

# ESCOLA HARMONIA: Proposta de escola pública com ênfase em qualidade acústica

*ESCOLA HARMONIA: Propuesta de escuela pública con énfasis en la calidad acústica*

*ESCOLA HARMONIA: Proposal for a public school with an emphasis on acoustic quality*

## ARAÚJO, BIANCA CARLA DANTAS DE

Professora Dra., Universidade Federal do Rio Grande do Norte, E-mail: [dantasbianca@gmail.com](mailto:dantasbianca@gmail.com)

## CARVALHO, VITÓRIA JADE ALVES DE

Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, E-mail: [vitoria-jade@hotmail.com](mailto:vitoria-jade@hotmail.com)

## SILVA, GABRIELA TABITA DA

Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, E-mail: [gabriela.tabita.silva@gmail.com](mailto:gabriela.tabita.silva@gmail.com)

### RESUMO

Este artigo descreve a experiência de desenvolvimento de um anteprojeto arquitetônico escolar para o "III Concurso Estudantil de Acústica Conrado Silva - III CACS", realizado para o XXX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica (SOBRAC), que ocorreu na UFRN, na cidade de Natal/RN, em 2023, com ênfase na qualidade acústica em ambientes educacionais. O projeto "Escola Harmonia", premiado com o terceiro lugar na competição, integrou conhecimentos de acústica e arquitetura para propor soluções que isolam os sons indesejados, controlam a reverberação sonora e otimizam a inteligibilidade da fala em espaços de ensino-aprendizagem. O conceito de harmonia norteou a implementação de mecanismos acústicos através da forma arquitetônica e da escolha de materiais. As decisões projetuais focaram na proteção das áreas de aprendizagem contra o ruído urbano e o ruído gerado pelo próprio ambiente escolar, assegurando um espaço propício ao desenvolvimento infanto-juvenil. A seleção e combinação de materiais acústicos, conforme fornecedores pré-determinados pelo concurso, destacam-se no projeto, que detalha três ambientes educacionais: auditório, sala de aula e sala multiuso. Além das questões acústicas, o projeto incorporou princípios de conforto ambiental e acessibilidade. PALAVRAS-CHAVE: Projeto acústico; Condicionamento acústico; Isolamento acústico; Ambiente escolar; Espaços de aprendizagem.

### RESUMEN

Este artículo describe la experiencia de desarrollo de un anteproyecto de arquitectura escolar para el "III Concurso Estudiantil de Acústica Conrado Silva - III CACS", realizado para la XXX Reunión de la Sociedad Brasileña de Acústica (SOBRAC), que tuvo lugar en la UFRN, en la ciudad de Natal/RN, en 2023, con énfasis en la calidad acústica en ambientes educativos. El proyecto "Escola Harmonia", galardonado con el tercer puesto del concurso, integró conocimientos de acústica y arquitectura para proponer soluciones que aíslan los sonidos no deseados, controlan la reverberación sonora y optimizan la inteligibilidad del habla en espacios de enseñanza-aprendizaje. El concepto de armonía guió la implementación de mecanismos acústicos a través de la forma arquitectónica y la elección de los materiales. Las decisiones de diseño se centraron en la protección de las áreas de aprendizaje contra el ruido urbano y el ruido generado por el propio entorno escolar, garantizando un espacio propicio para el desarrollo de niños, niñas y adolescentes. La selección y combinación de materiales acústicos, según proveedores predeterminados por el concurso, destacan en el proyecto, que detalla tres entornos educativos: Auditorio, aula y sala polivalente. Además de las cuestiones acústicas, el proyecto incorporó los principios de confort ambiental y accesibilidad.

PALABRAS CLAVE: Diseño acústico; Acondicionamiento acústico; Insonorización; Entorno escolar; Espacios de aprendizaje.

### ABSTRACT

This article describes the experience of developing a school architectural preliminary project for the "III Conrado Silva Student Acoustics Competition - III CACS", held for the XXX Meeting of the Brazilian Society of Acoustics (SOBRAC), which took place at UFRN, in the city of Natal/RN, in 2023, with an emphasis on acoustic quality in educational environments. The "Escola Harmonia" project, awarded third place in the competition, integrated knowledge of acoustics and architecture to propose solutions that isolate unwanted sounds, control sound reverberation and optimize speech intelligibility in teaching-learning spaces. The concept of harmony guided the implementation of acoustic mechanisms through architectural form and the choice of materials. The design decisions focused on the protection of the learning areas against urban noise and the noise generated by the school environment itself, ensuring a space conducive to the development of children and adolescents. The selection and combination of acoustic materials, according to suppliers predetermined by the competition, stand out in the project, which details three educational environments: auditorium, classroom and multipurpose room. In addition to acoustic issues, the project incorporated principles of environmental comfort and accessibility.

KEYWORDS: Acoustic design; Acoustic conditioning; Soundproofing; School environment; Learning spaces.

Recebido em: 20/08/2024

Aceito em: 25/09/2024



REVISTA  
**PROJETAR**

Projeto e Percepção do Ambiente  
v.9, n.3, setembro de 2024

## 1 INTRODUÇÃO

Este artigo deriva da experiência de proposta de anteprojeto arquitetônico escolar desenvolvido no "III Concurso Estudantil de Acústica Conrado Silva - III CACS", sucedido em novembro de 2023 na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), no XXX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica – SOBRAC em Natal/RN. O concurso explorou a temática "Qualidade acústica do espaço escolar: ênfase nos ambientes de aprendizagem", propiciando uma oportunidade para aplicação prática de conhecimentos em acústica arquitetônica. Foi patrocinado por três empresas: Ecophon Saint-Gobain, Técnica Soluções Acústicas e Trisoft. O resultado rebateu-se em uma proposta intitulada "Escola Harmonia: proposta de escola pública com ênfase em qualidade acústica" que foi reconhecida com o terceiro lugar na competição nacional.

Para ser considerada uma proposta válida no contexto do concurso, a criação do projeto tinha de ser destinada aos anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º ano) e ser inteiramente inédita, descartando a possibilidade de reformas em estruturas existentes. O local para implantação do projeto poderia ser livremente escolhido em qualquer parte do território brasileiro. Os aspectos acústicos deveriam ser considerados desde a fase de inserção urbana, passando pela setorização e funcionalidade dos espaços, com destaque na proteção de áreas sensíveis, como ambientes de aprendizagem, em relação a áreas críticas, como quadras e pátios. As soluções acústicas deveriam ser integradas nas formas geométricas, nos materiais e nos dispositivos que possibilitassem a qualificação, o isolamento e o condicionamento acústico adequados.

Além dos requisitos relativos à formatação e diagramação do produto final, havia a exigência da representação de um plano de massas e a volumetria completa da escola, contemplando cinco setores predeterminados com ambientes mínimos: administrativo, aprendizagem, serviços, pátio e circulações, sendo o setor de aprendizagem detalhado até o nível de anteprojeto. Paralelamente, era necessária a escolha de três ambientes específicos para a realização de projetos básicos de condicionamento sonoro, sendo estes uma sala de aula, um auditório e um ambiente à escolha da equipe. Por fim, os materiais utilizados deveriam ser exclusivamente dos patrocinadores e cada ambiente projetado deveria referir-se a um destes.

O projeto baseou-se na premissa de que a qualidade acústica, especialmente a inteligibilidade da fala e o controle do tempo de reverberação, são essenciais para o ensino-aprendizagem. O ruído excessivo prejudica a dinâmica escolar e a saúde de docentes e alunos, mas é frequentemente negligenciado no planejamento arquitetônico. Assim, o projeto integrou soluções acústicas e arquitetônicas para criar espaços educacionais funcionais e com ambiente sonoro otimizado. Além disso, foram incorporadas estratégias de conforto ambiental, como controle térmico e visual, e aspectos de acessibilidade e ergonomia, visando à inclusão e bem-estar dos alunos.

Este artigo delinea o processo projetual, a partir de um relato que contextualiza as decisões, desafios e resolutivas adotadas durante as etapas de desenvolvimento do concurso. Nele, é apresentado o andamento das soluções implementadas, com destaque para os estudos e análises realizados em relação aos ambientes escolares, bem como a metodologia empregada na concepção dos espaços planejados. O artigo encerra com a apresentação final desses ambientes, seguida de considerações finais que refletem sobre a experiência, bem como a relevância da iniciativa promovida pela SOBRAC acerca da temática.

## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO

É importante destacar que o desenvolvimento deste projeto não começou no contexto do CACS, mas foi fundamentado em duas disciplinas de bacharelado: "Conforto Ambiental 03", sobre acústica, e "Tópicos Especiais em Arquitetura e Urbanismo 03", focada no espaço escolar. A base da escola foi ajustada posteriormente para o concurso. Durante a disciplina, foram abordadas normas como a ABNT 15.220 (2008, 2005), ABNT 15.575 (2013), e o Manual de Orientações Técnicas do FNDE. Também foram realizados estudos de referência, incluindo uma avaliação pós-ocupacional do NEI (CAp/UFRN), o que influenciou a escolha pelo caráter público da escola projetada.

Ao longo da disciplina, o terreno foi selecionado e submetido a estudos preliminares que analisaram topografia, orientação solar, ventilação natural e relação com o entorno urbano. Esses estudos forneceram uma compreensão sólida do terreno, orientando a concepção geral do projeto.

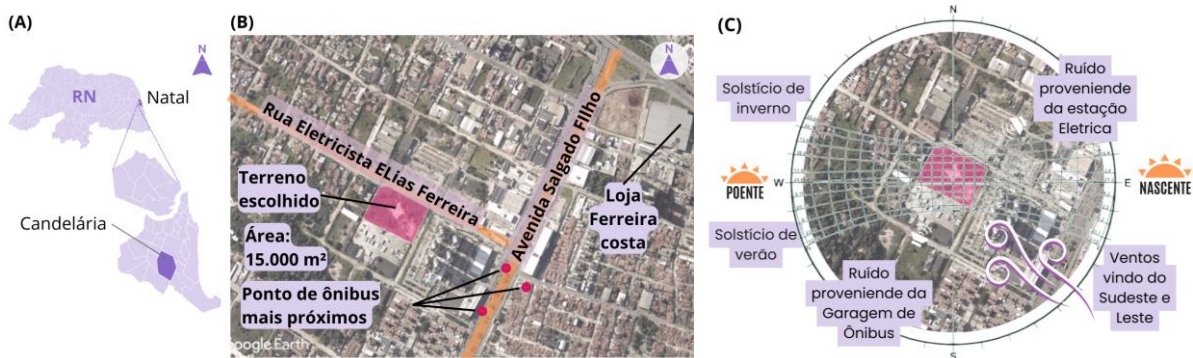
Inspirado por Conrado Silva de Marco, autoridade que dá nome ao concurso, o projeto adota a harmonia como princípio norteador. Assim como na música, onde harmonia é a combinação equilibrada de acordes, a escola foi projetada, em sua implantação e na plástica das construções, com formas e ritmos que se complementam, criando um ambiente saudável e convidativo para a aprendizagem.

A escolha do local de implantação se deu após a definição da linha pedagógica da escola, que acabou sendo a padrão das escolas públicas, ou seja, a chamada tradicional ou conteudista. Pela variedade de estudos urbanísticos que a cidade do Natal possui e pela possibilidade de visitar o terreno, decidiu-se alocar o projeto na capital do Rio Grande do Norte. Partindo desta decisão, buscou-se entender, através da análise de mapas e em domínios online, qual bairro teria maior carência de uma escola pública para os anos do fundamental, utilizando dados da Secretaria do Censo Escolar 2023 fornecidos pelo INEP/MEC.

Dessa forma o bairro de Candelária (Figura 1-A) destacou-se por sua potencialidade em todos os aspectos buscados, tanto por englobar a necessidade mencionada, como pela localização central, facilitando o acesso multimodal. O terreno escolhido possui 15.000 m<sup>2</sup> e, no que diz respeito às prescrições urbanísticas, é adensável e não está em área de proteção (Figura 1-B). A topografia do terreno apresenta desníveis, no entanto, para o exercício projetual foi considerada plana, seguindo as modificações padrões das glebas vizinhas. As edificações construídas nos arredores tem gabaritos variados e usos variados, o que para a implementação da escola é atrativo, devido à promoção de segurança e movimento na área.

A ventilação no terreno é abundante, canalizada pelas vias locais interligadas à Av. Salgado Filho, espalhando-se também pelos terrenos não-ocupados e pelos ocupados com baixa densidade. A insolação é positiva em relação a morfologia do terreno, pois os horários mais incômodos atrelados à posição do sol estão alongados na diagonal do “retângulo” correspondente a área, o que significa que as fachadas maiores serão menos prejudicadas (Figura 01-C). Um destaque essencial para o projeto são as fontes sonoras provenientes de uma garagem de ônibus a sudoeste, em face imediata ao muro do terreno e, uma subestação de energia a nordeste, cerca de 70m, distanciada somente pelo espaço de uma rua e o muro da própria subestação.

Figura 1: (A) Localização, (B) inserção urbana do terreno e (C) Ventilação, carta solar e indicação de fontes de ruído no terreno.



Fonte: Google Earth, modificado pelas autoras.

Diante das fontes de ruído urbano, foi necessário adotar medidas para proteger certas áreas da escola e garantir sua qualidade acústica. Ruas e avenidas em Natal são significativas fontes de ruído, dessa forma observou-se que o terreno está localizado em uma rua que atinge 60 dB(A) nos horários de pico (Florêncio 2018) e é também impactada pelo ruído da subestação mencionada, em torno de 80 dB(A), valor deliberado em acordo Salgado Filho (2020). Estimou-se que a garagem de ônibus atinja 100 dB(A), recorrendo a Portela (2010). Alguns ruídos, como o da garagem de ônibus, estão restritos a horários específicos, entretanto quando acrescentados aos demais sons podem prejudicar os ambientes de aula. Essas considerações orientaram as estratégias de mitigação acústica adotadas.

### 3. SOLUÇÕES PROJETUAIS APLICADAS

Para atenuar as questões acima mencionadas, foi proposta a implementação de um afastamento generalizado entre toda a área construída e os limites do terreno, tendo em mente que a intensidade sonora diminui de acordo com o quadrado da distância entre a fonte e o observador. Por isso, todos os distanciamentos da edificação ao limite têm mais de 10m. Além disso, outra estratégia adotada foi a elevação da altura do muro, dificultando a propagação das ondas sonoras em direção à escola. Todavia, seria impossível criar barreiras altas o suficiente para que o projeto por completo estivesse em sombra acústica, em razão de sua dimensão. Por essa razão, a solução do muro foi combinada com outros métodos, como a inserção de vegetação para atenuar a transmissão sonora, uma estratégia respaldada por Abudd (2006),

como mostrado na Figura 02. Concomitante a isto, foram consideradas a aplicação de táticas de isolamento acústico na própria estrutura edificada.

Figura 02: Implantação, cobertura e informações essenciais ao anteprojeto

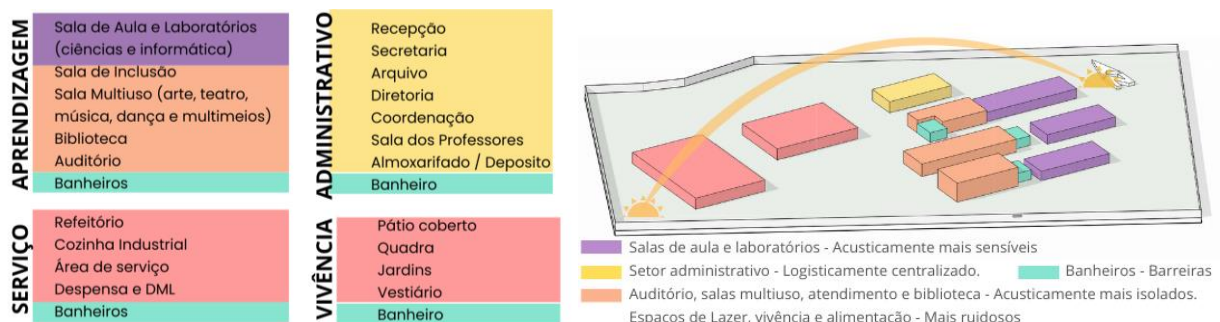


Fonte: As autoras.

### Setorização, zoneamento e conectividade dos espaços

Norteados pelos setores básicos estabelecidos pelo CACS III, o processo de setorização e distribuição dos espaços foi desenvolvido com base na funcionalidade, levando a ajustes no programa de necessidades e, em seguida, ao pré dimensionamento e zoneamento das áreas no terreno. Decidiu-se expandir o programa estipulado pelo concurso, aumentando de 4 para 8 salas de aula e de 1 para 4 salas multiuso, mantendo a capacidade máxima por sala (25 a 30 lugares cada). Foram incluídos, conforme solicitado, uma biblioteca (20 a 40 lugares) e um auditório (100 a 120 lugares). Adicionalmente, foram acrescentados banheiros acessíveis, um laboratório de ciências naturais e uma sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE), conforme o Decreto-Lei nº 7.611 de 2011. Em projeção inicial, estimou-se que o setor de aprendizagem necessitaria de 1.823,40 m<sup>2</sup>, o administrativo de 186,00 m<sup>2</sup>, o de vivência de 1.324,80 m<sup>2</sup> e o setor de serviços de 200,40 m<sup>2</sup>. As áreas finais desviaram pouquíssimo desta estimativa (Figura 03).

Figura 03: À esquerda setores descritos e à direita respectivo plano de massas



Fonte: As autoras

As áreas de aprendizado foram afastadas dos blocos com maior potencial de geração de ruído como quadras, pátios, refeitório e cozinha, posicionadas de modo a considerar o vento como fator de deslocamento sonoro. Além da questão do ruído, o posicionamento teve em vista a orientação solar, como no caso da quadra que foi posta com seu eixo longitudinal acompanhando a linha Norte-Sul, evitando ofuscamento na visão dos jogadores. O distanciamento, por sua vez, também considerou evitar a sobreposição de fluxos dos alunos com indivíduos externos à escola, como fornecedores e usuários da quadra vindos da comunidade externa -



prática natural em instituições públicas. A localização do bloco administrativo na entrada principal também acompanha este raciocínio, de maneira a facilitar o atendimento de pais e ex-alunos, sem que haja a necessidade de adentrar nas áreas de aprendizagem. Os banheiros foram posicionados como barreiras sonoras entre as salas e outros espaços de aprendizagem, enquanto o auditório, localizado próximo à garagem de ônibus, utiliza seu volume e estrutura fechada, com o pé-direito alto, como espécie barreira acústica ao setor de aprendizagem. Por fim, o conjunto foi integrado por circulações cobertas, garantindo coesão espacial e funcional (Vide Figura 02).

Os blocos que abrigam o auditório, as salas de aula e os laboratórios possuem até 50 metros de comprimento, facilitando a circulação e seguindo a NBR 9050/2020, que recomenda que os banheiros estejam a no máximo 50 metros de distância. Soluções acústicas como a escolha de materiais construtivos como tijolinho maciço aparente (que possuem superfície difusora) e telhas termoacústicas beneficiaram o isolamento e o controle de reverberação dos ambientes (parte inferior das mesmas absorventes). Estas, somadas a paredes e forros com geometria chanfradas (que evitam o paralelismo), a disposição de portas desencontradas umas das outras (que evita troca direta de ruídos entre as salas) foram pensados para otimizar o tratamento acústico.

Figura 04: Planta baixa do setor de aprendizagem escola Harmonia.



Fonte: As autoras.

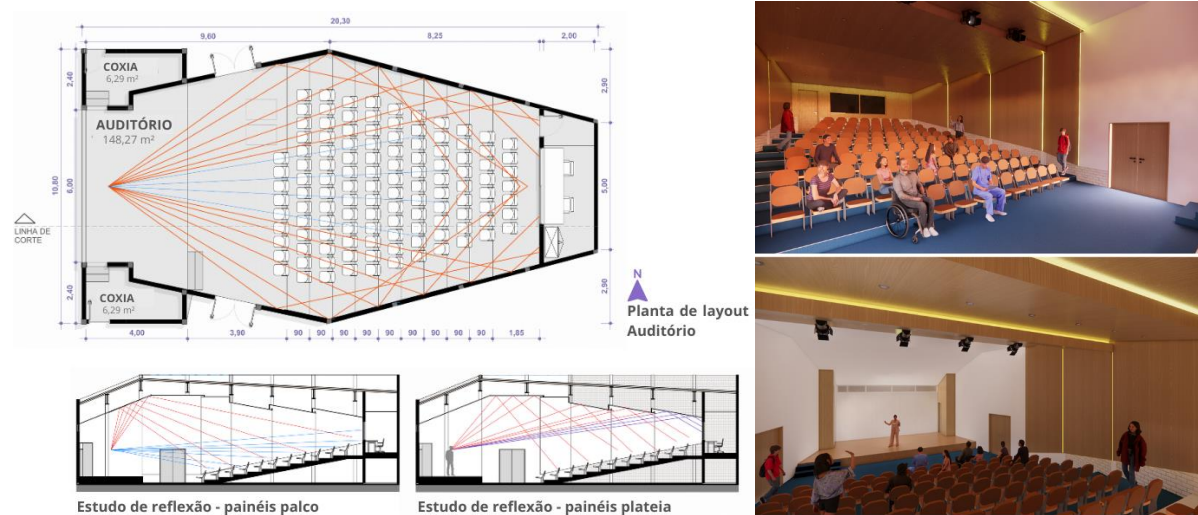
### **Ambiente obrigatório: Auditório**

Projetado para diversas atividades, o auditório acomoda 120 pessoas e foi planejado para proporcionar um som homogêneo e equilibrado. O espaço possui paredes inclinadas que combinam acabamentos refletores, difusores e absorventes, além de forros também inclinados e descontínuos no teto para distribuir o som (Figura 06 - à esquerda). Os materiais absorventes predominam no palco e na parte posterior para evitar reflexões indesejadas e ecos. A posição dos patamares e das poltronas desencontradas maximiza o aproveitamento do som direto, e o alcance visual foi cuidadosamente planejado para todos os espectadores. O design direciona as ondas sonoras, evitando dispersão e reverberação negativa.

Foram escolhidos, materiais de condicionamento acústico o PAINEL Acústico Reverberante Plenum (25 mm) e o PAINEL Acústico Frisado FRT 16/10 (15 mm), ambos de MDF com lã mineral ou poliéster, da empresa

Técnica Soluções Acústicas, especializada em painéis acústicos com proteção ao fogo. Estes foram aplicados no teto e nas paredes para criar um ambiente aconchegante e focado (Figura 06 - à direita). Também foram consideradas portas acústicas de madeira e visores acústicos ao fundo do espaço.

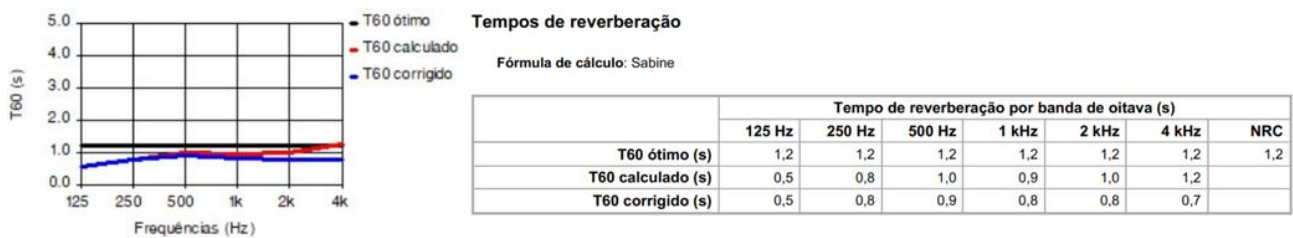
Figura 06: Auditório da escola Harmonia à esquerda estudos de reflexão em planta e cortes e à direita perspectivas fotográficas.



Fonte: As autoras.

A simulação do tempo de reverberação, realizada com o aplicativo Reverb, considerou um volume de 717 m<sup>3</sup>, 25 °C e 80% de umidade. Definindo-se o tempo ótimo em 1,2 segundos de acordo, com De Marco (1982) e seus dados para auditórios de Uso Múltiplo. Como resultado, obteve-se o tempo de reverberação igual ou abaixo de 1,2 segundo em todas as bandas de oitava, o que é positivo para o uso da fala, predominante em auditórios escolares (Figura 07).

Figura 07: Gráfico e Tabela do tempo de reverberação para o auditório.



Fonte: Aplicativo Reverb.

### Ambiente obrigatório: Sala de Aula

Dimensionado para 28 crianças, o espaço permite a realização de aulas teóricas e dinâmicas, com espaçamento confortável e inclusivo. Foi projetado com a intenção de maximizar a inteligibilidade da fala e as possibilidades de uso do espaço. Para isso, as estratégias se concentraram no condicionamento sonoro e na forma arquitetônica. A geometria da classe e o posicionamento do quadro no sentido mais longitudinal da sala contribuíram com o encurtamento da distância máxima entre o ouvinte e a fonte.

Figura 08: Sala de Aula padrão da escola Harmonia: (A) Perspectiva Explodida com indicação de materiais (B) Perspectiva fotográfica.

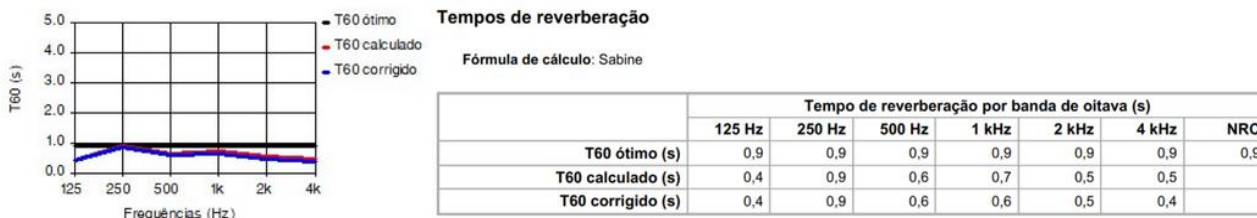


Fonte: As autoras.

O espaço foi idealizado para a realização de aulas teóricas e dinâmicas com conforto e inclusão, focando na inteligibilidade da fala e no uso eficiente do espaço. A geometria da sala e o posicionamento do quadro contribuíram para a redução da distância entre o ouvinte e a fonte sonora. O forro foi dividido em duas partes: uma reverberante, inclinada para otimizar a reflexão sonora, e outra absorvente, que minimiza reverberações e atua em todas as bandas de oitava, especialmente na voz humana (Figura 08 - A). A sala foi mantida sóbria para evitar distrações (Figura 08 - B), com materiais que previnem fadiga vocal e auditiva. Foi utilizado o forro Trisoft AE IR25, com 50mm de espessura e NRC de 0,92, feito de lã de PET, leve, fácil de instalar, além de antialérgicos, sustentáveis e com proteção contra o incêndio.

Considerou-se para as simulações as mesmas condições de temperatura e umidade aplicadas anteriormente ao auditório ( 25°C e 80% de umidade) para o volume de 192 m³, e definiu o tempo ótimo em 0,7 segundos, conforme De Marco (1982), atendendo às metas acústicas pretendidas (Figura 09).

Figura 09: Gráfico e Tabela do tempo de reverberação para a Sala de Aula padrão

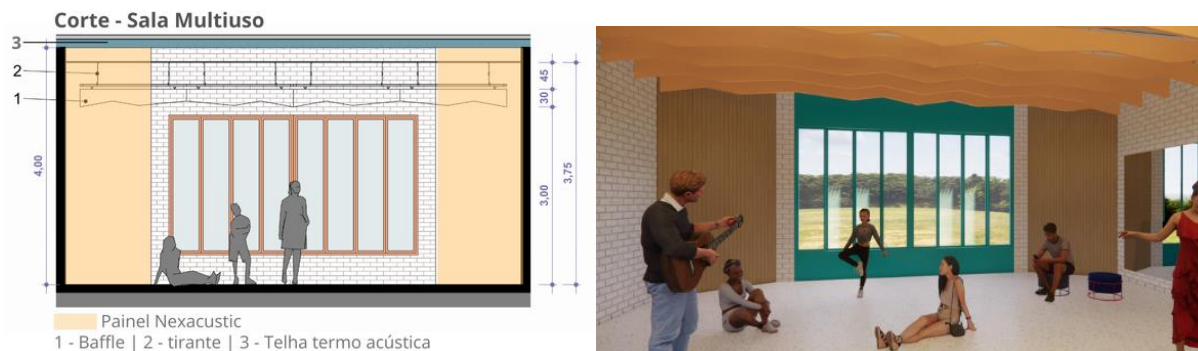


Fonte: Aplicativo Reverb.

### Ambiente Selecionado/livre: Sala Multiuso

A sala multiuso foi pensada em planta livre para adaptar-se a diversos usos, para acompanhar inovações que surgem com o passar do tempo rebatendo as discussões sobre o espaço educacional da atualidade. Nesse sentido, a sala destaca-se por sua amplitude, permitindo a práticas corporais, teatro, dança ou a metodologia “circuito” aplicada no ensino de educação física, além de outras atividades. A geometria chanfrada da sala (Vide Figura 04) inibe o paralelismo total das paredes, permitindo que a reverberação seja melhor distribuída. E foram justamente os chanfros os elementos escolhidos para aplicação do painel absorvente de modo a dar destaque visual, ao mesmo tempo que a melhora acusticamente (Figura 10).

Figura 10: Sala multiuso da escola Harmonia. - à esquerda Corte com indicação de materiais; à direita Perspectiva fotográfica.

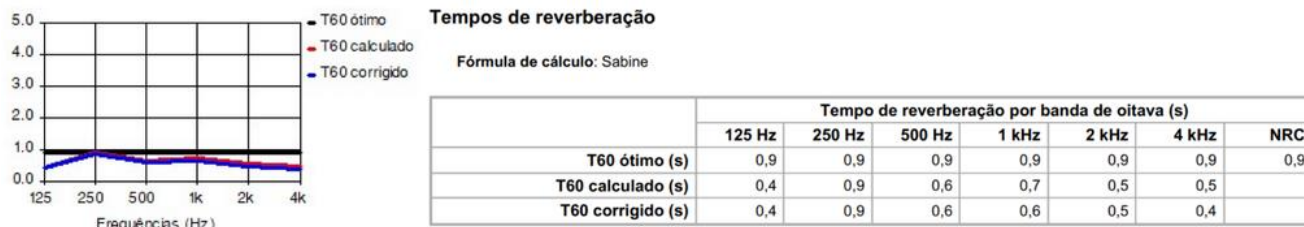


Fonte: As autoras.

A telha termoacústica e o forro simples sustentam os Baffles instalados. Esses elementos se complementam em busca de absorver e refletir bandas de frequência variadas e atingir tempo de reverberação e inteligibilidade adequados. Os materiais escolhidos para a Sala Multiuso foram o Baffle Solo Zig Zag da Ecophon em painel de lã de vidro, nas dimensões 1800 x 300/200 na cor Sunset heat (Laranja) e o Painel Nexacustic da Sonex, de 200mm em MDF frisado (Figura 07) com NRC de 0,5 e 0,65, respectivamente. Ambos os materiais são da Ecophon, empresa do grupo industrial Saint-Gobain. A escolha do baffle se deu pela proximidade do seu desenho com o partido arquitetônico chanfrado que aparece tanto nos forros como nas paredes de diversos ambientes da escola.

A simulação do tempo de reverberação da Sala Multiuso (Figura 11) considerou o volume de 283 m<sup>3</sup>, a temperatura de 25° C e umidade relativa em 80%. A posição da fonte é próxima ao centro da sala e a maior distância fonte-ouvinte é de 5 m. A sala Multiuso foi projetada de acordo com as convenções de Gilford (1972) para Sala de Uso Múltiplo, com a referência tempo de reverberação ótimo de 0,9 segundos. É possível perceber que o tempo de reverberação ambiente chegou a valores menores que 1 segundo em algumas bandas de oitava, entretanto, devido a necessidade da palavra falada no ambiente, esse resultado é positivo.

Figura 11: Gráfico e Tabela do tempo de reverberação para a Sala Multiuso



Fonte: Aplicativo Reverb.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância da acústica na arquitetura escolar é inegável, principalmente quando consideramos o impacto direto na qualidade do ensino e na saúde dos alunos e professores. Iniciativas como a promovida pela SOBRAC são fundamentais para sensibilizar a comunidade acadêmica e profissional sobre a necessidade de integrar soluções acústicas eficazes desde o início do planejamento arquitetônico. Nesse sentido, as contribuições deste projeto se encaminham no tocante do projetar considerando o estudo da acústica em relação ao entorno, as atividades praticadas na edificação, à forma arquitetônica e culminando no condicionamento de ambientes internos. A experiência proporcionou uma importante aproximação aos materiais e peças que geralmente não temos contato na universidade, permitindo um estudo mais aprofundado e livre, criando conexões que a equipe não possuía outrora. Também é interessante compreender que intervenções de condicionamento acústico podem ter vários designs e estéticas, remetendo a uma infinidade de estilos. Considerando a complexidade de um projeto escolar e sabendo que a adequação acústica envolve diversas etapas para alcançar o tempo de reverberação ideal, este artigo apresenta apenas



os resultados finais desses estudos. Como o enfoque desse artigo era descrever o processo projetual, não foi possível anexar todos os dados gerados durante o estudo. Deste modo, os gráficos e memoriais de cálculo detalhados gerados através do Reverb, bem como algumas outras imagens, estão disponíveis nos anais do referido concurso.

## REFERÊNCIAS

ABBUD, B. Criando paisagens: guia de trabalho em arquitetura paisagística. São Paulo:Senac, 2006.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152/2020**: Acústica — Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Rio de Janeiro, 2020.

FLORENCIO, Débora Nogueira Pinto. **Avaliação do mapa sonoro de tráfego veicular no município de Natal/RN**. 2018. 208f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

Gilford.C.L.S. **Acoustics for Radio and Television Studios** (Institution Electrical Engineers Monograph).1972.

MARCO, Conrado Silva de. **Elementos de acústica arquitetônica**. São Paulo: Nobel, 1990.

PORTELA, Bruno Sergio; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA EM ÔNIBUS URBANOS COM DIFERENTES LOCALIZAÇÕES DE MOTOR. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, Não use números Romanos ou letras, use somente números Arábicos., 2010, Campina Grande. **CONEM 2010**. Campina Grande: Abcm, 2010. p. 1-6.

PRADO FILHO, Hayrton Rodrigues do. O nível de ruído de transformadores e reatores. **Revista Digital Adnormas**, São Paulo, 18 ago. 2020. Disponível em: <https://revistaadnormas.com.br/2020/08/18/o-nivel-de-ruido-de-transformadores-e-reatores>. Acesso em: 20 out. 2023.

NOTA DO EDITOR (\*): O conteúdo do artigo e as imagens nele publicadas são de responsabilidade dos autores.