

CALIBRAÇÃO DE MICROFONES *IN SITU* ATRAVÉS DO MÉTODO DA COMPARAÇÃO UTILIZANDO A TÉCNICA DE MLS

Renata Guedes

rgsampaio@inmetro.gov.br

Laboratório de Ensaios Acústicos — RHAE/CNPq

Marco Nabuco

nabuco@inmetro.gov.br

Laboratório de Ensaios Acústicos

Zemar M. Defilippo Soares

laeta@inmetro.gov.br

Laboratório de Eletroacústica

INMETRO

Av. Nossa Sra. Das Graças, 50 – Xerém – 25 250-020 - Duque de Caxias

Fax: ++ 55 21 679 1296

Tel.: ++ 55 21 679 9112

Resumo. A calibração de microfones pelo método da comparação com a utilização da técnica da MLS é investigada. O objetivo consiste em desenvolver um procedimento que elimine a necessidade do uso de uma câmara anecóica, normalmente utilizada no método tradicional, o que poderá implicar em uma economia no investimento de instalações laboratoriais da ordem de US\$ 300.000,00, facilitando a implantação de laboratórios secundários credenciados junto a Rede Brasileira de Calibração. Os resultados obtidos para a calibração de um microfone capacitivo de 1/2" pelo método proposto mostram uma boa aproximação dos resultados obtidos no método tradicional.

Palavras-chave: Calibração de microfones, Resposta impulsiva, Sinal pseudo-aleatório, Correlação de sinais, Técnica de MLS.

1. INTRODUÇÃO

A calibração secundária em campo livre de microfones de medição, atualmente só é realizada no Laboratório de Eletroacústica (LAETA) do INMETRO, laboratório primário nacional, uma vez que não existem laboratórios secundários credenciados pela Rede Brasileira de Calibração (RBC). Um laboratório primário se diferencia de um laboratório secundário basicamente em dois pontos: os clientes do laboratório primário são os laboratórios secundários e o grau de incerteza das calibrações realizadas no primeiro é menor.

Os microfones de medição são transdutores utilizados em qualquer ensaio na área de acústica, seja em ambientes de trabalho, em indústrias, em medição de poluição sonora, em laboratórios de pesquisa e em inúmeras outras situações. Estima-se que no Brasil existam pelo menos cerca de 2.000 medidores de nível sonoro com microfones destacáveis, os quais devem ser calibrados pelo menos a cada dois anos, segundo a exigência que consta da revisão da

norma brasileira para ruído ambiental (NBR 10151, 1998). Desde 1996 esta demanda vem sendo estimulada pelo LAETA e vem aumentando gradualmente. Em 1998 foram realizadas em torno de 50 calibrações de microfones e para 1999 a previsão é de mais de 90, envolvendo uma geração de recursos da ordem de R\$ 18.000,00.

Como o campo livre é normalmente simulado acusticamente em câmara anecóica, isto implica em custos muito elevados de construção e implantação do método para um laboratório secundário que deseja atender a esta demanda. A construção de uma câmara anecóica que atenda aos requisitos de calibração de microfones pelo método da comparação em campo livre, na faixa de frequências entre 25 Hz e 20.000 Hz, pode envolver recursos da ordem de R\$ 500.000,00. Considerando-se a relação custo/benefício deste investimento, dificilmente algum laboratório de acústica no país irá se interessar em se capacitar para atender a esta demanda.

Com a utilização da técnica da seqüência de comprimento máximo – MLS, o campo livre é simulado matematicamente, possibilitando realizar as calibrações secundárias em salas comuns (Guedes & Nabuco, 1998). Esta técnica permite que a resposta impulsiva da sala, para um determinado par de posições fonte/microfone, seja obtida através de uma técnica de correlação, separando-se o som direto das reflexões nas superfícies da sala. O custo para a implantação desta tecnologia não ultrapassa R\$ 10.000,00.

É importante ainda ressaltar que o método da calibração de microfones por comparação em campo livre, mesmo para o procedimento tradicional adotado pelo INMETRO, ainda está em fase de normalização na International Organization for Standardization (ISO), o que permite, pelo menos por enquanto, maior flexibilidade nos métodos empregados.

Nas próximas seções serão discutidos os princípios básicos da técnica da seqüência de comprimento máximo e do método de calibração de microfones por comparação em campo livre. Os procedimentos experimentais, tanto para o método tradicional, quanto para o método com MLS são apresentados e os resultados das calibrações obtidas com a técnica da seqüência de comprimento máximo são discutidos.

2. A TÉCNICA DA SEQÜÊNCIA DE COMPRIMENTO MÁXIMO — MLS

A resposta impulsiva de um sistema incorpora todas as informações sobre suas características e sua forma de funcionamento. Na área de acústica, a obtenção da resposta impulsiva requer alguns cuidados, uma vez que a geração de um impulso que se aproxime da função de Dirac implica em trabalhar com energia elevada contida em um curtíssimo intervalo de tempo. Normalmente a excitação impulsiva pode ser conseguida através da utilização de explosões de armas de fogo, ou impulsos sonoros gerados por descargas elétricas, práticas que envolvem riscos elevados e cuja aleatoriedade podem apresentar baixa repetitividade. A utilização de sistemas de alto-falantes, apesar de mais seguros, envolvem inúmeras restrições, sendo necessário reduzir a energia do impulso ou dividi-lo em faixas de frequências sob a forma de sinais senoidais modulados, também conhecidos como *tone burst*, sob pena de danificar sua estrutura física.

As técnicas de correlação de sinais foram desenvolvidas para se contornar estes problemas e conseguir a resposta impulsiva de um sistema sem necessariamente ter de excitá-lo com um impulso físico. Segundo suas propriedades estatísticas, a função de auto-correlação de um sinal ergódico se aproxima de um impulso ideal (Schroeder, 1965). Observando estas propriedades, Schroeder começou a adotar a seqüência de comprimento máximo para obter as respostas impulsivas. Este procedimento foi introduzida de forma mais ampla no Brasil pelo Dr. Michael Vorländer, durante o I SIBRAMA, realizado em 1996. A idéia básica da técnica implica em se fazer a correlação cruzada entre o sinal de entrada e o sinal de saída de um sistema linear e invariante no tempo (Vorländer, 1996).

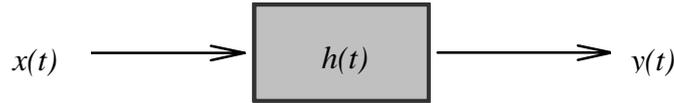


Figura 1. Esquema de sistema linear.

Considerando-se o sistema linear e invariante no tempo, esquematicamente representado pela Fig. 1, faz-se a correlação entre o sinal de excitação $x(t)$ e a resposta do sistema a esta excitação $y(t)$. O sinal $y(t)$ representa a convolução entre o sinal de excitação $x(t)$ e a resposta impulsiva do sistema $h(t)$, tal que $y(t) = h(t) * x(t)$. Assim, ao se fazer a correlação entre $y(t)$ e $x(t)$, representada por $y(t) * x(-t)$, obtém-se intrinsecamente a auto-correlação do sinal de excitação $x(t)$, como demonstrado pela Eq. (1). Se $x(t)$ for um sinal ergódico, esta auto-correlação se aproxima de um impulso ideal $\delta(t)$ e o resultado da correlação é a própria resposta impulsiva do sistema.

$$y(t) * x(-t) = h(t) * x(t) * x(-t) \approx h(t) * \delta(t) \approx h(t) \quad (1)$$

A técnica é aplicável a qualquer sinal ergódico, como os sinais pseudo-aleatórios construídos a partir de seqüências de comprimento máximo (*maximum length sequences — MLS*), que começaram a ser amplamente utilizados no processamento das respostas impulsivas porque possuem vantagens adicionais: são construídos a partir de seqüências matemáticas e por isso são determinísticos, podendo ser repetidos de modo a melhorar a relação sinal-ruído, possibilitando medições *in situ*. O pós ou pré processamento do sinal também acrescenta algumas vantagens, pois, por exemplo, pode-se modificar o espectro plano utilizando-se pré-ênfase para também melhorar a relação sinal-ruído, ou fazer um pós compensação para melhorar a resposta do alto falante (Mommertz & Müller, 1995). Ainda, quanto maior a seqüência, mais a sua função de auto-correlação se aproxima de um impulso ideal (Sampaio, 1998), e por serem baseados em uma seqüência binária, a correlação é realizada através de um algoritmo rápido chamado de Transformada de Hadamard, permitindo obter resultados em tempo real (Borish & Angell, 1983).

3. CALIBRAÇÃO DE MICROFONES PELO MÉTODO DA COMPARAÇÃO

Os métodos de calibração de microfones por comparação são normalmente realizados em campo de pressão (cavidades), em campo livre (câmaras anecóicas) ou em campo difuso (câmaras reverberantes), dependendo do tipo do microfone. Apenas este último método está normalizado (IEC 61183, 1994). Em todos os métodos, a curva de sensibilidade do microfone cliente é obtida a partir da comparação entre as curvas de resposta em freqüência do microfone cliente e do microfone padrão, submetidos ao mesmo campo sonoro, e considerando a carta de calibração do microfone padrão. Os espectros correspondem aos níveis de pressão sonora medidos em 1/3 de oitava, obtidos com os transdutores colocados sob as mesmas condições ambientais e mesma montagem experimental. A carta de calibração do microfone padrão deve ter sido previamente obtida através um método primário de calibração (IEC 61094-2, 1992 e IEC 61094-3, 1995).

Independente do campo sonoro onde é realizada a calibração, o mesmo procedimento é adotado: (i) o microfone padrão é instalado em uma posição especificada e a curva de resposta em freqüência obtida; (ii) o microfone padrão é substituído pelo microfone a ser calibrado e novamente uma curva de resposta é obtida; (iii) o microfone padrão é novamente posicionado no ambiente de teste, exatamente como o fora na etapa (i), e nova curva de resposta em freqüência é obtida. Esta curva é utilizada para validar as medições anteriores. A Fig. (2),

construída a partir do diagrama de blocos apresentado por Soares & Nabuco (1996), ilustra o procedimento geral das calibrações de microfones por comparação, onde:

- $X(f)$ é o sinal de entrada do sistema, no domínio da frequência;
 $H_{fs}(f)$ é a função de transferência da fonte sonora;
 $H_{cs}(f)$ é a função de transferência do campo sonoro;
 $H_{mp}(f)$ é a função de transferência do microfone padrão;
 $H_{mc}(f)$ é a função de transferência do microfone cliente (a ser calibrado);
 $H_{pa}(f)$ é a função de transferência do pre-amplificador;
 $H_{af}(f)$ é a função de transferência do analisador de frequências;
 $Y_p(f)$ é o espectro do sinal medido com o microfone padrão;
 $Y_c(f)$ é o espectro do sinal medido com o microfone cliente.

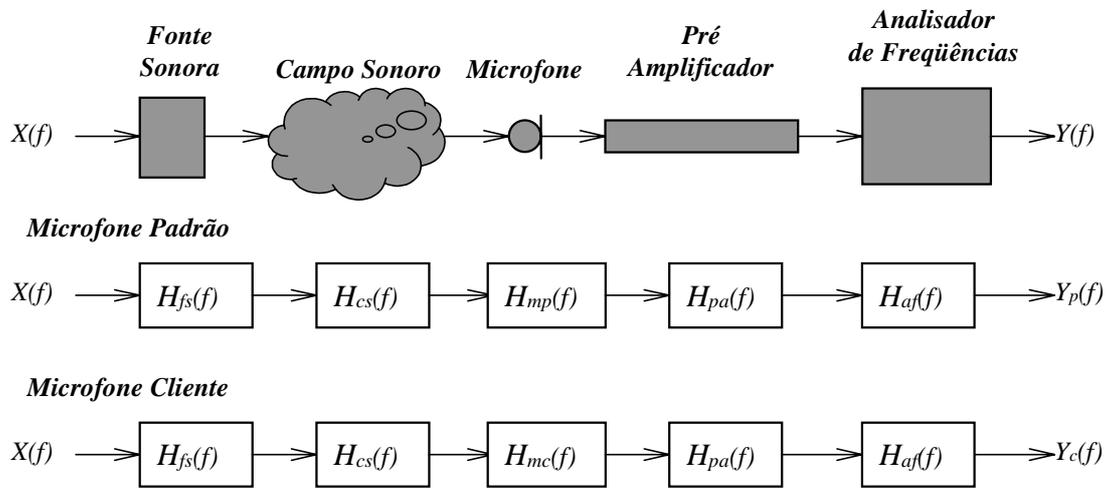


Figura 2. Esquema em diagrama de blocos do método da comparação de microfones de medição para qualquer campo sonoro.

Seguindo o esquema de diagrama de blocos ilustrado na Fig. (2), as curvas de resposta em frequência medidas com o microfone cliente e microfone padrão correspondem, respectivamente, às Eq. (2) e Eq. (3) a seguir.

$$Y_p(f) = H_{af}(f) \cdot H_{pa}(f) \cdot H_{mp}(f) \cdot H_{cs}(f) \cdot H_{fs}(f) \cdot X(f) \quad (2)$$

$$Y_c(f) = H_{af}(f) \cdot H_{pa}(f) \cdot H_{mc}(f) \cdot H_{cs}(f) \cdot H_{fs}(f) \cdot X(f). \quad (3)$$

Dividindo-se a expressão (3) pela expressão (2), e calculando-se o logaritmo da expressão resultante, a sensibilidade S_c do microfone cliente é obtida em dB, tal que:

$$S_c = S_p + 20 \log_{10}(Y_c(f)) - 20 \log_{10}(Y_p(f)), \quad (4)$$

onde $S_p = 20 \log_{10}(H_p(f))$ é a sensibilidade do microfone constante da sua carta de calibração.

O posicionamento cuidadoso dos transdutores é fundamental para que os resultados sejam validados. Na calibração em câmaras reverberantes, o posicionamento não é tão crítico, no entanto, para a calibração em cavidades ou em campo livre, pequenas variações no posicionamento podem acarretar diferenças significativas nos resultados.

Nas calibrações de microfones por comparação, as incertezas são normalmente da ordem de 0,5 dB (Wong, 1994), desde que as incertezas da calibração primária do microfone padrão tenham sido asseguradas iguais ou menores 0,05 dB.

4. O PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O método tradicional de calibração de microfones por comparação em campo livre atualmente utilizado no INMETRO, é executado fazendo-se três medições com o microfone padrão e três medições com o microfone cliente, alternadamente. Um alto-falante coaxial é utilizado como fonte sonora. O microfone padrão é instalado em um suporte de teste e posicionado a 1 metro de distância do diafragma do alto-falante para garantir que as medições sejam realizadas no campo afastado e dessa forma assegurar que as ondas incidentes sejam suficientemente planas. O alto-falante é excitado por uma varredura discreta de sinais nas frequências centrais de 1/3 de oitava entre 25 Hz e 20 kHz, gerenciada por *software* instalado em um computador conectado a um gerador de sinais através de uma placa GPIB. O sinal é amplificado e mantido a níveis constantes durante todo o processo de calibração. O sinal capturado pelo microfone é lido por um amplificador de medição e transferido ao computador, também através de interface GPIB. O esquema de montagem do procedimento de calibração pelo método tradicional está ilustrado na Fig. (3a).

Em seguida o microfone padrão é substituído pelo microfone cliente a ser calibrado, novamente guardando-se a distância de 1 metro do alto-falante. A varredura de senos é mais uma vez realizada e os níveis armazenados pelo computador. A operação total é repetida três vezes para cada microfone, ou seja, ao final tem-se 3 curvas de resposta em frequência medidas com o microfone padrão e 3 medidas com o microfone cliente. A curva de sensibilidade do microfone cliente é calculada a partir da diferença entre as médias das respostas em frequências obtidas para cada um dos microfones e a carta de calibração do microfone padrão, conforme a Eq. (4). A calibração completa (três medições com cada microfone) necessita de 1 hora e trinta minutos para ser realizada. Durante todo o ensaio as condições ambientais são monitoradas.

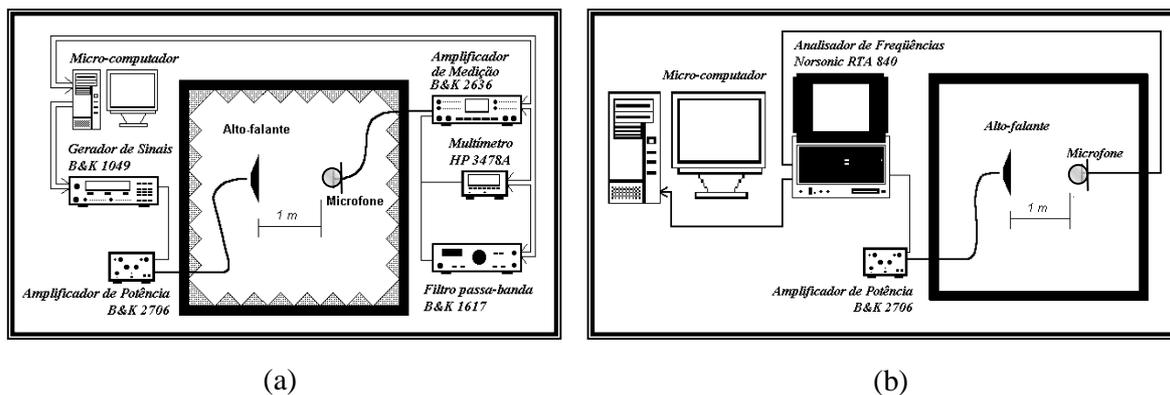


Figura 3. Esquema de montagem de calibração de microfones por comparação. a) método tradicional em câmara anecóica. b) método com MLS *in situ*.

Para as calibrações *in situ* procurou-se repetir o mesmo procedimento utilizado no método tradicional, fazendo-se a menor quantidade de adaptações possíveis. Os ensaios foram realizados no auditório da Divisão de Acústica e Vibrações do INMETRO, uma sala de volume total aproximadamente igual a 70 m³ e tempo de reverberação variando entre 0,4 e 0,5 segundos. O mobiliário do auditório, composto por uma mesa e cadeiras acolchoadas, não foi retirado do ambiente, sendo apenas afastado para que nenhuma superfície estivesse a mesmo

de 1 metro de um raio de distância dos dois transdutores. É importante manter esta distância entre os transdutores e as superfícies refletoras para facilitar a separação do som direto na resposta impulsiva. A distância de 1 metro entre o microfone e o alto-falante foi mantida, porém o suporte e o alto-falante utilizados foram diferentes. O local onde foram realizadas as calibrações com MLS está ilustrado na Fig. (4a), onde também é possível observar o posicionamento relativo entre o microfone e o alto-falante.

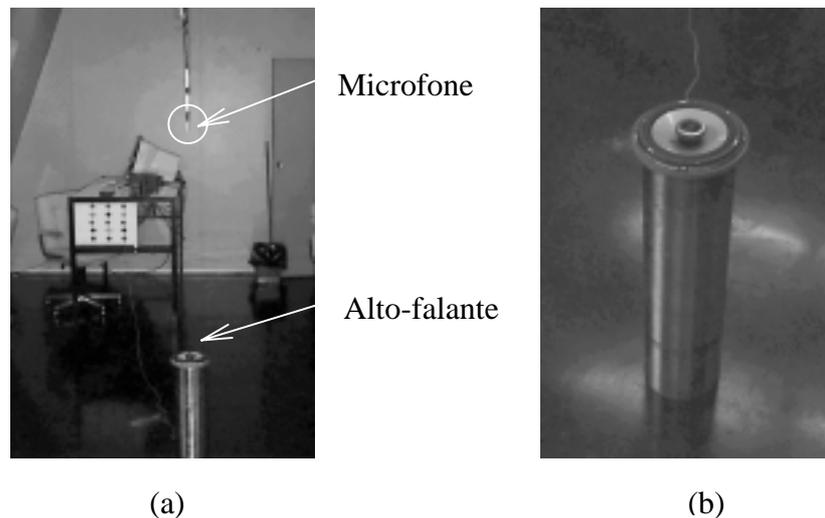


Figura 4. a) Posicionamento do microfone e alto-falante nas calibrações *in situ*. b) detalhe do alto-falante.

O alto-falante, também um coaxial, foi instalado em um duto de aço, ao invés de uma caixa acústica de madeira. Foi adotado este procedimento pois as respostas impulsivas obtidas em alguns ensaios preliminares, realizados com a caixa acústica do método tradicional, mostraram haver um pulso, com componentes em frequência até 5 kHz, logo após o primeiro pulso incidente. A princípio, suspeitou-se que este pulso poderia estar associado a reflexões ocorridas na parte traseira da caixa acústica, dificultando a separação do som direto. No entanto, a nova montagem demonstrou que este pulso é característico do alto-falante e não foi eliminado. Um novo alto-falante foi testado, e por apresentar características mais adequadas foi utilizado. Detalhes do alto-falante e da montagem no duto estão ilustrados na Fig. (4b).

O sinal de excitação, uma seqüência de comprimento máximo de ordem 17, foi amplificado e injetado no sistema de excitação. O analisador de frequências Norsonic RTA840 executa a correlação cruzada entre o sinal capturado pelo microfone e o alimentado no alto-falante, através da transformada de Hadamard, e fornece a resposta impulsiva do sistema. A resposta impulsiva obtida pelo analisador é processada em MATLAB, onde então é realizada a separação do sinal direto das possíveis reflexões através de uma janela temporal $\frac{1}{2}$ Blackman-Harris. Outras janelas foram ensaiadas (Retangular, Hamming, Hanning), no entanto esta foi escolhida por acrescentar menos distorções às respostas impulsivas, como sugere Garai (1994). A Fig. (5) apresenta uma resposta impulsiva obtida no auditório, onde podem ser observados os critérios de separação do som direto. O início da janela $\frac{1}{2}$ Blackman-Harris foi definido para um instante de tempo igual ao tempo necessário para se percorrer a distância de 1 m e a largura definida como o tempo necessário para que o microfone capte a primeira reflexão. Ainda no MATLAB, a filtragem em $\frac{1}{3}$ de oitava é realizada para se obter as curvas de resposta em frequência medidas com os dois microfones. O mesmo número de repetições utilizadas para a calibração pelo método tradicional foram

adotadas, porém, com o emprego da nova técnica, o tempo total de calibração foi reduzido em 2/3. Na Fig. (3b) encontra-se o esquema de montagem para o método de calibração com MLS, onde é possível observar a grande redução do número de equipamentos em relação ao instrumental utilizado no método tradicional.

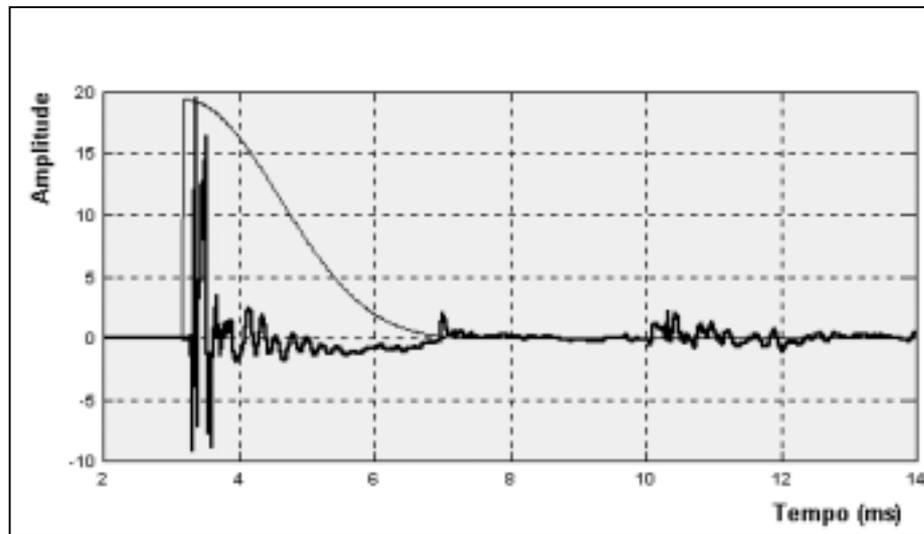


Figura 5. Separação do som direto através de uma janela $\frac{1}{2}$ Blackman-Harris.

5. RESULTADOS OBTIDOS

Dois microfones de $\frac{1}{2}$ polegada, um B&K tipo 4165 e um GRAS tipo 40AF, ambos de campo livre, foram calibrados através do método tradicional, utilizando-se como padrão um microfone B&K tipo 4160 de uma polegada. Para poupar o padrão nacional, o B&K 4160, optou-se por fazer as calibrações com MLS utilizando-se o B&K 4165 como padrão secundário e obter a curva de resposta em frequência do GRAS 40AF, comparando-a com a curva obtida no método tradicional. A Fig. (6) apresenta as curvas de sensibilidade do microfone cliente GRAS 40 AF obtidas com o método tradicional e com a técnica de MLS.

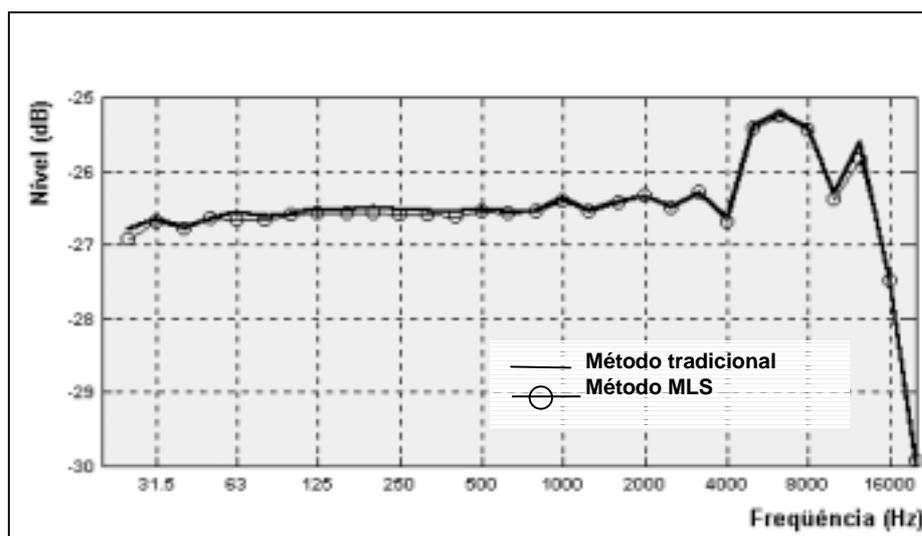


Figura 6. Comparação entre as curvas de sensibilidade do microfone GRAS tipo 40AF obtida pelo método tradicional e com a técnica de MLS.

A Figura (7) apresenta as diferenças entre as curvas de sensibilidade obtidas com ambos os procedimentos, onde pode ser observado que os valores ficaram abaixo da incerteza normalmente associada aos métodos de calibração por comparação (Wong, 1994).

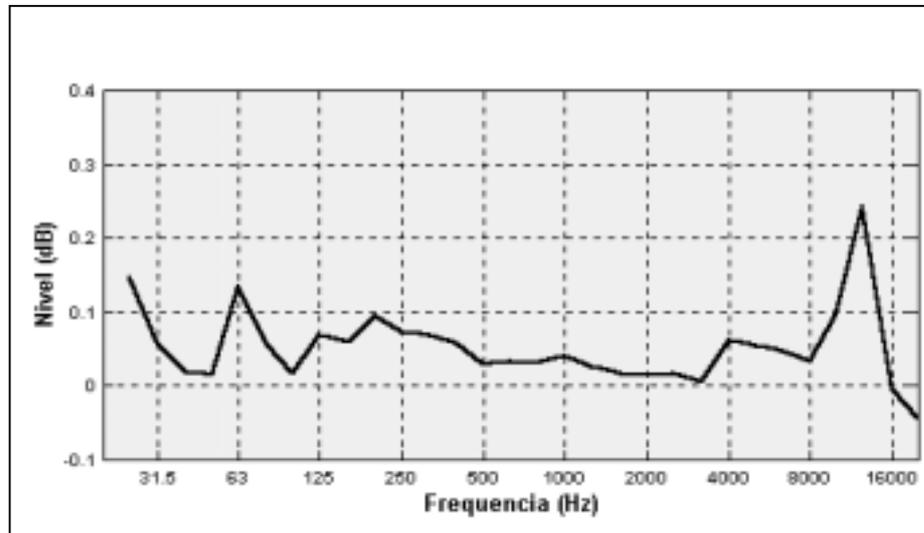


Figura 7. Diferenças nas frequências centrais de 1/3 de oitava entre as curvas de sensibilidade do microfone GRAS 40AF obtidas com os dois métodos.

6. COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

O método de calibração secundária utilizando a técnica de MLS apresentou resultados muito promissores, uma vez que as diferenças em relação aos resultados obtidos pelo método tradicional ficaram abaixo de 0,5 dB em toda a faixa de frequência de calibração, valor normalmente associado às calibrações secundárias de microfones.

Como o método tradicional de calibração de microfones por comparação em campo livre ainda não está normalizado, existe em nível internacional um projeto de norma (PWI 29-37-1), estudos de repetição e reprodução dos resultados obtidos com a técnica de MLS poderão ser conduzidos e apresentados ao Comitê Técnico de Eletroacústica da IEC e da ABNT para que este procedimento seja normalizado. Isto abre uma nova perspectiva para os laboratórios de acústica brasileiros que tenham interesse em se credenciar junto a Rede Brasileira de Calibração sem que para isto sejam necessários investimentos de grande porte.

Todas as medições foram realizadas com um equipamento projetado para ser operado como um analisador de frequências em tempo real, tendo como o recurso adicional a técnica de MLS mais direcionada para a medição de baixo tempo de reverberação e que não possibilita muitos recursos de trabalho com a resposta impulsiva. Com *hardware* e *software* dedicados ao MLS é possível ajustar a sequência de comprimento máximo às condições acústicas do ambiente e dessa forma otimizar a relação sinal-ruído nas baixas frequências, onde normalmente os alto-falantes compactos não apresentam uma resposta adequada. Para minimizar esta dificuldade, optou-se por utilizar um sinal MLS com ênfase nas baixas frequências (ruído rosa). Ainda assim, a relação sinal-ruído conseguida foi muito pequena, fazendo-se necessário utilizar pelo menos 20 médias de amostras do sinal. Vorländer & Bietz (1994), quando estudaram a implementação da técnica de reciprocidade em campo difuso, utilizaram como fonte sonora um microfone capacitivo. Para resolver o problema da baixa relação sinal-ruído, uma vez que as amplitudes de vibração do diafragma do microfone são muito pequenas, o sinal de excitação foi amostrado com 10.000 médias. O mesmo não

pode ser conseguido com alto-falantes porque o funcionamento prolongado aquece a bobina e modifica a sua curva de resposta em frequência.

É interessante continuar as investigações construindo um dispositivo de teste que garanta a mesma posição dos dois microfones em relação ao diafragma do alto-falante. Também poderão ser conduzidos estudos de repetição do método e critérios de validação das curvas de sensibilidade. Finalizando, microfones com sensibilidades e tamanhos diferentes também deverão ser calibrados.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a ajuda de Paulo Brandão e Fábio Arruda pela colaboração na montagem do setup de calibração e de Paulo Massarani, cujos comentários pertinentes e as análise tempo-frequência muito contribuíram para enriquecer o desenvolvimento do método de calibração.

8. REFERÊNCIAS

- Borish, J. & Angell, J. B., 1983, An Efficient Algorithm for Measuring the Impulse Response Using Pseudorandom Noise, *Journal of The Audio engineering Society*, vol. 31, n.7, pp. 478–488.
- Garai, Massimo, 1993, Measurement of the Sound Absorption Coefficient In Situ: The Reflection Method using Periodic Pseudorandom Sequences of Maximum Length, *Applied Acoustics*, vol. 39, pp. 119–139.
- Guedes, Renata & Nabuco, Marco, 1998, Comparison Method for Microphone Calibration in Regular Rooms: MLS Technique, *Informative Bulletin of the Interamerican Metrology System-OAS*, ano 3, vol. 4.
- IEC 61094-2, 1992, Measurement Microphones; Part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by reciprocity technique.
- IEC 61094-3, 1995, Measurement Microphones; Part 3: Primary method for free field calibration of laboratory standard microphones by reciprocity technique.
- IEC 61183, 1994, Electroacoustics — Random-incidence and diffuse-field calibration of sound level meters.
- Mommertz, E. & Müller, S., 1995. Measuring Impulse Responses with Digitally Pre-emphasized Pseudorandom Noise Derived from Maximum-Length Sequences, *Applied Acoustics*, vol. 44, pp. 195–214.
- NBR 10151, 1998, Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o Conforto da Comunidade, ABNT, Revisão de Julho 1998.
- PWI 29-37-1, Calibration of working standard microphones by a comparison technique under free-field conditions.
- Sampaio, Renata Guedes, 1998, Aplicações da Teoria dos Números em Acústica: Técnica de MLS e Difusores, *Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia Mecânica, COPPE/UFRJ*.
- Schroeder, M. R., 1965, New Method of Measuring Reverberation Time, *Journal of The Acoustical Society of America*, vol. 70, n. 1, pp. 409–412.
- Soares, Zemar M. Defilippo & Nabuco, Marco, 1996, Calibrações de Microfones em Campo Difuso, *Anais do I SIBRAMA e XVII Encontro da SOBRAC*, pp. 159–162.
- Vorländer, Michael & Bietz, H., 1994, Novel Broad-Band reciprocity Tehnique for simultaneous Free-Field and Diffuse Field Microphine Calibration, *Acustica*, vol. 80.
- Vorländer, Michael, 1996, Applications of Maximum Length Sequences in Acoustics, *Anais do I SIBRAMA e XVII Encontro da SOBRAC*, pp. 35–44.

Wong, George S. K., 1994, Comparison Method for Microfone Calibration, in AIP Handbook of Condenser Microfones, Theory, Calibration, and Measurements, eds. George S. K. Wong & Tony F. W. Embleton, American Institute of Phisics, New York.

MICROPHONE *IN SITU* CALIBRATION THROUGH COMPARISON METHOD USING MLS TECHNIQUE

Abstract: *The microphone calibration through comparison method using MLS technique is investigated. The objective consists in developing a proceeding to perform free-field microphone calibration without the need of an anechoic chamber normally used in this type of calibration. This can reduce the investments in laboratory facilities of about US\$ 300.000, making easier to accreditate secondary laboratories for the Brazilian Calibration Network. A 1/2" microphone calibration was performed with the proposed method and the results have shown a good approximation to the traditional method.*

Key words: *Microphone calibrations, Impulse response, Pseudo-random signal, signal correlation, MLS technique.*