

## **Transmissão do laser de baixa potência através de filmes plásticos de PVC**

### **Transmission of low-power laser through PVC plastic film**

*título condensado:* Transmissão do laser através de filmes de PVC

Raquel Aparecida Casarotto<sup>1</sup>, Silvia Park<sup>2</sup>, Martha Simões Ribeiro<sup>3</sup>, Carlos Alberto Anaruma<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Fisioterapeuta; Profa. Dra. do Curso de Fisioterapia do Fofito/FMUSP (Dept. de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo)

<sup>2</sup> Fisioterapeuta

<sup>3</sup> Física; Profa. Dra. do Centro de Lasers e Aplicações do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)

<sup>4</sup> Biomédico; Prof. Dr. do Depto. de Biodinâmica da Unesp (Universidade Estadual Paulista), campus Rio Claro

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Raquel A. Casarotto

R. Cipotânea 51 Cidade Universitária

05360-160 São Paulo SP

e-mail: racasar@usp.br

Apresentação: ago. 2006

Aceito para publicação: out. 2006

**RESUMO:** O *laser* de baixa potência é utilizado na fisioterapia na cicatrização de lesões, para acelerar a reparação tecidual. Um filme de PVC na ponteira do equipamento é comumente usado na prática clínica para evitar a contaminação da lesão pelo equipamento, principalmente em mucosas e áreas cruentas. Este estudo visou avaliar se a membrana de PVC interfere na dosimetria transmitida à área tratada, minimizando os efeitos da aplicação. Foi utilizado um medidor de potência para avaliar as medidas percentuais da transmissão de energia de dois equipamentos de *laser* comumente usados na prática clínica, com os seguintes comprimentos de onda: *laser* de HeNe (hélio-neônio), 632,8 nm e de AsGaAl (arsenato de gálio alumínio), 830 nm. Para cada comprimento de onda foram avaliadas 150 medidas: 50 com irradiação direta (grupo controle, GC) e 100 com dois tipos diferentes de filmes de PVC transparentes na ponteira do *laser* (grupos experimentais G1 e G2). Ambos os filmes de PVC tinham 0,01 mm de espessura. Os resultados mostram que, comparando os valores de transmissão do GC com os dos grupos experimentais, o *laser* de HeNe teve as seguintes perdas: G1, 0,9% e G2, 0,8%; para o *laser* de AsGaAl, as perdas foram G1, 2,3% e G2, 1,3%. Apesar de a diferença estatística ter sido significativa, as porcentagens de perdas foram pequenas, mostrando que o filme de PVC transparente não interfere de forma significativa na transmissão da onda *laser*, podendo ser usado eficazmente na aplicação clínica.

**DESCRITORES:** *Laser*; Transmissão; Helio neônio; Aarseneto de gálio alumínio

**ABSTRACT:** Low-intensity laser application is used in physical therapy in view of accelerating wound repair processes. In clinical practice, a PVC film is commonly used covering the laser pen's tip to avoid contamination of the wound by the equipment, mainly on mucosa and cruent areas. From the therapeutic point of view, it is important to evaluate whether the PVC film interferes in the transmitted dosimetry to the tissue, minimizing therapy effects. The aim of this study was to evaluate the percentage of energy transmission of two laser equipments used in physical therapy clinics. Laser wavelengths were 632.8 nm for the HeNe (helium-neon) and 830 nm for the GaAlAs (gallium-aluminium arsenide) laser. For each wavelength a total of 150 measures were evaluated: 50 with direct irradiation (control group, CG) and with two different kinds of PVC film on the laser pen (experimental groups G1 and G2). Both PVC films were 0.01 mm thick. Results showed that the HeNe laser had the following losses when compared to CG: G1, 0.9% and G2, 0.8%; for the AsGaAl laser, the losses were G1, 2.3% and G2, 1.3%. In spite of statistically significant differences, the percentages of loss were small, showing that the film does not interfere in laser transmission. The PVC film can thus be used in clinical practice with no interference in laser dosimetry.

**KEY WORDS:** *Laser*/ Helium-neon/ Gallium-Aluminium Arsenide; Transmission

## INTRODUÇÃO

A utilização da técnica de contato nas aplicações clínicas de *laser* de baixa intensidade potencializa a transferência de energia entre a caneta emissora e o tecido alvo, uma vez que evita a perda de energia por reflexão, minimiza a atenuação no tecido e facilita a absorção da onda, pois diminui a perfusão, permitindo que a dosimetria emitida atinja o tecido alvo<sup>1</sup>. Nos processos de cicatrização de feridas, o contato direto entre a caneta emissora e o tecido alvo tratado pode ser fonte de infecção, transmitindo bactérias entre os pacientes. Embora a presença de bactérias em um nível sub-infeccioso seja importante para desencadear o processo de reparação tecidual, sua presença em grandes quantidades e em diferentes espécies contribui para a não-cicatrização de feridas<sup>2,3,4</sup>.

Na prática clínica da fisioterapia, o *laser* é utilizado para facilitação dos processos de cicatrização em lesões com potencial de contaminação entre os pacientes, como as úlceras de pele<sup>5</sup>, herpes labial<sup>6</sup>, queimaduras<sup>7</sup> e cicatrizes pós-operatórias<sup>8</sup>.

Na tentativa de minimizar a contaminação entre os pacientes, uma vez que não é possível a esterilização da caneta emissora, os fisioterapeutas, dentistas e médicos passaram a utilizar filmes transparentes de PVC envolvendo a ponteira da caneta emissora. Os filmes de PVC (do inglês *poly vinyl chloride*, ou policloreto de vinil) foram idealizados originalmente para fazer a embalagem de alguns tipos de alimentos, com o intuito de evitar sua contaminação. Os profissionais da área da saúde, observando essa função, passaram a utilizá-la então no *laser*.

Chen *et al.*<sup>9</sup> estudaram a transmissão do *laser* utilizando membranas transparentes usadas como proteção para os médicos, a fim de evitar a contaminação através de partículas ejetadas pelos tecidos dos pacientes. Nesse estudo foram analisadas 8 tipos de membranas e as perdas variaram de 7% a 48% em comprimentos de onda ( $\lambda$ ) que variaram de 720 a 800 nm.

Pay e Kenealy<sup>10</sup> estudaram a transmissão do *laser* de Q-switched Nd:YAG, o qual é utilizado para o tratamento de lesões cutâneas, inclusive para remoção de tatuagens. Eles demonstraram uma transmissão de 91% para o comprimento de onda de 1064 nm e 95% para o de 532 nm.

Os comprimentos de onda de 632,8 nm e 830 nm ainda não foram estudados do ponto de vista de transmissão e são comumente utilizados na prática clínica da fisioterapia. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a transmissividade do *laser* de 632,8 e 830 nm através de dois diferentes tipos de filmes de PVC.

## METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no Centro de Lasers e Aplicações do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Foram utilizados neste estudo dois tipos de equipamentos: *Laser* diodo de AsGaAl (arsenato de gálio alumínio), modelo Laserpulse (Ibramed, Brasil),  $\lambda$  de 830 nm e potência de saída de 30 mW, modo contínuo, taxa de fluência de 15 J/cm<sup>2</sup> e duração do pulso (T) de 30 segundos, calibrado para 30 mW; *Laser* HeNe (hélio neônio) (Coherent, EUA),  $\lambda$  de 632,8 nm, potência de saída de 20 mW, T = 30 seg, calibrado para 15,6 mW.

Um medidor de potência, modelo LM-1 (Coherent, EUA), calibrado para medir a intensidade de luz, foi utilizado para medir a quantidade de luz que passava através dos filmes de PVC.

As medidas dos aparelhos foram realizadas após um período de 15 minutos de irradiação dos aparelhos no medidor de potência acústica, para evitar instabilidade na transmissão devido à falta de aquecimento da circuitaria dos aparelhos.

Foram utilizadas duas marcas comerciais diferentes de filme de PVC para recobrir as canetas aplicadoras, ambas com 10 micras (0,01mm) de espessura. As marcas comerciais dos filmes foram: G1 - Majipack e G2 – Filmitto.

#### Procedimentos

O aparelho de *laser* foi colocado em um suporte para que a caneta emissora ficasse justaposta e perpendicular ao fotorreceptor do medidor de potência, como ilustrado na Figura 1. Para cada comprimento de onda foram avaliadas 150 medidas: 50 com irradiação direta (grupo controle, GC) e 50 com cada um dos dois tipos diferentes de filme de PVC (grupos experimentais G1 e G2).

Para a realização das medidas, programaram-se os aparelhos para liberar a dose de 10 J/cm<sup>2</sup>. Ao final de cada aplicação foi realizada a leitura direta da potência no medidor de potência (unidade de potência em mW).

Todas as medições foram feitas com as luzes do laboratório apagadas para minimizar a interferência da luz ambiental nas medidas.

*Inserir Figura 1*

**Figura 1** Disposição do medidor de potência e da caneta emissora do *Laser* de HeNe cobertos com o filme de PVC (seta branca)

Foi realizada análise estatística descritiva (média, desvio padrão e porcentagens); para comparação de dados utilizou-se o ANOVA e o teste *post-hoc* Newman Keuls. O nível de significância foi estipulado em < 5%.

#### RESULTADOS

Os valores das médias e desvios padrões com e sem o filme de PVC do *laser* de HeNe e AsGaAl estão apresentados na tabela 1. A figura 2 apresenta os dados do *laser* de HeNe e a figura 3 do *laser* de AsGaAl.

**Tabela 1** Valores da média e desvio padrão das medidas da potência dos *lasers* de HeNe e AsGaAl, sem filme e com filmes 1 e 2

| Medidas   | <i>Laser</i> HeNe |               | <i>Laser</i> AsGaAl |               |
|-----------|-------------------|---------------|---------------------|---------------|
|           | Média (mW)        | Desvio padrão | Média (mW)          | Desvio padrão |
| Sem filme | 15,64             | 0,04          | 30,25               | 0,25          |
| Filme 1   | 15,51             | 0,07          | 29,57               | 0,14          |
| Filme 2   | 15,52             | 0,04          | 29,87               | 0,13          |

Comparando-se os valores de transmissão do GC e G1 e G2, o *laser* de HeNe mostrou as seguintes perdas: G1, 0,9% e G2, 0,8% da potência total. Houve diferença significativa comparando GC ao G1 e ao G2 ( $p<0,05$ ); a diferença não foi significativa quando se comparou G1 ao G2.

No *laser* de AsGaAl, as perdas foram as seguintes: G1, 2,3% e G2, 1,3% da potência total. Houve diferença significativa comparando GC ao G1 e G2 e entre G1 e G2 ( $p<0,05$ ).

*Inserir figura 2*

**Figura 2** Média e desvio padrão das medidas do *laser* de HeNe *Atenção, diagramador: há um erro nas legendas dos gráficos: a mais escura é GC, e não CG*

*Inserir figura 3*

**Figura 3** Média e desvio padrão das medidas do *laser* de AsGaAl

## DISCUSSÃO

O material utilizado para cobrir a caneta emissora de *laser* deve apresentar algumas características que permitam boa transmissão, como transparência, reflexão espectral pequena, pouco espalhamento e pouca absorção da energia emitida. Além disso, deve ter boa resistência, evitando rupturas no momento da colocação na caneta emissora e durante o contato com o tecido, principalmente o infectado e cruento, que é úmido e pode dessa forma facilitar a ruptura do filme.

Este último aspecto é importante, uma vez que o artigo de Pay e Kenealy<sup>10</sup> mostrou o acúmulo de fragmentos de tecido de debridamento na lente do *laser* nos experimentos realizados por eles. Os fragmentos, além de serem possíveis focos de contaminação entre pacientes e entre pacientes e terapeutas, sujam a lente do *laser*. A sujeira na lente interfere diretamente na transmissão da energia, uma vez que parte dela será absorvida pelos fragmentos aí presentes. Esse mesmo artigo mostrou que a lente do *laser* sofreu danos durante os testes. O filme de PVC dessa forma também exerce a função de proteção contra danos no equipamento.

A colocação de filmes plásticos permite a utilização da técnica de contato direto, que minimiza as perdas por divergência da onda. Os *lasers* de HeNe são altamente colimados e sua aplicação com a técnica de não-contato provocaria uma perda mínima por reflexão<sup>1</sup>. A utilização dos filmes teria um aspecto de proteção do equipamento contra danos, caso se optasse pela técnica de não-contato.

Os *lasers* de diodo semicondutor apresentam uma taxa de colimação inferior e um ângulo de divergência maior quando comparados aos de HeNe<sup>1</sup>. Esse aspecto pode ser observado na pequena diferença da porcentagem de perda entre o *laser* de AsGaAl e o de HeNe, mostrando que a perda maior acontece no *laser* de AsGaAl.

Assim, para *lasers* de diodo, a utilização da técnica de contato direto é fundamental para minimizar as perdas por divergência e maximizar sua transmissão; o uso dos filmes de plástico, além dos aspectos de proteção do paciente e do equipamento, contribuiriam para uma diminuição das perdas na transmissão por divergência do feixe.

Os *lasers* de HeNe e AsGaAl apresentaram boa estabilidade, observada no pequeno desvio padrão das medidas obtidas.

Os dados obtidos nesta pesquisa mostram que o filme de PVC pode ser usado na aplicação clínica do *laser*, sem interferir na transmissividade, uma vez que as perdas são pequenas. As pequenas perdas na transmissão observadas podem ter ocorrido devido a algum grau de reflexão espectral do material utilizado em sua fabricação. Uma análise mais detalhada da composição das membranas poderia revelar se há algum

grau de corante ou existe diferença no brilho, que possa levar à reflexão da onda.

Estes dados corroboram os resultados de Chen<sup>9</sup> e Pay e Kenealy<sup>10</sup>, que testaram diferentes tipos de membranas usadas em cirurgias e tratamentos a *laser* e concluíram que a melhor transmissão se deu através dos filmes de PVC.

As perdas em nosso estudo foram menores e o fator que pode ter contribuído para esse fato foi o posicionamento da ponteira da caneta emissora justaposta ao medidor de potência. Nos artigos de Chen<sup>9</sup> e Pay e Kenealy<sup>10</sup>, parece ter havido uma pequena distância entre a caneta emissora e os instrumentos de medição, fator que pode explicar essas diferenças.

Apesar de a diferença estatística ter sido significativa, as porcentagens de perdas foram pequenas, mostrando que o filme não interfere significativamente na transmissão da onda *laser*.

Um aspecto polêmico no uso de filmes de PVC é a presença de plastificantes na composição desse produto. Plastificantes são produtos químicos utilizados para dar flexibilidade e durabilidade aos plásticos. Os mais comuns são os phtalatos, que transformam o PVC em um plástico flexível. Os phtalatos mostram atividade hormonal e em grandes quantidades podem lesar o fígado, rim, pulmão e testículos em desenvolvimento<sup>11</sup>.

A molécula de phtalatos migra pouco para a pele humana, de acordo com o estudo de Deisinger<sup>12</sup>. Nesse estudo o filme de PVC permaneceu 24 hs na pele depilada do rato; o grupo I foi reembrulhado no PVC para evitar ingestão de resíduos e removido após 24 hs e o grupo II foi lavado para remover o resíduo, permanecendo por 24 hs assim, até que fossem coletados fezes e urina dos dois grupos para avaliar a quantidade de PVC. O GI apresentou absorção de 0,235 µg/cm<sup>2</sup> e o GII, de 0,246 µg/cm<sup>2</sup>.

A absorção em áreas cruentas ainda não foi avaliada, o que torna difícil dizer se o ambiente úmido aumenta a absorção. A migração das moléculas de phtalato do PVC para a água aconteceu em altas temperaturas, quando uma tigela coberta com filme de PVC cheia de água foi aquecida durante 10 minutos em um microondas<sup>13</sup>. A quantidade de phtalato liberada foi significativa, o que faz com que não seja recomendado seu uso no microondas. Os materiais plásticos constituídos de polipropileno, usados em embalagens plásticas, também liberam os phtalatos nos alimentos. Por isso é recomendável que o aquecimento de alimentos no microondas seja feito em pratos de vidro.

Como as aplicações de *laser* de baixa potência são atérmicas, pode ser que a aplicação não implique migração do phtalato. A área da ponteira também é pequena, o que contribuiria para minimizar os efeitos da migração do phtalato para a pele, caso isso acontecesse em temperatura ambiente, uma vez que os estudos que mostram seu efeito deletério utilizaram áreas extremamente maiores do que as da ponteira da caneta emissora.

Dessa forma, enquanto não se demonstrar que a aplicação do *laser* com cobertura de filmes de PVC na caneta, simulando as condições da clínica, sejam nocivas, seu uso é recomendável para proteger o paciente e a caneta emissora, uma vez que ambos podem sofrer contaminação durante a aplicação terapêutica.

## CONCLUSÃO

O filme plástico de PVC não provoca perdas importantes na transmissividade da onda *laser* nos comprimentos de 632,8 e 830 nm.

## REFERÊNCIAS

- 1 Baxter GD. Therapeutic lasers. London: Churchill Livingstone; 1994.
- 2 Edwards R, Harding KG. Bacteria and wound healing. Curr Opin Infect Dis. 2004; 17(2):91-6.
- 3 Bowler PG. The 10(5) bacterial growth guideline: reassessing its clinical relevance in wound healing. Ostomy Wound Manage. 2003;49:44-53.
- 4 Davies CE, Wilson MJ, Hill KE, Stephens P, Hill CM, Harding KG, et al. Use of molecular techniques to study microbial diversity in the skin: chronic wounds reevaluated. Wound Repair Regen. 2001 Sep-Oct;9(5):332-40.
- 5 Kubota J. Defocused diode laser therapy (830 nm) in the treatment of unresponsive skin ulcers: a preliminary trial. J Cosmet Laser Ther. 2004; 6(2):96-102.
- 6 Schindl A, Neumann R. Low-intensity laser therapy is an effective treatment for recurrent herpes simplex infection: results from a randomized double-blind placebo-controlled study. J Invest Dermatol. 1999 Aug; 113(2):221-3.
- 7 Gaida K, Koller R, Isler C, Aytekin O, Al-Awami M, Meissel G et al. Low level laser therapy: a conservative approach to the burn scar? Burns. 2004; 30(4):362-7.
- 8 Herascu N, Velciu B, Calin M, Savastru D, Talianu C. Low-level laser therapy (LLLT) efficacy in post-operative wounds. Photomed Laser Surg. 2005; 23(1):70-3.
- 9 Chen C, Diven DG, Lockhart S, Bell B. Laser transmission through transparent membranes used in cutaneous laser treatment. J Am Acad Dermatol. 2001; 45(6):919-23.
- 10 Pay AD, Kenealy JM. Laser transmission through membranes using the Q-switched Nd:YAG laser. Lasers Surg Med. 1999; 24(1):48-54.
- 11 Hauser H, Calafat AM. Phthalates and human health. Occup Environ Med. 2005; 62(11):806-18.
- 12 Deisinger PJ, Perry LG, Guest D. In vivo percutaneous absorption of [<sup>14</sup>C] DEPH from [<sup>14</sup>C] DEPH-plasticized polyvinil chloride film in male fischer 344 rats. Food and Chemical Toxicology. 1998; 36: 521-7.
- 13 Jen JF, Liu TC. Determination of phthalates esters forms food-contacted materials by on-line microdialysis and liquid chromatography. J Chromatogr A. 2006; 1130(1):28-33.