

## AVALIAÇÃO DA POTÊNCIA ULTRASSÔNICA DURANTE UM ANO DE UM EQUIPAMENTO DE ULTRASSOM FISIOTERAPÊUTICO

S.S. Rocha\*\*, L.S Nunes\*\*, A.J.F Pereira\*, T.P. Omena\*,\*\*, R. M. Costa\*,\*\*\*, M.A. von Krüger\*, W. C. A. Pereira\*

\* Programa de Engenharia Biomédica/ COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil

\*\* Curso de Fisioterapia – Faculdade de Medicina/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil

\*\*\* Instituto Nacional de Câncer/INCA III, Rio de Janeiro, Brasil

e-mail: samantha\_vest11@hotmail.com, wagner.coelho@ufrj.br

**Resumo:** O Ultrassom terapêutico é comumente empregado na prática clínica por oferecer diversos benefícios oriundos dos efeitos térmicos por ele promovido, como o aumento do fluxo sanguíneo, redução do espasmo muscular, aumento da extensibilidade de fibras de colágeno e redução do processo inflamatório. No entanto, sabe-se que sem o uso dos parâmetros adequados, como a potência acústica emitida, pode gerar efeitos prejudiciais aos pacientes, tanto ao utilizar potências acima da pretendida, podendo lesar o tecido tratado, ou não apresentar a eficácia esperada, devido a baixa potência emitida. Devido a isso, são necessárias verificações periódicas do aparelho para evitar este problema. O presente estudo teve como objetivo aferir as potências emitidas por um aparelho de ultrassom ao longo de um ano, e avaliar se o mesmo estava com os valores dentro do limite estabelecido pela Norma Internacional IEC61689 ( $\pm 20\%$ ) e verificar se estes apresentavam variação nos valores de potência neste período. Pode-se observar que não houve uma variação estatística relevante e quase todos os valores estavam dentro da faixa aceitável pela Norma.

**Palavras-chave:** Ultrassom terapêutico, Potência acústica, Balança de força de radiação.

**Abstract:** *Therapeutic Ultrasound is commonly used in clinical practice by offering many benefits from the thermal effects promoted by him, as the increased blood flow, reduced muscle spasm, increased extensibility of collagen fibers and reduction of the inflammatory process, however, know-that without the use of appropriate parameters, such as sound power, can generate harmful effects to patients, both when using power above the desired and can damage the tissue treated, or not provide the expected efficacy, due to low output power. Because of this, periodic checks are needed the machine to avoid this problem. The present study aimed to assess the power emitted by an ultrasound device over a year and assess whether it was*

*within the limit values set by the International Standard IEC61689 ( $\pm 20\%$ ) and check if they exhibited variation in values power in this period. It can be seen that there was no statistically significant variation and almost all values were within the acceptable range for the standard.*

**Keywords:** *Ultrasound, acoustic power, radiation force balance*

### Introdução

Durante décadas, o ultrassom terapêutico (UST) é utilizado como recurso de tratamento, e um dos principais objetivos é a promoção dos efeitos térmicos tais como: aumento do fluxo sanguíneo, redução do espasmo muscular, aumento da extensibilidade de fibras de colágeno e redução do processo inflamatório [1].

Sabe-se que a constante utilização dos aparelhos na prática clínica pode ocasionar em irregularidades do transdutor e do equipamento, distorção no campo de irradiação e alterações na emissão de intensidade, que podem gerar um valor abaixo do nominal, levando a um tratamento ineficaz, ou acima deste, podendo causar danos teciduais por superaquecimento e desnaturação de proteínas [2].

Sendo assim, é necessário informar aos profissionais que utilizam esse recurso terapêutico sobre a importância das verificações periódicas desses aparelhos [3].

Para avaliar a potência ultrassônica emitida por equipamentos de UST, a norma internacional IEC61689 (2013), prescreve o método de medição empregando-se uma balança de força de radiação e define uma faixa de tolerância de erro para potência emitida comparada a potência nominal que deve ser de  $\pm 20\%$  para variações da tensão da rede elétrica de  $\pm 10\%$ .

Alguns estudos já demonstraram que há variabilidade entre as potências nominal e medida com a balança de força de radiação (Ishikawa *et al.*, 2002, Daniel e Rupert, 2003, Johns *et al.*, 2007).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a

potência emitida de um equipamento de ultrassom de Fisioterapia utilizado em laboratório, ao longo de um ano e ainda realizar o teste de exatidão da potência acústica emitida para verificar se estava dentro da faixa aceitável pela norma IEC 61689 (2013).

## Materiais e Métodos

Foram realizadas as seguintes etapas neste estudo: aferição da potência ultrassônica em três momentos ao longo de um ano, análise estatística dos dados obtidos e análise do erro relativo.

**Aferição da potência ultrassônica** - Foram utilizados os seguintes equipamentos: balança de força de radiação (UPMDT-1/Ohmic Instruments) com um cone metálico como alvo refletor, termômetro digital (Fluke 52/Fluke) e aparelho de ultrassom fisioterapêutico (ProSeven 977 Full, Quark). A montagem experimental pode ser visualizada na Figura 1.

Para medição, o transdutor é preso por um suporte, alinhado com o cone metálico e mantido a uma distância de 10 mm. O processo foi realizado em local estável, sem correntes de ar, e a temperatura da água foi de  $24 \pm 2^\circ\text{C}$ . Foram realizados 3 dias de experimento, ao longo de um ano.

As medições foram realizadas na frequência de 1 MHz, no modo de operação contínuo, em toda a faixa de potência nominal do equipamento: 0,5, 1,0, 2,0, 3,0, 4,0, 5,0, 6,0 e 7W. Em cada dia de medição, para cada potência nominal, foram realizadas 5 repetições. Em seguida, os dados foram analisados em planilha Excel®.

**Análise estatística** – A fim de analisar se houve variação nas potências mensuradas foi utilizado o teste de normalidade (*Kolmogorov-Smirnov*) e análise da igualdade de variância dos dados. Foi utilizado o teste *Anova (analyse of variance) de 1 via* para analisar se houve alterações nas mensurações das potências. O Coeficiente de Variação foi calculado para indicar a precisão das mensurações. Foi adotado o nível de significância de  $\alpha = 0,05$ . A análise estatística foi realizada no software SigmaStat 3.5 (Systat Software,

Inc., San Jose, CA, EUA).

**Teste do Erro relativo** - Foi realizado o Teste de Erro Relativo [5] para cálculo do erro entre a potência medida e a nominal (expresso em porcentagem), conforme a Equação 1:

$$\text{erro} = \left( \frac{P_{\text{medida}} - P_{\text{Nominal}}}{P_{\text{Nominal}}} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

Para estar dentro dos limites de tolerância considerados pela Norma IEC 61689[6], os valores não devem ter um erro acima de  $\pm 20\%$ .

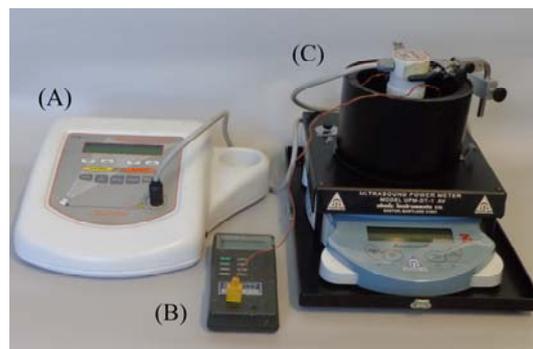


Figura 1: Arranjo experimental para medição da potência ultrassônica. (A) Equipamento de Ultrassom, (B) Termômetro Digital e (C) Balança de Força.

## Resultados

A Tabela 1 mostra os valores obtidos para a Potência, sendo M1, M2 e M3 a média de cinco repetições da aferição da potência ultrassônica nos três dias de medições, respectivamente. A Potência M1 refere-se à mensuração em abril/2013, Potência M2 em dezembro/2013 e a Potência M3 em abril/2014. Pode-se observar os valores da média, desvio padrão e coeficiente de variação das aferições realizadas.

Tabela 1: Valores de potência mensurada obtidos ao longo de um ano. Potência média de cinco repetições. Potência M1: Abril/2013, Potência M2: Dezembro/2013, Potência M3: Abril/2014 e Potência Média (M1, M2 e M3). Desvio Padrão (DP) e Coeficiente de Variação (CV%).

Potência Nominal (W)	Potência M1			Potência M2			Potência M3		
	Média	DP	CV%	Média	DP	CV%	Média	DP	CV%
0,5	0,496	0,017	3,435	0,384	0,038	9,875	0,424	0,059	13,567
1,0	1,014	0,020	1,929	0,845	0,044	5,194	0,904	0,062	6,513
2,0	1,980	0,016	0,797	1,701	0,040	2,351	1,763	0,073	3,820
3,0	3,103	0,024	0,780	2,721	0,041	1,513	2,778	0,124	4,050
4,0	4,279	0,026	0,603	3,768	0,042	1,126	3,790	0,390	8,873
5,0	5,422	0,029	0,527	4,835	0,053	1,087	5,218	0,396	7,307
6,0	6,469	0,039	0,603	5,796	0,145	2,501	6,901	0,381	5,760
7,0	7,372	0,047	0,639	6,570	0,183	2,776	7,862	0,481	6,312

Tabela 2: Resultado do teste do erro relativo (ER%) da potência de saída do equipamento nos três dias de medições (M1, M2 e M3). Em cinza, a linha onde o erro está maior do que o limite de tolerância da Norma ( $\pm 20\%$ ).

Potência Nominal (W)	ER% M1	ER% M2	ER% M3
0,5	-0,72	-23,28	-12,48
1	1,44	-15,52	-5,44
2	-1,02	-14,94	-4,40
3	3,44	-9,29	1,91
4	6,98	-5,79	9,95
5	8,44	-3,30	8,52
6	7,81	-3,40	10,10
7	5,31	-6,14	8,89

Não houve diferença estatisticamente significativa nas mensurações das potências coletadas em diferentes períodos [F=0,089; P= 0,915].

A tabela 2 apresenta os resultados do teste do erro relativo do aparelho nos 3 dias em que se realizou as aferições ao longo de um ano (M1, M2 e M3). Foi utilizado o valor da média dos 5 valores de potências medidos para uma determinada potência nominal e em um único dia.

## Discussão

Através dos valores obtidos neste estudo pode-se observar que não houve uma variação estatisticamente significativa nos valores de potência mensurados ao longo de um ano. Até o presente momento, não houve estudo que realizou uma avaliação periódica da potência acústica de um equipamento, mas vários trabalhos já demonstraram variações significativas na potência acústica de equipamentos utilizados em clínicas e hospitais [2,5,6].

Quanto à avaliação do erro relativo dos valores de potência nominais, apenas no segundo dia de mensuração, em dezembro/2013, na potência nominal de 0,5W, o valor ficou fora do limite de tolerância aceitável pela Norma IEC 61689 [4]. Provavelmente, pode ter ocorrido algum erro nesta mensuração o que repercutiu na alteração somente deste valor, assim pode-se considerar esse valor como outlier, que pode ter sido ocasionado pela não observação do tempo de pré-aquecimento do equipamento de ultrassom, o que não compromete a exatidão das mensurações.

Este estudo não realizou a aferição de outros parâmetros importantes para verificação em equipamentos de UST, como a frequência acústica, área de radiação efetiva e intensidade acústica. Apesar dos resultados de potência acústica não terem mostrado diferenças significativas, não pode-se afirmar que o aparelho encontrava-se com todos esses parâmetros dentro dos limites aceitáveis pela Norma [4].

Entre as possíveis explicações para a não ocorrência da variação neste período são por ser um equipamento novo, não submetido ao uso diário e com baixa frequência de utilização. Alguns fatores podem

contribuir para perda da calibração do equipamento, tais como: frequência de uso, potência emitida, tempo de uso, fatores ambientais como temperatura e umidade, processo de montagem, qualidade das substâncias utilizadas juntamente com o US durante a fonoforese[6].

Como limitação deste estudo houve uma amostra relativamente pequena e não foi realizada a verificação de outros parâmetros importantes para a verificação total do aparelho estudado.

## Conclusão

Neste estudo, foi possível observar que não houve variação estatística nas potências acústicas emitidas ao longo de um ano em um equipamento de UST utilizado em laboratório. Apesar deste resultado, é necessário conscientizar os profissionais da necessidade de que sejam realizadas verificações constantes da energia emitida pelo transdutor e da regularidade de calibração dos aparelhos para que seja realizado um tratamento adequado e eficaz. Como objetivos futuros, propõem-se a realizar verificações com um maior número de repetições e avaliação em longo prazo de aparelhos empregados na prática clínica.

## Agradecimentos

Ao CNPq, à FAPERJ e à CAPES pelo apoio financeiro.

## Referências

- [1] Speed, C. A. (2001), "Therapeutic ultrasound in soft tissue lesion", *Rheumatology*, v. 40, p. 1331-1336.
- [2] Prentice, W. E., (2002), In: Técnicas de reabilitação em medicina esportiva, Ed.:Manole.
- [3] Pye, S. (1996) "Ultrasound therapy equipment: Does it perform?", *Physiotherapy*, v. 81, n. 1, p. 39-44.
- [4] Johns, L.D., Demchak, T.J., Straun, S.J., et al (2007), "The role of quantitative sghlieren assessment of physiotherapy ultrasound fields in describing variation between tissue heating rates of different transducers" *Ultrasound in Medicine and Biology*, v.33, n. x, p1-7.
- [5] IEC 61689 (2013), "Ultrasonics – Physiotherapy systems – Field specifications and methods of measurement in the frequency range 0,5 MHz to 5 MHz". IEC – *The International Electrotechnical Commission*.
- [6] Ferrari, C.B. (2008), *Avaliação do desempenho de equipamentos de ultra-som terapêutico*, Dissertação de Mestrado, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 113p.
- [6] FERRARI, C.B., ANDRADE, M.A.B., ADAMOWSKI, J.C., GUIRRO, R.R.J., 2010, "Evaluation of therapeutic ultrasound equipments performance", *Ultrasonics*, v. 50, pp. 704-9.