



Novo laboratório da HBK no Brasil – Estudo de caso para o seu isolamento acústico em escritório *open plan*

Rocha, R. R.¹; Fengler, B.²; Giner, J. C³; Allegretti, M⁴.

¹⁻³ Giner Designing sound spaces, São Paulo, SP, Brasil, {raquel, barbara, jcginer}@giner.com.br

⁴ Spectris do Brasil - HBK, São Paulo, SP, Brasil, marcos.allegretti@hbkworld.com

Resumo

Este estudo de caso apresenta o isolamento acústico do laboratório de calibração da HBK, situada em um escritório corporativo estilo *open plan*. Esse tipo de escritório consiste na implementação de um ambiente de trabalho aberto, sem divisórias físicas significativas, o que dificulta o isolamento acústico de ambientes sensíveis para a acústica, como o laboratório. O objetivo principal do artigo é fornecer uma análise do isolamento acústico desse laboratório, abordando desde a fase de concepção do projeto até a conclusão da construção. O estudo engloba a análise das posições dos ambientes distribuídos na planta, simulações de isolamento acústico, identificação dos desafios enfrentados durante a construção e apresenta o resultado obtido através do ensaio de comissionamento acústico. O resultado alcançado demonstra um isolamento acústico satisfatório para o laboratório. A premissa era atingir a curva de critério de ruído NC 35 conforme os limites estabelecidos pela norma ABNT NBR 10152, e após o ensaio de comissionamento, obteve-se NC 35. A realização desse estudo de caso destaca a importância de considerar cuidadosamente o isolamento acústico em laboratórios sensíveis situados em ambientes corporativos estilo *open plan*. A elaboração do projeto desde a sua concepção arquitetônica e o acompanhamento da sua construção foram fundamentais para obter um ambiente de trabalho adequado, com ruído de fundo controlado, favorecendo as atividades de calibração de equipamentos.

Palavras-chave: isolamento acústico, laboratório, HBK.

New laboratory at HBK in Brasil - A case study on its acoustic insulation in an open plan office

Abstract

This case study presents the HBK equipment calibration laboratory's acoustic insulation, which is located in an open plan corporate office. The office concept has been designed as an open work environment without significant partitions, which challenges the acoustic insulation project in sensitive areas such as the laboratory. The main goal of the article is to provide an analysis of the laboratory's acoustic insulation, covering the entire process from project conception to construction completion. The study presents the analysis of the positioning of several working spaces within the floor plan, acoustic insulation simulations, description of challenges during construction, and results obtained through the acoustic commissioning testing. The result achieved demonstrates satisfactory acoustic insulation for the laboratory. The initial goal was to achieve an NC 35 noise criteria, within the limits established in ABNT NBR 10152, and after the commissioning testing an NC 35 was obtained, just as expected. This case study execution highlights the importance of carefully considering the acoustic insulation project in sensitive laboratories located at open plan corporate environments. The project development, from architectural conception to construction monitoring, was critical to develop a suitable work environment with controlled background noise, which benefits the equipment calibration activities.

Keywords: acoustic insulation, laboratory, HBK.

1. Introdução

O conceito arquitetônico para escritórios corporativos estilo *open plan* consiste na implementação de um ambiente de trabalho aberto, sem divisórias físicas significativas. São espaços amplos com estações de trabalhos compartilhadas, áreas de reuniões informais e corredores abertos. Algumas características construtivas são comuns, como a presença de piso elevado para facilitar a passagem de diversos cabos, ausência de paredes fixas para favorecer o espaço aberto e contínuo, uso de painéis de vidro quando é necessário separar alguma área para criar uma zona de maior privacidade e manter a sensação de espaço aberto, além da fachada da edificação ser, normalmente, em pele de vidro. Devido ao espaço aberto e as suas características construtivas, o projeto acústico pode se tornar desafiador.

O cenário a ser analisado neste artigo não é somente um escritório corporativo estilo *open plan* com salas de reuniões, espaço de trabalho compartilhado e *phone booth*. Temos a nova sede da empresa Spectris¹ no Brasil com 993 m² de área total para distribuir toda a estrutura comercial, administrativa, técnica, gerência e – o grande desafio do projeto – o laboratório de calibração dos equipamentos de ruídos e vibrações.

A premissa de projeto para esse laboratório foi garantir o isolamento acústico de forma que os ruídos provenientes de outros espaços do escritório *open plan* não interferissem nos ensaios de calibração realizados dentro do laboratório. Trata-se de um ambiente extremamente sensível à acústica, onde o isolamento acústico é fundamental.

Este artigo apresenta um estudo de caso que aborda a questão do isolamento acústico do novo laboratório da HBK inserido em um escritório *open plan*. O objetivo principal do artigo é fornecer uma análise do isolamento acústico desse laboratório, abordando desde a fase de concepção do projeto até a conclusão da construção. O estudo engloba a análise das posições dos ambientes distribuídos na planta, simulações de isolamento acústico, identificação dos desafios enfrentados durante a construção e apresenta o resultado obtido através do ensaio de comissionamento acústico.

2. Fundamentação teórica

O propósito do recém-criado laboratório da HBK é oferecer serviços de calibração para equipamentos sensíveis de ruídos e vibrações. Nesse sentido, a sala destinada ao laboratório requer a implementação de medidas para garantir a privacidade acústica necessária.

Para o presente estudo de caso, optou-se pela aplicação da técnica *box-in-box* com o objetivo de estabelecer uma estrutura isolada acusticamente dentro de uma estrutura preexistente, criando uma caixa interna que reduz a propagação do ruído entre as áreas [1]. A implementação dessa técnica envolve a construção de duas estruturas independentes.

Ao criar a caixa interna separadamente da caixa externa, a técnica *box-in-box* possibilita a diminuição da transmissão direta de som entre os dois ambientes [2]. Essa redução ocorre devido à atenuação do som gerado dentro da caixa interna pelas paredes, pisos e tetos acusticamente isolados antes de atingir a estrutura externa [2]. Além disso, o uso de materiais anti-vibráticos contribui para a redução da transmissão indireta de som por meio de vibrações e flancos [3].

Torna-se essencial investigar no projeto acústico as infraestruturas, como cabos de rede, cabos elétricos e dutos de ar condicionado, com o intuito de evitar qualquer conexão entre as duas estruturas, a interna e a externa. Tal precaução é fundamental para preservar a integridade do isolamento acústico e garantir a eficácia do sistema de *box-in-box*.

O requisito acústico estabelecido para a curva de critério de ruído (NC) foi definido como igual ou

¹A Spectris é a representante da Brüel & Kjær (atual HBK) no Brasil. A HBK é uma renomada empresa dinamarquesa especializada em soluções de medição e análise de ruídos e vibrações. Fundada em 1942 por Per V. Brüel e Viggo Kjær, a empresa é reconhecida mundialmente por suas inovações e tecnologias avançadas nesse campo.

inferior a 35, considerando o funcionamento do sistema de ar condicionado em sua velocidade média². Esse parâmetro foi determinado com base na norma ABNT NBR 10152:2017 [4], sendo o índice NC 35 o critério mais rigoroso aplicado para escritórios. A adoção desse requisito busca garantir um ambiente acusticamente adequado, promovendo condições favoráveis de conforto acústico para os ocupantes.

3. Método: o projeto acústico

A nova sede da empresa Spectris encontra-se situada às margens da Marginal Pinheiros, em São Paulo. Durante a etapa inicial do projeto, identificou-se que o posicionamento inicial do laboratório, adjacente à fachada envidraçada do escritório *open plan* voltada para a Marginal Pinheiros, acarretava desvantagens significativas em relação ao isolamento acústico do referido laboratório devido aos elevados níveis de pressão sonora originados na via marginal. Consequentemente, a primeira medida adotada em termos de intervenção acústica consistiu em modificar a localização do laboratório dentro da planta arquitetônica, deslocando-o para uma posição distante da fachada envidraçada. Tal readequação visou mitigar os efeitos prejudiciais da exposição ao ruído externo, contribuindo para aprimorar o desempenho acústico do laboratório.

A Figura 1 mostra a representação da laje corporativa antes da execução do projeto, destacando sua fachada envidraçada e sua configuração como laje tipo cubeta, além das infraestruturas de combate a incêndio presentes em um amplo espaço. O laboratório foi projetado com uma área total de 20,65 m² e um pé direito até o teto de 3,48 m. Após a definição do *layout* arquitetônico, foram realizadas simulações de isolamento acústico utilizando os *softwares* INSUL 9.0 e SONArchitect ISO versão 3.1.11, visando determinar as composições do sistema *box-in-box*.



Figura 1: Local da futura sede da Spectris no Brasil, antes da execução do projeto.

A Figura 2 mostra a planta arquitetônica, revelando os ambientes contíguos ao laboratório, incluindo a área de circulação, as salas da equipe, a área técnica e a seção administrativa do laboratório. É importante ressaltar que a conexão entre esta última área e o laboratório é considerada a mais desafiadora, devido à presença de uma porta entre os dois espaços. Além disso, a Figura 3 ilustra o modelo de simulação do laboratório com suas salas adjacentes, especificamente a área administrativa.

²No laboratório, o ar condicionado foi avaliado em sua velocidade média, uma vez que essa é a condição de uso devido ao tamanho da sala e à preferência dos usuários.



Figura 2: Planta arquitetônica do entorno do laboratório, após intervenção na distribuições dos ambientes.

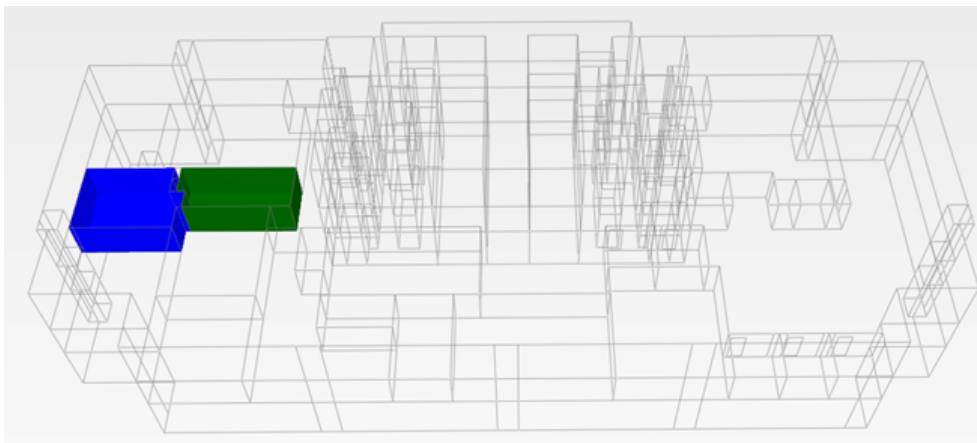


Figura 3: Simulação da divisória entre o laboratório e a sua área administrativa.

Com o objetivo de solucionar o problema de isolamento acústico nas divisórias do laboratório, foram implementadas alterações no *layout* arquitetônico. Essas modificações consistiram na inclusão de duas portas, uma abrindo para fora do laboratório e outra abrindo para dentro, com a criação de um pequeno corredor entre elas, conhecido como *sound lock*. Cada uma das portas foi projetada para apresentar um Índice de Redução Sonora (R_w) de 35 dB. Além disso, as divisórias em *drywall* foram projetadas de forma a alcançar $R_w = 63$ dB, com a premissa de desconexão entre a parede externa e a parede interna do laboratório.

No sistema de piso, a distribuição de 74 *pads* elastoméricos foi necessária na área de superfície correspondente, levando em consideração a carga prevista, a fim de alcançar uma frequência natural inferior a 15 Hz. Da mesma forma, o forro acústico foi projetado sem conexão rígida com a laje superior, seguindo a composição semelhante à da parede interna, resultando na criação de uma caixa interna para isolamento acústico. A Figura 4 apresenta o croqui do isolamento acústico implementado no laboratório, que é composto por uma parede externa e uma parede interna sem conexões, além do piso e forro flutuantes.

Uma questão de compatibilização que surgiu foi relacionada ao sistema de ar condicionado, em que havia dutos atravessando o laboratório e conectando-o às demais salas. Para solucionar essa questão, optou-se por remover os dutos internos do laboratório, mantendo-os apenas até a área de circulação. O sistema de refrigeração foi redimensionado para operar sem a necessidade de dutos internos, garantindo a ausência de pontes acústicas indesejadas e tomando os devidos cuidados para preservar o isolamento sonoro.

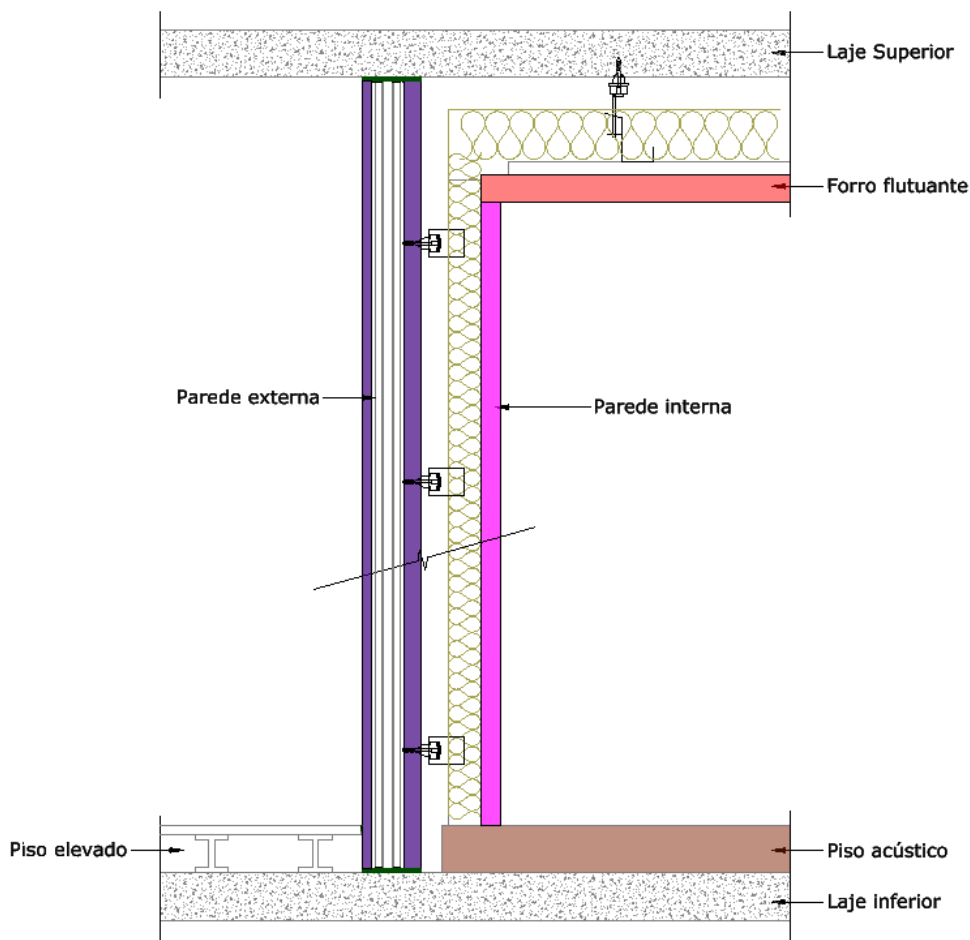


Figura 4: Croqui esquemático do corte apresentando o isolamento acústico utilizado no laboratório.

4. Resultados: a construção e comissionamento

A duração da obra foi de aproximadamente 2 meses, durante os quais todas as etapas de implementação do projeto acústico foram cuidadosamente acompanhadas, levando em consideração as precauções técnicas necessárias para um sistema acústico adequado. Inicialmente, foram construídas as paredes externas com o intuito de delimitar a área do laboratório. Devido à característica da laje como tipo cubeta, todas as divisórias foram contornadas para se adaptarem a essa configuração, garantindo um fechamento completo sem aberturas e, é claro, mantendo a vedação de laje a laje. A Figura 5 mostra a vedação realizada no entorno da laje tipo cubeta, evidenciando a forma como as chapas de gesso foram instaladas e os cuidados aplicados às demais infraestruturas presentes, como os cabos elétricos.

Em seguida, o sistema de piso foi instalado, seguido pelas paredes internas e o forro acima dele. Cada fase da construção foi executada com precisão e atenção aos detalhes, visando garantir a eficácia do isolamento acústico do laboratório. Nas Figuras 6 e 7 temos a distribuição dos *pads* e, após, o piso finalizado sem conexão rígida com as paredes externas. Devido a um pequeno desnível verificado na laje do local, foi necessária a adoção de calços abaixo dos *pads*, conforme mostra a Figura 6.

As Figuras 8 e 9 apresentam imagens que ilustram o processo de construção das paredes internas e do forro acústico, sendo que em ambas as etapas foi utilizado o elemento *damper*³ para eliminar as conexões rígidas entre as estruturas. Essa abordagem permitiu a criação de um ambiente com maior eficiência no isolamento acústico, uma vez que os *dampers* foram empregados para minimizar a transmissão de vibrações e ruídos indesejados entre as superfícies.

³O *damper* é um dispositivo anti-vibrático desenvolvido pela empresa Giner que atenua as transmissões estruturais em até 6 dB. O seu desenho industrial possui patente de número BR302021002901-4.



Figura 5: Vedação das paredes externas devido à característica da laje tipo cubeta.

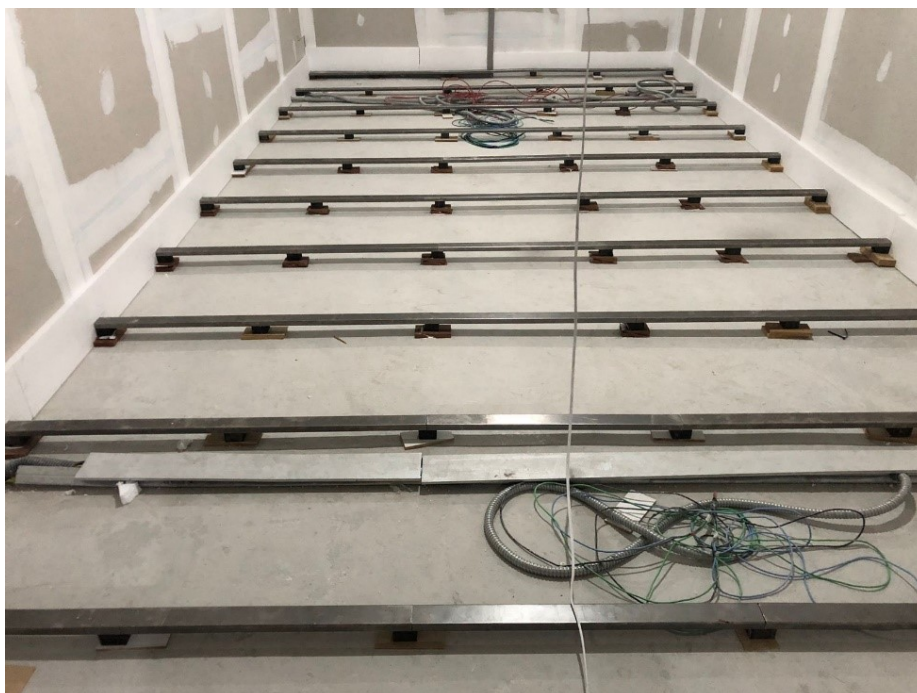


Figura 6: Distribuição dos *pads* e seus calços.

Durante a construção da sala, surgiram alguns problemas de compatibilização de projetos. Não havia um projeto detalhado para as infraestruturas elétrica, de combate a incêndio, rede de internet, entre outras, que indicasse claramente o caminho de distribuição dessas infraestruturas. Com o objetivo de preservar a integridade do isolamento acústico, foram realizadas apenas duas aberturas estrategicamente posicionadas e devidamente tratadas: uma no lado esquerdo e outra no lado direito, para a passagem dos cabos necessários. Em seguida, esses cabos foram cuidadosamente distribuídos no espaço entre a parede externa e a parede interna. Dessa forma, foi possível manter o isolamento acústico projetado.



Figura 7: Piso flutuante finalizado, sem conexão com as paredes externas.



Figura 8: *Damper* instalado nas paredes internas.

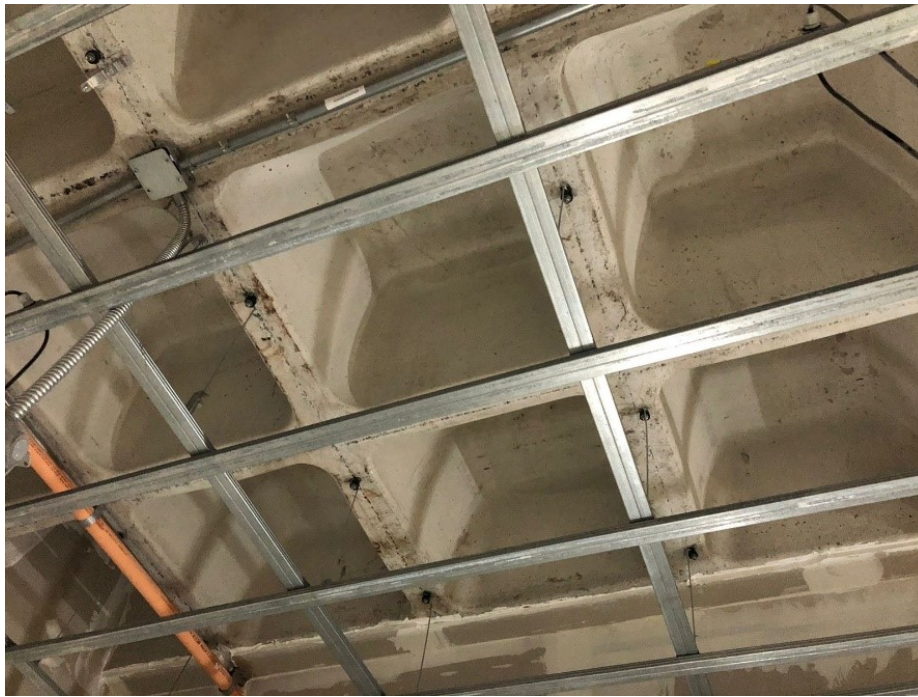


Figura 9: *Damper* instalado para o forro acústico.

Após a conclusão da construção do piso flutuante, das divisórias externas e internas, e do forro flutuante, as duas portas acústicas com R_w de 35 dB cada foram instaladas. Essas portas são conhecidas por sua grande massa e, portanto, requerem a instalação em estruturas metálicas secundárias, uma vez que a estrutura de *drywall* não suportaria seu peso. Para evitar qualquer contato rígido com a estrutura existente e seguir o princípio do sistema *box-in-box*, a estrutura secundária foi instalada acima do piso flutuante e fixada na laje superior com materiais resilientes e arruelas acústicas para minimizar a transmissão de vibrações.

Já era esperado que a divisória entre a sala administrativa e o laboratório fosse um elo fraco no isolamento acústico em comparação com as outras divisórias que são cegas, devido à presença da abertura da porta. No entanto, a solução acústica projetada para essa divisória foi excelente, pois a presença das duas portas e do sistema de antecâmara (*sound lock*) isolou efetivamente os ruídos externos, sem comprometer o ruído de fundo exigido dentro do laboratório.

Finalmente, a máquina evaporadora do sistema de ar condicionado foi devidamente instalada no interior do laboratório. Todos os seus componentes foram cuidadosamente montados e vedados para preservar o isolamento acústico do sistema *box-in-box*. No entanto, ao ligar o ar condicionado na velocidade média, os resultados obtidos não foram satisfatórios, apresentando um índice NC 40. Embora esse valor esteja acima da premissa técnica inicial de alcançar um índice de NC 35 de acordo com a norma ABNT NBR 10152 [4], ainda está dentro do limite de tolerância estabelecido por essa norma, que permite um índice de até NC 40. No entanto, um problema significativo surgiu: os usuários do laboratório não conseguiram realizar as calibrações necessárias com o ar condicionado ligado, o que é inaceitável.

Após contatar a empresa responsável pelo ar condicionado e realizar a substituição da máquina, novos testes foram realizados, os quais resultaram em uma melhora substancial. O valor do critério de ruído NC foi reduzido de 40 para 35 conforme é possível visualizar na Figura 10, atendendo aos requisitos técnicos estabelecidos e proporcionando uma mudança notável na percepção acústica pelos usuários. A incerteza de medição padrão combinada é de 1,8 dB. Com isso, no geral, o isolamento acústico do laboratório é considerado satisfatório, permitindo que os usuários trabalhem e se concentrem na sala para realizar as calibrações dos equipamentos sem a interferência de ruídos externos, mesmo com o ar condicionado funcionando em sua velocidade média, conforme preferência dos usuários do laboratório.

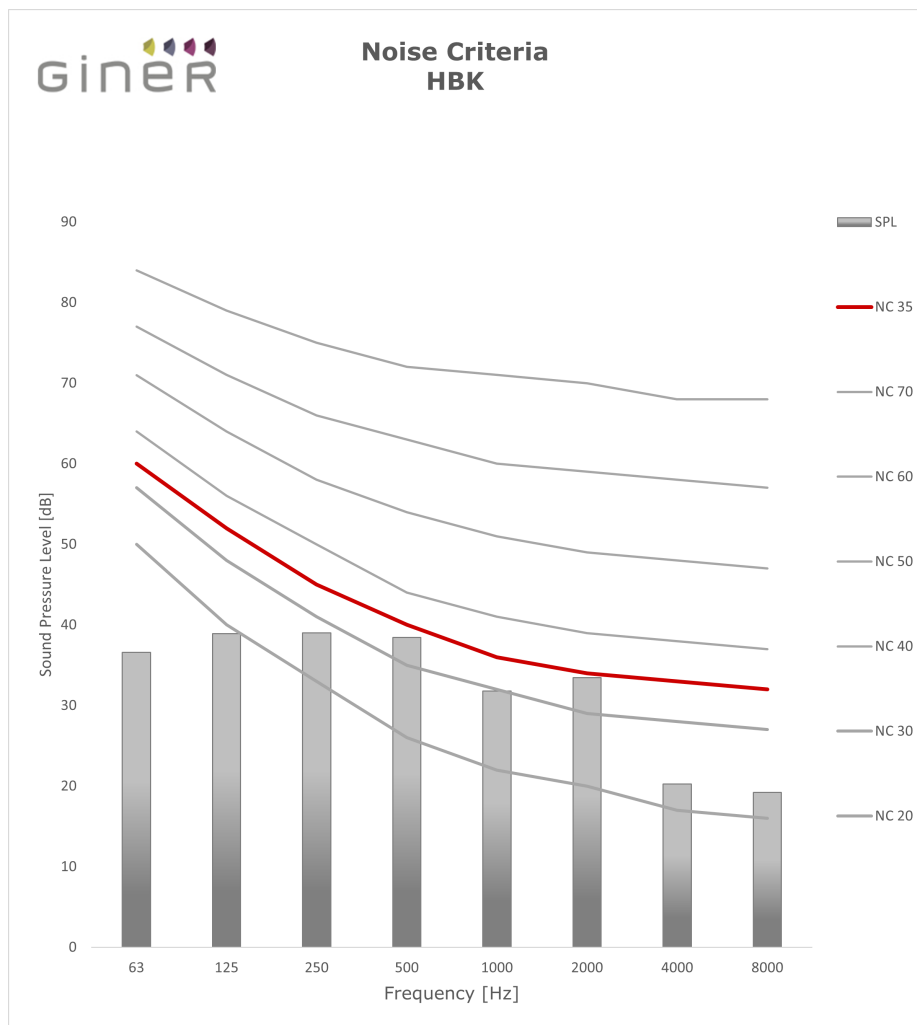


Figura 10: Resultado da curva NC.

5. Considerações finais

Escritórios corporativos em estilo *open plan* enfrentam desafios acústicos se não forem adequadamente tratados. Para incorporar uma sala sensível à acústica nesse tipo de ambiente, diversos estudos devem ser considerados, como a análise da distribuição das salas em relação às suas posições na planta arquitetônica, o afastamento de ambientes ruidosos de ambientes sensíveis, a realização de simulações para orientar o projeto com suas especificações e o acompanhamento da obra para lidar com os detalhes técnicos durante a construção de uma sala acústica.

Todas as etapas mencionadas foram implementadas no novo laboratório de calibração de equipamentos da HBK, de modo a obter resultados satisfatórios. A premissa técnica estabelecida era alcançar uma curva de critério de ruído NC 35 e, após os ajustes necessários, o ensaio de comissionamento registrou um valor de NC 35. Esse índice atende aos limites estabelecidos pela norma ABNT NBR 10152 [4] e, o que é ainda mais importante, é considerada aceitável para que os usuários do laboratório possam realizar as calibrações dos equipamentos de forma adequada.

A realização desse estudo de caso destaca a importância de considerar cuidadosamente o isolamento acústico em laboratórios sensíveis localizados em ambientes corporativos em estilo *open plan*. A elaboração do projeto desde sua concepção arquitetônica e o acompanhamento de sua construção foram fundamentais para obter um ambiente de trabalho adequado, com controle do ruído de fundo, favorecendo as atividades de calibração de equipamentos.

6. Agradecimentos

A empresa Giner expressa seu sincero agradecimento à empresa Spectris por conceder a autorização para compartilhar os dados envolvidos neste artigo e pela confiança técnica depositada na realização do projeto do novo laboratório.

Referências

1. KUTTRUFF, Heinrich; MOMMERTZ, Eckard. Room acoustics. In: *Handbook of engineering acoustics*. [S.l.]: Springer, 2012.
2. FAHY, Frank J; GARDONIO, Paolo. *Sound and structural vibration: radiation, transmission and response*. [S.l.]: Elsevier, 2007.
3. EGAN, M David. Architectural acoustics. 1988.
4. TÉCNICAS, Associação Brasileiras de Normas. Acústica níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. *Rio de Janeiro: ABNT NBR 10152*, 2017.