

DESEMPENHO AMBIENTAL NO PROCESSO DE PROJETO EM DESIGN DE INTERIORES: ESTUDO DE CASO EM AMBIENTE ESCOLAR

Caroline Santos de Moraes

Tecnologia em Design de Interiores
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP, Jacareí - SP
caroline.moraes@aluno.ifsp.edu.br

Luiz Kaleb Valentin da Silva Noivo

Tecnologia em Design de Interiores
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP, Jacareí - SP
kaleb.v@aluno.ifsp.edu.br

Otávio Augusto Moraes Mendes

Tecnologia em Design de Interiores
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP, Jacareí - SP
a.otavio@aluno.ifsp.edu.br

Raquel de Arruda Policarpo

Tecnologia em Design de Interiores
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP, Jacareí – SP
policarpo.raquel@aluno.ifsp.edu.br

Carlos Augusto da Costa Niemeyer

Tecnologia em Design de Interiores
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP, Jacareí - SP
carlosniemeyer@ifsp.edu.br

Resumo

O desempenho ambiental é um importante parâmetro norteador de qualidade projetual uma vez que interfere nos requisitos de bem-estar e usabilidade desejados ao lugar. Ambientes com boa qualidade acústica, lumínica e térmica diminuem ocorrência de estresse e fadiga, melhorando nossa concentração e desempenho, algo essencial em ambientes escolares. O presente estudo apresenta os resultados de uma pesquisa de Iniciação Científica focada na investigação de desempenho ambiental de uma sala de aula padrão situada no campus Jacareí do IFSP no interesse de demonstrar a importância de oferecer maior rigor informacional ao briefing no processo de projeto de design de interiores, permitindo, assim, melhor qualidade de resolução ao projeto. O processo de pesquisa envolveu medições de desempenho térmico, acústico e lumínico, cuja tabulação dos resultados apontou diversidade nos valores obtidos comparado aos índices normativos comprovando condições não ideais de desempenho ambiental. A pesquisa realizados com instrumentos de propriedade do Laboratório de Design de Interiores do campus - LABDI - mostra a importância de se investigar parâmetros

ambientais no processo de planejamento em design de interiores de modo nortear os ajustes necessários e a especificação adequada de revestimentos e dispositivos que promovam eficiência e conforto tão essenciais aos ambientes escolares.

Palavras-chave: conforto ambiental; conforto lumínico; conforto acústico; conforto térmico; comodidade.

ENVIRONMENTAL PERFORMANCE IN THE DESIGN PROCESS IN INTERIOR DESIGN: A CASE STUDY IN A SCHOOL ENVIRONMENT

Abstract

Environmental performance is an important guiding parameter for design quality, as it influences the desired well-being and usability requirements of space. Environments with good acoustics, lighting, and thermal quality reduce stress and fatigue, improving our concentration and performance, which is essential in school environments. This study presents the results of an undergraduate research project focused on investigating the environmental performance of a standard classroom located on the Jacareí campus of IFSP, aiming to demonstrate the importance of providing more rigorous information to the briefing in the interior design process, thus allowing for better quality project resolution. The research process involved measurements of thermal, acoustic, and lighting performance, and the tabulation of the results showed diversity in the values obtained compared to normative indices, confirming non-ideal environmental performance conditions. Research conducted using instruments owned by the Interior Design Laboratory on campus - LABDI - demonstrates the importance of investigating environmental parameters in the interior design planning process to guide necessary adjustments and the appropriate specification of coverings and devices that promote efficiency and comfort, which are essential to school environments.

Keywords: environmental comfort; lighting comfort; acoustic comfort; thermal comfort; convenience.

1 INTRODUÇÃO

Conforto ambiental é um conjunto de estratégias de projeto voltadas a satisfazer necessidades humanas de comodidade e bem-estar no ambiente construído. Essencialmente, busca otimizar as condições microclimáticas nos interiores - térmicas, luminosas e acústicas, entre outras - visando atender necessidades físicas, psicológicas e sensoriais dos usuários. Por este aspecto, podemos considerá-lo resultante integrada à qualidade do projeto arquitetônico agindo no controle de condições ambientais adversas que possam interferir na qualidade de uso do ambiente (Cunha, 2006; Corbellas; Yannas, 2003; Olgyay, 2010).

No contexto educacional, foco desse estudo, o conforto ambiental interfere de forma crucial no processo de ensino e aprendizagem ao propiciar condições que, quando ideais, favorecem a concentração e o desempenho intelectual de alunos e professores. Para isso é fundamental que se desenvolva um processo de projeto com atenção aos vetores de qualidade ambiental que influenciam diretamente na sensação de bem-estar dos usuários.

Partindo desse pressuposto, o artigo visa apresentar os resultados de uma pesquisa exploratória na modalidade Iniciação Científica, como estudo de caso, focada na análise de desempenho térmico, acústico e lumínico de um ambiente escolar destacando a importância de ampliar o escopo informacional ao briefing em projetos de design interiores fornecendo dados concretos para posterior tomada de decisões.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Equipamentos escolares têm a função crucial de proporcionar, além de um ensino motivador, também, uma positiva experiência social e emocional aos educandos, oferecendo ambientes que gerem sentimentos de agradabilidade que motivem a dinâmica de aprendizagem (Brasil; Silva, 2018). Estudos comprovam que o ambiente físico das instalações escolares tem o poder influenciar o ensino-aprendizagem interferindo no desempenho intelectual de alunos que ficam significativo tempo de suas vidas restritos aos assentos escolares (Burgos; Grigoletti; Paixão, 2015; Pinto; Souza; 2023; Ribeiro Marrocos, 2023).

Todavia, a arquitetura de nossas escolas, sobretudo as públicas, nem sempre favorece aspectos de conforto ambiental devido, em geral, reproduzir padrões construtivos antiquados que não observam contextos bioclimáticos locais e necessidades funcionais como provam pesquisas de Avaliação Pós-Ocupação (APOs) ao apontarem ausência de rigor nesses atributos projetuais (Graça; Kowaltowski; Petreche, 2004). Qualidade ambiental e desempenho escolar são questões intrínsecas que podem, segundo Kowaltowski, et alii (2011, p. 273-4) gerar impactos negativos na “frequência e no comportamento” do aluno, atestando o quanto importante são “decisões projetuais que confirmam conforto, funcionalidade e humanização” ao equipamento escolar.

A escola é lugar de permanência prolongada, sendo importante prover uma atmosfera social acolhedora e convidativa sob pena de impactar nos seus objetivos em promover um ambiente de aprendizado estimulante e prazeroso. Recursos pedagógicos e docentes não determinam por si só o êxito do processo educacional, mas, também, condições físico-ambientais que impactam na motivação do aluno (Santana 2010). Ribeiro (2004, p.

103-4) destaca a “função educativa do espaço” fortalecendo a relação de comunidade e de pertencimento, onde as práticas pedagógicas possam ser realizadas sob condições ambientalmente favoráveis gerando bem-estar a alunos e professores, sendo, por este aspecto, “decisiva na aprendizagem”.

Ainda que não seja foco da pesquisa, cabe destacar a importância de circulação adequada e um mobiliário acolhedor no ambiente escolar, devendo ser funcional, ergonômico e, sobretudo, adaptável ao modelo pedagógico moderno calcado no protagonismo do aluno e no desenvolvimento de competências socioemocionais e cognitivas. Vale ressaltar que condições normativas de conforto e ergonomia devem ser observadas em quaisquer ambientes onde são executadas atividades intelectuais, como a NR-17 que estabelece parâmetros gerais para mobiliário em estações de trabalho adaptado às características psicofisiológicas dos usuários. Acrescente-se, ainda, a Norma ABNT NBR 14006/2022 que estabelece requisitos de ergonomia, segurança e estabilidade para mobiliário em instituições de ensino, prevendo padrões dimensionais baseados na estatura do aluno visando conforto e segurança.

De modo que o desempenho ambiental é crucial para estabelecer um estado de satisfação que facilita o aprendizado, pois nossa fisiologia sensorial se ressentir quando está sob estresse. A ausência de uma boa iluminação em salas de aula, por exemplo, é prejudicial ao desempenho cognitivo, sendo comprovado que provoca “sonolência” e “fadiga severa” (Burgos; Grigoletti; Paixão, op. cit, p.2-3), podendo, até mesmo, ocasionar problemas mais sérios como a “fadiga ocular” (Pinto; Souza; 2023, p. 106). Ao contrário, uma sala de aula bem iluminada aumenta a produtividade, reduz fadiga e potencializa a experiência de aprendizagem (Siqueira; Oliveira, Vieira, 2008; Ribeiro Marrocos, op. cit.).

Conforto térmico é um outro parâmetro crucial de desempenho, sendo definido como “um ambiente térmico em que uma grande maioria (mais de 80%) dos ocupantes o considere termicamente satisfatório” (ASHRAE Standard 55-2023, p. 3). Diversos estudos destacam a necessidade da renovação do ar em ambientes coletivos, como salas de aula e congêneres, como estratégia passiva de conforto favorecendo o resfriamento evaporativo através das trocas térmicas (Burgos; Grigoletti; Paixão, op. cit.). O estresse térmico devido ao calor provoca “cansaço e sonolência, reduz a prontidão de resposta e aumenta a tendência de falhas”, assim como estresse ao frio desconcentra e afeta o emocional do aluno, reduzindo sua capacidade de raciocínio (Siqueira; Oliveira, Vieira, 2008).

Por fim, condições acústicas inadequadas também são objeto de intenso incômodo no ambiente escolar. Ruídos externos e/ou internos, estes últimos causados por reverberações

provocadas por excesso de superfícies lisas e brilhantes dificultam o entendimento causando desatenção e irritabilidade (Siqueira; Oliveira, Vieira, op. cit). Patologias mais graves podem também ocorrer em exposições prolongadas como “excitação, estresse, insônia, úlceras no estômago, fadiga, neuroses, náuseas e surdez precoce”, e até mesmo surtos de agressividade e acidentes (Ribeiro, 2022, p.111-12). Por isso é importante a especificação adequada de materiais de acabamento buscando revestimentos com maiores índices de absorção sonora evitando reverberações indesejadas (Burgos; Grigoletti; Paixão, 2015).

Embora não tratado nessa pesquisa, convém destacar a importância de questões ergonômicas relativas à mobiliário e funcionalidade no ambiente escolar em conformidade com os parâmetros estabelecidos pela norma NBR 9050-20. O mobiliário deve estar ajustado às características antropométricas da faixa etária evitando “transtornos posturais” (Ribeiro, op.cit). Nesse aspecto, não foi relatado por parte dos alunos demandas específicas sobre desconforto, fadiga ou incômodo físico resultante de incompatibilidade com objetos ou peças de mobiliário existentes nas salas de aula.

De modo que o ambiente escolar deve primar pela agradabilidade em todos os sentidos, sejam físicos, psicológicos ou ambientais, pois é através dele que se garante a eficiência dos recursos pedagógicos, fundamentais ao sucesso do processo de ensino-aprendizagem.

Esta pesquisa exploratória tem o objetivo de mostrar a importância de investigações de desempenho ambiental no processo de projeto em design de interiores visando produzir informações sistematizadas que permitam otimizar a tomada de decisões. Compreender a atuação desses vetores de forma atenuar condições negativas no ambiente construído amplia a qualidade de intervenção do design para além da abordagem estética e funcional que lhe é inerente, permitindo que exigências de desempenho sejam devidamente consideradas no processo de projeto.

3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO AMBIENTE

O bloco de aulas, onde encontra-se a sala padrão em tela, possui uma configuração térrea, construído em alvenaria de blocos de concreto de 14x19x39cm e estrutura de concreto armado com paredes rebocadas e pintadas em tinta acrílica, na cor branca, interna e externamente, sendo esta última com barrado na cor verde musgo. A cobertura em telha metálica simples. O bloco possui duas alas longitudinais com quatro salas de aula cada

dispostas simetricamente para NE e SO. A sala em tela possui localiza-se na fachada NE com sua normal inclinada 55 graus em relação ao eixo N-S. Entre as circulações há uma grande sala (estúdio de desenho). Todas as salas de aula possuem dimensões idênticas de 7,50m x 8,30m e pé-direito de 3,50m; e recebe sol da manhã, filtrado pela copa das árvores que a ladeiam. Não há ventilação cruzada nestas salas; possuem um acabamento padronizado, a saber: piso porcelanato fosco; teto e laje de forro rebocadas; esquadrias de PVC tipo maxi-ar com 1,50m de altura em fita por todo seu comprimento, c/ 1,10m de peitoril. A iluminação toda concebida em calhas aletadas do tipo industriais de duas lâmpadas de led tubulares c/ conduítes e espelhos aparentes. Possui duas portas de acesso em extremidades opostas dando acesso a mesma circulação defronte o estúdio de desenho, recintos estes sem laje, com telha metálica aparente c/ pé-direito de 4,50m.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa reúne resultados de pesquisas de Iniciação Científica na temática do conforto ambiental realizada no segundo semestre de 2024 e contou com levantamentos de parâmetros físico-ambientais da sala padrão. A proposta de pesquisa pautou-se por um aprofundamento moderado dos protocolos de avaliação e medição considerando ser um primeiro contato formal com o universo de pesquisa pelos estudantes no objetivo de oferecer um relevante estudo de caso visando a mitigação dos problemas ambientais existentes no processo de projeto.

Figuras 1-2 - Vistas interna e externa do bloco escolar e a sala padrão



Fonte: elaborado pelos autores.

4.1. Na **avaliação acústica**, o procedimento seguiu três etapas: (1) levantamento físico; (2) cálculo do tempo de reverberação (TR), posteriormente comparado à NBR 12179 e (3) medição do ruído ambiental, conforme ABNT- NBR 10151:2019 e NBR 10152:2017 que adota medição do Nível de Pressão Sonora (NPS) em decibéis (dB). Para ambientes educacionais, a norma preconiza a faixa ótima de NPS de 40 a 50 dB para salas de aula, adotados em pesquisas de desempenho (SILVA, et ali, 2024; ZWIRTES; ZANNIN, 2006).

Salienta-se que o entorno urbano onde se localiza o bloco de aulas é calmo e silencioso de modo que os ruídos são gerados pelas condições construtivas internas - extensas superfícies de baixa absorção sonora - que favorecem a ocorrência de reverberações (Bistafa, 2018). Para efetuar a medição do NPS adotou-se um decibelímetro digital - marca KMOON Modelo GM1352-EM-00 com resolução de 0.1 dB; medições tomadas em dias normais de aula, no centro da sala, afastadas entre si 0,50m e 1,00m de paredes e demais superfícies, obtendo-se 05 leituras consecutivas do NPS posteriormente calculando nível sonoro equivalente (L_{eq} L_{eq}) que representa o nível de energia sonora média equivalente ao som variável medido (NBR 10152:2017). O valor médio (L_{Aeq}), pode ser determinado pela expressão abaixo:

$$L_{Aeq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}}$$

onde:

L_i é o nível de pressão sonora, em dB(A), lido em resposta rápida (*fast*) a cada 5 s, durante o tempo de medição do ruído;

n é o número total de leituras.

Figura 3 - Decibelímetro usando nas medições



Fonte: elaborado pelos autores.

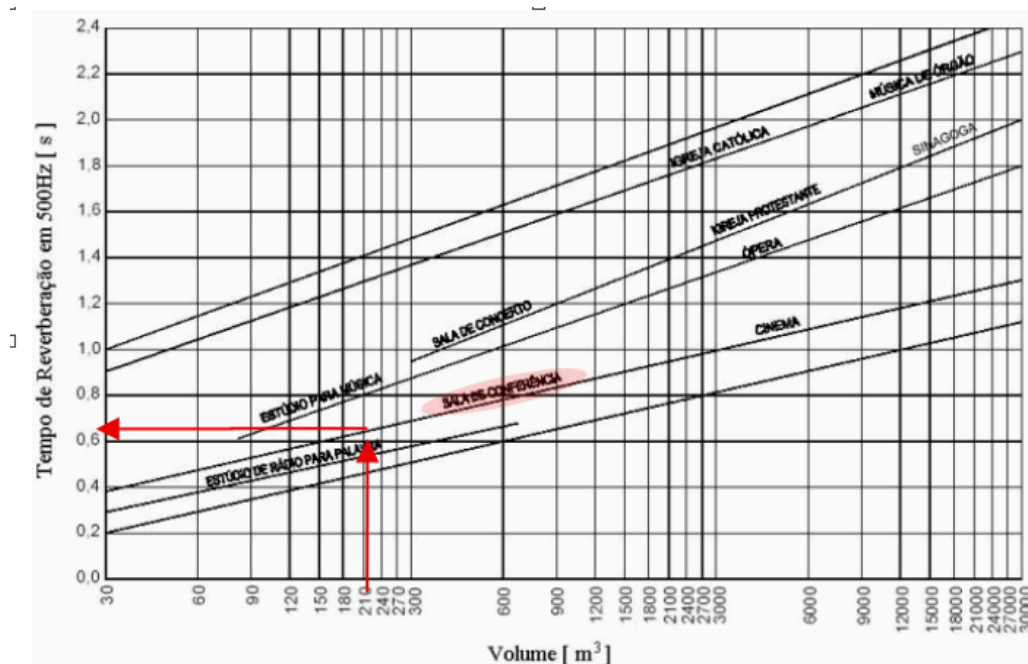
Na medição do Tempo de Reverberação (TR) utilizou-se o modelo matemático de Eyring preconizado na NBR 12.179/92, calculado por planilha eletrônica, posteriormente comparado às referências normativas. As medições apresentaram os seguintes valores de TR_{60} (real e normativo) vistos abaixo, utilizando-se o Ábaco (Fig. 4) preconizado pela norma. TR é o tempo em segundos que o som leva para decair em 60 decibéis em um ambiente fechado (Bistafa, 2018); quando muito elevado, o TR dificulta a compreensão da fala, sendo prejudicial em ambientes onde se faz uso da palavra como salas de aula e congêneres. Os valores encontrados foram discrepantes conforme grifado no quadro resumo abaixo:

Quadro 1 - Quadro resumo

AMBIENTE: Sala de aula
Volume da sala: 208 m ³
TR_{60} encontrado: 1,49 segundos
TR_{60} normativo: 0,62 segundos (Ábaco)
L_{Aeq} : 47 dB(A)

Fonte: elaborado pelos autores.

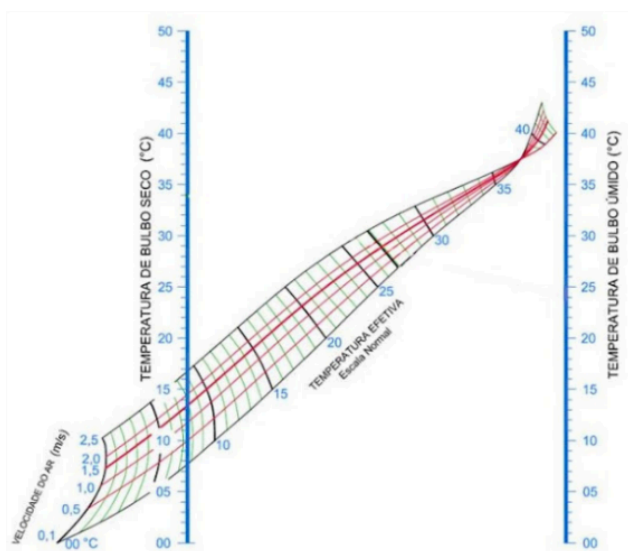
Figura 4 - Ábaco normativo (500 Hz) com indicação do TR_{60} encontrado na faixa indicada



Fonte: NBR 12179 (ABNT, 1992)

4.2. Na **avaliação térmica** adotou-se o índice preditivo Temperatura Efetiva (TE), ou *Índice de Yaglou*, índice expedito este que considera “confortável” uma TE situada na faixa entre 20 e 23 °C, tendo como pré-requisitos estar a umidade relativa (UR%) acima de 40% e a velocidade do ar não superior a 0,75 m/s (Saliba; Creton, 2021). O método opera com três variáveis: *Temperatura de Bulbo Úmido* (TBU), *Temperatura de Bulbo Seco* (TBS), e *Velocidade do ar* (m/s), utilizando-se um termo-higrômetro manual. A avaliação foi feita com a sala ocupada, de modo considerar a influência do calor corporal no ambiente. Usou-se o aparelho marca HIKARI (Fig. 6), sendo as tomadas realizadas em dois horários: início da manhã (8h00) e a tarde (14h00) de modo levantar o desempenho em momentos distintos (manhã fresca e tarde quente); e duas medições sazonais (dia quente e dia fresco).

Figura 5 - Ábaco utilizado para Temperatura Efetiva (TE)



Fonte: Disponível em: <https://profedisonmarcon.blogspot.com/2016/05/calor3-nas-postagens-anteriores.html>. Acesso em: 02/12/2025.

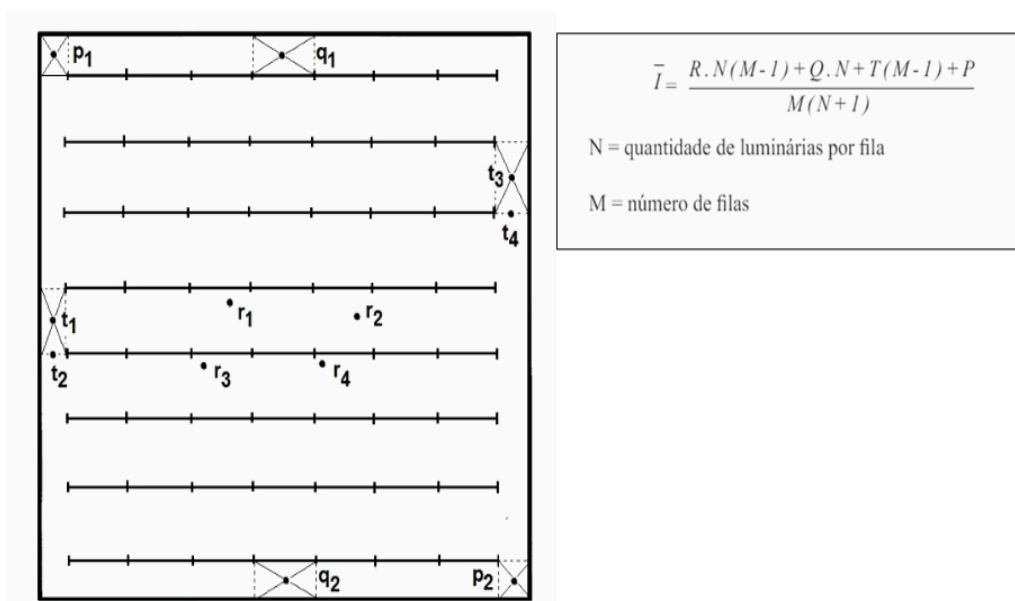
Figura 6 - Termo-higrômetro utilizado nas medições



Fonte: elaborado pelos autores.

4.3. Na **avaliação lumínica** conf. NHO 11 (Norma de Higiene Ocupacional) utilizou-se Luxímetro digital marca AKSO Modelo AK 309 (Fig. 7), resolução de 1 Lux, com medições tomadas a 75 cm do solo. Estas ocorreram uma única vez em 10 (dez) pontos distintos da sala conf. norma, e luzes acesas, de forma simular o desempenho nos três turnos: 8h00, 15h00 e 18h30. Para obter valor médio de Iluminância (I) adotou-se o modelo normativo abaixo (Fig. 7).

Figura 7 - Posicionamento normativo dos pontos de medição para cálculo da Iluminância (I)



Fonte: NHO 11 (Fundacentro, 2018).

Figura 8 - Luxímetro utilizado nas medições



Fonte: elaborado pelos autores.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após tabulados os resultados, o diagnóstico obtido permitiu aferir o desempenho ambiental da sala e permitir se pensar propostas de mitigação de condições adversas ali encontradas.

5.1 No quesito **desempenho acústico** obteve-se os seguintes resultados:

- a) O NPS equivalente (L_{Aeq}) acusa 47 dB (A) chegando próximo ao limite da faixa normativa indicada (Quadro 2), não sendo um problema os ruídos aéreos ali detectados.

Quadro 2 - Faixa limite de NPS

Ambiente escolar	Faixa tolerável de ruído
<i>Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho</i>	35 - 45 dB
Salas de aula, Laboratórios	40 - 50 dB
<i>Circulação</i>	45 - 55 dB

Fonte: NBR 10.152/87

- b) $TR_{60 \text{ real}} = 1,49$ segundos está bem acima do recomendado pelo Ábaco normativo (0,62 segundos) comprovando intensa reverberação na sala, proveniente do excesso de superfícies lisas e brilhantes ali existentes (piso e teto), motivo de queixa dos usuários.

A combinação prejudicial de extensas superfícies (teto e piso) gerando reverberação refletoras e intrusão sonora de ambientes contíguos (tráfego, vizinhos) sugere a seguinte solução corretiva:

- I. Indicação de forro acústico perfurado (exemplo na Fig. 9) de alta performance de absorção, permitindo o rebaixamento do TR a níveis normativos;
- II. Indicação de portas acústicas ou semiacústicas para melhor isolamento das salas de aula aos ruídos vindos dos corredores adjacentes;
- III. Lugares de maior apelo visual como o estúdio de arquitetura, sala de professores e auditório sugere-se adoção de *nuvens acústicas* (Fig. 10).

Figura 9 - Forro acústico perfurado



Fonte: Disponível em:

<https://www.cotanet.com.br/forros-acusticos/forro-acustico-perfurado>

Acesso em 02/12/25.

Figura 10 - Nuvem acústica



Fonte: Disponível em:

<https://vibrasom.ind.br/nuvem-acustica/>. Acesso em:

02/12/25.

5.2 No quesito **desempenho térmico** obteve-se os seguintes resultados:

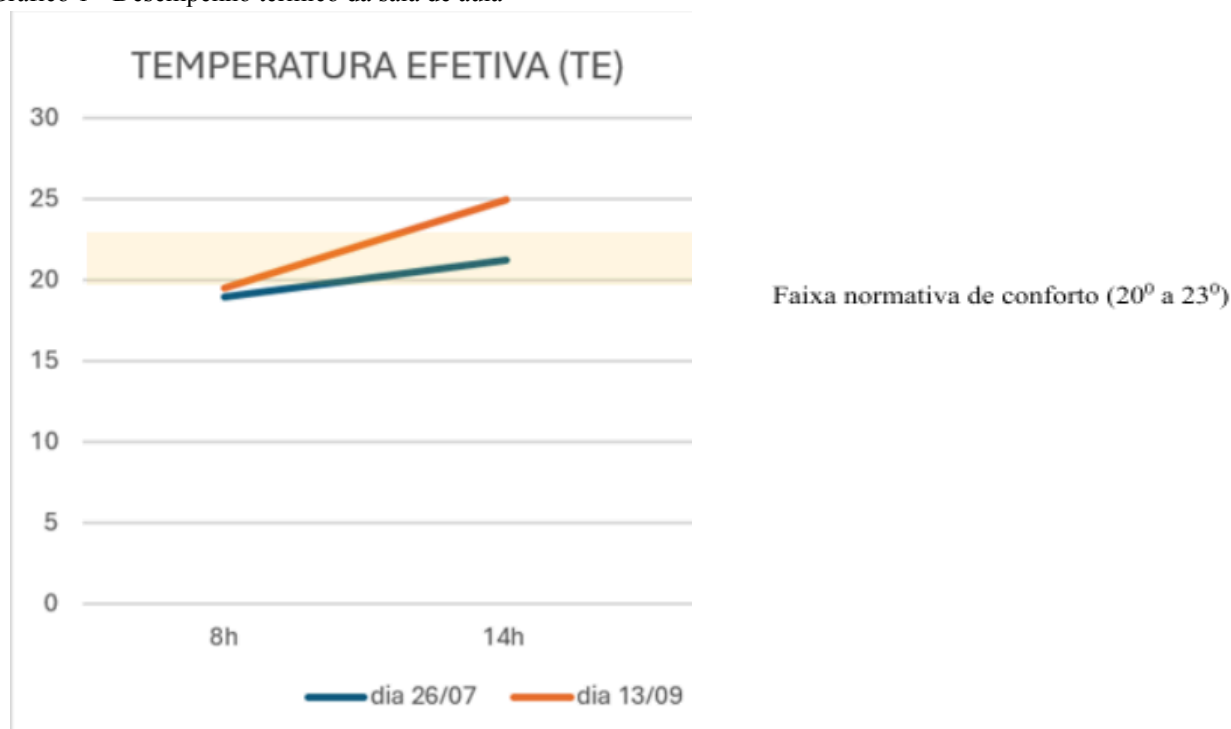
- a) Na medição efetuada em uma semana de temperaturas *amenas* na cidade (dia 26/07) acusou uma TE (Gráfico 1) entre 17^o (8h) e 20^o (próximo das 14h), apontando para um ambiente *desconfortável* ao frio no período da manhã, vindo a elevar-se ao longo do dia, com a TE chegando as 14h na faixa mínima de conforto;
- b) Na medição efetuada em uma semana de temperaturas *elevadas* (dia 13/09) acusou-se a TE (Gráfico 1) entre 19^o (8h) e 24^o (às 14h), iniciando com certo desconforto no início da manhã, mas logo atingindo faixa confortável ainda nesse turno; no período matutino atingindo o estresse térmico pelas 14h em diante comprovando relatos de acentuado desconforto nos horários quentes;
- c) A ala estudada neste bloco não recebe insolação acentuada devido ao sombreamento fornecido pela copa das árvores que ladeiam, sendo dispensado quaisquer dispositivos externos de proteção solar como brises ou placas horizontais, mas tão somente cortinas ou persianas para escurecimento eventual da sala;
- d) A necessidade de estabelecer um ambiente confortável para qualquer solicitação climática, em um contexto escolar, sugere-se, idealmente, sistemas avançados de alta eficiência energética para atender as quatro funções primordiais - *aquecimento*,

ventilação, ar-condicionado e ventilação (AVAC-R) - todavia difíceis de serem incorporados em ambientes pré-existentes.

- e) Considerando a impossibilidade da ventilação natural cruzada no espaço em tela (janelas opostas), resta o uso de sistemas mecânicos (ventiladores de alta vazão ou ar-condicionado) para garantir conforto térmico e renovação do ar. Todavia face a iminente climatização das salas de aula no campus pela gestão da escola, sugere-se, neste caso, aparelhos de ar-condicionado tipo *cassete* instalados no teto na linha do forro, considerados mais eficientes na distribuição do ar para amplas salas de aula e congêneres.

Abaixo, segue gráfico de desempenho térmico nos dias considerados com base na aplicação do índice preditivo da TE.

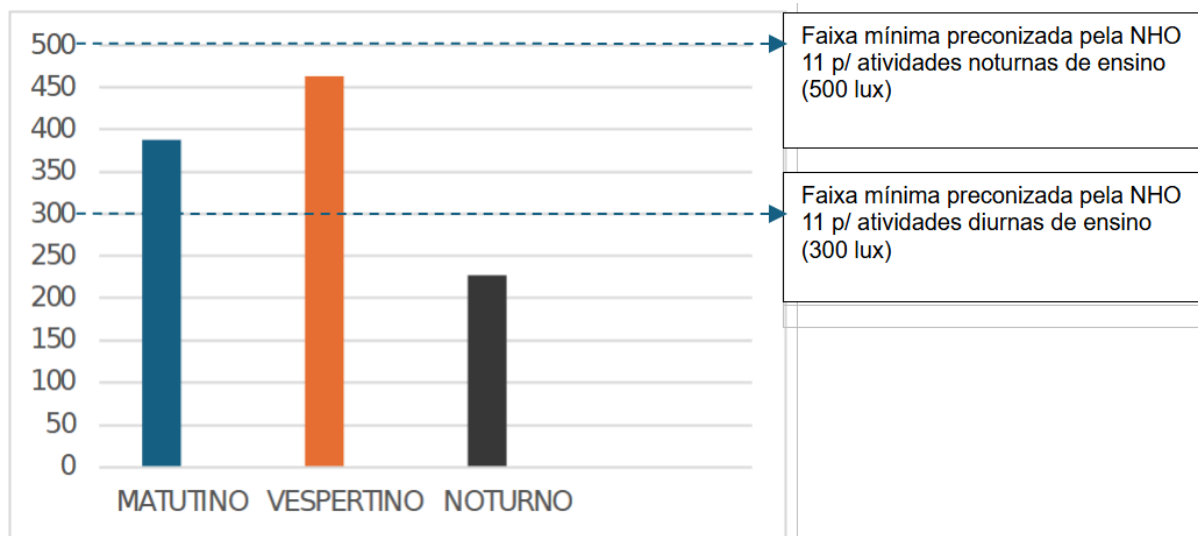
Gráfico 1 - Desempenho térmico da sala de aula



Fonte: elaborado pelos autores.

5.3 No quesito **desempenho lumínico** obteve-se as seguintes observações com base nas informações do Gráfico 2, abaixo, permitindo tirar as conclusões a seguir:

Gráfico 2 - Desempenho Lumínico da Sala|



Fonte: elaborado pelos autores.

- A sala acusa às 8h da manhã uma Iluminância equivalente a 387 lux, valor adequado conf. NH 11 que sugere valor médio não inferior a 300 lux; a solução preconizada, considerando a iminente climatização das salas prevista pela direção escolar, seria tão somente uso de dispositivos internos (cortinas ou persianas) para escurecimento eventual uma vez que a fachada não recebe insolação intensa;
- No período vespertino, medido no início da tarde, analogamente, a sala oferece Iluminância de 464 lux, mais alta devido a insolação vinda lateralmente neste horário, não sendo algo prejudicial podendo ser controlada por dispositivos internos já citados;
- No início do período noturno (18h), ainda sob efeitos do pôr do sol, já se percebe o severo desconforto lumínico c/ a Iluminância acusando 236 lux, com certeza caindo para valores ainda menores ao escurecer contrariando recomendações normativas. A solução preconizada sugere o necessário reforço lumínico por modelos de maior potência e fluxo luminoso de forma garantir valor normativo de 500 lux.

De modo que os objetivos da avaliação de desempenho nos quesitos propostos, considerando o contexto de um hipotético projeto de intervenção na escala de abordagem do design de interiores, foram plenamente atingidos. A pesquisa permitiu gerar conhecimento sobre o ambiente térmico, lumínico e acústico in loco, permitindo delinear ações de planejamento incorporando as medidas de mitigação necessárias para garantir comodidade ao ambiente.

6 CONCLUSÕES

Garantir a existência de conforto ambiental em ambientes escolares é essencial para gerar bem-estar e produtividade no processo de ensino-aprendizagem. O estudo vem destacar a importância da avaliação do conforto ambiental para o aprimoramento do processo de projeto em design de interiores, ampliando o olhar do designer para uma compreensão mais sensível de fatores que impactam a usabilidade do lugar como são as questões térmicas, lumínicas, acústicas e ergonômicas garantindo bem-estar e comodidade.

Os resultados levantados nesse estudo evidenciam desatenção a critérios de desempenho ambiental no projeto original, relegando a importância deste conceito primordial da boa arquitetura que é oferecer qualidade de vida, segurança e bem-estar aos usuários. A identificação desses fatores permitiu delinear um rol de recomendações aqui descritas e apresentadas à gestão escolar, permitindo guiar futuras ações projetuais respaldadas por critérios técnicos permitindo uma maior assertividade resolutive.

A intenção deste trabalho, cujo enfoque se debruçou sobre desempenho térmico, acústico e lumínico, é, também, abrir um leque de possibilidades investigativas em outros campos do conhecimento que possam gerar insights que venham contribuir para ampliar o entendimento do lugar, em benefício do aperfeiçoamento do processo de projeto.

O objetivo desta abordagem oriunda de pesquisas recentes de iniciação científica na disciplina de conforto ambiental foi propiciar uma experiência real de investigação ambiental ampliando horizontes nos procedimentos da ação projetual, buscando, por fim, contribuir para análise crítica e criativa do acadêmico e de seu amadurecimento intelectual.

Uma sugestão visando pesquisas futuras de desempenho ambiental é incorporar ao processo investigativo avaliações ergonômicas a partir do ponto de vista do usuário, levantando expectativas psicocomportamentais associadas às interações pessoa-ambiente. Metodologias de análise da percepção ambiental como a ferramenta “constelação de atributos” (<https://constelacaodeatributos.vercel.app/pt-br>) tem demonstrado extrema importância em pesquisas de ergonomia do ambiente construído, permitindo materializar demandas sensoriais e emocionais dos usuários. Um aspecto relevante no contexto de humanização de espaços coletivos é o conceito de espaços sinestésicos - aqueles projetados para estimular os sentidos humanos - onde a arquitetura busca criar experiências imersivas e acolhedoras, tão importante no universo escolar ao estimular apegos e permanências. De modo que incorporar análises de percepção ambiental no contexto dos estudos de desempenho

ergonômico mostra-se um caminho virtuoso ao processo de projeto visando resgatar conexões emocionais no ambiente construído.

REFERÊNCIAS

American Society Of Heating, Refrigerating And Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). **ANSI/ASHRAE Standard 55-2023**: Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta: ASHRAE, 2023. Disponível em: <https://smartairdefense.com/wp-content/uploads/2025/10/ASHRAE-Standard-55.pdf>. Acesso em: 02/03/2026.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT. NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2020.

_____. **ABNT NBR 10.151: acústica - avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2019.

_____. **ABNT. NBR 10.152: avaliação do ruído ambiente em recintos e edificações visando ao conforto dos usuários**. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **ABNT. NBR 12.179: tratamento acústico em recintos fechados**. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **ABNT NBR 14006: móveis escolares – cadeiras e mesas para conjunto aluno individual**. Rio de Janeiro, 2008.

BISTAFA, S.R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. São Paulo: Blucher, 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 17 (NR-17): Ergonomia**. Brasília: MTE, [2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-17-atualizada-2023.pdf>. Acesso em: 02/12/2025.

BRASIL, P.C; SILVA, J.C. Impactos da arquitetura escolar na qualidade do ensino brasileiro. **Conhecimento & Diversidade**, Niterói, v. 10, n. 21, p. 187–197, maio/ago. 2018.

BURGOS, E. G; GRIGOLETTI, G.C; PAIXÃO D.X. **Otimização do conforto ambiental no espaço escolar**: uma visão sustentável. *Cinergis* 2015;16(1):66-70.

CORBELLA, O; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**: conforto ambiental. Rio de Janeiro: Ed. Revan, 2003.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional**: avaliação dos níveis de iluminamento em ambientes de trabalho internos - NHO 11. São Paulo: Fundacentro, 2018. Disponível em: https://www.unicesumar.edu.br/biblioteca/wp-content/uploads/sites/50/2019/06/NHO-11_f.pdf. Acesso em: 02/12/2025.

CUNHA, E. G. (Org.). **Elementos de Arquitetura de climatização natural**: método projetual buscando a eficiência das edificações. Porto Alegre: Ed. Masquatro, 2006.

GUIDETTI, G.E.C; OLIVEIRA FILHO, G.H. Avaliação acústica e propostas para a adequação de ambientes educacionais. **Rev. Bras. Cien., Tec. e Inov.** Uberaba, MG v. 3 n. 2 p. 149-161 jul./dez. 2018.

GURGEL, M. **Vivendo os espaços**: design de interiores e suas novas abordagens. São Paulo: Editora Senac, 2023.

KOWALTOWSKI, D.C, et al. Arquitetura escolar e seu processo de projeto. In: KOWALTOWSKI, D.C, *et al*, **O processo de projeto em arquitetura**: da teoria à tecnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011, p. 273-292.

OCHOA, J.H; ARAUJO, D.L; SATTLER, M.A. Análise do conforto ambiental em salas de aula: comparação entre dados técnicos e a percepção do usuário. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 91-114, jan./mar. 2012.

OLGYAY, V. **Arquitectura y Clima**: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona: Ed. Gili, 1998.

PINTO, V. R. A; SOUZA, T. D. Fatores ambientais e sensoriais na educação: desafios e oportunidades para a aprendizagem. Estudos multidisciplinares em educação: Tensões e desafios. **Guarujá: Científica Digital**, 2023, p. 96-120.

RIBEIRO, L.S. Espaço escolar: um elemento (in)visível no currículo. **Sitientibus**, [S. l.], n. 31, 2022. DOI: 10.13102/sitientibus.vi31.7929.

RIBEIRO MARROCOS, L, et al. Qualidade ambiental de edificações de ensino: uma ferramenta educativa para reflexão. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [S.l.], v. 40, n. 1, p. 163–183, 2023. DOI: 10.14295/remea.v40i1.13435.

SALIBA, T.F; SUELEN, M.C. **Ergonomia**: conforto ambiental nos locais de trabalho. São Paulo: LUJUR, 2021.

SANTANA, T.M. **A relação da arquitetura escolar com a aprendizagem**. IV Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, Laranjeiras (SE), 22 a 24/10/2010.

SIQUEIRA, G.R; OLIVEIRA, A.B; VIEIRA, R.A.G. Inadequação ergonômica e desconforto das salas de aula em instituição de ensino superior do Recife-PE. **Revista brasileira em Promoção da Saúde**, v. 21, n. 1, p. 19-28, 2008.

SILVA, G.I; ALVES, A; POZZO, H.D; BRITO, L.O. Avaliação acústica de ambiente escolar: relato da experiência de concepção de um laudo técnico. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão**. Paranaguá, PR, v.9, n.3, 2024.

ZWIRTES, D.P.Z; ZANIN, P.H.T. **Avaliação do conforto acústico em salas de aula: estudo de caso no estado do Paraná**. XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído – ENTAC. Florianópolis, 23 a 25 de agosto de 2006.

