



## UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DA INTENSIMETRIA NO SUPORTE DO ESTUDO DA PROPAGAÇÃO DO RUÍDO AMBIENTAL

**Luiz Antonio Perrone Ferreira de Brito<sup>(1)</sup>, Stelamaris Rolla Bertoli<sup>(2)</sup>**

(1) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – UNICAMP, CP 6021, CEP 13083-970, Campinas, SP, (19) 37882382, [labrito@fec.unicamp.br](mailto:labrito@fec.unicamp.br) ;

(2) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – UNICAMP, [rolla@fec.unicamp.br](mailto:rolla@fec.unicamp.br)

### RESUMO

O conforto acústico em grandes aglomerados urbanos é cada vez mais raro. Nossos legisladores e urbanistas não dispõem de informações acústicas adequadas para elaboração de leis e projetos urbanos. Uma das fontes mais importantes no ruído ambiental é a construção civil. O conhecimento do nível de potência sonora (NWS) destas fontes é a base para o estudo de sua propagação.

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados da aplicação da técnica de intensimetria para determinação do NWS de uma furadeira, segundo a ISO 9614-2, Acoustics determination of sound power levels of noise sources by sound intensity measurement – measurements for scanning. Esta técnica permite a obtenção do NWS *in loco*, sem necessidade de câmaras especiais. A precisão dos resultados será avaliada através da comparação com NWS da furadeira determinado em câmara reverberante segundo a ISO 3741, Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure.

### ABSTRACT

The acoustic comfort in big cities is each time more rare. Our legislators and city planners little take in account the parameter noise when they elaborate the managing plan of a city, many times, for not making use of adequate information. One of the most important sources in the environmental noise is the civil construction. The knowledge of the sound power level (NWS) of these sources is the base for the research of its propagation.

The objective of this work is to present the results of the use the intensity technique on determination of the NWS of a electric drill, the inherent errors of the method according to ISO 9614-2, Acoustics determination of sound to power levels of noise sources by sound intensity measurement - measurements for scanning. This technique allows to the attainment of the NWS *in situ*, without special chambers. The precision of the results will be evaluated through the comparison with NWS of this drill determined in reverberant chamber according to ISO 3741, Determination of sound to power levels of noise sources using sound pressure.

### 1 METODOLOGIA

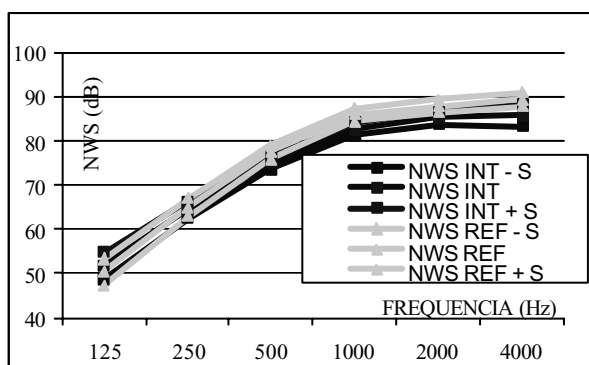
A obtenção da potência sonora através de medidas da intensidade sonora é feita através de uma sonda com dois microfones de pressão separados por uma distância pré-estabelecida que enviam os sinais obtidos para um analisador de frequência que implementa a equação 1 ou 2. A equação 1 é conhecida como método direto de determinação da intensidade sonora, pois a determinação é feita diretamente através das medidas de pressão sonora para sua posterior integração. A equação 2 é conhecida como método indireto já que o valor de intensidade é determinado através da parte imaginária da densidade de espectro cruzado. A intensimetria tem como função mais usual a determinação do nível de potência

sonora de equipamentos que possuam algum tipo de dificuldade de ser deslocado para câmaras especiais. Este processo está sujeito a erros devido às simplificações matemáticas implementadas na obtenção da intensidade sonora, erro sistemático, como a aproximação de diferenças finitas. As imperfeições dos transdutores da sonda que processam o sinal medido geram erros aleatórios, como por exemplo, o desarranjo de fase entre os canais do analisador de frequência. Brito et al (2004) apresentam um estudo detalhado das principais fontes de erro da intensimetria. O equipamento utilizado para este experimento foi o analisador de frequência Bruel & Kjaer 2260 Investigator, a sonda de intensimetria Bruel & Kjaer 3595, microfones B&K 4181, o calibrador B&K 4231 e o software de apoio BZ 7205, todos fornecidos pela empresa Furnas Centrais Elétricas. A fonte sonora utilizada foi uma furadeira de impacto Black and Decker com mandril de 3/4". As medidas foram obtidas nas condições ambientais de um laboratório e comparadas com as realizadas através da norma ISO 3741 por Santos (2004), figura 1, para verificação da precisão do método. Após foi alterada a condição de ruído de fundo do laboratório para verificação de possíveis alterações de resultados em condições adversas, figura 2.

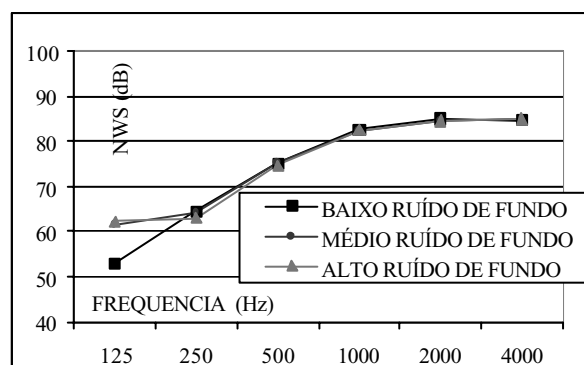
$$I_n = -\frac{1}{\rho_0 * d} \lim_{T \rightarrow 0} \frac{1}{T} \left[ \int_0^T p_1(t) \int_{-\infty}^t p_2(\tau) d\tau \right] dt \quad [\text{Eq 01}]$$

$$I(w) = \frac{1}{\rho_0 * w * d} \text{Im}[G_{12}(w)] \quad [\text{Eq 02}]$$

## 2 RESULTADOS OBTIDOS



**Figura 1 - Comparação dos resultados segundo as normas ISO 9614-2 e ISO 3741**



**Figura 2 - Nível de potência sonora em várias condições de ruído de fundo**

## 3 COMENTÁRIOS E CONCLUSÃO

A técnica da intensimetria mostrou-se confiável mesmo em situações de ruído de fundo elevado. Os vetores de intensidade sonora, externos ao volume de medição, não alteram de maneira significativa os resultados tornando o método bastante confiável em medidas de campo. Com apenas alguns cuidados no ambiente de medição a intensimetria pode ser implementada por pessoas com uma mínima formação técnica, tornando-se uma precisa fonte de dados para sistemas de predição de propagação de ruído ambiental. A calibração da fase dos canais mostrou-se neste caso dispensável, o que facilita a utilização da técnica, pois este é um procedimento que exige ambientes silenciosos e é de difícil implementação em campo.

## 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, L.A., BERTOLI, S.R., SANTOS, C., NETO, M.F.F., Determinação da Potência Sonora de uma Furadeira Através da Intensimetria, Apresentação da Técnica, In ENCONTRO NACIONAL DA TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Anais ..., São Paulo, 2004, trabalho 860

BRUEL & KJAER, Technical Documentation, Sound Intensity Software BZ7205, Naerum, 1997

\_\_\_\_\_, ISO 9614-2, Acoustics Determination of Sound Power Levels of Noise Sources by Sound Intensity Measurement – Measurements for Scanning, Geneva, 1993

SANTOS, C., Investigação sobre métodos de determinação de potencia sonora visando programa de etiquetagem de ferramentas elétricas de uso doméstico, 2004, 162pp, Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.