
Relatório 1

Medição de Potência Sonora

Técnicas Experimentais em Acústica e Vibrações

Aluno:

José Pedro de Santana Neto - 201505394

Professor: **Arcanjo Lenzi, PhD.**

25 de outubro de 2015

1 Introdução

A potência sonora é uma grandeza física muito importante para caracterizar uma fonte sonora. Para mensurar tal característica usa-se ambientes reverberantes e anecóicos, usando equipamentos específicos para cada contexto afim de usar parâmetros desses ambientes na determinação da potência sonora. Foram então usadas as câmaras semianecóica e reverberante para mensurar o nível de potência sonora e ao final do processo os resultados foram comparados com os valores tabelados da fonte. Concluiu-se que os ensaios refletiram o que era esperado através da comparação com os resultados tabelados, ou seja, as potências sonoras das câmaras anecóica e reverberante seguiram os resultados tabelados com a câmara reverberante o mais próximo do resultado ideal.

2 Fundamentação Teórica

Em vista do que se expõe em (BISTAFA, 2011), o som é a aceleração de partículas de ar que se chocam, transformando a pressão estática do ar numa pressão oscilatória. Essa pressão oscilatória entre em contato com os ouvidos do ouvinte fazendo com que essa variação de pressão seja percebida e escutada. Essa variação de pressão que oscila é escutada pelo ser humano a partir da magnitude de pressão de $2 \cdot 10^{-5} Pa$. Qualquer perturbação de pressão que se encaixa nessas condições é denominada som e as perturbações indesejáveis são denominadas de ruído sonoro.

Para se mensurar o nível de pressão sonora deve-se comparar o valor *rms* da pressão coletada pela pressão de referência ($2 \cdot 10^{-5} Pa$), usando a operação de divisão. Como a magnitude dessa divisão é muita alta, a variação das pressões audíveis é de ordem muito alta fazendo assim que se transforme esse valor numa medida logarítmica e multiplicado por 10. A expressão matemática resultante desse processo é

$$NPS = 10 \cdot \log_{10}(p_{rms}^2 / (2 \cdot 10^{-5})^2). \quad (2.1)$$

Tal que *NPS* é o nível de pressão sonora e p_{rms} é o *rms* da pressão coletada.

De acordo com (GAN, 1999), a potência sonora é uma grandeza física que diz respeito à energia acústica total emitida por uma determinada fonte sonora. Dessa forma, a potência sonora depende apenas da própria fonte e independe das características do meio, fazendo com que esse tipo de grandeza física se qualifique como satisfatório para caracterizar uma fonte sonora. Em vista disso a potência sonora é dada pela equação

$$W = I_{max}S. \quad (2.2)$$

Tal que *W* é a potência sonora, I_{max} intensidade sonora máxima e *S* é a área. Como a intensidade sonora máxima (I_{max}) se relaciona com a impedância característica do meio ($\rho \cdot c$) de tal forma que a expressão matemática de denota como

$$I_{max} = \frac{p_{rms}^2}{\rho_0 \cdot c}. \quad (2.3)$$

Dessa forma, dividindo por uma potência de referência $W_o = \frac{p_o^2}{\rho c} S$ a equação da potência pode ser caracterizada por

$$\frac{W}{W_o} = \frac{p_{rms}^2}{p_o^2} \frac{S}{S_o}. \quad (2.4)$$

Aplicando a operação logarítmica na equação 2.4 o resultado final do cálculo da potência é

$$NWS = NPS + 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{S}{S_o} \right). \quad (2.5)$$

Para se medir a potência sonora há ambientes apropriados que são as câmaras anecóicas e câmaras reverberantes. De acordo com (BISTAFA, 2011) as câmaras anecóicas, são construídas com superfícies configuradas para absorver toda a energia sonora incidente, simulando um campo livre com reflexões anuladas nas paredes. No extremo oposto, as câmaras reverberantes são construídas de tal forma a maximizar o som refletido pelas paredes, no sentido de gerar campo difuso. As imagens 1 e 2 ilustram exemplos de câmara anecóica e reverberante respectivamente.

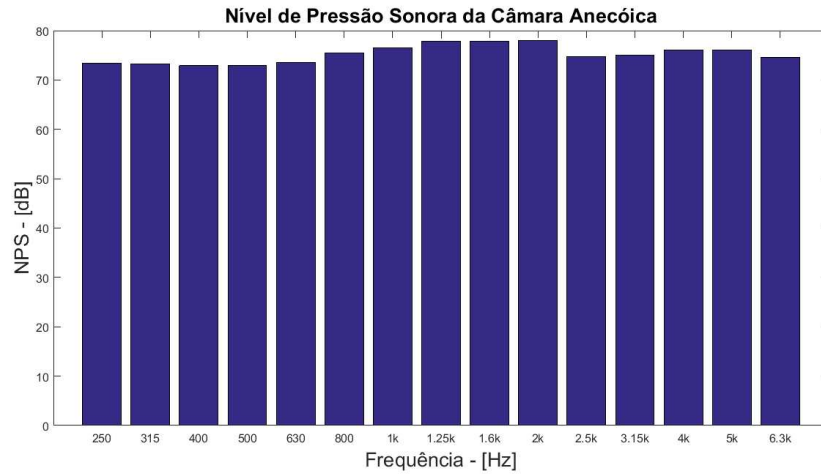


Figura 1: Câmara semianecóica. Fonte: <http://lva.ufsc.br/>

Para medir a pressão sonora nas câmaras anecóicas deve-se usar os microfones de campo livre nos quais são projetados de forma direcional para a fonte sonora. Essa característica faz a onda incidir de forma longitudinal no microfone.

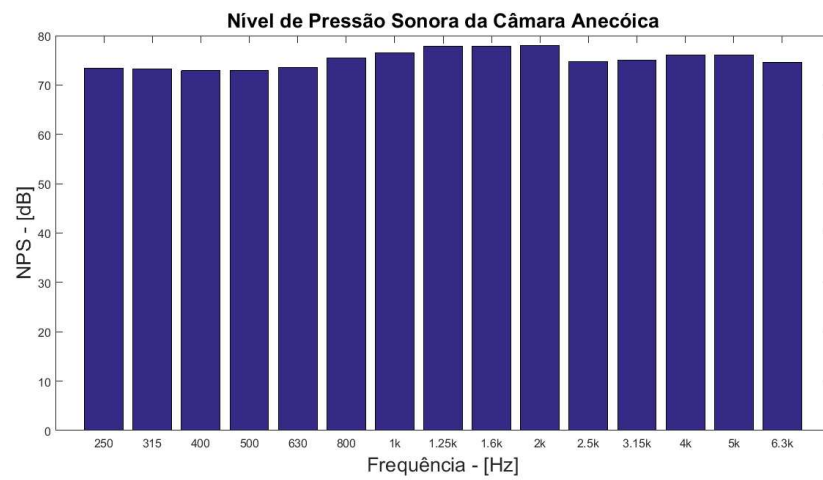


Figura 2: Câmara reverberante. Fonte: <http://lva.ufsc.br/>

Para se medir a pressão sonora nas câmaras reverberantes deve-se usar os microfones de campo difuso nos quais são projetados de forma que as ondas se incidem em todos os lados desse tipo de microfone.

3 Experimento e Equipamentos

O objetivo principal desse experimento é mensurar o nível de potência sonora de um fonte sonora nos ambientes de câmara anecóica e reverberante. Ao final deve-se comparar os resultados obtidos com os tabelados do aparelho.

Para realizar as medições tais instrumentos foram utilizados:

- Microfone capacitivo de campo livre:
 - Tipo número 4189-A-021;
 - Sensibilidade -26.7 dB re 1V/Pa;
 - Incerteza, 95% de nível de confiança de 0.2 dB.
- Microfone capacitivo de campo difuso:
 - Tipo número 4942-A-021;
 - Sensibilidade -26.3 dB re 1V/Pa;
 - Incerteza, 95% de nível de confiança de 0.2 dB.
- Calibrador de microfone tipo CAL 200, da Larson Davis. Nível de calibração 94/114 dB;
- Fonte sonora tipo 4204:
 - Cumpre ISO 3741 , ISO 3747 e ISO 6926 para calibrar fontes de potência sonora;
 - Gama de frequências de 100 Hz a 20 kHz;
 - Saída de potência sonora 91 dB re 1 pW (peso A, frequência de linha de 50 Hz) e 95 dB re 1 pW (Aweighted , frequência de linha de 60 Hz);
 - Gama de temperaturas de -10°C a + 50°C;
 - Operação 50 e 60 Hz.

- Tripé e Cabos;
- Analisador de sinais modelo SCADAS da LMS:
 - módulo de condicionamento e aquisição (com 4 ou 8 canais dinâmicos) com frequência de amostragem de 102,4 KHz e 24 bits de resolução;
 - duas entradas para tacômetro com taxas de amostragem de até 6,5 MHz;
 - dois geradores de função.
- Rotating boom tipo 3923:
 - Cumpre ISO 3741;
 - Comprimento da lança ajustável entre 50 cm e 200 cm;
 - Operação com bateria com células NiCd ou operação de linha embutidos;
 - Três vezes rotação do interruptor selecionável;
 - Plano de rotação ajustável em passos de 10 graus;
 - E poder de sinal do microfone via anéis deslizantes;
 - Potência sonora emitida típico igual a 26 dB re 1 pW (peso A).

Focando a formatação dos dados dos microfones, foi desenvolvido um script python. Segue o mesmo:

Focando o processamento dos dados e plotagem dos gráficos foi desenvolvido um script em Matlab. Segue o mesmo:

4 Resultados

Feito os procedimentos das medições, obteve-se os níveis de pressão sonora em dB por bandas de frequências que pode ser conferido na figura 3.

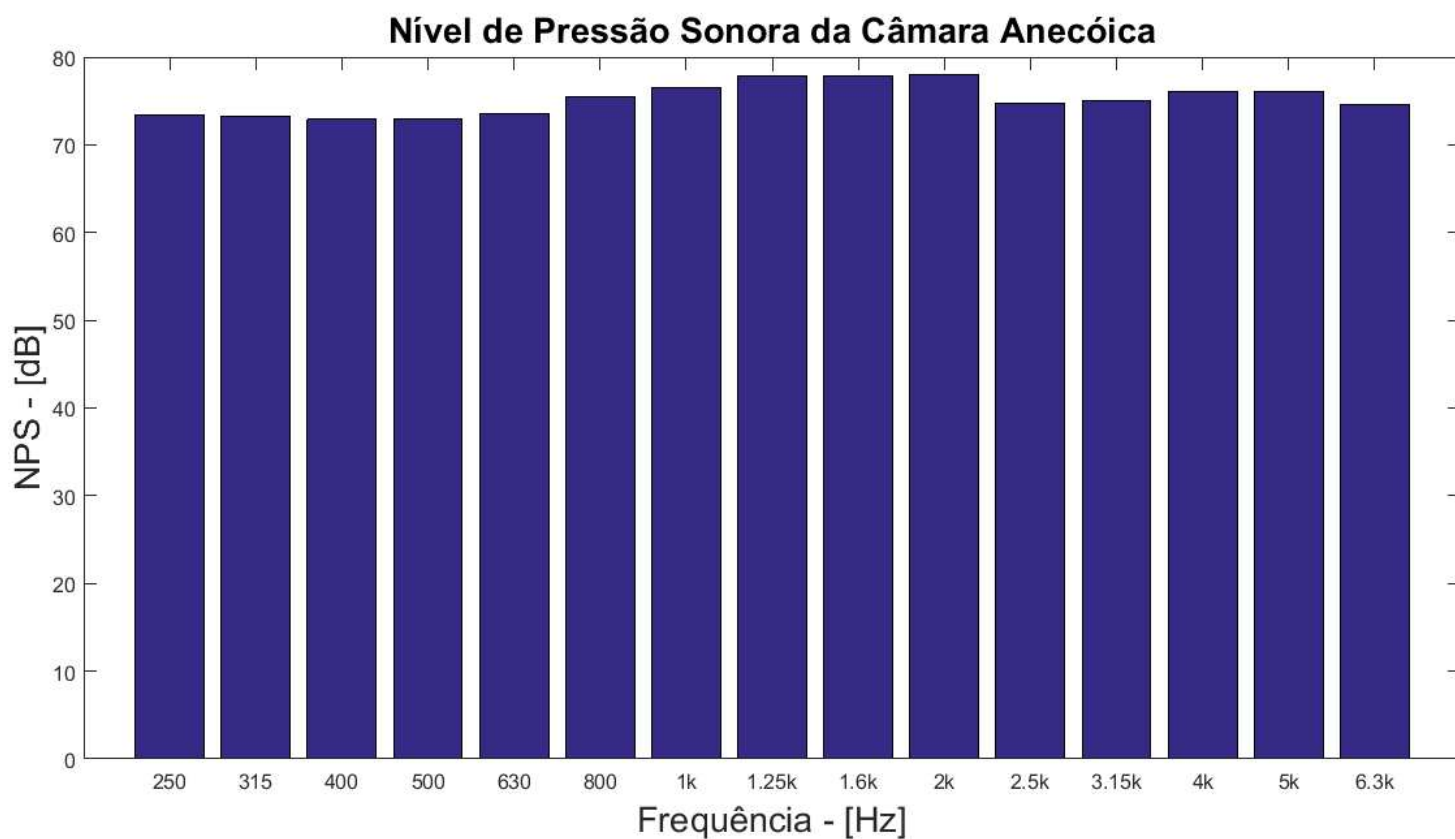


Figura 3: Níveis de pressão sonora da fonte na camara semianecóica por bandas de frequências. Fonte: autoria própria.

Tendo em vista a figura 3, é possível observar que o nível de pressão sonora para cada banda de frequência está na média de 75 dB e máximo perto de 78 dB e os ruídos mais fortes estão concentrados mais na faixa de médias frequências.

Obteve-se também o ruído de fundo da câmara semianecóica ilustrado na figura 4.

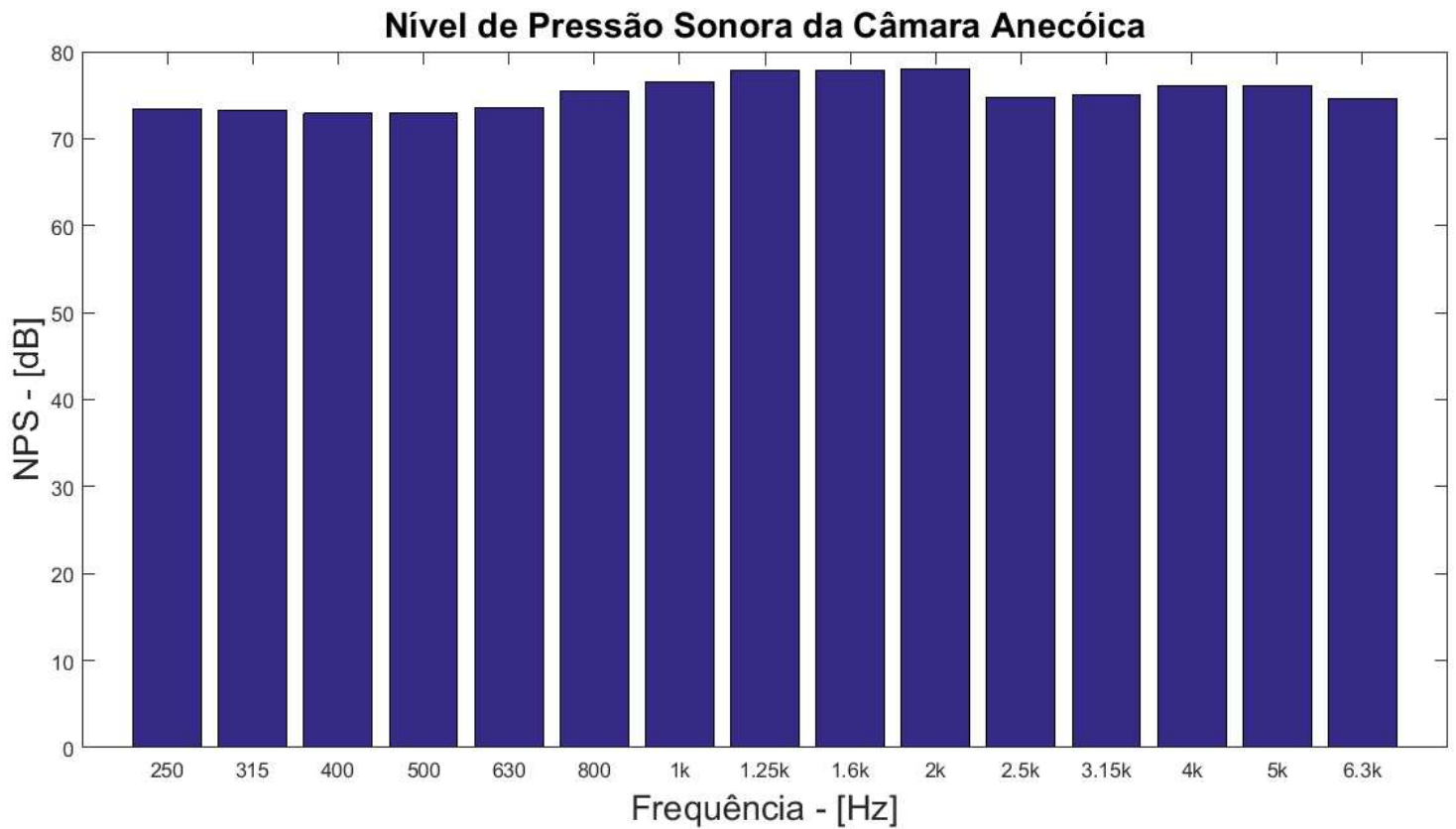


Figura 4: Ruído de fundo da câmara semianecóica. Fonte: autoria própria.

Tendo em vista a figura 4, é possível observar que o nível de pressão sonora para cada banda de frequência está na média de 14 dB e máximo perto de 20 dB e os ruídos mais fortes estão mais na faixa de baixas frequências. É visível que o ruído gravado da fonte é mais alto que o ruído de fundo.

Obteve-se também os níveis de pressão sonora da fonte na camara reverberante por bandas de frequências. Tais valores estão ilustrados na figura 5.

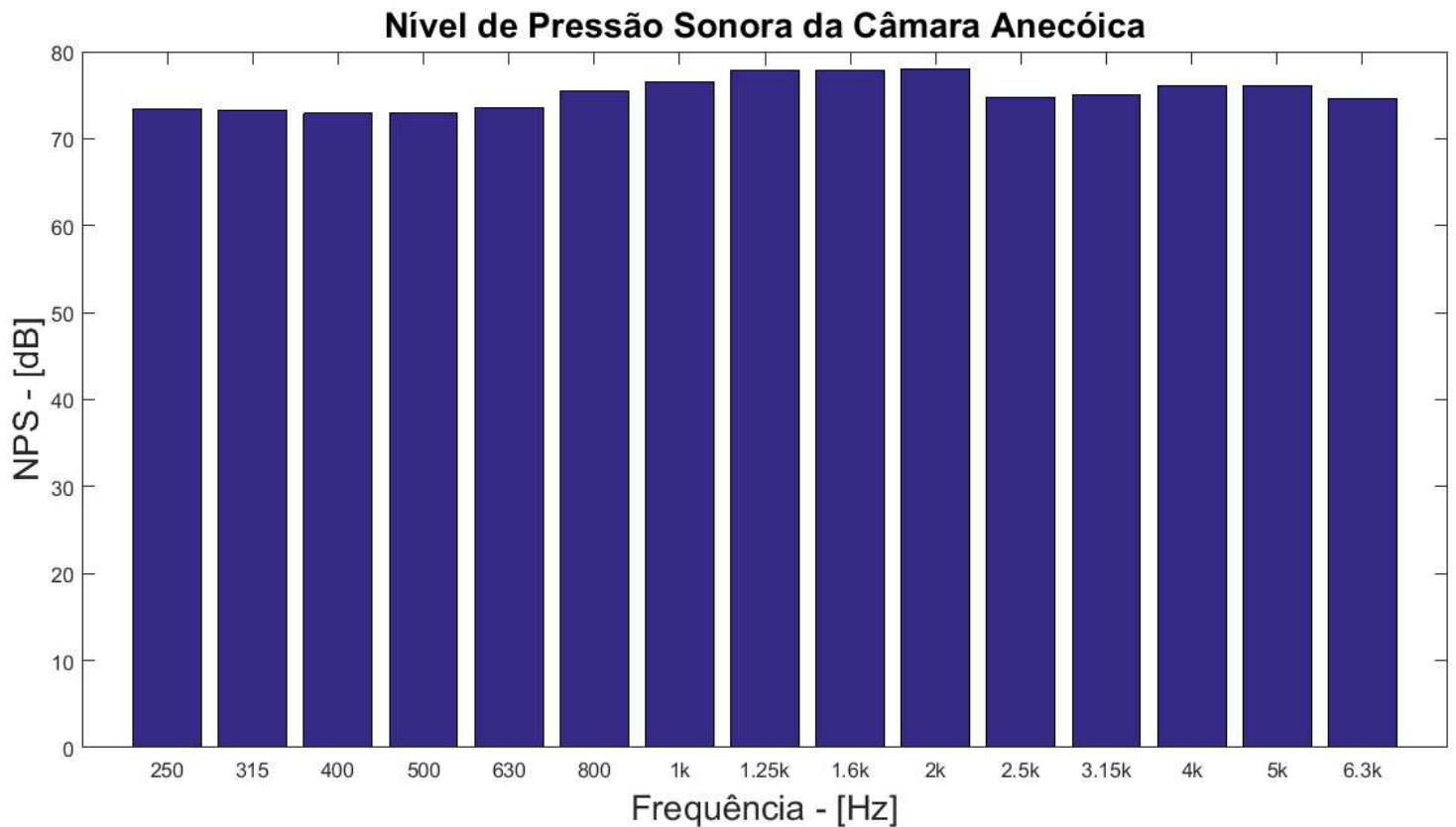


Figura 5: Níveis de pressão sonora da fonte na camara reverberante por bandas de frequências. Fonte: autoria própria.

Tendo em vista a figura 5, é possível observar que o nível de pressão sonora para cada banda de frequência está na média de 75 dB e máximo perto de 81 dB e os ruídos mais fortes estão concentrados mais na faixa de médias frequências. É visível que esses ruídos encontrados possuem uma correlação bastante alta com os encontrados na câmara semianecóica.

Obteve-se também o ruído de fundo da câmara reverberante ilustrado na figura 6.

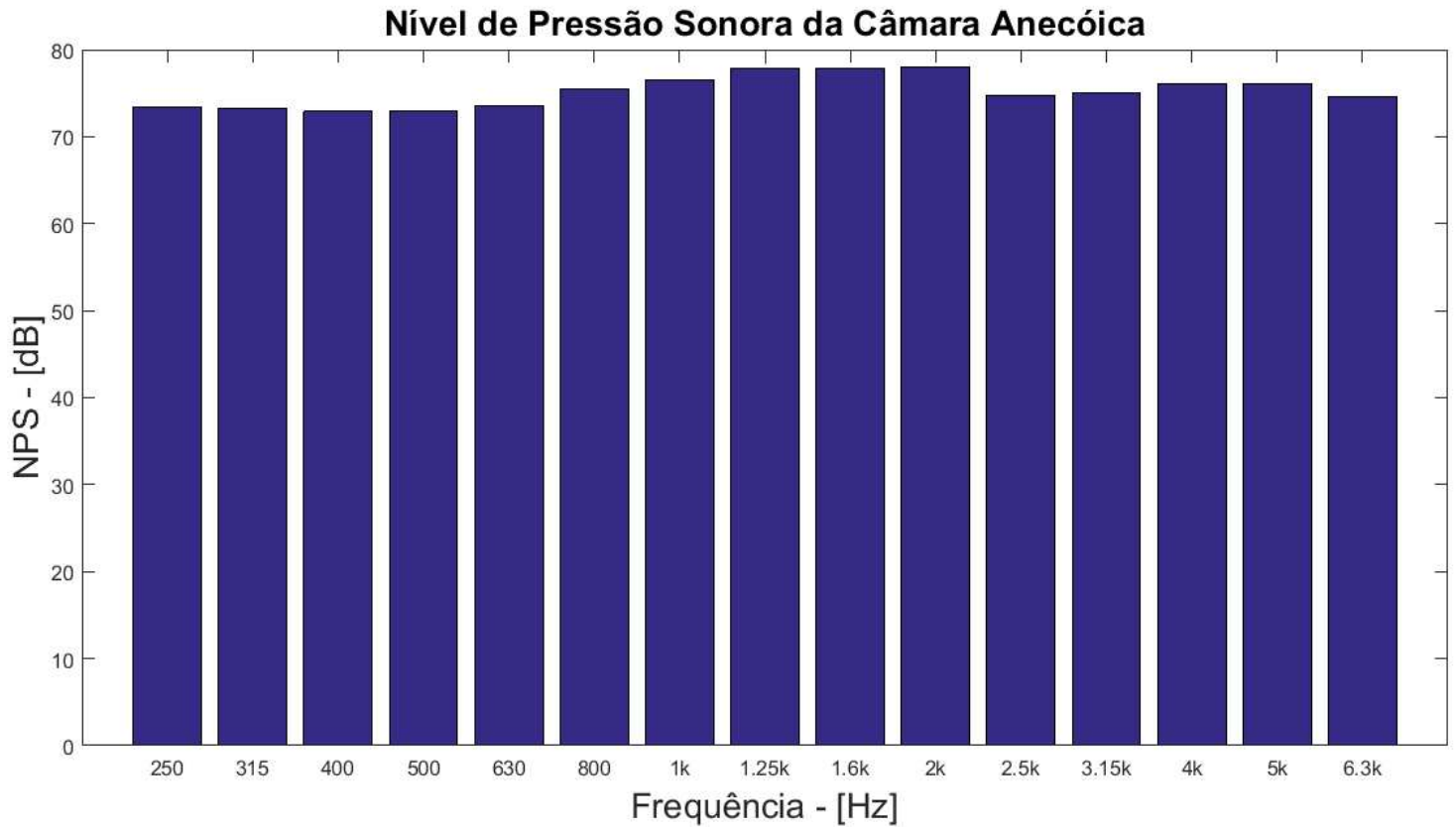


Figura 6: Ruído de fundo da câmara reverberante. Fonte: autoria própria.

Tendo em vista a figura 6, é possível observar que o nível de pressão sonora para cada banda de frequência está na média de 46 dB e máximo perto de 54 dB e os ruídos mais fortes estão mais na faixa de baixas frequências.

Também foi calculado os coeficientes de absorção da câmara reverberante e os mesmos estão ilustrados na figura 7. Na figura 7 é visível que os índices possuem

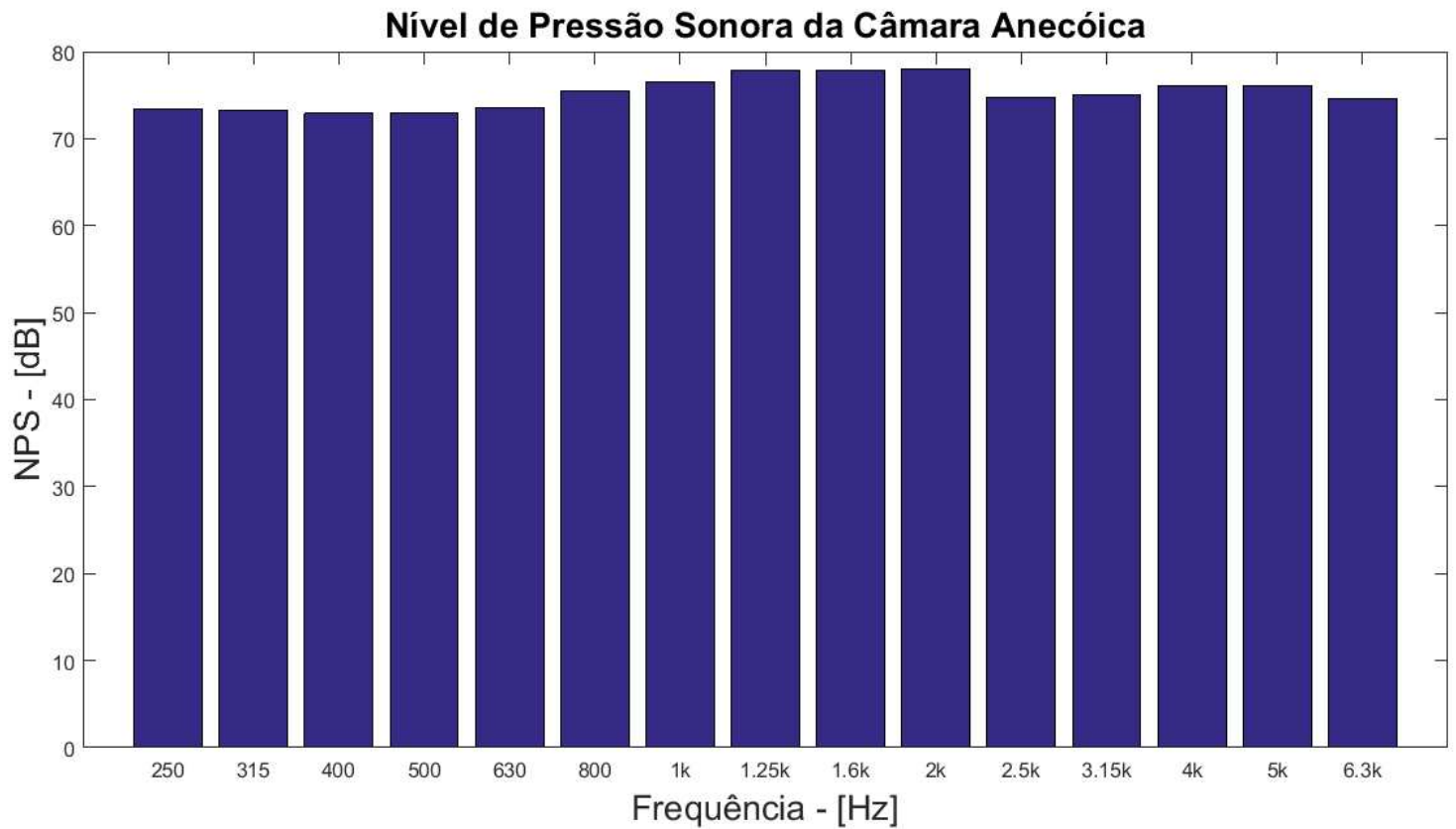


Figura 7: Índices de absorção da câmara reverberante. Fonte: autoria própria.

a mesma caracterização para as bandas de frequências abordadas.

Como resultado principal foi calculado os níveis de potência sonora em cada sala e comparados com os níveis de referência tabelados da fonte sonora. A figura 8 ilustra esse processo e é possível observar que os ruídos para cada banda de frequência segue o formato tabelado de referência.

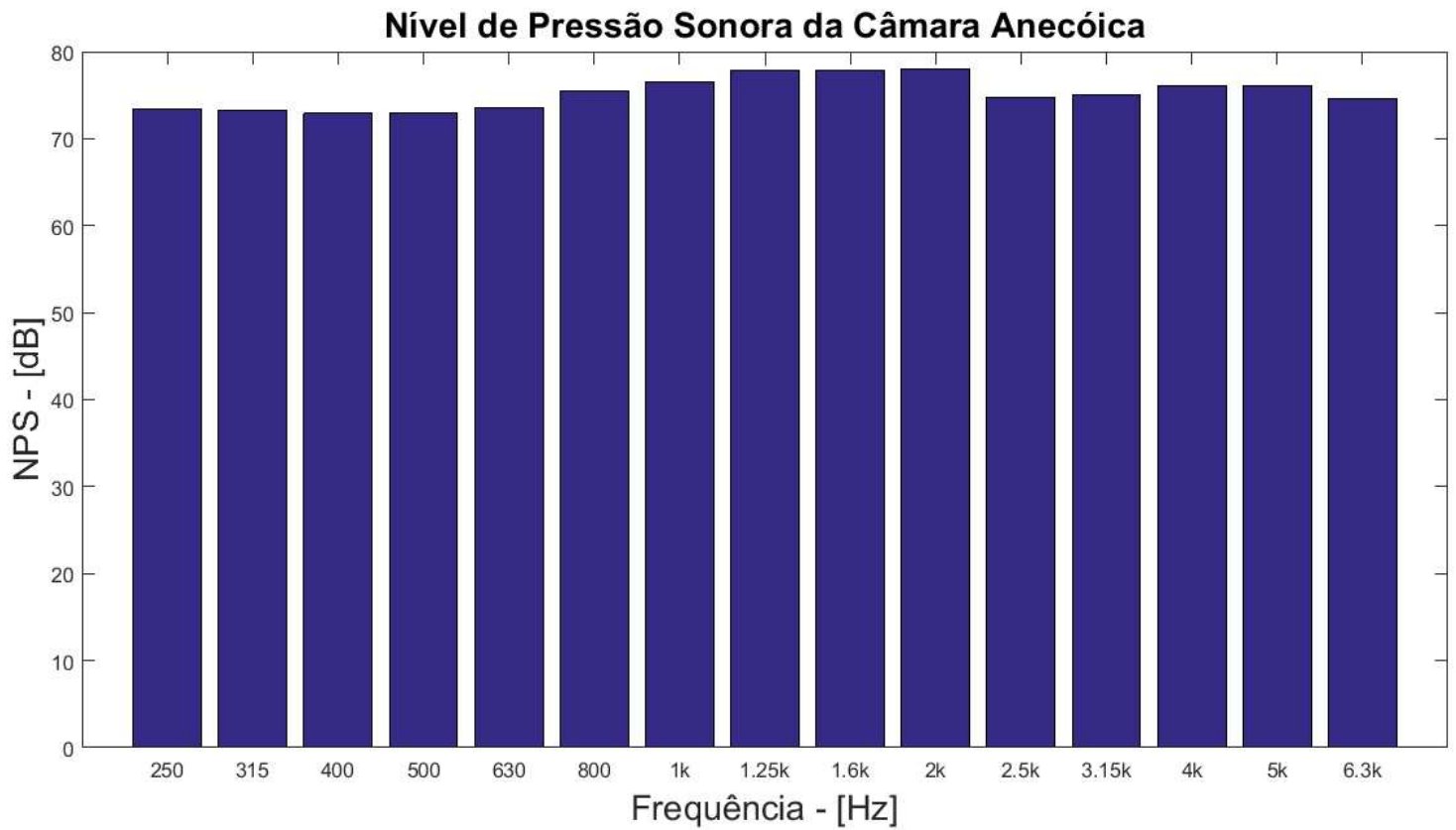


Figura 8: Comparação das potências sonoras. Fonte: autoria própria.

5 Conclusões

Nesse presente relatório trabalhou-se com um procedimento experimental para mensurar a potência sonora nos ambientes de câmara semianecóica e câmara reverberante. Para tal fim validou-se as potências mensuradas com as tabeladas de referência da fonte sonora. As medições foram realizadas e códigos de processamento dos dados foram desenvolvidos. Observou-se no final do processo que as potências mensuradas realmente caracterizaram a fonte em si com os valores tabelados, cabendo ressaltar que as discrepâncias foram causadas em parte pelos respectivos ruídos de fundo de cada sala. O ambiente de medição que mais se aproximou dos valores tabelados foi câmara reverberante.

Referências

BISTAFA, S. R. *Acústica aplicada ao controle de ruído*. [S.l.]: 2ª edição – São Paulo, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 3.

GAN, J. Scanning paths for estimating sound power of noise sources by sound intensity scanning method. *Chinese Journal of Acoustics*, v. 18, n. 4, p. 353–359, 1999. Citado na página 2.