

AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DO ULTRASSOM POR MEIO DA TÉCNICA BOLSA COM ÁGUA

L.S. Lima^{*****}, D.P. Oliveira^{**}, P. A. Pinto^{****}, B.L.S.Fagundes^{****}, A.P.M.Moraes^{****}, J.F.S.Costa Júnior^{*}, T.P. Omena^{****}, M.A.von Krugger^{*}, W.C.A. Pereira^{*}

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

** Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia/Inmetro, Rio de Janeiro, Brasil.

*** Curso de Fisioterapia-Faculdade de Medicina/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

e-mail: luciodlsalustiano@gmail.com

Resumo: O ultrassom terapêutico (UST) é um recurso muito usado nas seções de tratamento de fisioterapia, e um dos métodos de aplicação preconizado deste recurso é usar uma bolsa de água para acoplamento, quando as regiões anatômicas forem muito irregulares. Porém, é escasso o estudo desta técnica em artigos científicos, logo não se pode garantir que este método realmente é eficaz, nem o quanto as propriedades biofísicas envolvidas, como reflexão, refração e absorção, afetam a terapia. Frente a isso, o presente estudo visa avaliar esta questão. Através da comparação entre a aferição da potência de um transdutor UST com e sem a utilização de uma luva de látex preenchida com água deionizada entre o transdutor e a balança de irradiação. Foi realizada a aferição da potência de um transdutor UST e depois a operação foi repetida com uma luva entre o transdutor e a balança, para verificar se havia uma perda significativa da potência efetiva. Foi apresentada uma diminuição estatisticamente relevante de potência sempre que se usa a luva, logo, conclui-se que a utilização deste método pode não ser adequada.

Palavras-chave: Ultrassom terapêutico, bolsa de água, potência acústica.

Abstract: *Therapeutic ultrasound (TUS) is a resource widely used in areas of physical therapy, and one of the recommended methods of application of this feature is to use a water bag for coupling when the anatomical regions are very irregular. However, the study is scarce this technique in scientific articles, so if you can not guarantee that this method is really effective, neither the biophysical properties involved, such as reflection, refraction and absorption affect therapy. Faced with this, the present study aims to evaluate this issue. By comparing the measurement of the power of a probe UST with and without the use of a latex glove filled with deionized water between the transducer and the scale. Gauging the power of a UST transducer was performed and then the operation was repeated with a glove between the transducer and the balance to see if there was a significant loss of effective power. A statistically significant decrease of power when the glove is used, then it follows that using this method may not be suitable been presented.*

Keywords: *therapeutic ultrasound, water bag, Acoustic power.*

Introdução

O ultrassom (US) é uma onda mecânica de alta frequência que transmite energia de um ponto a outro, por meio da vibração das moléculas de um meio [1].

Um equipamento de ultrassom consiste em um gerador de corrente elétrica conectado a uma cerâmica piezoelétrica sintética (titanato zirconato de chumbo-PZT), a qual se deforma na presença de um campo elétrico. Esta cerâmica encontra-se acoplada a uma peça metálica no interior do transdutor [2]. O que diferencia um equipamento de US de imagem de um terapêutico (UST) são basicamente frequência e intensidade.

O UST é um recurso tecnológico que tem sido largamente usado em Fisioterapia em todo o mundo, dentre seus principais objetivos podem-se citar: alívio da dor, melhora dos sinais flogísticos, aumento da permeabilidade da membrana celular, aumento da extensibilidade do colágeno, aumento de metabolismo local, relaxamento muscular, e promoção de calor profundo [3-6]. A literatura relata três formas de aplicação: contato direto, onde o transdutor é usado sobre a pele do paciente, com um gel clínico para otimizar o acoplamento entre o transdutor e a pele; submerso, onde a região a receber irradiação ultrassônica e o transdutor ficam submersos dentro de um recipiente com água, porém sem contato com a pele, usando a água como meio de acoplamento; e bolsa de água, onde a mesma é colocada entre a pele e o transdutor, método indicado para superfícies anatomicamente irregulares [3,5-7]. Porém, poucos trabalhos científicos abordaram esta última técnica de aplicação, portanto não se sabe a influência da utilização da luva sobre os efeitos ultrassônicos desejáveis e necessários para o tratamento.

Com base nesta escassez de dados científicos, este estudo se propõe a iniciar uma coleta de dados relacionados à eficácia da terapia com UST pela técnica de bolsa com água, comparando a aferição da potência acústica com e sem a utilização de uma luva de látex preenchida com água, por ser esse o arranjo geralmente usado pelos profissionais de Fisioterapia, já que se trata de matérias de fácil acesso nas clínicas, além de ter baixíssimo custo e não demandar muito tempo para preparação da luva.

Materiais e Métodos

Para realizar o experimento foram usados os seguintes equipamentos: balança de força de radiação (*UPM-DT IAV*, Ohmic Instruments co, St Charles, Mo, EUA), aparelho de ultrassom fisioterapêutico com transdutor de 1 MHz (*Pro seven 977*; Quark Produtos Médicos, Piracicaba, SP, Brasil), luva de Látex tamanho M (Lagrotta Azzurra, São Paulo, SP, Brasil) e água deionizada, conforme indicado na Figura 1.

A escolha da água deionizada se deu pelo fato de que na água de uso comum existem diversos gases diluídos, o que aumenta a probabilidade de ocorrer o fenômeno da cavitação, que pode causar impacto significativo na terapia [8].

O primeiro experimento objetivou verificar a potência emitida pelo equipamento de UST, servindo de referência para comparar com o valor da potência empregando-se a bolsa com água, e assim verificar se havia significativa perda de potência com a utilização da técnica “bolsa com água”.

No segundo experimento foi empregada uma luva cheia de água deionizada, para verificar se a mesma causa impacto significativo na potência medida, podendo assim inviabilizar tal técnica na terapia ultrassônica.

Em seguida, foi feita uma nova medição da potência utilizando a balança de força de radiação com água deionizada e um cilindro vazado simétrico dentro da luva, para assegurar que a distância entre as duas membranas da luva corresponderia à altura do anel. O cilindro de PVC possuía 12,8 mm de altura, 32,65 mm de diâmetro interno e 44,00 mm de diâmetro externo.

Cada experimento foi realizado cinco vezes em cada faixa de potência nominal do equipamento, de 0,5, 1,0, 2,0, 3,0, 4,0, 5,0, 6,0 e 7,0 W, com duas luvas, uma com e outra sem controlador de altura. Todos os testes foram feitos com os mesmos equipamentos, no mesmo período do dia (tarde) e pelo mesmo operador, a temperatura ambiente foi de 25 °C (± 3 °C).

O principal cuidado foi o de não permitir a formação de bolhas de ar dentro da luva ao vedá-la, para evitar maior atenuação da onda ultrassônica, e, com isso, diminuir drasticamente a potência efetiva.

Ao final dos experimentos, foi realizada uma análise estatística dos dados obtidos. Inicialmente o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para analisar a normalidade dos valores de potência medidos para cada método de aplicação. A etapa seguinte consistiu na verificação da razão entre o maior e o menor desvios padrão dos grupos avaliados, pois se o valor obtido for menor que 2, o teste paramétrico da Análise de Variância de um critério (ANOVA) fornece resultados mais confiáveis. Caso contrário foi usado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis seguido do pós-teste de comparações múltiplas de Student-Newman-Keuls, caso os resultados do teste de Kruskal-Wallis apresentassem diferença significativa. Todos os dados (valores de potência medidos para cada método de aplicação) foram

analisados estatisticamente com o *software* BioEstat e a diferença foi considerada significativa quando $p < 0,05$.

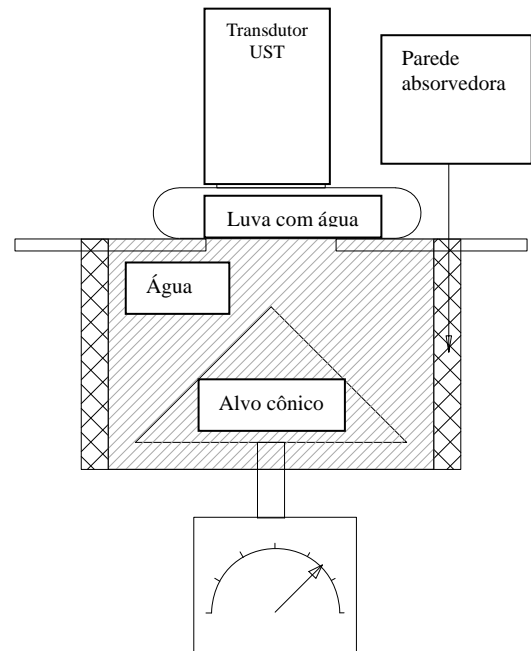


Figura 1: Esquema do arranjo experimental.

Resultados

Para facilitar o entendimento e a leitura dos resultados obtidos, os dados foram tabelados e os experimentos divididos da seguinte forma: o primeiro experimento, sem a presença da luva, será chamado de “A”. O segundo experimento, com a luva cheia de água deionizada, será chamado de “B”, e o terceiro, com água deionizada e altura controlada, será “C”. Os resultados obtidos são apresentados em Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3, respectivamente. A Tabela 4 exhibe a estatística realizada e a Figura 2 apresenta o resultado do teste de comparação múltiplas de Student-Newman-Keuls para identificar os pares de técnicas que apresentam diferença significativa.

Tabela 1: Potência aferida “A” (com água deionizada e sem luva), em Watts.

Pot. nominal	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Média
0,5	0,41	0,41	0,41	0,38	0,40	0,40
1,0	0,87	0,88	0,88	0,82	0,86	0,86
2,0	1,75	1,76	1,75	1,64	1,60	1,70
3,0	2,73	2,70	2,71	2,63	2,68	2,69
4,0	3,84	3,77	3,83	3,69	3,56	3,74
5,0	4,91	4,91	4,91	4,66	4,51	4,78
6,0	5,87	5,86	5,85	5,58	5,46	5,73
7,0	6,73	6,71	6,60	6,50	6,39	6,59

Tabela 2: Potência aferida “B” (com água deionizada+luva), em Watts.

Pot. nominal	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Média
0,5	0,36	0,34	0,38	0,35	0,36	0,36
1,0	0,79	0,77	0,79	0,78	0,78	0,78
2,0	1,52	1,57	1,56	1,61	1,56	1,56
3,0	2,45	2,46	2,54	2,49	2,50	2,49
4,0	3,46	3,47	3,56	3,54	3,43	3,49
5,0	4,42	4,38	4,55	4,68	4,54	4,52
6,0	5,25	5,30	5,59	5,56	5,56	5,45
7,0	6,10	6,12	6,40	6,36	6,35	6,27

Tabela 3: Potência aferida “C” (com água deionizada + luva + altura controlada), em Watts. h=12,8mm.

Pot. nominal	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Média
0,5	0,38	0,39	0,36	0,37	0,37	0,37
1,0	0,71	0,83	0,80	0,78	0,82	0,79
2,0	1,82	1,59	1,52	1,64	1,62	1,64
3,0	2,48	2,64	2,51	2,44	2,57	2,53
4,0	3,49	3,87	3,57	3,54	3,59	3,61
5,0	3,81	4,18	4,42	4,58	4,47	4,29
6,0	5,11	5,99	5,59	5,61	5,60	5,58
7,0	6,46	6,32	6,44	6,44	6,47	6,43

Tabela 4: Estatística do teste (E) e o valor p dos testes de Kruskal-Wallis e ANOVA (negrito) aplicados aos valores da potência medida em função das 3 técnicas de aplicação.

Pot Nominal (W)	Estatística	Pot Média (W)
0,5	E	8,25
	Valor p	<0,05
1,0	E	9,06
	Valor p	<0,05
2,0	E	6,14
	Valor p	<0,05
3,0	E	8,96
	Valor p	<0,05
4,0	E	7,74
	Valor p	<0,05
5,0	E	6,99
	Valor p	<0,05
6,0	E	1,75
	Valor p	0,21
7,0	E	8,43
	Valor p	<0,05

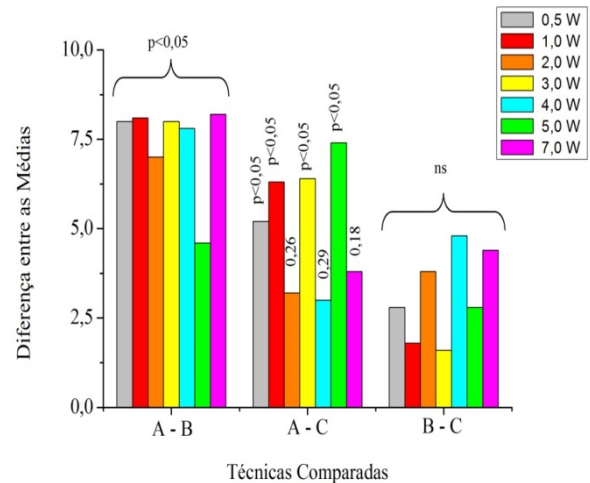


Figura 2: Resultado do teste de comparação múltipla de Student-Newman-Keuls para identificar os pares de técnicas que apresentam diferença significativa.

Discussão

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis indicam que há diferença significativa entre os valores de potência medidos para quase todos os valores de potência nominal, exceto quando a potência do equipamento foi ajustada para 6 W. Por outro lado, os resultados do teste de Student-Newman-Keuls evidenciam que há uma significativa diferença entre os valores de potência medidos principalmente quando os pares comparados foram A-B e A-C, ou seja, com e sem luva. Com base nos resultados obtidos, faz-se necessária a realização de mais estudos para investigar melhor a aplicação da técnica usada, devido a diferença significativa encontrada.

Sabe-se que na água de uso doméstico há vários gases diluídos, o que facilita a ocorrência de cavitação[8], logo, neste estudo foi usado apenas água deionizada para minimizar esse fenômeno, mesmo sabendo que esta não é a realidade dos ambulatórios, pois serve de referência: se houver a formação de bolhas de ar na água deionizada, então é certo que o mesmo ocorrerá quando for usada água de uso doméstico, e com maior intensidade.

Para exemplificar uma luva foi preenchida com água da torneira, e irradiada com UST com frequência de 1 MHz, potência de 7 W e por 5 minutos, usando gel clínico como meio de acoplamento entre o transdutor e a luva. A cavitação, mesmo que discreta, pode ser vista na Figura 3.

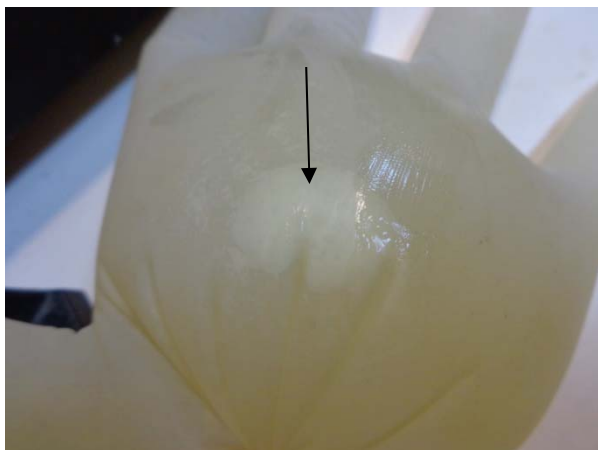


Figura 3: Aglomerado de bolhas de ar indicado pela seta, na luva preenchida com água de uso comum, o gel foi retirado para melhor visualização.

Por ter duas membranas paralelas, pode ser que haja reverberação, causando o fenômeno da interferência destrutiva da onda, o que pode reduzir a potência da onda sobre a região de interesse.

Outro fator que pode diminuir a intensidade acústica na região a ser tratada é a distância entre o transdutor e o receptor da onda ultrassônica, por isso foi feita a medição da altura da luva com água deionizada ($h=31$ mm) e do cilindro usado para controlar a altura ($h=12,8$ mm), porém, a hipótese não foi comprovada pelos experimentos.

Mesmo com tantas hipóteses sobre possíveis causas de atenuação da onda ultrassônica, nota-se que não houve uma grande diferença nos valores da potência acústica medida para cada valor de potência nominal, portanto a atenuação foi muito pequena. Isso provavelmente se deve ao fato de se ter usado água deionizada. Seu alto grau de pureza dificulta a ocorrência de cavitação [8], o que causaria grande perda da onda ultrassônica, já que seu coeficiente de atenuação é muito superior ao da água, desigualando as impedâncias acústicas dos diferentes meios. Porém é possível que a terapia feita com bolsa de água nos ambulatórios seja ineficaz, pois geralmente não se tem o cuidado e nem a possibilidade de se usar água deionizada, já que o equipamento purificador e deionizador de água não é comumente encontrado em ambulatórios, e ao se usar água da torneira, a cavitação ocorre a ponto de ser nítida a formação de bolhas, fazendo a potência medida diminuir consideravelmente. Também pesou o fato de a luva, como já foi mencionado, apresentar uma pequena espessura, não atenuação significativamente a onda ultrassônica.

Conclusão

O uso da luva de procedimento como meio de acoplamento pode causar uma pequena, porém significativa diminuição da potência do feixe ultrassônico. Apesar disso, essa técnica é uma boa opção

para tratar regiões anatômicas irregular, desde que seja usada água deionizada, ou no mínimo degaseificada.

É importante ressaltar que não se deve permitir a formação de bolhas de ar dentro da luva ao vedá-la, pois isso causará maior atenuação da onda ultrassônica, diminuindo a potência efetiva.

O presente estudo, não é conclusivo, visto que foi utilizada uma pequena quantidade de amostras, apenas um aparelho de UST e as luvas somente de um fabricante. Além disso, estas foram preenchidas com água deionizada, uma situação improvável em ambulatórios.

Agradecimentos

À FAPERJ, CNPq e CAPES, pelo apoio financeiro.

Referências

- [1] Harr, G. 1987. Basics physics of therapeutic ultrasound. *Physiotherapy* 73(3), 110-113.
- [2] Guirro, R, Guirro, ECO, Breitschwerdt, C, Elias, D, Ferrari, M, Ratto, R. As variáveis físicas do ultra-som terapêutico: uma revisão. *Revista Ciência & Tecnologia*, 1996, 9(5): 31-41.
- [3] Low J, Reed A, Ward A, Robertson V. *Eletroterapia explicada, princípios e prática*. 4ª edição, Editora Elsevier, 2009
- [4] Machado CM. *Eletrotermoterapia Prática*. 3ª edição, Editora Pancast, 2002.
- [5] Guirro, R, Cancelieri, AS, Sant' Anna, IL. Avaliação dos meios intermediários utilizados na aplicação do ultra-som terapêutico. *Rev. bras. fisioter.* Vol. 5 No. 2 (200I), 49-52
- [6] Cameron MH, *Agentes físicos na reabilitação, da pesquisa à prática*. 3ª edição, editora Elsevier, 2012.
- [7] Kenyon K, Kenyon J. *Fisioterapia essencial*. 2ª edição, editora Elsevier, 2011.
- [8] Wells P N T. *Biomedical ultrasonics*. London; New York: Academic Press, 1977.