

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AMBIENTES ESCOLARES: DESAFIOS E ADAPTAÇÕES ARQUITETÔNICAS

EMILY DA SILVA PEREIRA¹; LISIÊ KREMER CABRAL²

¹UFPeI, FAUrb – emilypereiradesign@gmail.com

²UFPeI, FAUrb – lisikcabral@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A cada ano, as mudanças climáticas, oriundas do aquecimento global, se destacam como um fenômeno mundial e resultam no aumento da frequência de eventos extremos, como as ondas de calor e de frio, enchentes, incêndios florestais e secas. Mudanças climáticas são alterações, provocadas pelas ações do homem aliadas às variabilidades naturais da Terra, nos padrões de clima e temperatura atmosférica (Brasil, 2009).

O impacto gerado pelo desequilíbrio climático tem prejudicado o ambiente de ensino, transformando o que era para ser um espaço de aprendizado em um lugar de desconforto. As temperaturas extremas podem afetar o rendimento dos alunos, reduzindo aspectos de atenção e memória (Bátiz et al., 2009). O projeto de uma construção é concebido para a época na qual está sendo proposto, não havendo uma preocupação com o conforto térmico futuro, apesar do aquecimento global.

No Brasil, recentemente, o estado do Rio Grande do Sul foi severamente afetado, tanto por enchentes como por ondas de calor e frio. Como consequência disso houve o fechamento temporário de escolas da rede pública do estado. No início de 2025, uma intensa onda de calor forçou a prefeitura de Pelotas a suspender as aulas na rede pública municipal (Pelotas, 2025), evidenciando a vulnerabilidade da infraestrutura escolar e, na metade do mesmo ano, porém devido às ondas de frio extremo, o mesmo aconteceu em Pinheiro Machado (Correio do Povo, 2025).

Nesse contexto, as primeiras ideias que vêm à mente são estratégias imediatas, como a instalação de aparelhos condicionadores de ar. No entanto, tal prática tem suas consequências, como alto consumo de energia e necessidade de infraestrutura nas instalações elétricas das escolas. Desse modo, o problema dessa pesquisa, dentro da área das ciências sociais aplicadas, está na insuficiência de respostas às mudanças climáticas pelas instituições públicas de ensino, com ênfase nos eventos extremos de temperatura. Demonstra-se a urgência em enfrentar esses desafios de maneira passiva e arquitetônica, transformando as escolas em locais de resiliência climática.

Escolas resilientes buscam o enfrentamento de situações de crise, por meio do currículo, de sua infraestrutura e da atuação da comunidade escolar através do suporte e acolhimento às pessoas (Whitney *et al.*, 2012). Em vista disso, o presente trabalho tem como objetivo identificar estratégias, por meio de revisão bibliográfica, de adaptações que vêm sendo implementadas em construções públicas e edificações escolares como resposta à emergência climática, buscando aquelas que possam ser aplicadas para tornar as escolas públicas do Rio Grande do Sul mais resilientes à crise.

2. METODOLOGIA

A metodologia foi realizada através de buscas na plataforma Google Acadêmico, em que foram pesquisadas palavras chave relacionadas ao tema proposto neste trabalho, como exemplo dos termos mudanças climáticas e escolas resilientes. A partir do material encontrado, ocorreu uma seleção dos conteúdos, que se mostraram alinhados e pertinentes ao estudo, os quais foram analisados, sendo apresentados no item resultados e discussões. Dentre as referências identificadas, excluiu-se aquelas que não tratavam diretamente sobre oscilações de temperatura em escolas, como exemplo quando o tema abordado era resiliência a terremotos ou inundações.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo de caso realizado por Nogueira, Duarte e Nogueira (2005) em uma escola pública no município de Cuiabá, no estado de Mato Grosso, no Brasil, mostra que as condições de desconforto térmico "interferem negativamente na motivação e concentração dos seus alunos". A pesquisa mostra o impacto no rendimento escolar, existindo uma queda de 15% na produtividade do estudante, quando acontece o aumento da temperatura de 20°C para 24°C, decorrentes de "falta de interesse no aprendizado" e pedidos constantes para sair de sala de aula para tomarem água. O trabalho explica que o calor absorvido pelo prédio escolar durante o dia não consegue se dissipar totalmente à noite, fazendo com que as salas fiquem quentes e os usuários sintam-se desconfortáveis.

Conforme Muñoz (2018), em instituições públicas de ensino, localizadas no Chile, também são observadas situações semelhantes, em que os ambientes escolares não possuem sistemas de refrigeração ou calefação gerando desconforto térmico e redução de aprendizagem. Para minimizar os impactos de desconforto térmico gerados pelas mudanças climáticas em ambientes escolares se faz necessário considerar as condições do clima local, atendendo as normas de desempenho, para propostas de projetos eficientes.

De acordo com Vega (2024), na Espanha, para tornar um edifício mais resiliente ao calor, estão sendo adotadas "Soluções Baseadas na Natureza", sendo realizadas, intervenções como: (1) Telhados Verdes, em que foram testados três diferentes tipos; (2) Fachadas Verdes, sendo utilizadas estruturas metálicas com plantas trepadeiras para proteção da irradiação solar; (3) Ventilação Natural Automatizada, com um sistema em que as janelas são abertas durante à noite para resfriar o prédio, reduzindo a qualidade interna do ar no edifício e (4) Pavimentos Porosos, com melhoria da infiltração da água da chuva em áreas externas. A aplicação dessas soluções resultam na redução de temperatura nos ambientes internos. Por exemplo, a implementação das coberturas verdes causou uma redução de 5,4°C na temperatura média das superfícies e ajudou a manter a temperatura interna das salas abaixo de 27°C (Vega, 2024).

Indo ao encontro, Tarrio, Gonçalves e Barros (2024) recomendam que as escolas localizadas em zonas de ilhas de calor devem priorizar o conforto térmico por meio de critérios como a ampliação de áreas verdes e proximidade de praças, ventilação e iluminação natural, telhados com superfícies de cores claras ou reflexivas, uso de materiais isolantes, propor atividades em horários de

temperatura mais amena, fornecer água e uniformes de tecidos leves e incentivo de educação climática.

Segundo Gonçalves e Duarte (2006) a "Arquitetura sustentável é a continuidade mais natural da Bioclimática", sendo uma forma de projetar que busca integrar a construção ao seu clima. Assim, deve existir um estudo ampliado do local em que a construção será implementada, considerando orientação solar, ventos, forma arquitetônica, coberturas e tratamento das fachadas. As estratégias passivas indicadas por Vega (2024) não dependem de energia, como a aplicação de ventilação natural ou até mesmo por meio de sombreamentos através de cobogós e brises. Quando o projeto não considera estratégias passivas e eficientes, a edificação, para adaptar-se, torna-se dependente de sistemas ativos, como exemplo dos condicionadores de ar.

Portanto, a aplicação dessas soluções passivas representam uma possibilidade para a adaptação às mudanças climáticas, podendo tornar os espaços escolares resilientes, gerando melhoria dos ambientes internos e, conseqüentemente, no aprendizado dos estudantes brasileiros.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho identificou, fundamentando-se em estudos sobre o tema, algumas estratégias arquitetônicas eficazes para a adaptação de escolas às mudanças climáticas. Foi verificado que problemas relacionados ao desconforto térmico em prédios públicos de ensino, ocasionando redução da aprendizagem, ocorrem em diferentes regiões do Brasil, assim como em outros países, como exemplo do Chile. Considerando o agravamento da crise climática e aquecimento global, observa-se que as Soluções Baseadas na Natureza (SBN), como telhados e fachadas verdes, e o uso de estratégias passivas, como a ventilação natural, são parâmetros capazes de melhorar significativamente o conforto térmico dessas edificações. Conclui-se, portanto, que a adoção de uma arquitetura bioclimática, que dialoga com as condições locais, é uma necessidade para garantir a qualidade dos espaços educacionais, evitando interrupções no calendário escolar, o desconforto do ambiente e a redução dos índices de aprendizagem.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BÁTIZ, E. C.; GORDERT, J.; MORSCH, J. J.; KASMIRSKI JUNIOR, P.; VENSKE, R. Avaliação do conforto térmico no aprendizado: estudo de caso sobre influência na atenção e memória. **Produção**, v. 19, n. 3, 2009.

BRASIL. **Lei nº 12.187**, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília/DF: Presidência da República, 2009.

CORREIO DO POVO. **Frio extremo faz Pinheiro Machado suspender aulas nos próximos dias**. Correio do Povo, Porto Alegre, 24 de jun. 2025. Acessado em 23 jul. 2025. Disponível em: <https://www.correiodopovo.com.br/not%C3%ADcias/cidades/frio-extremo-faz-pinhoiro-machado-suspender-aulas-nos-pr%C3%B3ximos-dias-1.1622134>

GONÇALVES, J.C.S; DUARTE, D.H.S. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. **Ambiente Construído**, v. 6, n. 4, 2006.

MUÑOZ, A. C. Diseño pasivo de aulas escolares para el confort térmico, desde una perspectiva para el cambio climático. **Arquitecturas del Sur**, v. 36, n. 54, 2018.

NOGUEIRA, M.C.J.A; DUARTE, L.C.; NOGUEIRA, J.S. Conforto térmico na escola pública em Cuiabá-MT: estudo de caso. Revista **Mestrado em Educação Ambiental**. vol 14, 2005.

PELOTAS. Prefeitura Municipal de Pelotas. **Prefeitura suspende aulas nesta quinta e sexta-feira**. Site da Prefeitura, Pelotas, 05 de mar. 2025. Acessado em 23 jul. 2025. Disponível em: <https://old.pelotas.com.br/noticia/prefeitura-suspende-aulas-nesta-quinta-e-sexta-feira>

TARRIO, Carolina; GONÇALVES, Helaine; BARROS, Maria Isabel (Eds.) **O acesso ao verde e a resiliência climática nas escolas das capitais brasileiras**. Online. Instituto Alana, 2024, 30 p. Disponível em: https://alana.org.br/wp-content/uploads/2024/12/Relatorio_O_acesso_ao_verde.pdf. Acesso em: julho de 2025.

VEGA, M. Soluções baseadas na natureza nas escolas: uma forma ecológica de adaptar os edifícios às alterações climáticas, em Solana de los Barros, Espanha. **Climate ADAPT**. 2024. Acessado em 2025. Online. Disponível em: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/nature-based-solutions-in-schools-a-green-way-to-adapt-buildings-to-climate-change-in-solana-de-los-barros-extremadura-spain>.

WHITNEY, S. D.; MARAS, M. A.; SCHISLER, L. J. Resilient schools: Connections between districts and schools. **Middle Grades Research Journal**, v. 7, n. 3, 35-50, 2012.