

# Aplicação dos Testes de Verificação dos Indicadores da Qualidade de Equipamentos de Ultra-sonografia

L. S. Severo, P. Lammoglia, R. H. Saito, G. Reis, T. A. C. Furquim, P. R. Costa, S. B. Herdade

Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP  
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289. 05508-900 São Paulo – SP – Brasil  
[severo@iee.usp.br](mailto:severo@iee.usp.br)

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi avaliar os indicadores da qualidade de equipamentos de ultra-sonografia de um hospital de grande porte da cidade de São Paulo, bem como, verificar a adequação destes equipamentos quanto às recomendações vigentes. Para tal, foram executados os testes recomendados utilizando dispositivos de ensaio: um simulador equivalente a tecido adequado e um instrumento que simula um fluxo contínuo de fluido. Constatou-se, através dos dados coletados, que em apenas cinco dos 15 equipamentos avaliados os indicadores da qualidade estavam dentro dos níveis tolerados. Deve-se ressaltar que a calibração dos equipamentos influi na qualidade das imagens.

**Abstract:** The objective of this paper was to evaluate quality indicators of the ultrasound equipments of a large hospital of São Paulo city, such as, to verify the conformity of these equipments to technical recommendations. For this purpose, it was used a tissue-equivalent phantom for testing B-mode equipments and a adjustable signal strength phantom for Doppler ultrasound equipments. Throughout the results, it can be verified that just five of fifteen available equipments were in agreement to the recommendations. We make noteworthy that the calibration of the equipments influence the image quality.

**Palavras chave:** Ultra-som, Doppler, controle de qualidade, dispositivos de ensaio, simuladores equivalentes a tecido.

## INTRODUÇÃO

O princípio da formação da imagem em equipamentos de diagnóstico por ultra-som é baseado na reflexão e espalhamento de curtos pulsos de ultra-som enviados para dentro dos tecidos do corpo humano. Os ecos (fração dos pulsos que são retro-espalhados) são detectados e processados por um computador que analisa suas direções, intensidade e tempo de chegada para gerar uma imagem. Se os ecos forem provenientes de um objeto em movimento, como um fluxo sanguíneo, a frequência do pulso sofre uma variação dependente da velocidade e direção do movimento do objeto refletor. Esse fenômeno, conhecido como efeito Doppler, é largamente utilizado no estudo vascular.

O aumento do uso do ultra-som, e do crescente e grande número de indivíduos que são expostos por essa modalidade, acarretou na necessidade de avaliar a eficiência e o uso produtivo dos instrumentos de ultra-sonografia. Estudos em equipamentos de diagnóstico por ultra-som indicaram que as características de desempenho variam durante um período de tempo, possibilitando que degradações na qualidade da imagem sejam detectadas somente quando estas já alcançaram níveis significativos [1]. Isto torna aparente a necessidade de um programa de testes rotineiros que avalie os níveis de desempenho dos sistemas e a qualidade da imagem de uma maneira objetiva e que detecte variações assim que ocorrerem. Desta forma, foram produzidos meios para testar periodicamente os sistemas de ultra-som através de uma série de procedimentos técnicos que avaliam e monitoram parâmetros que influenciam na qualidade da imagem e no desempenho funcional do equipamento. Esta série de procedimentos técnicos é chamada de Controle de Qualidade e determina se são ou não necessárias ações corretivas para ajustar o equipamento e manter a qualidade desejada [2].

Tendo em vista a importância da qualidade da imagem para o diagnóstico médico, é necessário testar e monitorar a eficiência dos equipamentos de ultra-som. Através da utilização de um protocolo de controle de qualidade é possível avaliar a precisão qualitativa

e quantitativa dessa modalidade e garantir que o sistema opere consistentemente num nível de desempenho esperado.

Além disso, quando se suspeita de um funcionamento inadequado do equipamento, os testes de controle de qualidade podem ser empregados para determinar a fonte deste mau funcionamento. Posteriormente, o mesmo conjunto de testes pode ser utilizado para verificar se o equipamento foi reparado corretamente [2].

O objetivo deste trabalho é verificar a adequação de equipamentos de ultrasonografia quanto às recomendações técnicas da Associação Americana de Físicos em Medicina AAPM [2] e do Manual de Garantia da Qualidade do Instituto Americano de Ultrassom em Medicina AIUM [3].

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram adotados os procedimentos para os testes em indicadores da qualidade da imagem em equipamentos de ultra-som modo-B propostos pela Associação Americana de Físicos em Medicina (AAPM). Esses indicadores são amplamente aceitos e recomendados pelo Instituto Americano de Ultra-som em Medicina (AIUM), pois levam em consideração a apresentação de valores específicos e tolerâncias para os parâmetros a serem investigados [2,3]. Tais indicadores são: uniformidade da imagem, resolução de campo proximal, profundidade de visualização, exatidão de medidas de distância, visualização de massas, resolução lateral e axial. Para a verificação da sensibilidade do sistema Doppler foram utilizados os procedimentos do manual de operação do dispositivo de ensaio com sinal de intensidade ajustável para equipamentos de ultra-som Doppler da JJ&A Instrumentos.

Este trabalho foi desenvolvido através de visitas a um hospital de grande porte da cidade de São Paulo (SP), totalizando 15 equipamentos testados uma única vez no período de julho a agosto de 2001.

Para executar adequadamente o conjunto de testes recomendados ao ultra-som modo-B utilizou-se um dispositivo que permite a avaliação dos indicadores e parâmetros relevantes para a obtenção de uma imagem de boa qualidade. Este dispositivo é um objeto simulador equivalente a tecido, Simulador para Ultra-som Multi-tecido de Propósitos Gerais, modelo 84-340, fabricado pela CIRS™ (*Computerized Imaging Reference Systems, Inc.*). Para a execução adequada do teste de avaliação da sensibilidade do sistema Doppler foi utilizado um dispositivo de ensaio com sinal de intensidade ajustável, DSP/1 Simulador para Sensibilidade Doppler da JJ&A Instrumentos.

Além dos ensaios realizados na imagem, foi executada também uma inspeção física e mecânica em cada sistema de ultra-som, que consiste de uma verificação das condições físicas dos componentes do sistema. Os componentes verificados são: transdutores, cabos, rodas e travas, filtros de poeira, monitor de vídeo, entre outros.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os dados coletados nos testes aplicados foram analisados em função dos critérios de avaliação específicos para cada um deles e recomendados pela Associação Americana de Físicos em Medicina AAPM [2]. Na Tabela I estão indicadas as não-conformidades encontradas nos equipamentos avaliados, apresentando uma visão geral de seus desempenhos.

De acordo com os dados, percebe-se que apenas cinco equipamentos de ultra-som estão adequados as recomendações da AAPM [2], ou seja, apenas os equipamentos (4), (6), (10), (13) e (15) tiveram resultados abaixo dos níveis máximos tolerados para todos os indicadores da qualidade.

Do total de equipamentos testados, sete (46,7%) apresentaram não-conformidades na inspeção física e mecânica, na sua maioria problemas com o filtro de poeira que necessitavam de limpeza. Quatro equipamentos (26,7%) obtiveram não-conformidades na uniformidade da imagem, porém apenas bandas horizontais foram encontradas, o que reflete uma boa conservação da integridade do cristal e do contato elétrico. Entretanto,

algumas imagens apresentaram ruído excessivo, flutuações temporais na tensão existente na eletrônica de recepção dos ecos. O ruído na imagem pode ser relacionado ao ruído da rede de alimentação elétrica, a interferência de radio frequência ou a problemas na própria unidade. Mesmo podendo realizar boas imagens junto com esta não-uniformidade, estes defeitos devem ser vistos como problemas potenciais e devem ser corrigidos se consistentes. Seis equipamentos (40%) apresentaram problemas na visualização de massas de alto e baixo espalhamento, o que indica indiretamente a resolução de contraste, medida através do discernimento das bordas dessas massas. A capacidade de um sistema de ultra-som em detectar uma massa é dependente do contraste e do tamanho da massa. A resolução de contraste de um sistema de ultra-som está relacionada com os conversores de varredura digital - memórias de computador que fixam números específicos para cada intensidade do eco, à medida que eles são armazenados na memória. Três equipamentos (20%) apresentaram erro nas medidas de distância vertical ou horizontal. Erros de medidas de distâncias podem facilmente passar despercebidas em imagens clínicas e induzem diagnósticos errados. Dois equipamentos (13,3%) mostraram resolução de detalhe lateral superiores aos limites tolerados, revelando incapacidade do sistema de ultra-som separar refletores dispostos perpendicularmente ao trajeto do feixe, ou seja, transversal às linhas de varredura, nos valores aceitáveis. Um equipamento (6,7%) revelou problemas no teste da profundidade de visualização, que é a abordagem mais utilizada para a verificação da sensibilidade do transdutor, ou seja, o grau de detecção do sinal mais fraco que pode ser claramente exibido e distinguido do ruído eletrônico. [4]

**TABELA I: Representação das não-conformidades encontradas.**

Teste\Equip.º	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total	(%)
<b>Uniformidade da Imagem</b>		×			×		×				×					4	26,7%
<b>Profundidade de Visualização</b>					×											1	6,7%
<b>Visualização de Massas</b>	×				×		×	×	×		×					6	40,0%
<b>Exatidão de Medidas</b>	×				×			×								3	20,0%
<b>Resolução de Detalhe Axial</b>																0	0,0%
<b>Resolução de Detalhe Lateral</b>									×		×					2	13,3%
<b>Zona Morta</b>																0	0,0%
<b>Inspeção Física e Mecânica</b>		×	×		×		×	×				×		×		7	46,7%
<b>Sensibilidade Doppler</b>																0	0,0%

Pode se observar que foram encontrados dois equipamentos com desempenho bastante reduzido com relação ao restante, os equipamentos (5) e (11). Nestes equipamentos foram obtidos resultados que indicam problemas na formação do feixe (resolução lateral), nos elementos piezoelétricos do transdutor (uniformidade da imagem), na sensibilidade (profundidade de visualização), na exatidão das medidas de distância, entre outros.

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho os equipamentos de ultra-som avaliados, de modo geral, não estão em conformidade com relação às recomendações técnicas [2,3], pois, de um total de 15 equipamentos avaliados, apenas cinco apresentaram resultados dentro das tolerâncias esperadas para os indicadores da qualidade.

Embora esses primeiros resultados representem o desempenho e a eficácia clínica destes equipamentos, não se pode classificá-los como totalmente inadequados, pois para tanto seria necessário um acompanhamento periódico e rotineiro dos indicadores analisados realizados por ou sob a supervisão de um físico médico [2,4]. Cabe destacar, no entanto, que alguns equipamentos apresentaram degradações bem expressivas que poderiam ser evitadas com um Programa de Controle de Qualidade.

Assim sendo, os resultados enfatizam a necessidade de testes periódicos de controle de qualidade, para que degradações na qualidade da imagem não sejam detectadas somente quando estas já alcançaram níveis significativos. Além disto, verificou-se que alguns testes de rotina propostos podem ser executados com facilidade enquanto outros, mais elaborados e subjetivos, podem apresentar dificuldades de execução ou avaliação o que indica a necessidade de um profissional qualificado.

Finalmente, a maior contribuição deste trabalho reside no esclarecimento das dificuldades e limitações que se encontram na verificação de parâmetros de desempenho em ultra-sonografia e na elucidação da importância da calibração dos equipamentos e sua influência na qualidade da imagem.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente financiado pela Fapesp, através de seu programa de apoio à inovação tecnológica (PITE-1997/13103-8).

## REFERÊNCIAS

- [1] WILLIAMS, R. A. **Ultrasound: Biological Effects and Potential Hazards**. Londres : Academic Press. 1983.
- [2] GOODSITT, M. M. et al. Real-time B-mode ultrasound quality control test procedures – Report of AAPM Ultrasound Task Group No.1. **Medical Physics**, EUA, v.25, n.8, p.1385-1554, agosto 1998.
- [3] AMERICAN INSTITUTE OF ULTRASOUND IN MEDICINE. **AIUM Quality Assurance Manual for Gray-Scale Ultrasound Scanners. Stage 2**. AIUM Technical Standards Committee, EUA, 1995.
- [4] SEVERO, L. S. **Aplicação e Exeqüibilidade dos Testes de Verificação dos Indicadores da Qualidade da Imagem de Ultra-som Modo-B Recomendados pela Associação Americana de Físicos em Medicina (AAPM)**. Trabalho de Conclusão do Bacharelado em Física: ênfase em Física Médica. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, dezembro de 2000.
- [5] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **Technical Report IEC 1390** : Ultrasonics – Real-time pulse-echo systems – Test procedures to determine performance specifications. Genève, Suisse, 1996.
- [6] NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENT. **NCRP Report n°99 : Quality Assurance for Diagnostic Imaging Equipment**. EUA, 1988.
- [7] KOLLMANN, C. **Ultrasound-Lab. Department of Physics / Clinical Physics & Biomedical Engineering**. University of Vienna, Austria. Capturado em jun/2000. Disponibilidade Internet <http://www.bmt.ac.at/people/kollch1/kollpro.html>.