
AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DOS EQUIPAMENTOS *LASER* DE BAIXA POTÊNCIA E EMISSÃO CONTÍNUA EMPREGADOS EM FISIOTERAPIA

*Compliance evaluation of low-level continuous wave laser
equipment used in physical therapy*

Gladson Ricardo Flor Bertolini

Mestre em Engenharia Biomédica, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR)
e Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Cascavel – PR. e-mail: gladson@unioeste.br

Percy Nohama

Doutor em Engenharia Elétrica, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR) e
Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Curitiba – PR. e-mail: percy@ppgia.pucpr.br

Resumo

Falhas nos equipamentos eletromédicos podem provocar resultados desastrosos, produzindo desde ineficácia a danos à saúde dos usuários. Neste artigo, avalia-se o desempenho de equipamentos *laser* de baixa potência fisioterapêuticos, em sete cidades do Estado do Paraná, à luz das normas NBR IEC 601-2-22, IEC 60825-1 e Relatório Técnico 60825-8 IEC. Para tal, elaborou-se um roteiro de avaliação, contendo requisitos sobre inspeções a serem realizadas no manual do equipamento, no próprio equipamento, em protetores e no ambiente de uso, além da medida da potência irradiada. Os resultados indicam que a maioria dos equipamentos avaliados estava fora de conformidade com as normas, não cumprindo com os requisitos de manual, equipamento, ambiente e protetores, ou potência emitida. De 31 emissores avaliados na inspeção de manual, nenhum deles apresentou todos os itens exigidos e houve ausência de conformidade em requisitos referentes às inspeções de equipamento, protetores e ambiente, tais como etiquetas, chaves e áreas controladas para uso do *laser*. Apenas 38,71% dos equipamentos estavam dentro dos limites de potência aceitos. Portanto, os resultados da pesquisa de campo indicam uma situação caótica e preocupante quanto aos efeitos e conseqüências do tratamento com *laser* adotados em clínicas paranaenses e, por extensão, brasileiras.

Palavras-chave: *Laser* de baixa potência; Fototerapia; Controle de qualidade; Ensaio de desempenho; Potência irradiada.

Abstract

Faults of electromedical equipment may have hazardous consequences to human health ranging from non-effectiveness to production of injuries. In this work, the performance of low-power laser equipment was evaluated, based on NBR IEC 601-2-22, IEC 60825-1 standards and on IEC Technical Report 60825-8. For such evaluation, a technical procedure was carefully elaborated containing instructions for inspection of the equipment's databook, of the equipment itself, of the user's protection, of the environment and for measurement of the irradiated power. Such procedure was applied in seven cities of Paraná State, in Brazil. The results of the field research indicated that the majority of the evaluated equipment weren't in conformity to the mentioned Standards. These equipment didn't fulfill the requirements regarding databook's data, protection, environment and yielded light power. None of the 31 evaluated transmitters presented all the required items in the databook inspection. Also, the inspection of the equipment, protection and environment revealed non conformities regarding labels, keys and controlled areas for laser application. The power level inspection showed that only 38,71% of the tested equipment yielded and output power inside the accepted range. Therefore, the results of the field research indicate a chaotic and worrisome situation regarding the treatment consequences and health effects of using laser devices adopted in the clinics of Paraná State and, for extension, in Brazil.

Keywords: *Therapeutic laser; Phototherapy; Quality contro; Performance test; Laser power.*

INTRODUÇÃO

Panees em equipamentos eletromédicos podem ter conseqüências desastrosas, por isso, há necessidade de evitar-se, incansavelmente, possíveis erros e falhas (1). Alguns relatos vêm mostrando graves problemas de funcionamento desses equipamentos, como os de Silva e Gewehr (2), com respeito aos ventiladores pulmonares; Vieira, Souza e Nohama (3), sobre eletroestimuladores cutâneos; e Guirro et al. (4), Ishikawa et al. (5) e Artho et al. (6), que tratam sobre os problemas encontrados em equipamentos de ultra-som terapêutico. Tal problemática traz à tona a realidade de terapias ineficazes decorrentes de equipamentos com alterações de desempenho, o que põe em risco a integridade física do indivíduo envolvido, além do envolvimento ético, por parte do terapeuta, ao utilizar recursos que não são capazes de atender aos seus objetivos (7).

No momento, vem crescendo a atenção dada ao uso e verificação dos equipamentos fisioterapêuticos (8), assim como de formas metodológicas para efetuar a avaliação dos equipamentos eletromédicos em conformidade com as normas técnicas (9). Esse fato não é diferente para o *laser* de baixa potência, existindo normas nacionais (NBR IEC 60601-2-22) (10) e internacionais (IEC 60825-1 e TR IEC 60825-8) (11, 12) que visam à segurança dos usuários e operadores desta modalidade terapêutica. Entretanto, no Brasil, faltam procedimentos padronizados de ensaios de verificação, além de laboratórios e pessoal treinado.

O equipamento *laser* de baixa potência é parte integrante do arsenal fisioterápico (13), estando presente em um elevado número de clínicas, consultórios e laboratórios. Autores como Guerino et al. (14), Ciconelli et al. (15), Eduardo, Cecchini e Cecchini (16), Jimbo et al. (17) e Walker (18) verificaram importantes efeitos antiinflamatórios e analgésicos da terapia *LASER* de baixa potência. A terapia produz modificações moleculares e estruturais celulares, levando a um aumento na capacidade de aderência celular (19), aumentando, assim, a reparação tecidual (20). Em relação aos efeitos antiinflamatórios, destaca-se a ativação de monócitos e macrófagos, o aumento da fagocitose, a proliferação acelerada de linfócitos na área da inflamação e a diminuição dos níveis de prostaglandina E2 (21, 22), além da proliferação de linfócitos e aumento na taxa de sobrevivência (23).

Colls (24) sugere que o *laser* atuaria reduzindo o processo inflamatório e álgico de várias formas, dentre elas: na reabsorção exsudatos, possibilitando a eliminação de substâncias algogênicas; na elevação do limiar de dor dos nervos periféricos, interferindo na transmissão do estímulo nervoso; e na manutenção do gradiente iônico da membrana celular. Segundo Borges et al. (25), para a analgesia, destacam-se o relaxamento da musculatura lisa e a liberação de opióides endógenos. Outro efeito significativo da terapia *laser* é a vasodilatação e aumento do fluxo sanguíneo microcirculatório. Maegawa et al. (26) explicam que mudanças circulatórias parecem ser mediadas pela redução da concentração interna de íons cálcio em músculos lisos, em adição ao envolvimento de óxido nítrico (NO) na fase inicial.

Apesar dos evidentes efeitos benéficos apresentados pela terapia *laser*, esta pode também produzir danos à pele e aos olhos ao ser aplicada inadequadamente ou quando o equipamento encontra-se descalibrado (27).

Tendo em vista a preocupação do Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional sobre a confiabilidade de equipamentos oferecidos aos fisioterapeutas e a declaração de Silva Filho sobre a qualidade precária desses equipamentos (28), neste artigo, descreve-se, então, uma avaliação de desempenho de uma amostra de equipamentos *laser* de baixa potência, em sete cidades do Estado do Paraná, à luz das normas técnicas citadas, verificando a conformidade de tais emissores em relação a essas normas. Desse modo, torna-se possível inferir sobre a segurança e a eficácia da aplicação desses equipamentos no tratamento, no desenvolvimento de pesquisas ou mesmo no ensino de técnicas fisioterapêuticas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Visando a avaliar os equipamentos *laser* de baixa potência contínuos, utilizados na prática fisioterapêutica, elaborou-se um roteiro de avaliação, tendo como base um formulário criado por Bertolini, Caldeira e Nohama (29), e Bertolini (30), fundamentado nas normas técnicas NBR IEC 601-2-22 (10), IEC 60825-1 (11) e TR IEC 60825-8 (12). Os equipamentos foram, então, selecionados, após levantamento realizado junto às clínicas, hospitais e laboratórios de fisioterapia de faculdades, em sete cidades paranaenses (Curitiba, Londrina, Maringá, Cascavel, Foz do Iguaçu, Umuarama e Toledo). As avaliações ocorreram no próprio local de uso do aparelho, por meio do preenchimento do roteiro de avaliação, composto por inspeções e medidas da potência irradiada.

Na seleção dos equipamentos, adotaram-se como critérios de inclusão na pesquisa de campo os emissores *laser* que se encontravam em uso na prática clínica e/ou ensino, configurando-se como de baixa potência e operando no modo “onda contínua”.

O número de emissores avaliados alcançou 31 equipamentos, produzidos por 5 fabricantes brasileiros distintos, assim discriminados: 13 equipamentos do fabricante A, 8 do fabricante B, 5 do fabricante C, 3 do fabricante D e 2 do fabricante E.

No roteiro de avaliação, inseriram-se quesitos sobre inspeções a serem realizadas no manual do proprietário, no equipamento, em protetores e ambiente de aplicação; e medidas da radiação emitida.

Com referência à inspeção do manual do equipamento, as informações pesquisadas foram:

- (1) instruções para montagem apropriada, manutenção efetuada pelo usuário e utilização segura do equipamento;
- (2) advertências claras sobre precauções para evitar possível exposição à radiação *laser* prejudicial;
- (3) informações sobre a distância nominal de risco ocular;
- (4) declaração da divergência do feixe¹;
- (5) declaração da duração de pulso¹;
- (6) declaração da máxima saída *laser*¹;
- (7) reproduções legíveis de todas as etiquetas e avisos de risco afixados ao equipamento;

¹ Os itens 4, 5 e 6 devem ser expressos em unidades do Sistema Internacional (SI), com nível de incerteza de medição cumulativo e de qualquer aumento esperado nas grandezas medidas em qualquer momento após a fabricação, adicionado aos valores medidos na época da fabricação.

- (8) informações e orientações para calibração regular;
- (9) especificação do equipamento de medição e a frequência em que o equipamento deve ser calibrado, e esclarecimento sobre as prescrições sobre a calibração regular;
- (10) indicação clara de todas as localizações de abertura do equipamento;
- (11) listagem dos controles, ajustes e procedimentos para operação e manutenção pelo usuário;
- (12) descrição dos sistemas de fornecimento de feixes, incluindo as características da saída;
- (13) nota alertando que o equipamento fora de uso deve ser protegido contra utilização não qualificada;
- (14) especificação para proteção dos olhos; e
- (15) informação sobre os riscos potenciais quando inserir, dobrar excessivamente ou segurar de forma não apropriada o cabo de fibra óptica.
Com respeito à inspeção do equipamento, os requisitos destacados foram:
- (16) etiqueta posicionada tão próxima quanto possível de cada abertura, similar ao símbolo de perigo do *laser*;
- (17) etiqueta explicativa de produto classe 3B, e rótulo explicativo dos perigos da exposição a esta classe de *laser*;
- (18) etiqueta mostrando saída máxima, duração do pulso e comprimento de onda;
- (19) indicador de ocorrência de emissão *laser*;
- (20) observação do estado dos cabos, principalmente próximos ao gabinete e saída de radiação;
- (21) chave controladora de saída *laser*;
- (22) dispositivo de alcance e visualização para desligar o equipamento em casos de urgência.
Com relação aos equipamentos utilizados para proteção, bem como o ambiente no qual se realizava a terapia, foram inspecionados quatro itens:
- (23) presença de protetor ocular;
- (24) área controlada de uso do equipamento *laser*;
- (25) sinais de aviso sobre advertências na aplicação do *laser* na área de uso;
- (26) proteção de janelas.

As normas recomendam a realização de um teste relacionado à potência liberada, não podendo apresentar incerteza maior que $\pm 20\%$ em relação ao valor nominal.

O teste realizado envolveu a medida de potência do feixe irradiado por meio do instrumento *PocketPower – Handheld Power Meter*, produzido pela Melles Griot®. As medidas foram feitas irradiando o feixe sobre o sensor do instrumento, constituído de uma célula de silício com 8 mm de diâmetro e exatidão de $\pm 5\%$. O instrumento possuía certificado de calibração válido durante o período dos testes realizados.

Inicialmente, a medida foi realizada ajustando o instrumento para o comprimento de onda especificado no equipamento sob teste. Após este ajuste, o seletor de comprimento de onda – potência (λ/W) era posicionado em medida (W), o equipamento *laser* ligado e após 30 s de emissão irradiava-se sobre o sensor do medidor de potência, por um período mínimo de 2 s. A fim de maximizar a exatidão e minimizar os riscos de reflexões, mantinha-se o feixe irradiado normal ao sensor, conforme ilustrado na Figura 1. Esse procedimento foi repetido por três medidas, com intervalo de 30 s entre cada uma, calculando-se a média das três.

Após a coleta dos dados, procedeu-se à análise dos resultados, verificando se o equipamento estava ou não em conformidade com as normas e, deste modo, recomendável para a aplicação terapêutica. A análise dos dados foi realizada de forma dicotômica para os itens inspecionados e de forma quantitativa para a potência, sendo apresentados na forma de estatística descritiva, utilizando-se para esta finalidade o programa *Excel 2000 Microsoft Office*®.



FIGURA 1 - Representação da realização do teste de potência, com a utilização do instrumento medidor de potência e da caneta emissora *laser*

RESULTADOS

Dentre os equipamentos avaliados, constatou-se que 19 emissores apresentavam comprimento de onda de 632,8 nm, tendo como substrato He-Ne; os outros 12 eram semicondutores, 6 emitiam em 830 nm, 5 em 670 nm e 1 em 658 nm.

Para 7 emissores, os dados relativos à inspeção de manual não foram coletados, pois não apresentavam manuais. Para os outros 24 emissores, os resultados são expressos na Tabela 1, a qual aponta que todos os manuais apresentavam apenas os itens 1 e 11, e não estavam presentes em nenhum manual avaliado os itens 3, 5, 8, 9, 13 e 15.

TABELA 1 - Itens avaliados na inspeção de manual

REQUISITOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Atendido	24	23	0	2	0	18	12	0	0	13	24	22	0	23	0
Não atendido	0	1	24	22	24	6	12	24	24	11	0	2	24	1	24
% atendido	100	95,83	0	8,33	0	75	50	0	0	54,17	100	91,67	0	95,83	0

Com respeito à inspeção dos equipamentos, os resultados também denotam uma lacuna em requisitos importantes que eles deveriam possuir, visto que todos os equipamentos estavam de acordo com as normas (Tabela 2) apenas no item 22.

TABELA 2 - Itens avaliados na inspeção de equipamento

REQUISITOS	16	17	18	19	20	21	22
Atendido	15	15	23	30	27	11	31
Não atendido	16	16	8	1	4	20	0
% atendido	48,39	48,39	74,19	96,77	87,10	35,48	100,00

Na inspeção de ambiente e protetores, os resultados mostram a ausência de alguns procedimentos para uso seguro do equipamento, visto que em nenhum dos itens havia o cumprimento das normas em todos os locais e protetores avaliados (Tabela 3).

TABELA 3 - Itens avaliados na inspeção de protetores e ambiente

LASER	23	24	25	26
Atendido	16	14	1	10
Não atendido	15	17	30	21
% atendido	51,61	45,16	3,23	32,26

Dentre os 31 emissores de radiação *laser* avaliados, apenas 12 (38,71%) apresentavam-se dentro da faixa de potência aceita pelas normas, ou seja, de $\pm 20\%$ da potência especificada pelo fabricante do equipamento. Desses equipamentos, 3 (9,68%) apresentaram-se no limite inferior do valor, considerando a incerteza de medida do instrumento de teste ($\pm 5\%$). Os resultados podem ser vistos na Tabela 4, por meio dos valores nominais indicados nos equipamentos, dos valores medidos e respectivas variações aceitas. Havia 19 (61,29%) equipamentos fora dos limites de potência aceitos, sendo 3 (9,68%) acima desse limiar e 16 (51,61%) abaixo. Em 4 (12,9%), não havia emissão de radiação.

TABELA 4 - Medida de potência dos equipamentos de emissão contínua, com valor observado

Total de equipamentos (mesma potência nominal)	Potência nominal (mW)	Potência média medida (mW)	Total de equipamentos em conformidade
1	2,5	1,85	0
8	3	0,88	1
10	5	3,29	0
11	30	26,89	10
1	40	38,9	1

DISCUSSÃO

Os resultados apresentados ilustram um pequeno retrato da realidade dos equipamentos de *laser* fisioterapêuticos em uso corrente em cidades paranaenses, os quais, em sua maioria, apresentaram-se fora de conformidade com as normas, não cumprindo com os requisitos de manual, equipamento, ambiente e protetores, além da enorme discrepância na potência emitida.

Os responsáveis pelos equipamentos alegaram inúmeros motivos para a ausência de manual, tais como: perda, compra do equipamento usado sem o manual e manutenção do manual em endereço diferente daquele onde se utiliza o equipamento. Tal fato aponta para a falta de conhecimento técnico por parte do fisioterapeuta, pois a ausência de manuais mostra o descaso com informações essenciais para o correto uso e manutenção adequada do equipamento. Isso pode indicar também uma confiança cega na indústria, o que é extremamente perigoso, visto que no Brasil os produtos lançados no mercado nem sempre se mostram confiáveis (7, 28).

Porém mesmo quando os manuais estavam presentes, a falta de vários requisitos sinaliza a ausência de informações básicas para a manutenção dos equipamentos, mostrando descaso dos fabricantes quanto ao fornecimento de informação ao usuário sobre a forma adequada de realizar a manutenção dos seus aparelhos e a proteção contra possíveis exposições à radiação *laser*.

A pouca informação contida sobre esses itens no manual do equipamento corrobora para que o fisioterapeuta não atente para a necessidade de avaliar seu equipamento periodicamente. Por outro lado, sua formação acadêmica não raras vezes negligencia a importância da manutenção preventiva dos equipamentos usados (elétricos, mecânicos ou químicos) por meio da qual se verifica a conformidade com as especificações técnicas informadas. Guirro et al. (4) afirmam que o fisioterapeuta apresenta uma lacuna com relação aos procedimentos metrológicos rotineiros e Guirro e Santos (31) inferem ainda que há uma lacuna de cultura entre os usuários e um número restrito de equipamentos e laboratórios disponíveis para a certificação de equipamentos. Brandt e Gewehr (32) enunciam que os profissionais da fisioterapia desconhecem os procedimentos sobre ajustes técnicos, diminuindo, assim, a qualidade e eficácia dos tratamentos. Artho et al. (6) apontam para a necessidade dos profissionais que utilizam equipamentos terem maior consciência da utilização segura deles e, para isso, salientam que a educação curricular deveria priorizar a necessidade de manutenções periódicas dos equipamentos.

Na seção do roteiro relativa à inspeção do equipamento, foram avaliados sete requisitos, para os quais se detectaram falhas importantes, principalmente, relacionadas à falta de etiquetas, o que compromete o uso seguro do equipamento. Porém, é preciso relatar que por se tratarem de equipamentos usados, e alguns deles antigos, certas etiquetas poderiam ter estado presentes quando novos e, com a sua manipulação, pode ter ocorrido deterioração, descolagem e sumiço. Todavia, se houvesse um serviço adequado de manutenção periódica, teriam sido repostos.

Com respeito à inspeção do ambiente e equipamentos de proteção, foram avaliados quatro itens relacionados à proteção contra radiação prejudicial e os resultados mostraram um número muito reduzido de protetores na realização da terapia. Esses fatos indicam que o fisioterapeuta nem sempre dispensa o cuidado necessário com a radiação espalhada.

Segundo Silva e Gewehr (2), a utilização contínua de equipamentos sem a realização de procedimentos de prevenção e de rotina possibilita que eles estejam sempre na iminência de fornecer parâmetros diferentes dos programados ou até interromper seu funcionamento. Por essa razão, Calil e Bottesi (33) enfatizam a importância da realização de manutenção preventiva, visando a manter um padrão mínimo de desempenho e garantia de funcionamento seguro e contínuo, conseqüentemente, prolongando a vida útil do equipamento e reduzindo os próprios custos da manutenção corretiva.

Guiro e Santos (31) realçam a importância da realização de verificações periódicas nos equipamentos, dando ao fisioterapeuta um recurso com maior confiabilidade e produzindo, assim, terapias mais eficientes. Afirmam que uma pesquisa científica utilizando equipamentos fisioterapêuticos é confiável somente quando realizada após os ensaios de verificação de desempenho desses equipamentos. Silva Filho aponta para a necessidade do fisioterapeuta perceber que equipamentos elétricos falham e, por isso, necessitam de manutenção preventiva. Além disso, devido à necessidade de pesquisas dentro do campo

da eletrotermofototerapia, caso o equipamento utilizado não esteja confiável, tudo que resultar da ação dele também não será confiável (28).

Equipamentos não-calibrados e com intensidades acima das especificadas podem causar lesões teciduais e, quando geram energias muito baixas, tornam-se ineficazes, acarretando, em ambos os extremos, prejuízos ao paciente (32).

Segundo Ihara et al. (34) e Bettiati et al. (35), após períodos prolongados de uso, ocorre degradação dos meios produtores de radiação *laser*, diminuindo a potência de radiação emitida pelo equipamento. Por isso, a verificação periódica dos equipamentos *laser* utilizados na área da saúde deveria tornar-se uma prática rotineira, visto que apenas deste modo pode-se alcançar uma aplicação realmente funcional desse método terapêutico.

Na pesquisa de campo realizada, o estado de emissão dos equipamentos mostrou-se alarmante, pois 61,29% dos equipamentos apresentaram níveis de potência fora dos limites estabelecidos. Em três casos, a potência foi superior ao limite permitido (20%); em 12, a emissão foi inferior e, em quatro, não houve emissão alguma de radiação. Esses equipamentos conduzem a terapias com erros dosimétricos, comprometendo os efeitos esperados da radiação, tanto com possibilidade de que a potência utilizada seja maior do que a devida ou, como na maioria dos casos, emitir doses abaixo daquelas necessárias para a terapia, o que pode acarretar em desvios na curva de Arndt-Schultz, tanto para hipotativação celular, quanto para a inibição celular (36).

Frente a tal problemática, somam-se as implicações éticas, visto que o paciente geralmente paga por este serviço e, em troca, não estará recebendo uma terapia adequada (7); além de implicações legais, pois tal cliente é amparado pelo código de defesa do consumidor e, como está recebendo um serviço com vícios de qualidade, terá direito à restituição de valores e de serviços (37).

Por fim, existe ainda uma implicação sobre a profissão fisioterapia que, devido ao seu recente reconhecimento, necessita que esforços sejam realizados, visando a comprovar sua importância e, para atingir esse objetivo, são necessários profissionais sérios e éticos, atuando de forma responsável e com conhecimento técnico e científico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do total de 31 emissores avaliados, quanto à inspeção de manual, nenhum deles apresentou todos os requisitos necessários. Na inspeção de equipamento, protetores e ambiente, houve ausência de requisitos, como etiquetas, chaves e áreas controladas para uso do *laser*. Apenas 38,71% dos equipamentos emitiam radiação *laser* dentro da faixa de potência recomendada pelas normas.

Além dos aspectos técnicos descritos neste artigo, o trabalho realizado anuncia um alerta aos profissionais da saúde, pacientes, população em geral e aos órgãos públicos responsáveis pelo gerenciamento e controle de qualidade e acreditação de clínicas e hospitais sobre as precárias condições em que estão operando os equipamentos *laser* fisioterapêuticos em algumas cidades do Estado do Paraná, e que certamente refletem a situação no Brasil, requerendo, portanto, uma atitude enérgica no sentido de reduzir a incidência dessa lamentável realidade, pois equipamentos nessas condições lesam a população tanto no que tange ao tratamento recebido quanto aos aspectos éticos e financeiros envolvido, induzindo ao descrédito por apresentarem resultados inconsistentes, irrelevantes ou mesmo lesivos.

REFERÊNCIAS

1. Alvarenga AV, Machado JC, Pereira WC. A. Implementação do protocolo para a obtenção de parâmetros do feixe acústico de transdutores ultra-sônicos usados em medicina. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica. 2001; 17(3):151-63.

2. Silva RFA, Gewehr PM. Avaliação de ventiladores pulmonares através de parâmetros de normas. Anais do 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica; 2000; Florianópolis. Florianópolis: CBEB; 2000. p. 337-40.
3. Vieira LCV, Souza MN, Nohama P. Avaliação de estimuladores elétricos transcutâneos (TENS). Anais do 18º Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica 2002; São José dos Campos. São José dos Campos: CBEB; 2002.
4. Guirro R, Serrão F, Elias D, Bucalon AJ. Calibration of acoustic intensity of therapeutic ultrasound equipment in use in the city of Piracicaba. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 1997; 2 (1):35-7.
5. Ishikawa NM, Alvarenga AV, Paes LFC, Pereira WCA, Machado JC. Avaliação de equipamentos de ultrassom para fisioterapia segundo a norma IEC 1689 da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Anais do 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica 2000; Florianópolis, Florianópolis: CBEB; 2000. p. 326-30.
6. Artho PA, Thyne JG, Warring BP, Willis CD, Brismée JM, Latman NS. A calibration study of therapeutic ultrasound units. *Physical Therapy*. 2002; 82(3):257-63.
7. Guirro R, Santos SCB. Evaluation of the acoustic intensity of new ultrasound therapy equipment. *Ultrasonics*. 2002; 39:553-7.
8. Formiga YMN, Ishikawa NM, Vieira CRS, Pereira WCA. Metodologia para ensaio de temperatura excessiva em aparelhos de ultra-som para fisioterapia. Anais do 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica 2000; Florianópolis. Florianópolis: CBEB; 2002.
9. Pedroso JCL, Ferreira Filho JA. Desenvolvimento de um programa de segurança elétrica e avaliação de desempenho para equipamentos eletromédicos baseado nas normas da família NBR IEC 60601. Anais do 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica 2000; Florianópolis. Florianópolis: CBEB; 2000. p. 449-54.
10. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR IEC 601-2-22: Equipamento eletromédico: prescrições particulares para a segurança de equipamento terapêutico e de diagnóstico a laser. Rio de Janeiro, 1997. (Pt. 2).
11. IEC. IEC 60825-1: Safety of laser products: equipment classification, requirements and user's guide. 1ª e 2ª ed. Switzerland; 2001. (Pt. 1).
12. IEC. IEC TR 60825-8: Safety of laser products: guidelines for the safe use of medical laser equipment. Switzerland; 1999. (Pt. 8).
13. Weis LC, Arieta A, Souza J, Guirro RR. Utilização do laser de baixa potência nas clínicas de fisioterapia de Piracicaba, São Paulo. *Fisioterapia Brasil*. 2005; 6(2):124-9.
14. Guerino MR, Baranauskas V, Guerino AC, Parizotto N. Laser treatment of experimentally induced chronic arthritis. *Applied Surface Science*. 2000; 154-155:561-4.
15. Ciconelli KPC, Del Lama CM, Braga CA, Berro RJ, Lizarelli RFZ, Cedroni ACC. Bioestimulação óssea utilizando laser de baixa densidade de potência diodo semiconductor 830 nm em caso de micro mini implante. *Jornal Brasileiro de Odontologia Clínica*. 1998; 2(11):39-42.
16. Eduardo CP, Cecchini RCM, Cecchini SCM. O papel coadjuvante do Nd:YAG laser na endodontia. Caso clínico. *Revista da Associação Brasileira de Odontologia Nacional*. 1993; 1(2):102-4.
17. Jimbo K, Noda K, Suzuki K, Yoda K. Suppressive effects of low-power laser irradiation on bradykinin evoked action potentials in cultured murine dorsal root ganglion cells. *Neuroscience Letters*. 1998; 240(2):93-6.

18. Walker J. Relief from chronic pain by low power laser irradiation. *Neuroscience Letters*. 1983; 43(2-3):339-44.
19. Bolognoni L, Fantin AMB, Franchini A, Volpi N, Venturelli T, Conti AMF. Effects of low-power 632 nm radiation (HeNe laser) on a human cell line: influence on adnylnucleotides and cytoskeletal structures. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 1994; 26(3):257-64.
20. Carnevalli CMM, Pacheco-Soares C, Zângaro RA. Reparação cicatricial de *Rattus albinus wistar* irradiada com laser de hélio-neônio (He-Ne). *Anais do 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica*. 2000. Florianópolis. Florianópolis: 2000. p. 1464-6.
21. Havlik I. Use of low level laser therapy (LLLT) in gynaecology and obstetrics. *Laser Partner Clinixperience*. [serial on the Internet]. 2000 [cited 2005 21 nov]; 14:3. Available from: <http://web.medicom.cz/laserpartners/en/laserpartner14.htm>.
22. Prochazka M. Some clinical observations after ten years of laser (LLLT) rehabilitation practice. *Laser Partner Clinixperience* [serial on the Internet]. 2000 [cited 2005 21 nov]; 11:3. Available from: <http://web.medicom.cz/laserpartners/en/laserpartner11.htm>.
23. Batanouny ME, Korraa S, Fekry O. Mitogenic potential inducible by He: Ne laser in human lymphocytes in vitro. *Journal of Photochemistry and Photobiology. B: Biology*. 2002; 68(1):1-7.
24. Colls J. *La Terapia Laser, hoy*. Barcelona: Meditec; 1984.
25. Borges DS, Moretti JA, Parizotto NA, Chagas EF. Influência do laser de arseneto de gálio (AsGa) sobre a dor no modelo experimental de contorção abdominal em camundongos. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 1996; 1(1):1-7.
26. Maegawa Y, Itoh T, Hosokawa T, Yaegashi K, Nishi M. Effects of near-infrared low-level laser irradiation on microcirculation. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2000; 27(5):427-37.
27. Pansini M. Avaliação de requisitos de segurança em lasers terapêuticos de baixa intensidade. [dissertação]. São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2001.
28. Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Equipamentos de fisioterapia: ordem no caos. *O COFFITO*. 2001; 11:23-6.
29. Bertolini GRF, Caldeira, LCF; Nohama, P. Proposta de Avaliação dos Equipamentos de Laserterapia Baseada nas Normas IEC 60601-2-22, IEC 60825-1 e IEC 60825-8. *Anais do 18º Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica*; 2002; São José dos Campos. São José dos Campos: CBEB; 2002. p. 6.
30. Bertolini GRF. Proposta de ensaios e avaliação de equipamentos laser de baixa potência empregados em fisioterapia [dissertação]. Curitiba: Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná; 2003.
31. Guirro R, Santos SCB. A realidade da potência acústica emitida pelos equipamentos de ultra-som terapêutico: uma revisão. *Revista de Fisioterapia da Universidade de São Paulo*. 1997; 4(2):76-82.
32. Brandt AC, Gewerh PM. Programa de verificação da qualidade de equipamentos de ultra-som terapêuticos. *Anais do Metrosul*. 2002; Curitiba: 2002. 5 p.
33. Calil SJ, Bottesi MST. Gerenciamento da Manutenção de Equipamentos Hospitalares – Saúde & Cidadania. São Paulo: Fundação Peirópolis; 2002.
34. Ihara A, Ohno Y, Takeda S, Nagao S, Diffily D, Satoh Y, et al. Point defect reaction in (Al)GaInP STQW lasers enhanced by laser operation. *Physica B: Condensed Matter*. 1999; 273-274:1050-3.

35. Bettiati M, Starck C, Pommies M, Broqua N, Gelly G, Avella, et al. Gradual degradation in 980 nm InGaAs/AlGaAs pump lasers. *Material Science & Engineering B*. 2002; 91-92:486-90.
36. Baxter GD. *Therapeutic lasers theory and practice*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1994.
37. Eduardo MBP, Miranda ICS. *Vigilância Sanitária – Saúde & Cidadania*. São Paulo: Fundação Peirópolis; 1998.

Recebido em: 27/01/2006
Received in: 01/27/2006

Aprovado em: 20/05/2007
Approved in: 05/20/2007