

Espaço Educacional Rabisco: projeto de escola para nível fundamental II com ênfase no desempenho acústico

Souza, J. V. S. C.¹; Furukava, C.²; Cruz, E. G. S.³; Florêncio, D. N. P.⁴

¹⁻⁴ Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Centro Universitário do Rio Grande do Norte – UNI-RN, Natal, RN, jvictorscs@gmail.com, furukavacamila@gmail.com, eidergsc@gmail.com, deboranpinto@gmail.com

Resumo

Este artigo apresenta o projeto “Espaço Educacional Rabisco”, desenvolvido para o III Concurso Estudantil de Acústica Conrado Silva (III CACS), um evento paralelo ao XXX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica (Sobrac) em Natal/RN, 2023. Inspirado na pedagogia transformadora de Paulo Freire, que valoriza a interação, colaboração e aprendizado ativo, o projeto adota essa proposta pedagógica como um eixo central, guiando tanto a concepção arquitetônica quanto o projeto acústico. O programa arquitetônico da escola, elaborado em conformidade com as diretrizes de espaços educacionais do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, prioriza a otimização da inteligibilidade da fala através do controle da reverberação sonora nos espaços internos, um fator crucial para um ambiente de ensino-aprendizagem eficaz. A escolha do terreno e o planejamento espacial foram cuidadosamente pensados para minimizar a interferência de ruídos externos, assegurando um ambiente propício ao desenvolvimento dos alunos. Para alcançar os objetivos de conforto acústico, o projeto implementou estratégias de isolamento e condicionamento acústico em três áreas principais: salas de aula, auditório e biblioteca, buscando alcançar tempos de reverberação ideais. A seleção criteriosa de materiais e técnicas construtivas visou equilibrar os princípios pedagógicos com as necessidades acústicas, resultando em espaços que promovem tanto conforto quanto a transformação social.

Palavras-chave: Arquitetura Escolar, Conforto, Prática Pedagógica, Tempo de Reverberação, Inteligibilidade da fala.

PACS: 43.55. -n, 43.55.Br, 43.55.Dt, 43.55.Fw.

Educational Space Rabisco: School project for middle school with emphasis on acoustic performance

Abstract

This article presents the "Espaço Educacional Rabisco" project, developed for the III Conrado Silva Student Acoustics Competition (III CACS), a parallel event to the XXX Meeting of the Brazilian Acoustics Society (Sobrac) in Natal/RN, 2023. Inspired by Paulo Freire's transformative pedagogy, which values interaction, collaboration, and active learning, the project adopts this pedagogical approach as a central axis, guiding both the architectural conception and acoustic design. The school's architectural program, developed in accordance with the educational space guidelines of the National Fund for Educational Development, prioritizes the optimization of speech intelligibility through the control of sound reverberation in internal spaces, a crucial factor for an effective teaching-learning environment. The choice of land and spatial planning were carefully considered to minimize external noise interference, ensuring an environment conducive to student development. To achieve acoustic comfort objectives, the project implemented acoustic insulation and conditioning strategies in three main areas: classrooms, auditorium, and library, aiming to achieve ideal reverberation times. The careful selection of materials and construction techniques aimed to balance pedagogical principles with acoustic needs, resulting in spaces that promote both comfort and social transformation.

Keywords: School Architecture, Comfort, Pedagogical Practice, Reverberation Time, Speech Intelligibility.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo detalha o desenvolvimento do projeto “Espaço Educacional Rabisco”, uma proposta arquitetônica que busca integrar os princípios da educação transformadora de Paulo Freire com soluções inovadoras de conforto acústico. Inspirado no legado de Conrado Silva, este trabalho se alinha com os objetivos do III Concurso Estudantil de Acústica Conrado Silva (CACS), realizado no XXX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica (SOBRAC) em 2023, que elegeu como tema a qualidade acústica do espaço escolar, com ênfase nos ambientes de aprendizagem. A relevância deste tema reside na necessidade de priorizar a acústica em ambientes escolares, visando mitigar os impactos negativos do ruído excessivo na saúde e no desempenho de alunos e professores.

O projeto foi idealizado para materializar uma proposta pedagógica inovadora, alinhada aos princípios da educação transformadora de Paulo Freire. Essa abordagem busca romper com os modelos tradicionais de ensino, promovendo a integração entre escola, comunidade e meio ambiente. Para concretizar essa visão, o projeto foi estruturado em três eixos principais: a análise das práticas pedagógicas transformadoras, a relação entre ambientes educacionais e arquitetura, e a aplicação de parâmetros acústicos. A proposta pedagógica se manifesta na concepção dos espaços, que visam estimular a interação, a colaboração e a aprendizagem ativa, elementos cruciais para a transformação social.

Este artigo apresenta os resultados dos estudos de conforto acústico realizados em três ambientes: Salas de aula, auditório e biblioteca. A análise do tempo de reverberação, principal condicionante para medição do conforto acústico, revela o desempenho das soluções adotadas em cada espaço. As estratégias de isolamento e condicionamento acústico, aliadas à seleção de materiais e técnicas construtivas adequadas, demonstram a viabilidade de conciliar princípios pedagógicos com soluções arquitetônicas para o conforto acústico.

2. DESENVOLVIMENTO

Para fundamentar o projeto, foram considerados três eixos principais. O primeiro eixo refere-se às práticas pedagógicas adotadas, com análise da prática pedagógica transformadora de Paulo Freire. O Segundo eixo relaciona-se à relação entre os ambientes educacionais e a arquitetura, sendo utilizados como referência autores como Kowaltowski (2011) e Nascimento (2012), que discutem a importância da criação de espaços educativos que promovam a aprendizagem ativa e a interação social, além das diretrizes para elaboração de edificações escolares do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE (Brasil, 2017), que estabelecem critérios para a qualidade e segurança dos espaços escolares.

Essa proposta pedagógica transformadora se reflete na arquitetura, especificamente na morfologia dos espaços projetados, que buscam promover a interação, a colaboração e a aprendizagem ativa, conforme discutido por Kowaltowski (2011) e Nascimento (2012). No entanto, essa característica pode impactar a acústica do ambiente, tornando essencial a otimização dos espaços para garantir a inteligibilidade da fala, fundamental para o aprendizado eficaz, conforme direcionado pelas normas técnicas e manuais de acústica consultados. Assim, os estudos acústicos tornam-se um pilar fundamental do projeto, buscando garantir o conforto acústico e a qualidade da comunicação nos espaços educacionais.

O terceiro eixo está relacionado aos parâmetros acústicos, tendo como aporte teórico as normas técnicas NBR 10152 (ABNT, 2020) e NBR 12179 (ABNT, 1992), o Manual ProAcústica para Qualidade Acústica em Escolas (ProAcústica, 2019), o Manual ProAcústica para Qualidade Acústica em Auditórios (ProAcústica, 2019), os conceitos de acústica presentes em “O Bê-à-bá da acústica arquitetônica” (Souza, et al., 2012), e outros conceitos e diretrizes abordados por Falcão (2023), Gerges (200) e Kurze e Anderson (1971), que fornecem informações sobre o projetar pensando na acústica, permitindo a criação de ambientes confortáveis e adequados às atividades propostas.

2.1. A escolha do terreno

A escolha do terreno para o Espaço Educacional Rabisco, localizado no bairro Santos Reis, Zona Leste de Natal, capital do Rio Grande do Norte, foi uma decisão estratégica que reflete o compromisso do projeto com a conexão com o entorno social. A implantação do edifício no terreno foi cuidadosamente planejada, considerando a ventilação, o transporte sonoro, as diretrizes do FNDE (2017) e dos Manuais ProAcústica (2019), garantindo que a disposição escalonada dos blocos, com ambientes geradores de ruído afastados dos espaços em que a inteligibilidade da fala é mais requisitada, assegurando assim, o conforto acústico e o bem-estar dos alunos.

A inserção de vegetação nativa se dá pela literatura reconhecer a eficácia da vegetação como mecanismo de atenuação sonora em ambientes externos (Kurze e Anderson, 1971) e por se buscar escolhas sustentáveis e de baixa manutenção para o espaço.

2.2. Isolamento e Condicionamento acústico

Para garantir o conforto acústico nos espaços, o projeto adota estratégias de isolamento (Gerges, 2000; Souza, et al., 2012) e condicionamento acústico, em conformidade com a literatura analisada, as normas técnicas NBR 10152 (ABNT, 2020) e NBR 12179 (ABNT, 1992) e os manuais ProAcústica (2019).

O isolamento acústico, definido por Gerges (2000) como a característica que controla a transmitância de ruídos em ambientes externos e internos, é abordado no projeto considerando o contexto do entorno. A análise do mapa sonoro da área urbana (Florêncio, 2018) orienta a implantação dos blocos da escola, visando minimizar a interferência de ruídos externos.

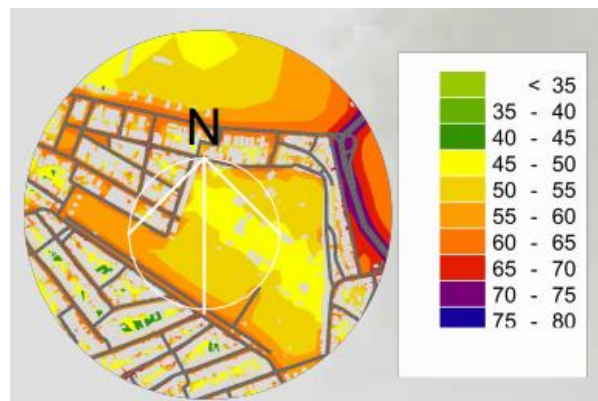


Figura 1 - Mapa de Ruído Urbano (Florêncio, 2018)
editado pelos autores (2023)

Além disso, a pesquisa bibliográfica permite identificar técnicas de isolamento, como a seleção de materiais e técnicas construtivas adequadas e a otimização da morfologia dos ambientes. A relação entre massa dos materiais e o isolamento acústico (Gerges, 2000), bem como a influência das características geométricas no desempenho acústico (Souza, et al., 2012), são consideradas como diretrizes para o projeto.

No estudo do condicionamento acústico, o foco principal se relaciona com o tempo de reverberação – TR. O TR em relação ao espaço e o uso de materiais acústicos é o objetivo de análise deste artigo. Para o TR, são relacionados materiais com propriedades absorventes, refletoras e difusoras, visando controlar a reverberação e a distribuição do som nos espaços.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos estudos e critérios estabelecidos, esta seção detalha as soluções de conforto acústico adotadas para os ambientes, incluindo os materiais e técnicas construtivas utilizados. Além disso, são apresentados os resultados dos cálculos do tempo de reverberação, principal condicionante para a medição do conforto acústico neste projeto.

3.1. Implantação

A implantação do Espaço Educacional Rabisco segue as diretrizes do manual de orientações técnicas para elaboração de projetos de edificações escolares do FNDE (Brasil, 2017), no que

se refere às diretrizes organizacionais, de conforto acústico e ambiental, bem como o Manual ProAcústica para Qualidade Acústica em Escolas (2019).

O programa da escola é composto por Bloco Administrativo, Sanitários, Cozinha e Serviços, Refeitório, Auditório, Laboratório de Informática, Sala Multiuso, Salas de Aula, Biblioteca e Quadra Poliesportiva. Os setores são dispostos no terreno considerando a ventilação e a priorização do conforto acústico para espaços de aprendizagem com maior permanência.

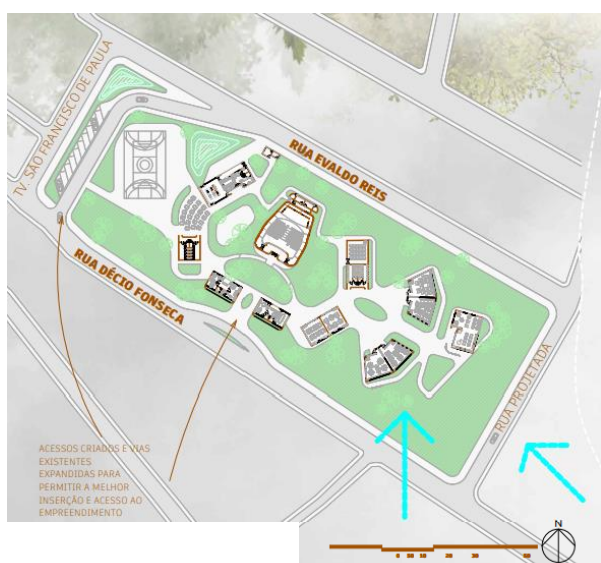


Figura 2 - Implantação do projeto (Autores, 2023)

A disposição dos blocos é planejada de forma escalonada, com os ambientes que geram mais ruídos localizados mais distantes dos espaços que exigem maior condicionamento acústico. Para otimizar o transporte sonoro e a ventilação, a biblioteca é posicionada mais próxima à fachada sudeste, seguida pelas salas de aula e laboratórios. O auditório é centralizado, entre os ambientes de menor e maior geração de ruído, com um afastamento estratégico e uma configuração arquitetônica com menos aberturas, o que promove maior reflexão do som externo. Na fachada noroeste, é implantada a quadra poliesportiva.



Figura 3 - Setorização (Autores, 2023)

Essa organização espacial estratégica visa garantir que os ruídos gerados em áreas como quadra poliesportiva, cozinha e refeitório não interfiram no aprendizado e no bem-estar dos alunos em ambientes como a biblioteca, salas de aula e auditório.

3.2. O isolamento acústico a partir dos Elementos Construtivos

Para o isolamento acústico, consideram-se os conhecimentos teóricos abordados por Souza, et al. (2012) e Gerges (2000), com ênfase na cobertura e nas vedações externas e internas.

As coberturas são compostas por telhas metálicas termoacústicas em sistema sanduiche com placa de EPS – Poliestireno, aplicadas sobre a laje, solução que reduz a transmissão de ruídos aéreos para os ambientes internos. As áreas técnicas, destinadas às condensadoras de ar-condicionado e localizadas na cobertura, recebem tratamento acústico adicional com manta de isolamento termoacústico Roof White Trisoft no piso, minimizando a transmissão de ruídos de impacto gerados pelos equipamentos.

Na concepção das vedações externas, prioriza-se a massa, um princípio fundamental da acústica para o isolamento de ruídos. Como apontado por Gerges (200), existe uma relação direta entre a massa de uma barreira e sua capacidade de impedir a transmissão sonora. As paredes externas dos blocos da escola são construídas com blocos cerâmicos de 20cm de espessura que somados ao reboco, emboço e acabamentos, totalizam 25cm, contribuindo significativamente para o isolamento acústico.

As vedações internas, que separam os ambientes, são construídas em sistema Drywall com montantes em aço galvanizado, manta em Lã de Pet Wall Trisoft IE100 e placas duplas de

gesso acartonado. Essa combinação de materiais, aliada a técnicas construtivas específicas, como o uso de banda acústica e o tratamento de juntas das divisórias, proporciona o isolamento acústico entre os ambientes internos, evitando a transmissão de ruídos e garantindo que as atividades em um ambiente não interfiram no aprendizado em outro.

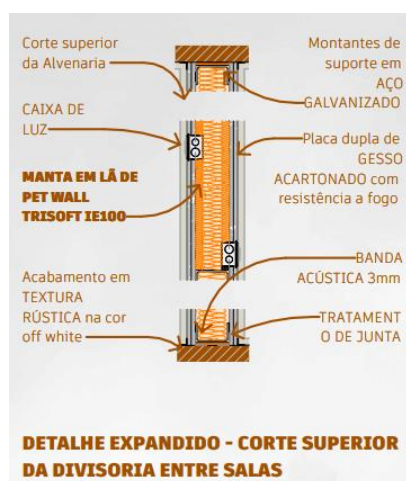


Figura 4 - Detalhe. Corte esquemático lateral das vedações internas, apresentando a composição e elementos (Autores, 2023).

Para as janelas de madeira e vidro, considera-se o formato insulado, composto por duas lâminas de vidro separadas por um espaço de ar que auxilia na dissipação de ruídos.

3.3. Condicionamento acústico

Para o condicionamento acústico, são considerados o posicionamento dos ambientes no lote, a morfologia dos espaços projetados e a capacidade de absorção, reflexão e difusão sonora dos materiais utilizados. Nesta etapa, o tempo de reverberação interno é adotado como o principal indicador de conforto acústico.

Os manuais ProAcústica (2019) estabelecem parâmetros para o tempo de reverberação (TR) ideal. É considerado o TR entre 0,4 e 0,6 segundos para salas de aula, entre 0,3 e 0,8 segundos para auditórios e para biblioteca. Todos os ambientes são projetados considerando o tempo de reverberação abaixo de 1,0 segundos que é adequado para a inteligibilidade da fala.

3.3.1. Salas de Aula

As salas de aula são projetadas com formato trapezoidal, buscando, assim, uma configuração geométrica que auxilia no direcionamento e nas reflexões sonoras (Souza, et al., 2012). Visa-se atingir a inteligibilidade da fala e facilitar a comunicação entre os alunos e o professor.

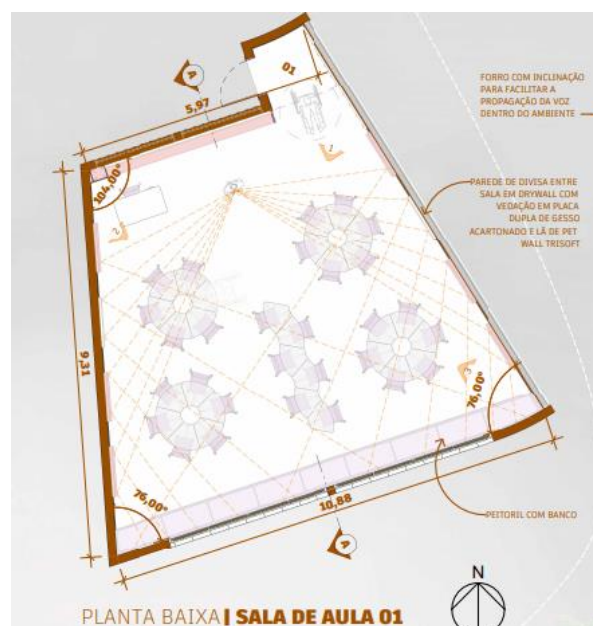


Figura 5 - Planta Baixa da Sala de Aula 01 apresentando proposta de Layout e estudo de reflexão (Autores, 2023).

Embora esse formato promova uma distribuição sonora ampla, a proximidade do professor à aresta que forma o ângulo de 76° pode gerar reflexões múltiplas, resultando em um tempo de reverberação superior ao esperado.

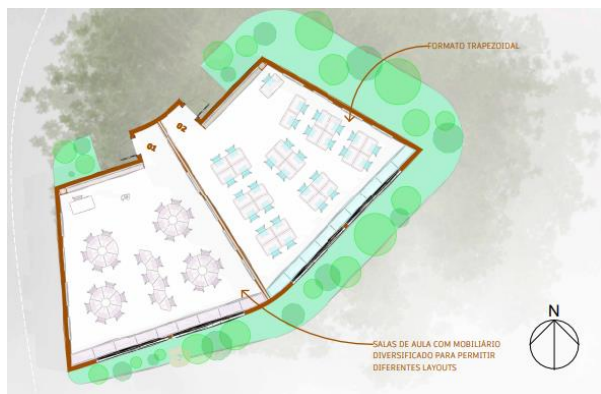


Figura 6 - Planta Baixa da Sala de Aula 01 apresentando proposta de Layout e estudo de reflexão (Autores, 2023).

Outro aspecto observado é que, apesar da distribuição sonora eficaz, o formato trapezoidal direciona o foco visual para a mesa e o quadro do docente, hierarquizando o espaço de forma semelhante a um auditório, onde o palco é o ponto focal. Essa configuração contrasta com a pedagogia proposta.

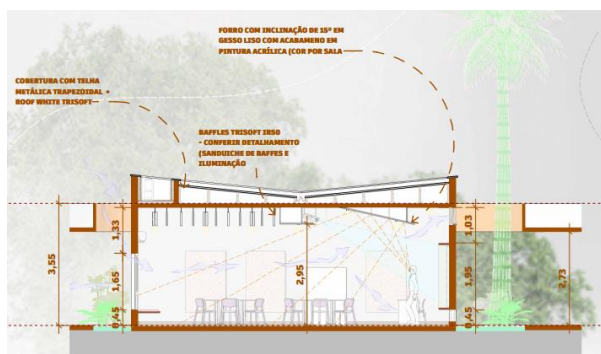


Figura 7 - Corte AA da Sala de Aula 01. Apresenta a estratégia de ventilação cruzada e os elementos de condicionamento e isolamento acústico utilizados (Autores, 2023).

Para alcançar o tempo de reverberação ideal, são utilizados materiais com propriedades absorventes e difusoras.

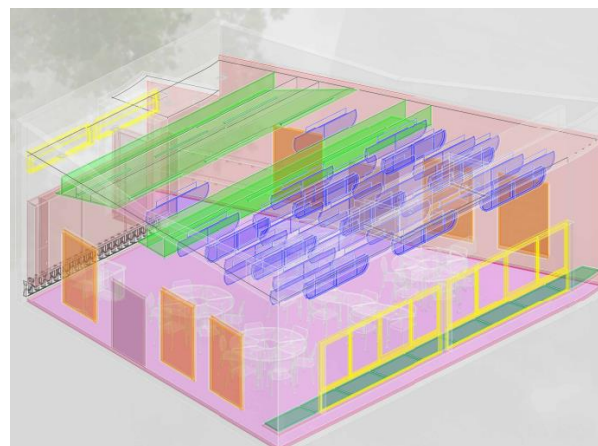


Figura 8 - Relação dos materiais utilizados para cálculo do tempo de reverberação (Autores, 2023)

Dentre os materiais, destacam-se a Manta de Lã de Pet Wall Trisoft IE100, utilizada nos painéis interativos, e os Baffles IR50 Trisoft, empregados em três diferentes aplicações, incluindo um sistema sanduíche com estrutura interna para iluminação em fita LED. Esses elementos são estrategicamente posicionados nas paredes e no teto para controlar a reflexão sonora e otimizar a distribuição do som no ambiente.



Figura 9 - Detalhamento Baffle Luminária (Autores, 2023)

Considerando a equação de Sabine, obtém-se um coeficiente de redução de ruído (NRC) de 0,568 segundos.

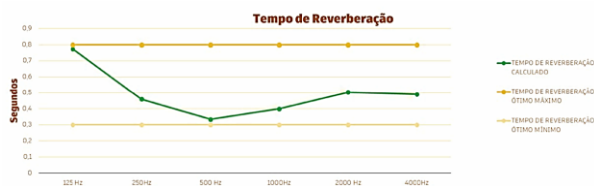


Figura 10 - Gráfico do tempo de reverberação alcançado na Sala de Aula (Autores, 2023)

O resultado obtido situa-se na faixa ideal de 0,4 e 0,6 segundos, caracterizando um tempo de reverberação ótimo para o ambiente.

3.3.2. Auditório

O auditório do Espaço Educacional Rabisco é projetado como um espaço multifuncional, apto a receber apresentações artísticas, reuniões e conteúdo multimídia, enriquecendo a experiência educacional dos alunos.

Visando alcançar o tempo de reverberação ideal, são aplicados conceitos de geometria espacial, como o uso de uma superfície convexa no fundo do auditório, característica que permite a difusão das reflexões sonoras (Souza, et al., 2012).

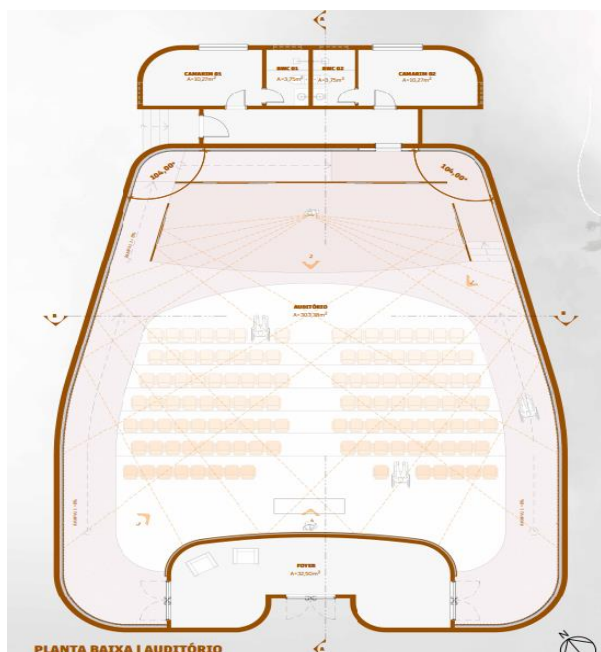


Figura 11 - Planta Baixa do Auditório, apresentando o layout e reflexões (Autores, 2023)

Materiais com características reflexivas, difusoras e absorventes são aplicados no interior do

ambiente. Os painéis FRT 16/10, Plenum 15/25 e Sinus IR8-45 da Técnica Soluções Acústicas são estrategicamente instalados nas paredes e no teto, controlando a reverberação e otimizando a qualidade sonora do ambiente.

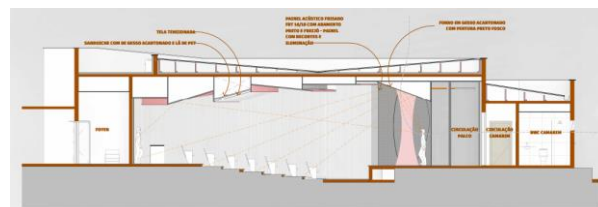


Figura 12 - Corte AA do Auditório, apresentando o forro e as reflexões (Autores, 2023)

Considerando a equação de Sabine, obtém-se um valor NRC de 0,49.



Figura 13 - Gráfico do tempo de reverberação alcançado no Auditório (Autores, 2023)

O valor obtido para o auditório está dentro da faixa recomendada para espaços de uso múltiplo de 0,3 a 0,8 segundos.

3.3.3. Biblioteca

A biblioteca é projetada com um formato retangular. A setorização espacial do ambiente, com áreas dedicadas à leitura, atividades em grupo e individuais e a exposição de livros, condiciona o tratamento acústico aplicado.

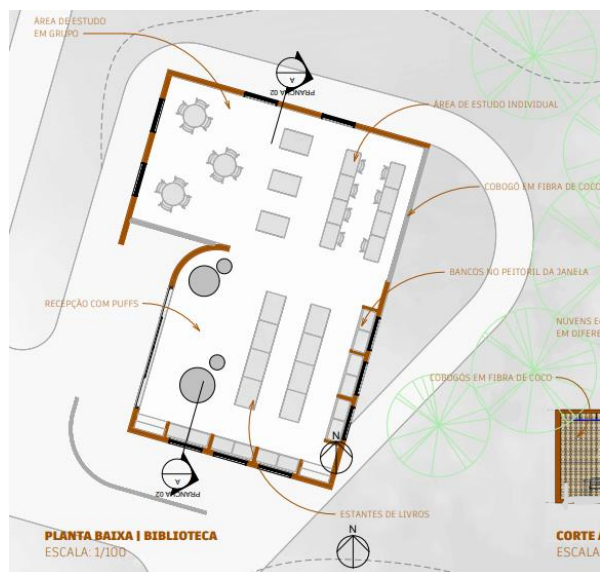


Figura 14 - Planta Baixa da Biblioteca (Autores, 2023)

Inspirando-se nas estratégias utilizadas nas salas de aula e no auditório, a biblioteca incorpora materiais com propriedades absorventes e difusoras. Nuvens Ecophon Solo Square e Solo Circle, com iluminação sobrepostas, são instaladas no teto para controlar a absorção sonora e reduzir o tempo de reverberação. Além disso, painéis Ecophon Akusto Wall são integrados ao mobiliário, otimizando o desempenho acústico do ambiente.

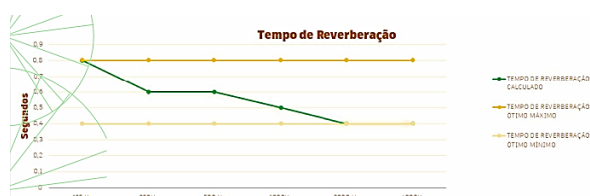


Figura 15 - Gráfico do tempo de reverberação alcançado na Biblioteca (Autores, 2023)

A escolha e o posicionamento estratégico desses materiais resultam em um tempo de reverberação dentro da faixa ideal definida (0,3 a 0,8), com um NRC de 0,55.

4. CONCLUSÕES

O projeto do Espaço Educacional Rabisco representa um esforço significativo para integrar princípios da educação transformadora de Paulo Freire com as soluções arquitetônicas, especialmente no que se refere ao conforto

acústico. A escolha do terreno e a disposição dos blocos são cuidadosamente planejadas para promover a interação, a colaboração e a aprendizagem ativa.

No entanto, a transposição da proposta pedagógica para a arquitetura revela-se um desafio. A dificuldade em integrar plenamente os princípios da educação transformadora ao espaço físico evidencia a complexidade de romper com modelos tradicionais de ensino. A falta de familiaridade dos autores com práticas pedagógicas alternativas à tradicional dificulta a compreensão e a aplicação prática da relação entre pedagogia e espaço projetado.

Quanto aos resultados acústicos, o projeto alcança êxito em diversos aspectos. As estratégias de tratamento acústico, aliadas à seleção de materiais e técnicas construtivas adequadas, resultam em tempos de reverberação dentro dos parâmetros ideais para cada ambiente.

Apesar dos resultados positivos, algumas fragilidades são identificadas. O formato trapezoidal das salas de aula, embora promova a distribuição sonora de forma adequada, pode gerar reflexões excessivas em situações específicas, como quando o professor se aproxima do vértice agudo. Essa observação destaca a importância de considerar as nuances do uso do espaço e a interação entre os usuários e o ambiente acústico.

Em suma, o Espaço Educacional Rabisco busca demonstrar a viabilidade de conciliar princípios pedagógicos inovadores com soluções arquitetônicas eficientes com relação ao conforto acústico, mas enfrenta desafios significativos nessa integração. A experiência adquirida com este projeto, especialmente no que diz respeito ao conhecimento em acústica, serve de aprendizado e incentiva a busca contínua por espaços educacionais que promovam a transformação social e o bem-estar dos alunos.

REFERÊNCIAS

1. **ABNT**. NBR 10152: Acústica – Níveis de pressão Sonora em ambientes interiores. 2 ed. Rio de Janeiro, 2020.
 2. **ABNT**. NBR 12179: Tratamento acústico de recintos fechados. 1. ed. Rio de Janeiro, 1992.
 3. **FALCÃO JR.**, A. M. et al. Observando a influência da temperatura do ar na velocidade de propagação do som com auxílio de um telêmetro acústico. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 45, p. e20230189, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2023-0189>.
 4. **FREIRE**, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. 17. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987. 107 p. Disponível em: <https://pibid.unespar.edu.br/noticias/paulo-freire-1970-pedagogia-do-oprimido.pdf/view>. Acesso em: 23/05/2023.
 5. **FLORÊNCIO**, 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. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/25445>
 6. **FNDE**- FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. Manual de orientações técnicas: Elaboração de projetos de edificações escolares. São Paulo, p. 39. 2017. Disponível em: https://www.fnde.gov.br/phocadownload/programas/pro_infancia/Manuais/volume%203%20-%20manual%20elaboracao%20projetos%20e%20escolares%20-%20fundamental_desenvolvimento.pdf
 7. **GERGES**, N.Y. S. Ruído – Fundamentos e Controle, 2ª edição, Florianópolis, SC, 2000. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/385754385/Ruido-Fundamentos-e-Controle-Samir-Gerges-1>
 8. **KOWALTOWSKI**, Doris K. *Arquitetura escolar. O projeto do ambiente de Ensino*. São Paulo: Oficina de textos, 2011.
 9. **KURZE**, U. J.; **ANDERSON**, G. S. Sound attenuation by barriers. *Applied Acoustics*, v. 4, p. 35-53, 1971. Doi: [https://doi.org/10.1016/0003-682X\(71\)90024-7](https://doi.org/10.1016/0003-682X(71)90024-7).
 10. **NASCIMENTO**, Mario Fernando Petrilli do. *Arquitetura para a educação: a contribuição do espaço para a formação do estudante*. São Paulo, 2012. 154 p.: il.
 11. **PROACÚSTICA**. *Manual ProAcústica para Qualidade Acústica em Auditórios*. 1. ed. São Paulo, 2019.
 12. **PROACÚSTICA**. *Manual ProAcústica para Qualidade Acústica em Escolas*. 1. ed. São Paulo, 2019.
 13. **SOUZA**, L. C. L.; **ALMEIRA**, M. G.; **BRAGANÇA**, L. de. *O Bê-á-bá da acústica arquitetônica*. São Carlos: EDUFSCAR, 2006.
 14. **SOUZA**, M. M. C.; **ANJOS**, J. A. S. A. *Fitorremediação de Solos Contaminados por Derramamento de Petróleo*. In: ANJOS, José Ângelo Sebastião Araújo dos. Geologia ambiental e médica do estado da Bahia: avaliação de impactos ambientais (AIA): Licenciamento e Estudos Ambientais. Salvador: EDUFBA, 2021. v. 1, cap. 6, p. 138-147. ISBN 978-65-00-23593-7. Doi: https://doi.org/10.60111/978-65-00-23593-7_06.
- A. APÊNDICE** – PAINEIS APRESENTADOS AO III CONCURSO ESTUDANTIL DE ACÚSTICA CONRADO SILVA – III CACS.

Conceito I

RABISCO: baseado no conceito de "Educação Transformadora". Inspirado pela notável campanha "De Pé no Chão também se Aprende a Ler" 1961 e 1964. O objetivo deste trabalho é apresentar a proposta de uma ESCOLA em que as práticas pedagógicas atribuídas ao modelo de ensino se relacionem e se conectem com a comunidade e seu entorno, promovendo, assim, a relação mútua entre os interesses SOCIAIS, CULTURAIS E EDUCACIONAIS permitindo assim a formação de cidadãos que se integrem à sociedade em que vivem.

"De Pé no Chão Também Se Aprende a Ler"

RABISCO



BRASIL



RIO GRANDE DO NORTE



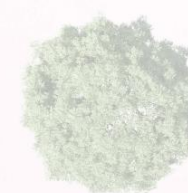
SANTOS REIS



LOTE

A ESCOLHA DO TERRENO | levando + vida para a comunidade

A escolha do terreno para o projeto está diretamente relacionada à necessidade de recuperar uma área urbana previamente contaminada devido ao uso prolongado como um parque de tanques pela Petrobras. Durante muitos anos, o armazenamento de combustíveis deixou o terreno impróprio para uso. No entanto, nosso objetivo é transformá-lo em um local adequado para a construção de uma escola por meio da técnica de FITORREMEDIAÇÃO, que utiliza vegetação nativa para descontaminar o solo.



SITUAÇÃO

IMAGEM VIA SATÉLIA | GOOGLE EARTH



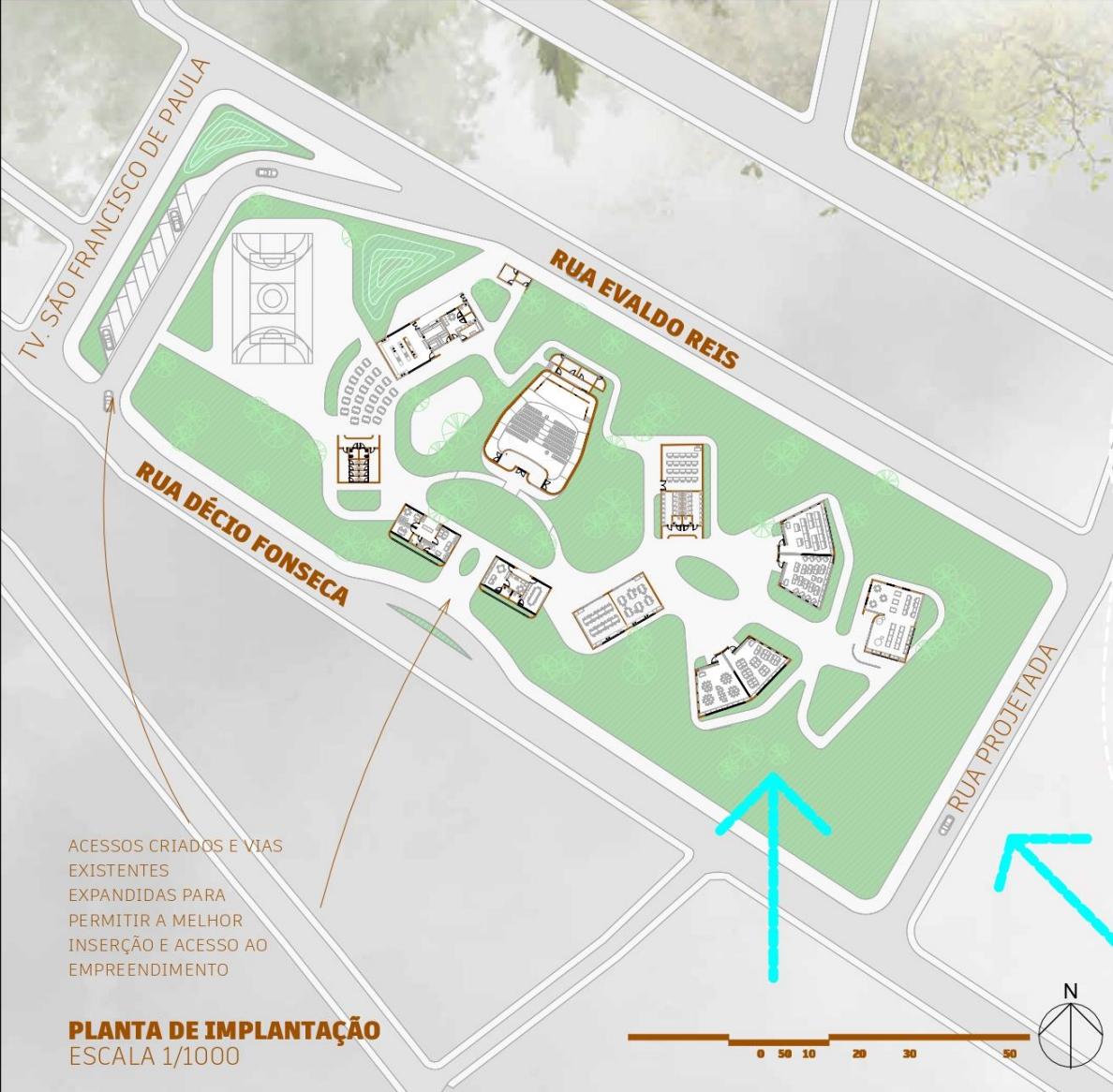
ISOMÉTRICO ARTÍSTICO
SEM ESCALA



OS VALORES da escola permeiam a proposta pedagógica que rompe com o ensino tradicional, focando em metodologias ativas e uma pedagogia libertadora, que promove a conexão dos alunos com a natureza e um ambiente saudável. A instituição prepara seus alunos para os desafios do século XXI, incentivando o pensamento crítico, a autonomia e a de. Além disso, reconhece a importância da integração da natureza na educação, estendendo o aprendizado para além das salas de aula convencionais.

Essa abordagem permitirá a recuperação do terreno, promovendo a reabilitação ambiental e trazendo benefícios significativos para os jovens da região. A escolha deste terreno não apenas mostra nosso compromisso com a restauração ambiental, mas também oferece uma valiosa oportunidade para a educação e o desenvolvimento da juventude local.

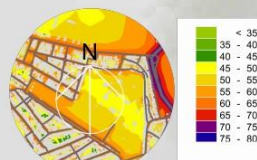
A IMPLANTAÇÃO



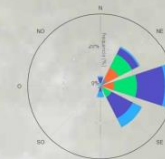
I SETORIZAÇÃO
ESCALA 1/2000



- BLOCO ADMINISTRATIVOS
- BANHEIROS
- COZINHA E SERVIÇO
- AUDITÓRIO
- LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA
- SALAS MULTIUSO
- SALAS DE AULA
- BIBLIOTECA



A Setorização dos blocos na implantação da escola RABISCO foi pensado considerando os aspectos bioclimáticos no que se diz respeito a ventilação e insolação sendo preferível a locação dos blocos de maior permanência (salas de aula) com aberturas voltadas para o leste onde existe a maior predominância dos ventos.



Entender os ruídos no entorno do terreno onde será implantada a escola LIVRE é essencial para conseguir posicionar os setores do projeto de forma a contemplar o conforto acústico de quem irá usar o espaço (PROFESSORES, ESTUDANTES E COMUNIDADE)



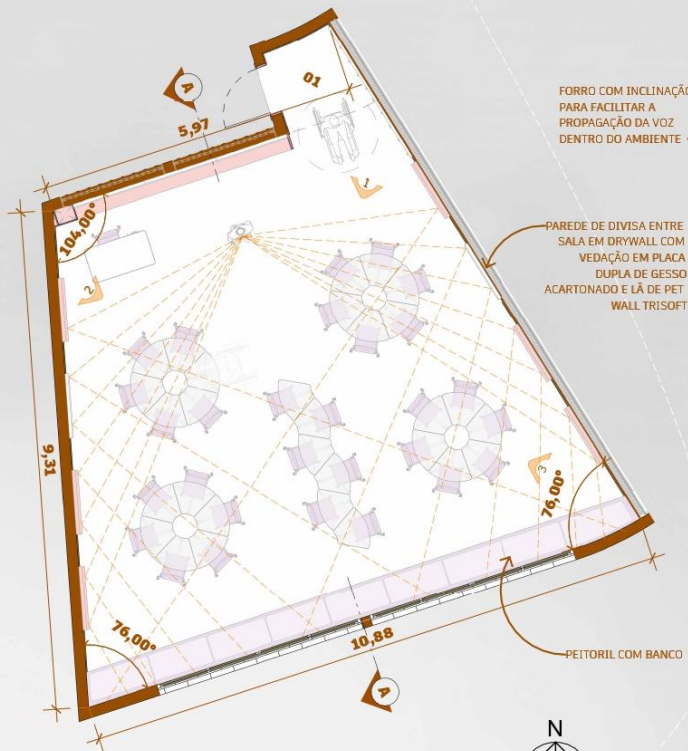
A SALA DE AULA

CRIATIVIDADE / PLASTICIDADE / CONFORTO

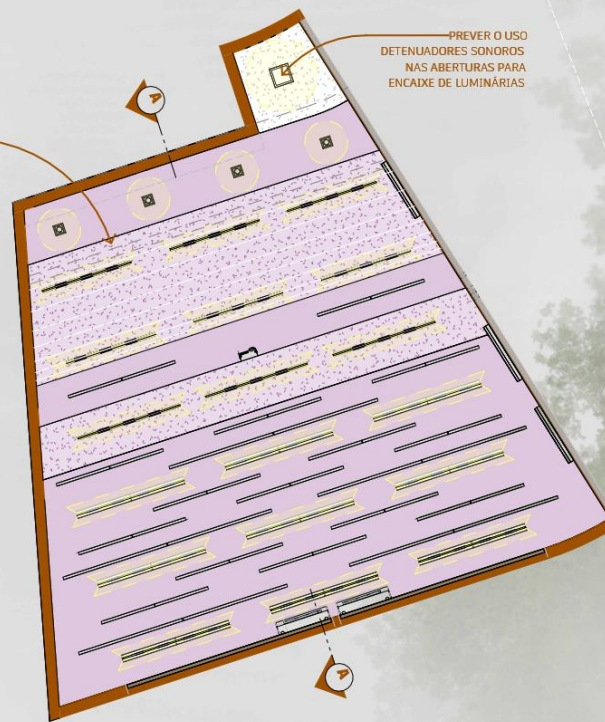
São quatro salas de aula que comportam confortavelmente 30 alunos em cada. O conceito e diretrizes levantados para a projeção do trabalho foram aplicadas no partido arquitetônico dos ambientes de aprendizado.

As salas são rotativas e contam com mobiliários que, além de permitirem uma diferenciação do ambiente com relação a estética, favorecem a diversidade de Layouts para concordarem com as atividades propostas pelas práticas pedagógicas diversificadas.

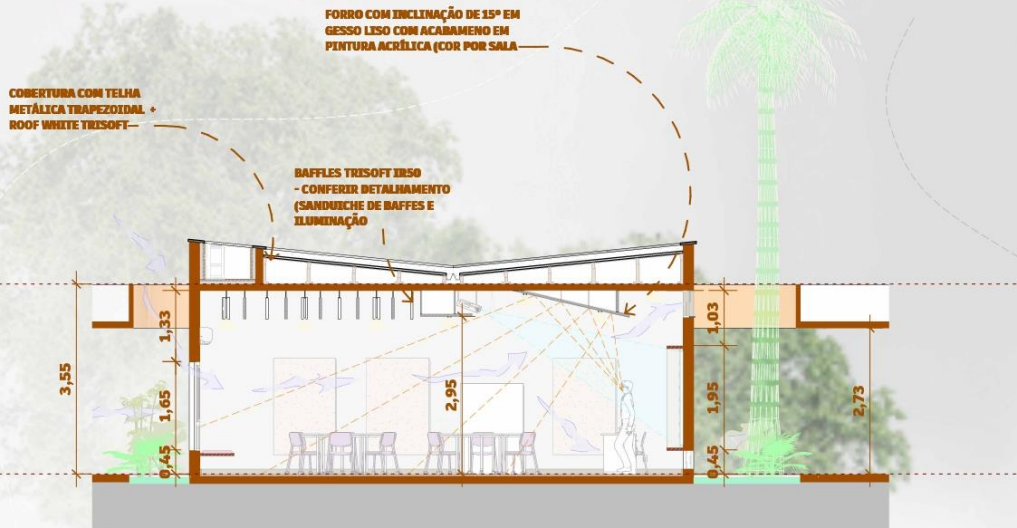
A FORMA trapezoidal da sala de aula auxilia favoravelmente na acústica do ambiente tornando a fala mais audível.



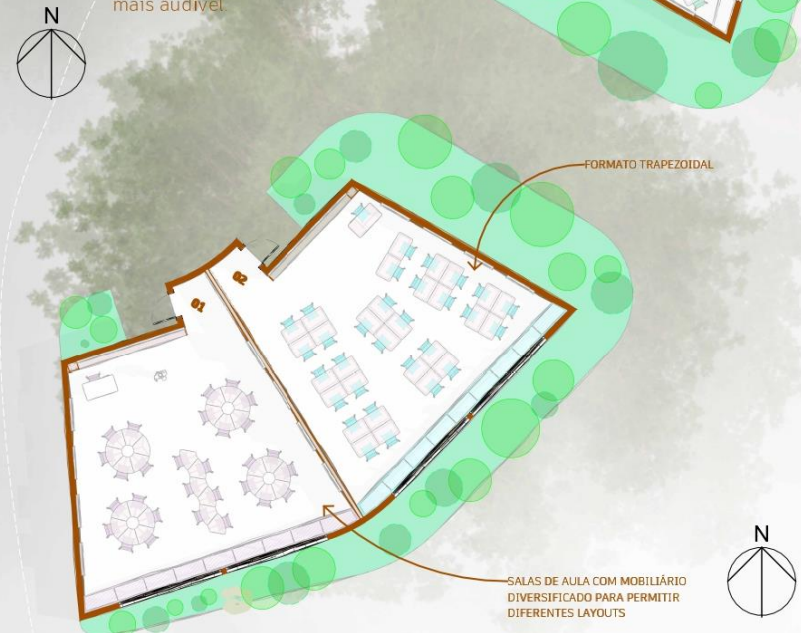
PLANTA BAIXA | SALA DE AULA 01
Escala: 1/100



PLANTA DE FORRO | SALA DE AULA 01
Escala: 1/100



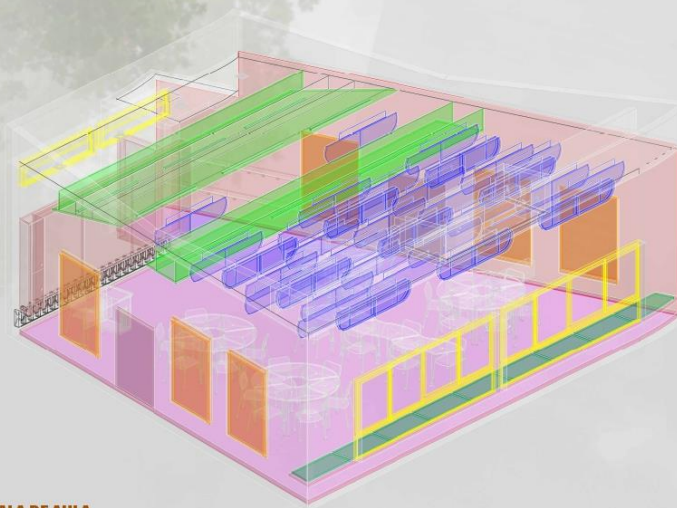
CORTE AA | SALA DE AULA
Escala: 1/100



PLANTA BAIXA | PLANTA BAIXA
Escala: 1/200

0 1 2 4 6 10

A SALA DE AULA

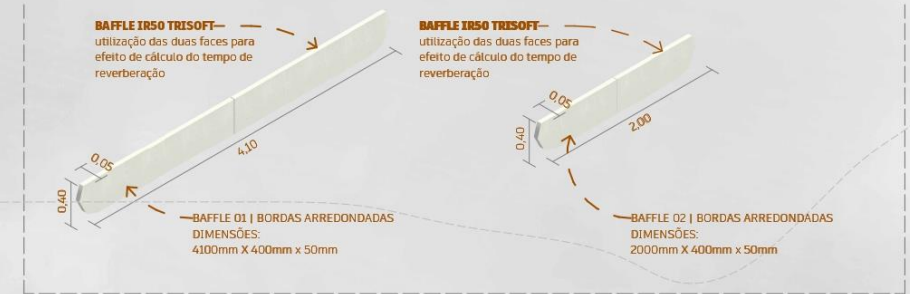


ISOMÉTRICO - SALA DE AULA

ESCALA: 1/100



SALA DE AULA 01 - COM APLICAÇÃO DOS MATERIAIS TRISOFT		COEFICIENTE DE ABSORÇÃO											
VOLUME (m³)		272,77											
DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS													
Material		Área (m²)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	4000 Hz
PAREDE	Parede de Alvenaria com textura rústica	60,67	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,07	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
	Parede em Drywall com Lã de PET Wall IE100 Trisoft	34,50	0,30	0,12	0,08	0,06	0,06	0,05	10,41	4,14	2,76	2,07	1,73
	Cobogó Área com Fibras de Coco	1,65	0,19	0,20	0,45	0,70	0,80	0,70	0,20	0,42	0,65	1,01	1,16
	Cobogó Área vazada	0,09	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
PISO	Piso Vinílico	80,07	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,10	1,6	2,4	3,2	4	8,01
FORRO	Laje com pintura acrílica fosca	60,19	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,6	0,6	0,9	1,2	1,2	1,2
	Forro em Gesso com Pintura Acrílica	35,88	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,72	0,72	1,08	1,44	1,44	1,08
	Baffles "omni" e "omni" - Baffle IR50 Trisoft	44,00	0,48	0,38	0,62	1,04	1,14	1,07	10,7	7,25	9,8	14,8	14,8
	Sandwich de Baffle com Luminária - Baffle IR50 Trisoft	14,90	0,40	0,38	0,62	1,04	1,14	1,07	7,45	6,90	12,4	16,6	15,8
ESQUADRIAS	Varredura da Janela	11,73	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,47	0,47	0,35	0,23	0,23	0,23
	Moldura da Janela	3,67	0,28	0,22	0,17	0,1	0,1	0,05	0,97	0,76	0,59	0,35	0,17
MOBILIÁRIO	Porte	2,42	0,14	0,16	0,08	0,1	0,1	0,1	0,34	0,39	0,15	0,24	0,24
	Painel mural em cortiça com Lã de PET Wall IE50 Trisoft Área em madeira	1,41	0,28	0,22	0,17	0,1	0,1	0,05	0,39	0,31	0,24	0,14	0,07
	Painel mural em cortiça com Lã de PET Wall IE50 Trisoft Área em cortiça	6,48	0,14	0,25	0,4	0,25	0,34	0	0,91	1,62	2,59	1,62	2,2
	Louça + Moldura: Louça isolada e Rodapé	21,04	0,28	0,22	0,17	0,1	0,1	0,05	5,89	4,63	3,58	2,1	2,1
	Banco estofado no peitoril da janela	5,19	0,07	0,12	0,26	0,42	0,5	0,55	0,36	0,62	1,35	2,18	2,58
	Cadeiras Várias	20,00	0,15	0,19	0,23	0,36	0,38	0,30	3	3,8	4,4	7,8	7,6
	Cadeiras: com alunos sentados	10,00	0,28	0,25	0,35	0,38	0,35	2,8	2,5	3,5	3,8	3,8	3,5
	Mobiliário (Mesas dos alunos e professor)	11,72	0,15	0,11	0,1	0,07	0,08	0,07	1,76	1,29	1,17	0,82	0,7
ABSORÇÃO TOTAL			59	64	79	93	93	93					
TEMPO DE REVERBERAÇÃO CALCULADO			0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5					
TEMPO DE REVERBERAÇÃO ÓTIMO MÁXIMO			1	1	1	1	1	1					
TEMPO DE REVERBERAÇÃO ÓTIMO MÍNIMO			0	0	0	0	0	0					
NRC			0,56894805										



ISOMÉTRICO - BAFFLE 01 | BORDAS ARREDONDADAS

ESCALA: 1/50

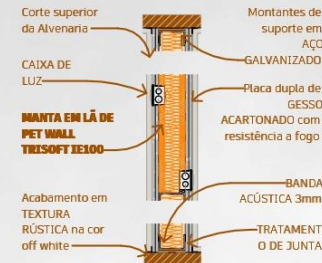
ISOMÉTRICO - BAFFLE 02 | BORDAS ARREDONDADAS

ESCALA: 1/50



ISOMÉTRICO EXPLODIDO - BAFFLE SANDUICHE | ILUMINAÇÃO

ESCALA: 1/50



DETALHE EXPANDIDO - CORTE SUPERIOR DA DIVISÓRIA ENTRE SALAS

ESCALA: 1/20



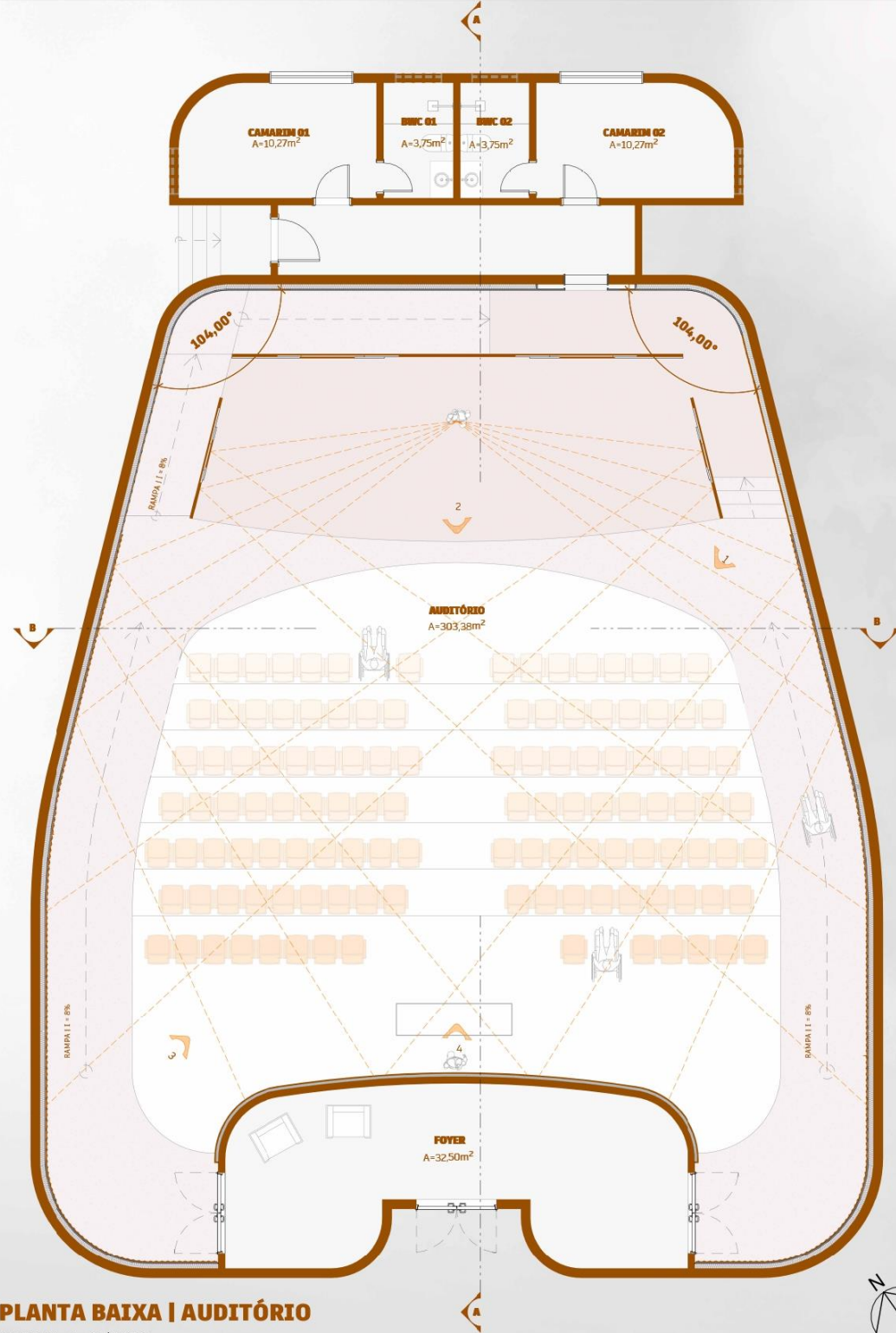
ISOMÉTRICO - PAINEL INTERATIVO

ESCALA: 1/50

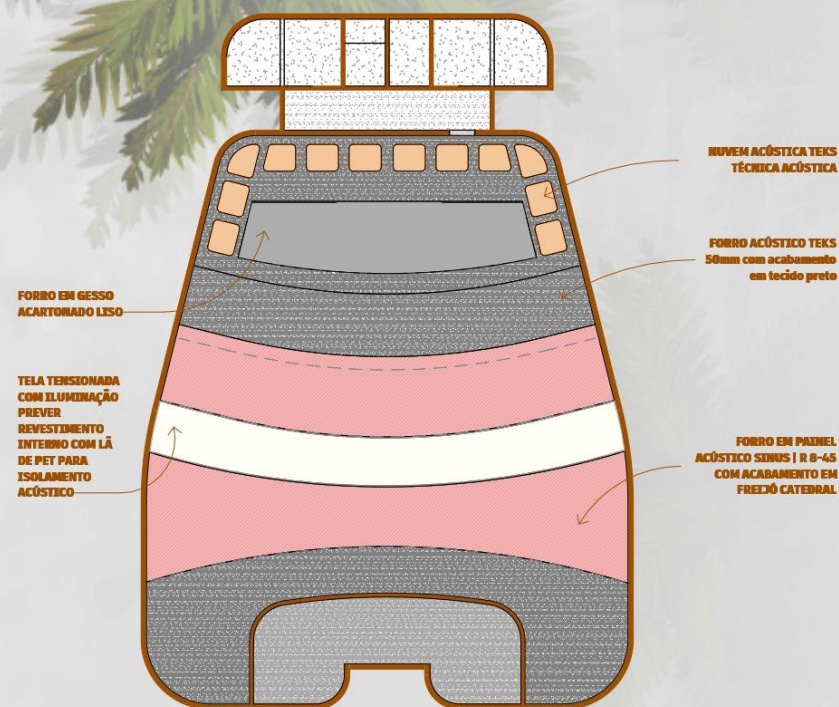
O AUDITÓRIO

O auditório da escola destaca-se por sua versatilidade, acomodando apresentações artísticas, reuniões e conteúdo multimídia que enriquecem a experiência educacional.

Seu estilo, com elementos clássicos contrastando com o exterior da escola, incorpora toques de criatividade, como poltronas em laranja, transmitindo vitalidade e diversão do ambiente externo para o interno. A paleta de cores respeita as especificações do fabricante quanto a proteção anti-chamas e qualidade, composta por branco, madeira, laranja e preto, criando um espaço acolhedor e versátil. O projeto prioriza a qualidade da comunicação verbal, dispensando equipamentos de som quando necessário, e integra conforto acústico com estética, funcionalidade e conforto térmico, inspirando aprendizado e criatividade na comunidade escolar.



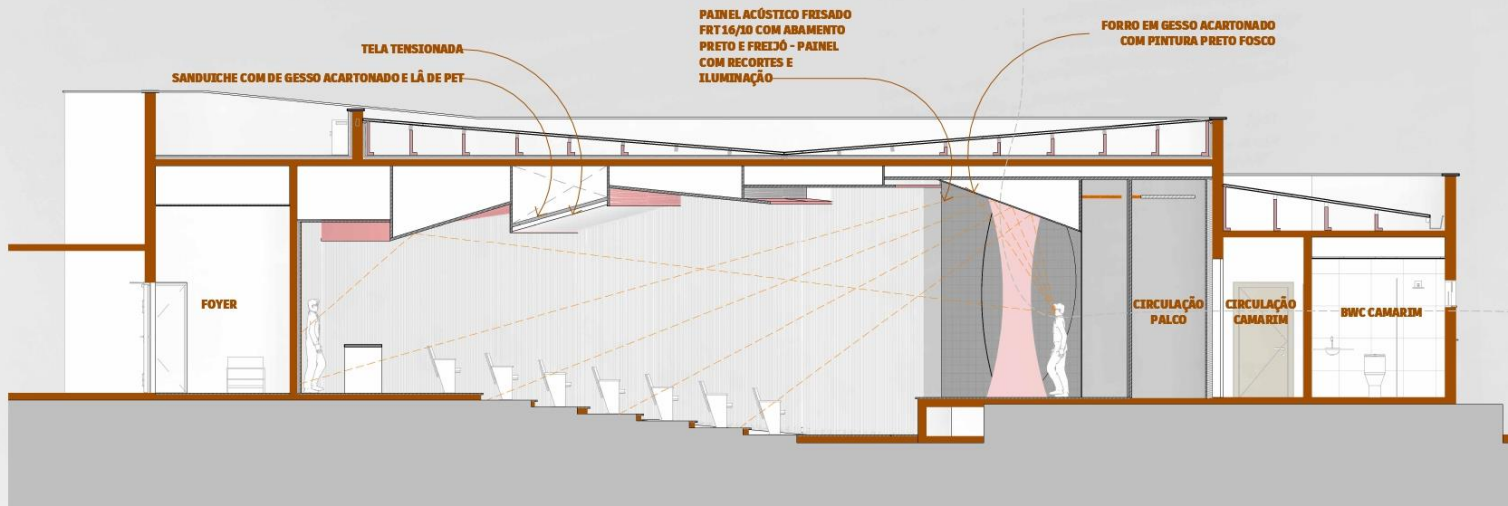
PLANTA BAIXA | AUDITÓRIO
ESCALA: 1/100



PLANTA DE FORRO | AUDITÓRIO
ESCALA: 1/200



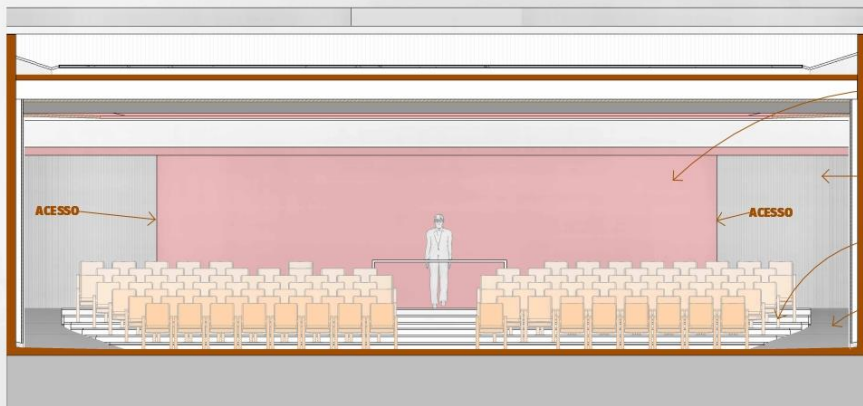
O AUDITÓRIO



De acordo com De Marco (1982), o tempo de reverberação ideal em auditórios é estabelecido em 0,72 segundos. Através do uso da fórmula de Sabine, é viável calcular o tempo de reverberação com base nas informações fornecidas. Esse cálculo é determinado pela combinação do volume do espaço, as características das superfícies dos materiais envolvidos e seus respectivos coeficientes de absorção, os quais definem o valor do tempo de reverberação para cada frequência sob análise.

CORTE AA | AUDITÓRIO

ESCALA: 1/100



**PAREDE POSTERIOR COM PAINEL ACÚSTICO SINUS | R 8-45
COM ACABAMENTO EM MDF MELAMÍNICO BRANCO**

**PAREDE DOS FUNDOS COM RIPADO ACÚSTICO 15/25 PLENUM 15MM
COM ACABAMENTO EM MDF MELAMÍNICO BRANCO**

PISO DA ARQUIBANCADA | PISO VINÍLICO

PISO EM CARPETE FINO SOBRE FELTRO FINO EM CONCRETO

CORTE BB | AUDITÓRIO

ESCALA: 1/100

REFERENCIAS

Arquitetura para a educação: a contribuição do espaço para a formação do estudante / Mario Fernando Petrilli do Nascimento - São Paulo, 2012. 154 p. : il.

KOWALTOWSKI, Doris K. *Arquitetura escolar. O projeto do ambiente de ensino*. São Paulo, Oficina de Textos, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152 Níveis de ruídos para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12179 Tratamento acústico de recintos fechados. Rio de Janeiro, 1992.

SOUZA, L. C. L., AIMEIDA, M. G., BRAGANÇA, L. de. *Bê-a-bá da acústica arquitetônica*. São Carlos: EDUFSCAR, 2006.

DE MARCO, Conrado Silva. Elementos de acústica arquitetônica. São Paulo: Nobel, 1982.

Acoustical Society of America, ANSI S12.60-2010 - American National Standard: Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools. Part 1: Permanent Schools, Melville, NY: Acoustical Society of America, 2010.



AUDITÓRIO - COM APLICAÇÃO DOS MATERIAIS TÉCNICA ACÚSTICA																	
		VOLUME (m³)			1175	COEFICIENTE DE ABSORÇÃO											
		DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS				125 Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	125 Hz	250Hz	500 Hz	1000Hz	2000 Hz		
		Material	Área(m²)			a	a	a	a	a	a5	a5	a5	a5	a5		
PAREDE		Panel Acústico Difusor Plenum 50mm com acabamento em MDF Melamínico Branco	86,90			0,20	0,05	0,06	0,70	0,55	0,75	0,47	0,82	0,63	0,78	0,47	
		Rapado Acústico 18/51 Plenum 15mm com acabamento em MDF Melamínico Branco	64,88			0,05	0,15	0,20	0,80	0,55	0,75	0,24	0,75	0,86	1,15	0,87	
		Panel Acústico Sinus I R 8-4,5 com acabamento Freijó Catalinada e Pintura Preta	64,38			0,30	0,05	0,05	0,40	0,15	0,20	13,3	28,8	3,7	17,9	0,6	
		Panel Acústico Fricado RPT 16/10 com acabamento em Freijó Catalinada	39,98			0,30	0,05	0,05	0,40	0,15	0,20	12,2	36	3,4	24	26	
PISO		Alvenaria com reboco liso e pintura acrílica	6,13			0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	0,12	0,12	0,12	0,16	0,16	
		Parede em Drywall com vedação em Gesso Acartonado liso com pintura acrílica	157,98			0,20	0,12	0,08	0,08	0,06	0,06	0,74	1,9	12,6	9,8	9,48	
		Carpete fino sobre feltro fino em concreto / Piso plateia	165,96			0,10	0,25	0,02	0,30	0,30	0,30	10,6	24,9	4,15	49,8	49,8	
		Carpete fino sobre feltro fino em assoalho de madeira / Palco	168,16			0,10	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30	14,8	37	44,4	44,4	44,4	
FORRO		Piso Vinílico	52,29			0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,1	1,05	1,57	2,09	2,01	2,51	
		Panel Acústico TE-45 50mm com acabamento em tecido Preto	123,90			0,25	0,15	0,75	0,85	0,85	0,31	82	92,9	105	70,5	74,3	
		Panel Acústico Sinus I R 8-4,5 com acabamento Freijó Catalinada	150,63			0,30	0,05	0,05	0,40	0,15	0,20	52,1	124	162	17,5	26,6	
		Nuvem Acústica Tek	13,74			0,3	0,75	1	1	1	1	4,12	10,3	13,7	13,7	13,7	
ESQ.		Forro em Gesso Acartonado liso com pintura acrílica	28,76			0,30	0,12	0,08	0,08	0,06	0,06	8,33	3,45	2,3	1,73	1,43	
		Tela Tensionada	31,7			0,04	0,13	0,13	0,5	0,32		1,33	4,31	4,31	16,6	10,6	
MOBILIÁRIO		Porta Acústica Metálica / Acabamento Branco									0	0	0	0	0	0	
		Assento de auditório	120,00			0,13	0,15	0,22	0,22	0,25	0,3	15,6	18	24	26,4	30	36
		Baranca de projeção de Madeira	5,91			0,28	0,22	0,17	0,1	0,1	0,05	1,85	1,3	1	0,59	0,59	0,3
ABSORÇÃO TOTAL												264	431	566	473	375	
TEMPO DE REVERBERAÇÃO CALCULADO												0,8	0,5	0,3	0,4	0,5	
TEMPO DE REVERBERAÇÃO ÓTIMO MÁXIMO												1	1	1	1	1	
TEMPO DE REVERBERAÇÃO ÓTIMO MÍNIMO												0	0	0	0	0	
NBR												0,70/1,10/1,6					

A BIBLIOTECA

CONDICIONAMENTO ACÚSTICO E RESULTADOS

ÁREA DE ESTUDO
EM GRUPO

RECEPÇÃO COM PUFFS

PLANTA BAIXA | BIBLIOTECA
ESCALA: 1/100



ÁREA DE ESTUDO INDIVIDUAL

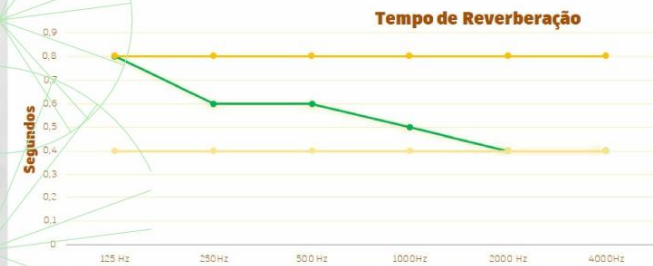
COBOGÔ EM FIBRA DE COCO

BANCOS NO PEITORIL DA JANELA

NUVENS Ecophon Solo™ Square
EM DIFERENTES CORES

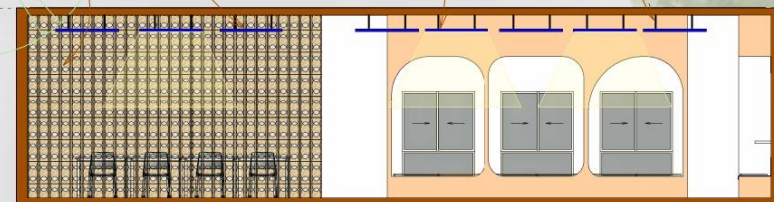
COBOGÔS EM FIBRA DE COCO

ESTANTES DE LIVROS



NUVENS Ecophon Solo™ Circle
NA COR BRANCO COM
ILUMINAÇÃO SOBREPOSTAS

FECHAMENTO DAS CABINES DO
BANCO NO PEITORIL COM
PAINEL Ecophon Akusto™ Wall
A



CORTE AA | BIBLIOTECA
ESCALA: 1/100