

# Aferição dos equipamentos de laser de baixa intensidade\*

## Calibration of low-level laser therapy equipment

Thiago Y. Fukuda<sup>1,2</sup>, Julio F. Jesus<sup>1</sup>, Marcio G. Santos<sup>1</sup>, Claudio Cazarini Junior<sup>2</sup>, Maury M. Tanji<sup>3,4</sup>, Helio Plapler<sup>2</sup>

### Resumo

**Contextualização:** A laserterapia de baixa intensidade (LBI) vem sendo cada vez mais utilizada, porém ainda não há consenso na literatura quanto ao tempo em que os equipamentos devem ser submetidos à aferição ou calibragem. **Objetivo:** Analisar a potência média real (PmR) dos equipamentos de LBI na região da Grande São Paulo. **Métodos:** Para análise dos equipamentos, utilizou-se um potenciômetro (Lasercheck), próprio para aferição de equipamentos contínuos, o qual foi programado com dados referentes ao comprimento de onda do laser a ser avaliado, obtendo-se assim a PmR emitida. Os equipamentos foram analisados de duas formas: uma, com o LBI desaquecido, e outra, após 10 minutos de uso (aquecido), sendo que três análises foram feitas para cada condição. A caneta emissora foi acoplada ao potenciômetro, o qual fornecia a PmR emitida pelo LBI. Todos os dados e informações referentes à aplicação do laser foram coletados por um questionário respondido pelos responsáveis. **Resultados:** Os 60 equipamentos avaliados mostraram déficit na PmR com os equipamentos desaquecidos e aquecidos. A análise estatística (ANOVA) mostrou diminuição significativa ( $P < 0,05$ ) da PmR aferida em relação à potência média do fabricante (PmF). Em média, a dose mais empregada nas clínicas foi de 4 J/cm<sup>2</sup>, tendo os efeitos de cicatrização e anti-inflamatório como os mais desejados. Segundo a *World Association for Laser Therapy* (WALT), para atingir esse efeito, necessita-se de 1 a 4 J de energia final, sendo que apenas um dos 60 aparelhos conseguiria atingir a janela terapêutica preconizada. **Conclusão:** Os equipamentos de LBI apresentam um déficit acentuado na PmR, o que mostra uma desordem na utilização desse recurso. Neste estudo, observou-se a necessidade de aferição periódica dos aparelhos de LBI bem como melhor conhecimento técnico dos profissionais envolvidos.

**Palavras-chave:** terapia laser de baixa intensidade; aferição; calibragem.

### Abstract

**Background:** Despite the increase in the use of low-level laser therapy (LLLT), there is still a lack of consensus in the literature regarding how often the equipment must be calibrated. **Objective:** To evaluate the real average power of LLLT devices in the Greater São Paulo area. **Methods:** For the evaluation, a LaserCheck power meter designed to calibrate continuous equipment was used. The power meter was programmed with data related to the laser's wavelength to gauge the real average power being emitted. The LLLT devices were evaluated in two ways: first with the device cooled down and then with the device warmed up for 10 minutes. For each condition, three tests were performed. The laser probe was aligned with the power meter, which provided the real average power being emitted by the LLLT device. All of the data and information related to the laser application were collected with the use of a questionnaire filled in by the supervising therapists. **Results:** The 60 devices evaluated showed deficit in real average power in the cooled-down and warmed-up condition. The statistical analysis (ANOVA) showed a significant decrease ( $p < 0.05$ ) in the real average power measured in relation to the manufacturer's average power. On average, the most common dose in the clinics was 4 J/cm<sup>2</sup>, and the most desired effects were healing and anti-inflammatory effects. According to the World Association for Laser Therapy (WALT), 1 to 4 J of final energy are necessary to achieve these effects, however only one device was able to reach the recommended therapeutic window. **Conclusion:** The LLLT devices showed a deficit in real average power that emphasized a lack of order in the application of this tool. The present study also showed the need for periodical calibration of LLLT equipment and a better technical knowledge of the therapists involved.

**Key words:** low-level laser therapy; gauging; calibration.

**Recebido:** 16/02/2009 – **Revisado:** 29/06/2009 – **Aceito:** 21/10/2009

<sup>1</sup> Setor de Fisioterapia, Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Paulo (ISCMSp), São Paulo (SP), Brasil

<sup>2</sup> Cirurgia e Experimentação, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo (SP), Brasil

<sup>3</sup> Laboratório de Investigação Médica em Dermatologia e Imunodeficiência (LIM56), Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo (FMUSP), São Paulo (SP), Brasil

<sup>4</sup> Universidade do Grande ABC (UNIABC), Santo André (SP), Brasil

**Correspondência para:** Thiago Yukio Fukuda, Setor de Fisioterapia, Santa Casa de São Paulo, Rua Dr. Cesário Motta Jr., 112, Santa Cecília, CEP 01221-020, São Paulo (SP), Brasil, e-mail: tfukuda10@yahoo.com.br; tfukuda@scamilio.br

\*A análise parcial desta pesquisa foi apresentada e premiada como um dos dez melhores trabalhos na Sessão de Pôsteres do VI Congresso da Sociedade Brasileira de Laser e PDT 2008.

## Introdução

A terapia a laser de baixa intensidade (LBI) vem sendo investigada e utilizada clinicamente há mais de 30 anos, o que justifica o crescente interesse pelos efeitos do laser e a significativa quantidade de publicações científicas encontradas na literatura mundial<sup>1-3</sup>. Portanto, faz-se necessário que o usuário do equipamento tenha um conhecimento dos princípios físicos e bioquímicos para um melhor aproveitamento dos seus recursos.

Os equipamentos de LBI podem ter saída tanto pulsada quanto contínua, e os comprimentos de ondas mais comumente utilizados na sua prática variam de 630 nm a 1300 nm, incluindo, dessa forma, espectros de luz visível e não-visível (infravermelho)<sup>1</sup>.

Segundo estudos realizados *in vitro*, os efeitos da luz ativam mecanismos de controle metabólico celular. Esses mecanismos envolvem aceleração da cadeia de transporte de elétrons, aumento da síntese de adenosina trifosfato (ATP) e redução do pH intracelular. Essas reações formam as bases dos efeitos de LBI<sup>4-6</sup>.

Estudos laboratoriais, realizados na sua maioria em animais, expõem fortes evidências de que o LBI tem capacidade de modular processos inflamatórios e aliviar quadros algícos agudos desencadeados por lesões em tecidos moles. Essa atuação pode ocorrer por meio da diminuição da condução nervosa, liberação de opióides endógenos, aumento da angiogênese e conseqüentemente da microcirculação local<sup>7,8</sup>. Além disso, teria efeitos inibitórios da liberação de prostaglandinas, níveis de citocinas, da cicloxigenase (Cox2) bem como efeitos de aceleração da proliferação celular, síntese de colágeno e reparo tecidual<sup>9,10</sup>.

No entanto, vários pontos ainda precisam ser esclarecidos e padronizados para uma utilização segura e eficaz. Alguns desses tópicos se relacionam ao tipo de LBI, comprimento de onda e dose empregada, que podem alterar os efeitos desejados durante a aplicação de tal recurso<sup>1</sup>.

De acordo com Fukuda e Malfatti<sup>11</sup>, muitos terapeutas e pesquisadores têm-se baseado na definição da dose do laser pela densidade energética ou fluência ( $\Delta E$ ), porém a grande variedade de equipamentos de LBI pode levar a diferença nos resultados terapêuticos encontrados por fornecerem parâmetros que variam de acordo com o fabricante. Dessa maneira, há uma dificuldade ainda maior em relação à reprodutibilidade clínica dessas pesquisas, pois, ao se utilizarem os mesmos valores em diferentes equipamentos, diferenças na energia total emitida ao tecido podem ser encontradas.

Outros aspectos importantes na variabilidade dos resultados clínicos e na qualidade dos tratamentos propostos são as falhas eletrotécnicas dos equipamentos de LBI, assim como

a quantidade de energia que está sendo fornecida ao tecido. Ainda não há uma grande preocupação por parte dos terapeutas e fabricantes sobre a frequência com que esses equipamentos devem ser submetidos a serviços de calibragem e aferição<sup>12-14</sup>.

Pensando nisso, o objetivo deste estudo foi analisar a potência média real (PmR) dos equipamentos de LBI e as doses terapêuticas aplicadas durante a utilização clínica desse recurso em clínicas, consultórios, ambulatórios, universidades e hospitais situados na região da Grande São Paulo.

## Materiais e métodos

### Levantamento dos equipamentos de LBI

Este foi um estudo de aferição de equipamentos de LBI utilizados em clínicas, consultórios, ambulatórios, universidades e hospitais com o serviço de Fisioterapia na região da Grande São Paulo. Em princípio, 261 estabelecimentos foram localizados por meio de livretos de convênios, sites de busca na internet e conhecimentos pessoais dos avaliadores, sendo eles contactados por telefone ou visita pessoal. Apenas 140 possuíam equipamentos de LBI, sendo que 52 não puderam ser avaliados por falta de permissão do responsável ou porque o equipamento estava em manutenção.

Nos 88 estabelecimentos onde foram realizadas as análises, 127 equipamentos foram encontrados, sendo 60 selecionados para avaliação por terem sua forma de emissão contínua. Eles foram divididos em sete marcas (seis nacionais e um importado) sendo 11 modelos diferentes. Além disso, 13 equipamentos apresentavam laser vermelho (oito equipamentos com comprimento de onda de 660 nm e cinco equipamentos com 670 nm) e 47 infravermelho (dez com comprimento de onda de 808 nm, 26 com 830 nm e 11 com 850 nm) (Figura 1).

Foram incluídos na análise os equipamentos de LBI em totais condições de uso, com tempo mínimo de utilização de três meses e que estivessem sendo utilizados na abrangência da Fisioterapia.

### Questionário

Para a coleta dos dados, foi elaborado um questionário para ser respondido antes dos procedimentos, contemplando informações do equipamento como: marca, modelo, cor do laser, potência média fornecida pelo fabricante (PmF) e comprimento de onda. Também foram elaboradas questões direcionadas ao principal operador do LBI, como: principal efeito terapêutico pretendido em suas aplicações, dose programada para alcançar tal finalidade<sup>15</sup>, informações quanto

ao conhecimento da necessidade de aferição e se os mesmos já haviam sido submetidos à manutenção e calibragem. As informações foram coletadas dos manuais de operação dos respectivos equipamentos; porém, para aquelas não encontradas, realizou-se também contato telefônico e/ou por internet com as empresas responsáveis.

## Procedimentos

Antes da coleta dos dados, foi entregue ao responsável pelo equipamento um termo de consentimento livre e esclarecido, contemplando a ausência de riscos físicos ao equipamento, danos morais ou despesas aos responsáveis.

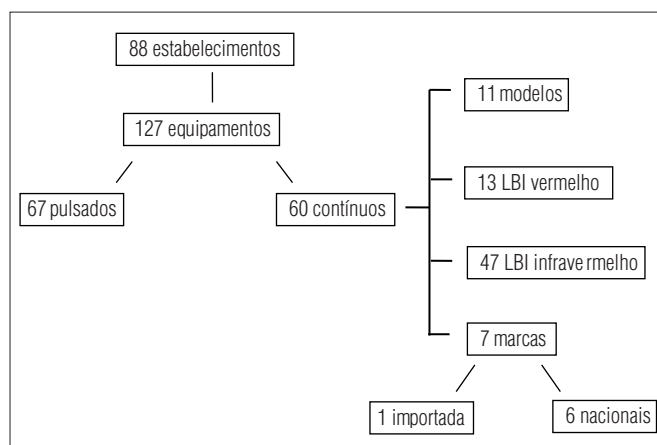
A aferição da PmR foi realizada por meio de um potenciômetro (*Lasercheck - Coherent*) que, previamente ao estudo, foi calibrado pelo fabricante, sendo fornecido um certificado de acurácia de +/- 5%. Ele possui uma faixa de abrangência entre 400 e 1064 nm de comprimento de onda e destina-se à avaliação de equipamentos de emissão contínua. Esse aferidor possui uma lente protetora utilizada em equipamentos com uma PmF acima de 10 mW. Abaixo desse nível, a lente protetora era mantida aberta, segundo instruções do fabricante.

Padronizou-se que todos os equipamentos seriam analisados de duas maneiras: a primeira, imediatamente ligados (desaquecidos), e a segunda, após 10 minutos de utilização (aquecidos). Foram realizadas três análises para o equipamento aquecido e três para o equipamento desaquecido, calculando-se a média para cada condição. Também foi feita a limpeza da lente da caneta emissora com uma gaze descartável e um cotonete umedecidos em álcool etílico hidratado, e procurou-se realizar a análise em um local com menor clareza possível para evitar interferência luminosa.

Para o início da análise, a dose foi programada de duas maneiras, devido ao fato de os equipamentos possuírem formas de emissão diferentes (densidade de energia e energia final). Com isso, salienta-se que a diferença na forma de emissão não interferiu na coleta dos dados, já que o parâmetro analisado foi a PmR do equipamento em comparação com a PmF. Sendo assim, após execução do projeto-piloto, padronizou-se como parâmetro a dose de 4 J ou 4 J/cm<sup>2</sup>, dependendo da forma de emissão de cada equipamento.

Em seguida, o potenciômetro foi ajustado quanto ao comprimento de onda referente a cada equipamento, e a caneta emissora era acoplada em um ângulo de 90°, sendo realizado o disparo e simultaneamente ligado o potenciômetro, o qual fornecia a PmR emitida pelo LBI (Figura 2).

Esses valores de PmR foram também enquadrados nas normas vigentes da Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), que permite uma variação na saída dos equipamentos de, no máximo, 20%<sup>12-14</sup>.



**Figura 1.** Diagrama com o modelo do estudo em relação ao levantamento dos equipamentos.



**Figura 2.** Simulação da análise de um equipamento de LBI e a consequente aferição da PmR pelo potenciômetro.

## Projeto-piloto

Foi realizado um estudo prévio para padronizar a dose a ser aferida em todos os equipamentos. Diferentes doses de energia foram testadas (2, 4 e 6 J) em um mesmo equipamento de LBI com PmF igual a 100 mW e comprimento de onda de 808 nm.

Após análise dos dados, não foi encontrada diferença significativa na PmF aferida nas doses descritas ( $P=0,2$ ). Portanto, para aferição da PmR, padronizou-se utilizar dose de energia de 4 J ou 4 J/cm<sup>2</sup>, selecionando-se tal parâmetro por apresentar tempo de exposição radiante compatível com a realização de todo o procedimento de aferição. Com essa dose selecionada, a análise não ultrapassaria 15 minutos, evitando transtornos ao estabelecimento.

Ainda, dentre esses procedimentos, foi feita uma análise estatística pelo Teste T para amostras independentes ( $P=0,80$ ), comparando os dois avaliadores, e também o Teste de Correlação

Intraclasse (ICC=0,81). Dessa forma, considerou-se que ambos os examinadores estavam aptos a realizar tal mensuração.

## Análise dos dados

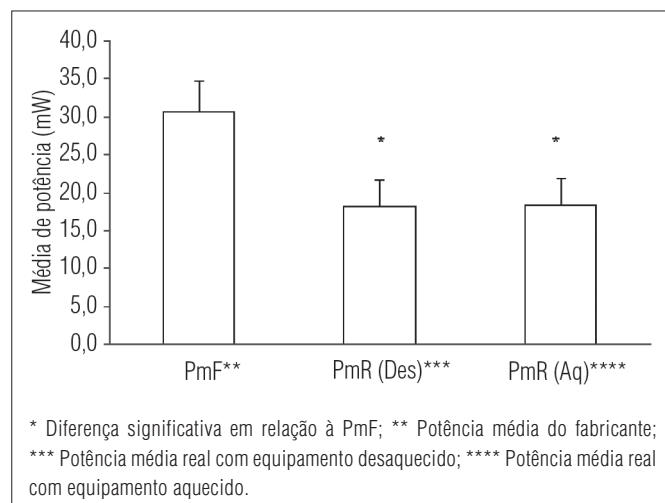
Para melhor entendimento e aproveitamento da análise, os equipamentos foram divididos em quatro grupos de acordo com o tempo de uso: grupo I, até 2 anos e 6 meses (n=18); grupo II, até 5 anos (n=12); grupo III, até 7 anos e 6 meses (n=10) e grupo IV até 10 anos (n=20).

Após a coleta dos dados, foi utilizado o programa estatístico *Graph Pad Instat* para processamento. Em princípio, foi realizado o Teste de *Kolmogorov-Smirnov* (K-S) para verificação da normalidade dos dados, com significância de 5%, sendo que se optou por um teste não-paramétrico por análise de variância (ANOVA) com o pós-teste de *Friedman*, para comparar a PmF, PmR (aquecido) e PmR (desaquecido).

## Resultados

A média da PmF foi de 30,7 mW, a PmR dos equipamentos desaquecidos foi de 18,1 mW e dos aquecidos, 18,3 mW. A correlação entre a PmF e a PmR, incluindo todos os equipamentos desaquecidos, mostrou-se extremamente significativa ( $P < 0,001$ ). O mesmo se deu na comparação entre a PmF e a PmR com os equipamentos aquecidos ( $P < 0,001$ ) (Figura 3). A porcentagem de déficit da PmR em relação à PmF com os equipamentos desaquecidos foi de 64,3%, e com os equipamentos aquecidos foi de 63,7% (Tabela 1).

Os resultados da análise mostraram que dentre os 60 equipamentos aferidos, somente oito enquadravam-se nos padrões de regularidade pré-definidos pela ABNT<sup>12,14</sup>, portanto,



**Figura 3.** Potência média (média  $\pm$  EPM) dos equipamentos para as três condições avaliadas.

52 equipamentos apresentavam PmR fora dessa margem de regularidade.

As análises pelo tempo de utilização da PmR com a PmF mostraram os seguintes déficits médios: grupo I: 34,73%; grupo II: 65%; grupo III: 68,40% e o grupo IV: 90,70%.

A  $\Delta E$  mais comumente utilizada pelos aplicadores foi  $4 J/cm^2$  por ponto, sendo que os efeitos terapêuticos mais pretendidos foram cicatríciais e anti-inflamatórios.

Salienta-se que, dos 18 equipamentos do grupo I, somente dois haviam passado por manutenção, e seis estavam dentro da margem de regularidade da ABNT. No questionário realizado com os terapeutas, encontrou-se que 16 utilizavam a dose em  $\Delta E$ , e dois usavam energia total, sendo que nenhum conseguiu atingir a janela terapêutica desejada.

No grupo II, dentre os 12 equipamentos, somente seis haviam passado por manutenção, e apenas um estava dentro dos padrões da ABNT. Todos os terapeutas utilizavam a dose em  $\Delta E$ , e nenhum equipamento conseguiu atingir a janela terapêutica.

Nos dez equipamentos do grupo III, sete passaram por manutenção, porém nenhum estava dentro dos padrões da ABNT. Como observado no grupo anterior, todos utilizavam a dose em  $\Delta E$ , e nenhum equipamento atingiu a janela terapêutica. Para o grupo IV, dentre os 20 equipamentos, somente dez haviam passado por manutenção, e um estava dentro da margem de regularidade; a dose usada foi em  $\Delta E$ , e somente um equipamento conseguiu alcançar a janela terapêutica desejada (Tabela 2). Vale lembrar que a distribuição em quatro grupos foi utilizada apenas para a análise dos dados contidos no questionário, não sendo mantida, portanto, para a aferição da PmR.

**Tabela 1.** Resultados das avaliações realizadas nas três condições.

N	Tipo	V *	I.V. **	PmF <sup>a</sup>	PmR <sup>b</sup>	PmR <sup>b</sup>	Déficit	Déficit
				(mW)	(mW) Des+	(mW) Aq++	Des+(%)	Aq++(%)
60	13	47		30,7 ( $\pm 4$ )	18,1 ( $\pm 3,6$ )	18,3 ( $\pm 3,6$ )	64,3 ( $\pm 4,6$ )	63,7 ( $\pm 4,6$ )

\* Vermelho; \*\* infravermelho; <sup>a</sup> potência média do fabricante; <sup>b</sup> potência média real; + desaquecido; ++ aquecido.

**Tabela 2.** Informações sobre os dados contidos no questionário, distribuindo os equipamentos em quatro grupos.

Grupos	Tempo de Uso	n	ABNT	Janela Terapêutica (WALT)
Grupo I	Até 2 anos e 6 meses	18	6 dentro dos padrões	18 não atingem
Grupo II	Até 5 anos	12	1 dentro dos padrões	12 não atingem
Grupo III	Até 7 anos e 6 meses	10	0 dentro dos padrões	10 não atingem
Grupo IV	Até 10 anos	20	1 dentro dos padrões	1 atinge / 19 não atingem

## Discussão

Este estudo teve como objetivo mostrar a atual condição dos equipamentos de LBI utilizados em clínicas e consultórios de Fisioterapia na região da Grande São Paulo, sendo que se encontrou uma desordem na utilização e manutenção desse recurso terapêutico. Evidências mostram que os equipamentos encontram-se fora dos padrões de normalidade dos órgãos de vigilância dos equipamentos eletrônicos e que há falta de conhecimento técnico dos profissionais na escolha da dose ideal, tipo de laser e métodos para alcançar o real efeito terapêutico desejado.

Após períodos prolongados de uso, os equipamentos de LBI tendem a sofrer degradação dos meios produtores de radiação laser, diminuindo a potência de radiação emitida pelo equipamento<sup>16</sup>. Por isso, a verificação anual de tais equipamentos deveria ser realizada de acordo com as especificações encontradas nos manuais fornecidos pelos fabricantes, visto que, apenas desse modo, pode-se alcançar uma aplicação realmente funcional desse método terapêutico. Tendo em vista que equipamentos eletromédicos podem vir a apresentar falhas de utilização com o passar dos anos, há uma grande dificuldade em saber quando e como as falhas irão ocorrer, ou até mesmo como prevenir esse fato<sup>12-14</sup>.

A análise feita neste estudo comprova o real quadro dos equipamentos de LBI, em que se salienta que a minoria dos aparelhos analisados haviam passado por calibração ou aferição, comprometendo ainda mais a qualidade e eficácia do tratamento proposto.

Em relação às normas NBR IEC 601-2-22, IEC 60825-1 e Relatório Técnico 60825-8 IEC da ABNT, que recomendam que o LBI não apresente incerteza maior que  $\pm 20\%$  em relação ao valor nominal da potência do fabricante<sup>12-14</sup>, observou-se, neste estudo, que dos 60 aparelhos avaliados, apenas oito encontravam-se dentro desses padrões. Na avaliação da PmF em relação a PmR notou-se uma diferença de 64%, evidenciando a desordem na utilização desse recurso. Dessa forma, explica-se o porquê de somente um aparelho atingir a janela terapêutica preconizada pela *World Association for Laser Therapy* (WALT)<sup>15</sup>.

Em relação à forma de aplicação, a grande maioria dos terapeutas utilizava a dose baseada na  $\Delta E$ . Dos 60 equipamentos, apenas dois proporcionavam o cálculo direto da energia final como parâmetro; porém, devido ao seu déficit na PmR, não conseguiram alcançar a janela terapêutica desejada. Apenas um equipamento atingiu esse limiar de tratamento, tendo em vista que somente nele era aplicada uma alta  $\Delta E$ , além de se encontrar dentro dos padrões da ABNT, levando ao real efeito terapêutico desejado.

Em um estudo em que foram feitas simulações comparativas da potência média em aparelhos de LBI nacionais, os autores concluíram que a  $\Delta E$  não parece ser o parâmetro que melhor descreve a dose a ser utilizada, pois ele pode variar dependendo do equipamento utilizado, já que seus parâmetros serão diferentes quando comparados a outras marcas e modelos de LBI<sup>11</sup>. Esse fato volta a justificar os resultados encontrados na atual análise e, além disso, observou-se que, mesmo em equipamentos que possuíam PmR alta e dentro das normas da ABNT, não seria possível alcançar a janela terapêutica preconizada devido ao desconhecimento do profissional em relação à dose desejada. No presente estudo, os profissionais basearam-se apenas em  $\Delta E$ , sendo que o principal valor foi de  $4 \text{ J/cm}^2$ , objetivando alcançar efeitos anti-inflamatórios e cicatrizantes.

Devido a tal fato, nota-se que a  $\Delta E$  utilizada foi muito baixa, uma vez que, segundo a WALT, é necessário aplicação de 1 a  $4 \text{ J}$  de energia final para alcançar esses efeitos, e assim o profissional precisaria utilizar uma  $\Delta E$  muito maior<sup>15</sup>.

Isso pode ser comprovado na avaliação de dois ensaios clínicos aleatórios e controlados, em que, no primeiro, foi aplicado LBI em pacientes com osteoartrite nas mãos, com dose padronizada em  $\Delta E$  igual a  $3 \text{ J/cm}^2$ . Os resultados obtidos no estudo não mostraram diferenças significativas entre os grupos, indicando que a  $\Delta E$  pode ter sido muito baixa, não atingindo a janela terapêutica<sup>15,17</sup>. O segundo estudo foi realizado em pacientes com lombalgia, divididos em três grupos: no primeiro, foi realizada aplicação de LBI associada a exercícios; no segundo, somente aplicação de LBI e, no terceiro, somente exercícios. De acordo com os parâmetros fornecidos nesse estudo quanto à dosimetria, nota-se que se atingiram os parâmetros preconizados pela WALT e, conseqüentemente, o efeito terapêutico desejado pelos pesquisadores. Assim, pode-se observar que nos dois grupos que usaram LBI, houve diferença significativa no nível da dor quando comparados ao grupo que realizou somente exercícios<sup>15,18</sup>.

Este quadro atual de falta de padronização da aferição de equipamentos utilizados na Fisioterapia estende também ao ultrassom terapêutico (UST). Os resultados obtidos mostraram um período demasiadamente longo entre as aferições dos equipamentos, interferindo, assim, no seu efeito terapêutico. Alguns estudos alertam para a necessidade de aferições periódicas dos equipamentos de UST<sup>19,20</sup>.

Com isso, fica claro a importância da realização de verificações periódicas nos equipamentos, dando ao fisioterapeuta um recurso com maior confiabilidade e reprodutibilidade. Afirma-se também que as pesquisas científicas devem seguir o mesmo caminho, ou seja, passar por um processo de aferição previamente ao estudo<sup>19-21</sup>.

As análises desses trabalhos e dos resultados mostrados no presente estudo levam a acreditar que, para um melhor e mais eficiente aproveitamento dos efeitos benéficos do LBI, é extremamente importante que a Pm do equipamento esteja dentro dos padrões da ABNT e que o fisioterapeuta esteja apto a dosar de forma correta a energia aplicada<sup>12-15</sup>.

Portanto, percebe-se que há a necessidade de aferição anual ou até mesmo semestral dos equipamentos de LBI, investimentos na melhoria da qualidade pelos fabricantes bem como maior conhecimento técnico por parte dos profissionais que os utilizam. Uma limitação deste estudo é que foram avaliados apenas equipamentos de laser na forma contínua, visto que o potenciômetro empregado para aferição é específico para emissão contínua. Como perspectivas para futuros estudos, propõe-se realizar nova

aferição dos equipamentos para analisar uma provável mudança neste cenário, assim como incluir equipamentos que tenha saída pulsada.

## Conclusão ::::

Os equipamentos de LBI utilizados em clínicas, consultórios e hospitais localizados na região da Grande São Paulo apresentaram um déficit acentuado na potência média, o que mostra uma grande desordem na utilização clínica desse recurso. Além disso, grande parte dos equipamentos estavam fora dos padrões da ABNT, e as aplicações provavelmente não estejam atingindo a janela terapêutica preconizada, mostrando a necessidade de aferição periódica.

## Referências bibliográficas ::::

- Kitchen SS, Partridge CJ. A review of low level laser therapy. *Physiotherapy*. 1991;77(3):161-8.
- Moshkovska T, Mayberry J. It is time to test low level laser therapy in Great Britain. *Postgrad Med J*. 2005;81(957):436-41.
- Gam AN, Thorsen H, Lonnberg F. The effect of low level laser therapy on musculoskeletal pain: a meta-analysis. *Pain*. 1993;52(1):63-6.
- Karu TI. Photobiology of low power laser effects. *Health Phys*. 1989;56(5):691-704.
- Karu TI, Pyatibrat LV, Afanasyeva NI. Cellular effects of low power laser therapy can be mediated by nitric oxide. *Lasers Surg Med*. 2005;36(4):307-14.
- Karu TI. Molecular mechanism of low-power lasertherapy. *Lasers Life Sci*. 1998;2:53-74.
- Bjoridal JM, Johnson MI, Iversen V, Aimbire F, Lopes-Martins RAB. Photoradiation in acute pain: A systematic review of possible mechanisms of action and clinical effects in randomized placebo-controlled trials. *Photomed Laser Surg*. 2006;24(2):158-68.
- Bjoridal JM, Couppe C, Chow RT, Tuner J, Ljunggren EA. A systematic review of low level laser therapy with location-specific doses for pain from chronic disorders. *Aust J Physiother*. 2003;49(2):107-16.
- Enwemeka CS, Parker JC, Dowdy DS, Harkness EE, Sanford LE, Woodruff LD. The efficacy of low-power lasers in tissue repair and pain control: a meta-analysis study. *Photomed Laser Surg*. 2004;22:323-9.
- Amaral AC, Parizotto NA, Salvini TF. Dose-dependency of low-energy HeNe laser effect in regeneration of skeletal muscle in mice. *Lasers Med Sci*. 2001;16(1):44-51.
- Fukuda TY, Malfatti CA. Analysis of low-level laser therapy doses in Brazilian equipment. *Rev Bras Fisioter*. 2008;12(1):70-4.
- Associação Brasileira de Normas e 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).
- IEC. IEC 60825-1: Safety of laser products: Equipment classification, requirements and user's guide. 1ª e 2ª ed. Switzerland; 2001 (Pt.1).
- IEC. IEC TR 60825-8: Safety of laser products: Guidelines for the safe use of medical laser equipment. Switzerland; 1999 (Pt. 8).
- WALT – World Association for Laser Therapy [homepage na internet]. acesso em 26 Jan 2009]. Disponível em: <http://www.walt.nu/dosage-recommendations.html>.
- Bettiati M, Starck C, Pommies M, Broqua N, Gelly G, Avella M, et al. Gradual degradation in 980nm InGaAs/AlGaAs pump lasers. *Material Science & Engineering B*. 2002;91(92):486-90.
- Brosseau L, Wells G, Marchand S, Gaboury I, Stokes B, Morin M, et al. Randomized controlled trial on low level laser therapy (LLLT) in the treatment of osteoarthritis of the hand. *Lasers Surg Med*. 2005;36(3):210-9.
- Gur A, Karakoc M, Cevik R, Nas K, Sarac AJ. Efficacy of low power laser therapy and exercise on pain and functions in chronic low back pain. *Lasers Surg Med*. 2003;32(3):233-8.
- Artho PA, Thyne JG, Warring BP, Willis CD, Brismée JM, Latman NS. A calibration study of therapeutic ultrasound units. *Phys Ther*. 2002;82(3):257-63.
- Guirro R, Serrão F, Elias D, Bucalon AJ. Calibration of acoustic intensity of therapeutic ultrasound equipment in use in the city of Piracicaba. *Rev Bras Fisioter*. 1997;2(1):35-37.
- Guirro R, Santos SCB. A realidade da potência acústica emitida pelos equipamentos de ultrassom terapêutico: Uma revisão. *Rev Fisioter Univ São Paulo*. 1997;4(2):76-82.