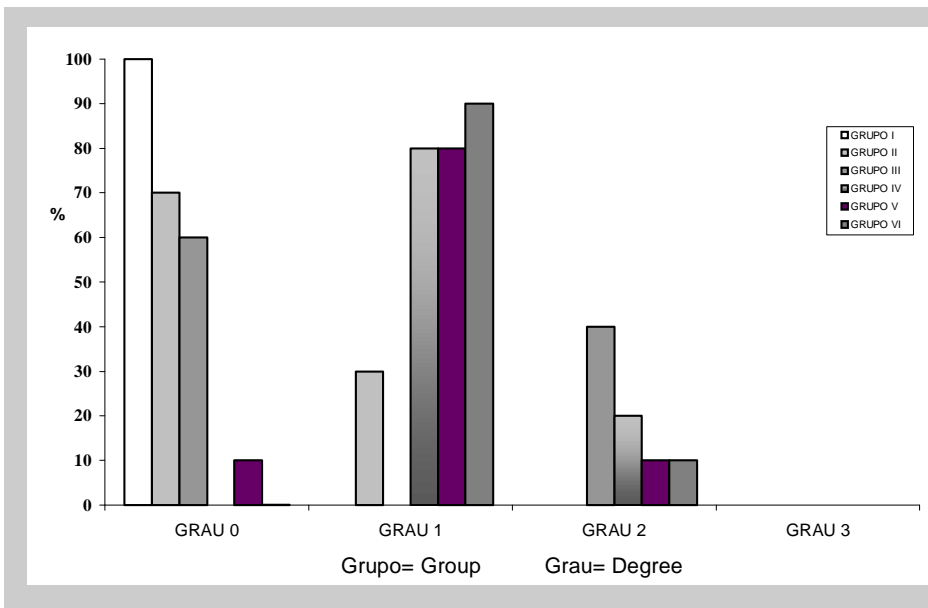
Escore Score	Penetração do corante Coloring penetration
0	Ausente Absent
1	Presente em 1/3 da parede oclusal e/ou cervical Present in 1/3 of the occlusive and or cervical wall
2	Presente em 2/3 da parede oclusal e/ou cervical Present in 2/3 of the occlusive and or cervical wall
3	Presente em mais de 2/3 da parede oclusal e/ou cervical. Present in more the 2/3 of the occlusive and or cervical wall

## RESULTADOS

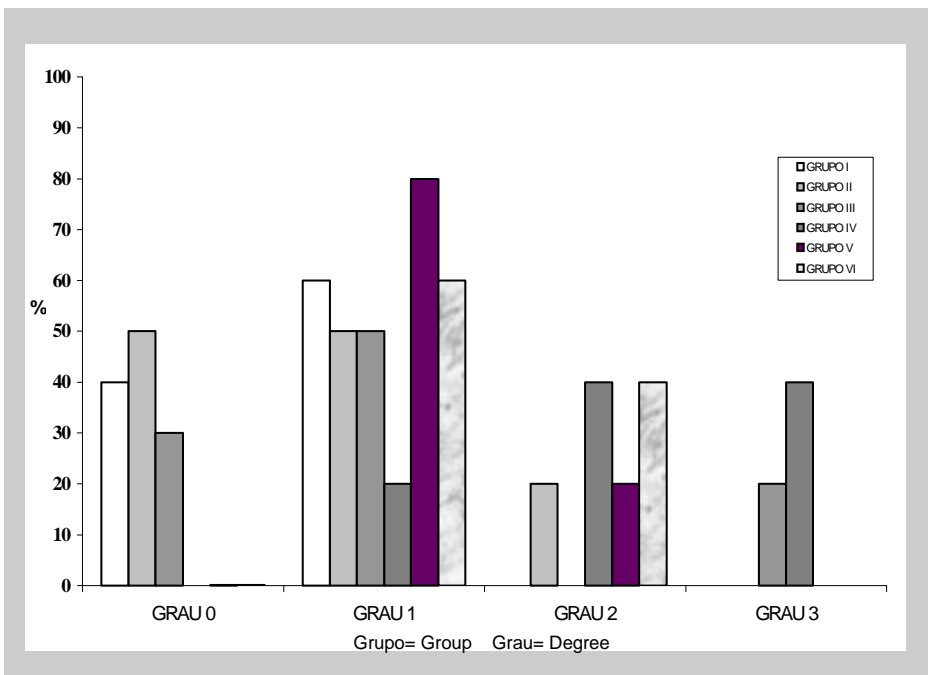
Os resultados dos escores dos três examinadores foram submetidos à moda, de maneira individualizada, para paredes oclusais e cervicais para que fosse obtido um único valor para cada parede observada. A concordância entre os examinadores foi avaliada através do Kappa, cujo resultado foi igual a 1. Este valor significa uma concordância muito boa entre os examinadores. As Figuras 1 e 2 mostram em valores percentuais os graus de microinfiltração encontrados para cada um dos grupos analisados nas paredes oclusais e cervicais respectivamente. Como a distribuição amostral sob o Teste de Normalidade apresentou-se de forma não-normal, empregou-se a metodologia estatística não-paramétrica, através do programa GMC<sub>7</sub> para amostras independentes e múltiplas e o teste selecionado foi o Kruskal-Wallis, aplicado tanto para paredes cervicais

## RESULTS

The results of the scores given by the three examiners were submitted to mode, in an individualized manner, for occlusive and cervical walls so that a unique value could be obtained for each wall observed. The concordance among the examiners was accessed by Kappa, whose result was equal to 1. This value means that there was very good concordance among the examiners. Figures 1 and 2 show percentage values in degrees of micro-infiltration found for each one of the groups analyzed on the occlusive and cervical walls respectively. Since the Test of Normality of the sample distribution presented a not normal form, the non-parametric statistics methodology was employed through GMA, for independent and multiple samples and the test selected was Kruskal-Wallis, applied both for cervical and occlusive walls.



**Figura 1** – Representação gráfica dos percentuais estabelecidos pelos examinadores nas paredes oclusais.  
**Figure 1** - Graphic representation of percentages established by examiners on the occlusive walls.



**Figura 2** – Representação gráfica dos percentuais estabelecidos pelos examinadores nas paredes cervicais.  
**Figure 2** - Graphic representation of percentages established by examiners on the cervical walls.

quanto oclusais. Para tornar o processo de avaliação mais dinâmico, procurou-se associar grupos que pudessem ser comparados em relação à realização da técnica de reumedecimento e do condicionamento ácido, com resultados distintos para cada uma das paredes observadas. A significância foi estabelecida pelo valor de  $p < 0,05$  como pode ser observado nas Tabelas 1 e 2.

To turn the evaluation process more dynamic, there was an attempt to associate groups that could be compared in relation to the realization of the re-moisturizing and acid conditioning technique, leading to distinct results to each one of the walls observed. The significance was established for the value of  $p < 0,05$ , as observed in Table 1 and 2.

**Tabela 1** - Resultados da comparação entre as médias dos postos das amostras oclusais.**Table 1** - Comparison results between the averages of sample post occlusion.

Amostras comparadas 2 a 2 Samples compared 2 by 2	Diferenças entre as médias Differences in the averages	Valores críticos 0,05 Critical values 0,05	Valores críticos 0,01 Critical values 0,01	Valores críticos 0,001 Critical values 0,001	Significância Significance
GI x GII	14, 0714	18, 0708	24, 0019	31, 1596	ns
GI x GIII	17, 8571	18, 0708	24, 0019	24, 0019	ns
GI x GIV	35, 0500	16, 4756	21, 8833	28, 4091	0,1%
GII x GV	7, 5286	17, 6710	23, 4710	30, 4704	ns
GIII x GVI	17, 1929	17, 6710	23, 4710	30, 4704	ns
GIV x GV	13, 4500	16, 0362	21, 2996	27, 6514	ns
GIV x GVI	0, 0000	16, 0362	21, 2996	27, 6514	ns
GV x GVI	13, 4500	16, 0362	21, 2996	27, 6514	ns

P&lt;0,05

**Tabela 2** - Resultados da comparação entre as médias dos postos das amostras cervicais.**Table 2**- Comparison results between the averages of sample post cervical.

Amostras comparadas 2 a 2 Samples compared 2 by 2	Diferenças entre as médias Differences in the averages	Valores críticos 0,05 Critical values 0,05	Valores críticos 0,01 Critical values 0,01	Valores críticos 0,001 Critical values 0,001	Significância Significance
GI x GII	1, 1944	16, 3729	21, 7491	28, 2392	ns
GI x GIII	13, 5556	16, 3729	21, 7491	28, 2392	ns
GI x GIV	38, 1556	14, 2736	18, 9604	24, 6184	0,1 %
GII x GV	15, 9500	16, 0421	21, 3097	27, 6687	ns
GIII x GVI	6, 4000	16, 0421	21, 3097	27, 6687	ns
GIV x GV	23, 4000	13, 8929	18, 4547	23, 9618	1 %
GIV x GVI	18, 2000	13, 8929	18, 4547	23, 9618	5 %
GV x GVI	5, 2000	13, 8929	18, 4547	23, 9618	ns

P&lt;0,05

## DISCUSSÃO

O padrão micromorfológico da dentina resultante da irradiação com laser de Er:YAG tem sido discutido na literatura no que se refere à possibilidade desta superfície propiciar as condições necessárias a uma adequada infiltração dos monômeros nos túbulos dentinários abertos. A maior parte das investigações tem demonstrado que, para a obtenção de bons resultados em termos de microinfiltração marginal, a dentina precisa ser condicionada com ácido fosfórico antes da aplicação do sistema adesivo e, mesmo nestas

## DISCUSSION

The micro-morphologic dentin pattern, resulting from irradiation with the Er:YAG laser, has been discussed in the literature referring to the possibility of this surface to favor the necessary conditions for adequate infiltration of the monomer of the open dental tubules. The greatest part of investigations have demonstrated that, to obtain good results in terms of marginal micro-infiltration, dentin needs to be conditioned with phosphoric acid before the application of the adhesive system and, even in these conditions, unsatisfactory



condições, pode-se encontrar resultados insatisfatórios do laser em relação ao tratamento convencional com alta rotação. Vários fatores podem estar interferindo nestes resultados, dentre eles, a qualidade do substrato resultante da irradiação que, pelo mecanismo de ação do laser de Er:YAG, proveria uma superfície menos hidratada à penetração dos sistemas adesivos hidrófilos atuais (LIZARELLI, 2000; ZUMAÊTA, 2000). Os resultados dos espécimes preparados com laser neste estudo mostraram que o Grupo V, o qual utilizou como substância reumedecedora o *primer*, apresentou os menores níveis de microinfiltração marginal na dentina como pode ser observado na Figura 2. Estes achados podem ser explicados pela capacidade de molhar e pela afinidade com a dentina do HEMA (hidroxietil metacrilato) presente no *primer* do Scotchbond Multipurpose. Este polímero de baixo peso molecular tem a função de reumedecer o substrato dentinário facilitando a apreensão do monômero dentro dos espaços interfibrilares e diminuindo os níveis de microinfiltração marginal (NAKABAYASHI; WATANABE e GENDUSA, 1992; NAKABAYASHI e TAKARADA, 1992; PASHLEY, 1998; PERDIGÃO, 1999). O HEMA promove uma diminuição progressiva das taxas de evaporação, tornando mais difícil a remoção da água remanescente, permitindo que o substrato mantenha-se com umidade adequada para a penetração dos adesivos hidrófilos (NIU, 1998). Embora o sistema adesivo utilizado possua esta substância em sua composição, acredita-se que o teor não seja suficiente para prover os baixos níveis de microinfiltração desejados quando se utiliza o laser de Er:YAG. Os resultados da comparação entre os Grupos IV e V mostram diferenças significativas com resultados piores para o Grupo IV, onde não foi utilizada qualquer substância reumedecedora. Estas diferenças também foram encontradas quando o reumedecimento foi feito com água destilada, como pode ser observado na Tabela 2, pela comparação entre os grupos IV e VI. No entanto não foram encontradas diferenças significativas quando a água destilada foi comparada com o *primer*, embora a Figura 2 mostre um melhor desempenho deste.

O papel da água como agente re-umedecedor capaz de re-expandir o colágeno colapsado já foi estabelecido na literatura e atualmente considera-se que a técnica de adesividade molhada é a mais adequada para aumentar a eficácia dos adesivos hidrófilos (TAY,

laser results can be found in relation to the high-speed rotation conventional treatment. Various factors can be interfering in these results, among them, the quality of the substrate resulting from irradiation that, by the action mechanism of the Er:YAG laser, would provide a less hydrated surface to the penetration of the current hydrophilic adhesive system (LIZARELLI, 2000; ZUMAÊTA, 2000). The results of the specimens prepared by laser, in this study showed that Group V, which used primer as a re-moisturizing substance, presented the lowest levels of marginal micro-infiltration on the dentin as one can observe in Figure 2. These findings can be explained by the capacity to become wet and by the affinity with the HEMA hydroxyethylmethacrylate dentin present in the Scotchbond Multipurpose primer. This low weight molecular polymer has the function of re-moisturizing the dentinal substrate facilitating the apprehension of the monomer inside the interfibrillar gaps and diminishing the marginal micro-infiltration levels (NAKABAYASHI; WATANABE and GENDUSA, 1992; NAKABAYASHI and TAKARADA, 1992; PASHLEY, 1998; PERDIGÃO, 1999). The HEMA promotes a progressive decrease in the evaporation rates, making the removal of remaining water more difficult, allowing the substrate to keep the adequate humidity for the hydrophilic adhesive penetration (NIU, 1998). Although the adhesive system used posses this substance in its composition, it is believed that the drift would not be enough to promote low levels of micro-infiltration desired when the Er:YAG laser is used. The results of the comparison between Groups IV and V show significant differences with results worse than those of Group IV, where no re-moisturizing substance was used. These differences were also found when re-moisturizing was made with distilled water, as observed in Table 2, for the comparison between groups IV and VI. However, significant differences were not found when distilled water was compared to the primer, although Figure 2 shows a better performance of the first.

The role of water as a re-moisturizing agent capable of re-expanding collapsed collagen has been established in the literature, and currently the wet adhesive technique is considered more adequate to increase efficacy of hydrophilic adhesives (TAY, 1996; TAY, GWINNETT and WEI, 1997). The width of the

1996; TAY, GWINNETT e WEI, 1997). A espessura da camada híbrida tem relação direta com a condição de umidade da superfície dentinária pois, quando a superfície encontra-se desprovida de água, há formação de uma camada híbrida fina com diminuição dos espaços interfibrilares no interior destas áreas e, uma infiltração inadequada de resina com conseqüente aumento da microinfiltração marginal (TAY, 1996).

Quando se comparou o laser com a alta rotação pôde-se perceber que o reumedecimento da superfície dentinária tanto com água destilada (Grupos III e VI), quanto com *primer* (Grupos II e V) fez com que o desempenho frente à microinfiltração marginal fosse semelhante entre os grupos analisados o que pode ser constatado na Figura 2 e na Tabela 2. Em contrapartida, o pior resultado deste estudo foi encontrado no Grupo IV onde o re-umedecimento não foi realizado, com diferenças significativas em relação ao grupo preparado com alta rotação (Grupo I) nas mesmas condições experimentais. Estes resultados são corroborados por (CRIM e ABBOT, 1988; FITCHIE, 1990; WRIGHT, MCCONNELL e KELLER, 1993; ESTEVES, 2001) os quais encontraram maiores graus de microinfiltração nas paredes cervicais preparadas com laser de Er:YAG em relação à alta rotação. Uma justificativa para este aumento no grau de microinfiltração nas paredes gengivais é a localização das margens do preparo em dentina, cujas características morfológicas tornam mais difícil uma atuação efetiva do agente adesivo nestas áreas, concordando com CARVALHO, 1996; MATOS, 1996; NEO, 1984). Um dos propósitos em reumedecer a cavidade após a irradiação com laser consiste em melhorar estes problemas. No caso da alta rotação, a técnica de reumedecimento não ofereceu diferenças significativas em relação à ausência do procedimento, o que pôde ser observado ao comparar-se os Grupos I e II. A Figura 2 ilustra um desempenho melhor do Grupo I em relação ao Grupo II, embora as diferenças não tenham sido significativas, concordando com (NIU, 1998; RAMOS, 1998; CEBALLOS, 2001).

Os resultados encontrados para as paredes oclusais foram considerados satisfatórios para todos os grupos, não tendo sido encontradas diferenças significativas entre os mesmos como pode ser observado na Figura 1 e na Tabela 1. Estes achados eram esperados visto que os estudos têm demonstrado baixos níveis de microinfiltração marginal no esmalte condicionado com

hybrid layer has a direct relation with the humidity conditions of the dentinal surface because, when the surface lacks water, there is a formation of a thin hybrid layer decreasing the interfibrillar gaps in the interior of these areas, and an inadequate resin infiltration and consequently an increase on marginal micro-infiltration (TAY, 1996).

When the high-speed rotation laser was compared, what could be observed was that the re-moisturizing of the dentinal surface, both with distilled water (Groups III and VI), as well as with primer, (Groups II and V) made marginal micro-infiltration performance become similar between the groups analyzed and this can be seen in Figure 2 and Table 2. In counterpoint, the worse result in this study was found in Group IV where re-moisturizing was not made, with significant differences in relation to the group prepared with high-speed rotation (Group I) in the same experimental conditions. These results are corroborated by (CRIM and ABBOT, 1988; FITCHIE, 1990; WRIGHT, MCCONNELL and KELLER, 1993; ESTEVES, 2001) who found greater levels of micro-infiltration in the cervical walls prepared with Er:YAG laser in relation to high-speed rotation. One justification for this increase in micro-infiltration degree on the gingival walls is the location of the preparation margins on dentin, whose morphological characteristics turns the effective action of adhesive agents in these areas more difficult, agreeing with (CARVALHO, 1996; MATOS, 1996; NEO, 1984). One of the purposes of re-moisturizing the cavities after laser irradiation consists of improving these problems. In the case of high-speed rotation, the re-moisturizing technique did not offer significant differences in relation to the absence of the procedure, which can be observed comparing Groups I and II. Figure 2 illustrates the better performance of Group I in relation to Group II, although differences have not been significant, agreeing with (NIU, 1998; RAMOS, 1998; CEBALLOS, 2001).

The results found for the occlusion walls were considered satisfactory for all groups, not having found significant differences among them as can be observed in Figure 1 and Table 1. These findings were expected, since studies have demonstrated low levels of marginal micro-infiltration on the enamel conditioned with phosphoric acid, provided compatibility of its morph-functional structure with the adhesive systems

ácido fosfórico devido à compatibilidade de sua estrutura morfofuncional com os sistemas adesivos (KATAUMI *et al.*, 1996; OTSUKI *et al.*, 2000; PASHLEY *et al.*, 1998; VICKERS, *et al.*, 1992). A adesão ao esmalte não se constitui em um problema de significância clínica, visto que o condicionamento ácido provê um incremento das rugosidades microscópicas, através da remoção dos cristais minerais prismáticos e interprismáticos, promovendo uma infiltração adequada do monômero.

A despeito de toda a evolução técnico-científica e do conhecimento dos fatores capazes de influenciar na ocorrência da microinfiltração marginal, especialmente em cavidades preparadas com laser de Er:YAG, ainda não foi possível o controle efetivo do fenômeno. No entanto, alguns indícios sugerem que o tratamento da superfície dentinária com água destilada ou substâncias à base de HEMA, antes da aplicação do sistema adesivo, podem propiciar melhores condições de umidade para a dentina após a irradiação, favorecendo o processo de adesão. Investigações futuras devem ser realizadas com o propósito de melhorar cada vez mais a qualidade da adesão à dentina em cavidades preparadas com laser de Er:YAG.

## AGRADECIMENTOS

CePOF – Centro de Pesquisas em Óptica e Fotônica do IFSC – USP e NILO – Núcleo Integrado de Laser em Odontologia – Ribeirão Preto- SP.

## REFERÊNCIAS

### References

1. BUONOCORE, MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*, 34 (6):849-853, Dec. 1955
2. CARVALHO, RM, *et al.* A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent*, 21(1):17-24, Jan./Feb. 1996.
3. CEBALLOS L, OSORIO R, TOLEDANO M, MARSHALL GW. Microleakage of composite restorations after acid or Er:YAG laser cavity treatments. *Dent Mater*, Copenhagen, 17 (4):340-346, July 2001.
4. CRIM GA, ABBOT LJ. Effect of curing time on marginal sealing by four dentin bonding agents. *Am J Dent*, 1(1):12-14, Feb. 1988.
5. DOSTÁLOVÁ T. *et al.* Evaluation of the surface changes in enamel and dentine due to possibility of thermal overheating induced by Erbium: YAG laser radiation. *Scanning Microsc*, 10(sn):285-291, 1996.

(KATAUMI *et al.*, 1996; OTSUKI *et al.*, 2000; PASHLEY *et al.*, 1998; VICKERS *et al.*, 1992). The adhesion to the enamel does not constitute a significant clinical problem, once conditioning acid provides an increment of the microscopic rugosity, through the removal of prismatic and interprismatic mineral crystals, promoting adequate infiltration of the monomers.

Despite all technical-scientific evolution and the knowledge of factors capable of influencing the occurrence of marginal micro-infiltration, especially in cavities prepared with Er:YAG laser, it has not yet been possible to control the phenomenon effectively. Nevertheless, some rates suggest that the treatment for dentinal surface with distilled water or substances based on HEMA, before the application of the adhesive system, can promote better unit conditions for the dentin after irradiation, favoring the adhesive process. Future investigations should be made with the purpose of improving the quality of adhesion to the dentin in cavities prepared with Er:YAG laser even more.

## ACKNOWLEDGEMENTS

CePOF- Centro de Pesquisas em Óptica e Fotônica do IFSC – USP e NILO – Núcleo Integrado de Laser em Odontologia – Ribeirão Preto – SP.

6. ESTEVES GV. *Avaliação da microinfiltração marginal em cavidades de classe V preparadas com alta-rotação, abrasão a ar e laser de Erbio: YAG - estudo in vitro.* [Dissertação Mestrado], São Paulo, Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, 2001, 123 p.
7. FITCHIE JG, *et al.* Microleakage of two new dentinal bonding systems. *Quintessence Int*, 21(9):749-752, 1990.
8. HANSEN EK. Effect of three dentin adhesives on marginal adaptation of two light-cures composites. *Scand J Dent Res*, 94 (1):82-86, 1986.
9. HIBST R, KELLER U. The effect of pulsed Er:YAG laser radiation on dental tissue. *Lasers Surg Med*, 4(sn):163-165, 1988.
10. 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*, 9(4):388-344, 1989.

11. KATAUMI M, et al. SEM observations of Er:YAG laser irradiated dentin interface. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1996, Jerusalém. *Proceedings...* Bologna: Monduzzi, 1996.
12. KAYANO T, et al. Effect of Er:YAG laser irradiation on human extracted teeth. *J Clin Laser Med Surg*, 1991.
13. KELLER U, et al. Erbium:YAG laser application in caries therapy. Evaluation of patient perception and acceptance. *J Dent*, 26(6):649-656, Nov.1998.
14. LIZARELLI RFZ, KURACHI C, NETO SP, BAGNATO VS. 3910-37 Comparative study in vitro of microleakage in class V cavity preparation with and without Er:YAG laser. in *Lasers in Dentistry V*, John DB. Featherstone, Peter Rechmann DDS, Daniel Fried, Editors, *Proceedings of SPIE*, 3910(sn):254-260, 2000.
15. MATOS AB. *Contribuição ao estudo da microinfiltração in vitro de lesões cervicais não cariosas restauradas com diferentes materiais adesivos e técnicas*. [Tese Doutorado], São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, 1996, 200p.
16. MISERENDINO JL, PICK RM. *Lasers in Dentistry*. Illinois: Quintessence, 1995.
17. NAKABAYASHI N, WATANABE A, GENDUSA NJ. Dentin adhesion of "modified" 4-META/MMA-TBB resin: function of HEMA. *Dent Mater*, 8(4):259-264, July 1992.
18. NAKABAYASHI N, TAKARADA K. Effect of HEMA on bonding dentin. *Dent Mater*, 8(2):125-130, 1992.
19. NEO J, CHALKLEY Y, JENSEN M. Composite resin microleakage: effect of bonding agents and polishing. *J Dent Res*, 63(sn)179, 1984.
20. NIU W, et al. A study on microleakage after resin filling of class V cavities prepared by Er: YAG laser. *J Clin Laser Med Surg*, 16(4):227-231, 1998.
21. OTSUKI M, EGURO T, MAEDA T, NISHIMURA Y, TANAKA H. Tensile bond strength between the Er:YAG laser-irradiated enamel and composite resin-effect of the phosphoric acid etching period on tensile bond strength. *J Jpn Soc Laser Dent*, 11(9):98-103, 2000.
22. PASHLEY DH et al. Effect of HEMA on water evaporation from water-HEMA mixtures. *Dent Mater*, 14 (1):6-10, 1998.
23. PERDIGÃO J. et al. The effect of a re-wetting agent on dentin bonding. *Dent Mat*, 15(4):282-295, 1999.
24. RAMOS ACB. Microleakage Class V restorations prepared with the Er:YAG laser. An in vitro study. In: International Congress on Lasers in Dentistry, 1996, Athens. *Proceedings...*Bologna: Monduzzi, 1996.
25. RAMOS ACB. *Microinfiltração marginal em cavidades Classe V preparadas com alta rotação e com laser de Érbio:YAG – Estudo in vitro* [Dissertação Mestrado]. São Paulo, Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, 1998, 200p
26. TAY FR, et al. Resin permeation into acid-conditioned, moist and dry dentin: a paradigm using a water-free adhesive primers. *J Dent Res*, 75(4):1034-1044, 1996.
27. TAY FR, GWINNETT J; WEI SHY. Ultrastructure of the resin-dentin interface following reversible and irreversible rewetting. *Am J Dent*, 10(2), 1997.
28. VICKERS VA, et al. Ablation of hard dental tissues with the Er: YAG laser. In: International Congress on Lasers in Dentistry, 1992, Salt Lake City. *Proceedings...* Salt Lake City: International Society of Lasers in Dentistry, 1992.
29. WELSH EL, HEEMBREE JR., JH. Microleakage at the gingival wall with four Class V anterior restorative material. *J Prosthet Dent*, 54 (3):370-372, 1985.
30. WRIGHT GZ, MCCONNELL RJ, KELLER U. Microleakage of Class V composite restorations prepared conventionally with those prepared with an Er:YAG laser: a pilot study. *Pediatric Dent*, 15(6):425-426, 1993.
28. ZUMAËTA GMO. *Estudo comparativo da microinfiltração marginal em restaurações Classe V preparadas com laser de Er:YAG e com alta rotação com ou sem reumedecimento – análise morfológica através de microscopia eletrônica de varredura e análise química por energia dispersiva de raios X*. [Dissertação Mestrado], Salvador, Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia, 2000, 176p.
29. Disponível em: [www.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc.html](http://www.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc.html)

#### CORRESPONDÊNCIA Correspondence

Gardenia Zumaêta  
Rua Teixeira Leal, 177 – ap. 302 – Graça  
40150-050 Salvador – Bahia – Brasil

**E-mail:**  
gardeniazumaeta@terra.com.br  
rebrasa@ccs.ufpb.br