

ANÁLISE DA VENTILAÇÃO NATURAL EM SALAS DE AULA: RELAÇÃO ENTRE AS OBRAS DE RICHARD NEUTRA, JOÃO FILGUEIRAS LIMA, LELÉ E FRANCIS KERÉ

João Pedro de Sá Barbosa (PIBIC/CNPq), André Felipe Rocha Marques (Coorientador), Marieli Azoia Lukiantchuki (Orientador). E-mail: malukiantchuki2@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

Arquitetura e Urbanismo – Tecnologia de Arquitetura e Urbanismo

Palavras-chave: Ventilação natural; Arquitetura escolar; Mesa d'água.

RESUMO

As obras arquitetônicas intituladas 'Escola Rural em Porto Rico' projetada pelo arquiteto Richard Neutra; 'Escola Transitória Rural em Abadiânia' desenvolvida pelo arquiteto João Filgueiras Lima, e 'Escola Primária em Gando', concebida pelo arquiteto Diébédo Francis Keré, são os objetos de análise desta pesquisa. Este trabalho apoia-se a análises qualitativas realizadas na mesa d'água e simulações CFD. Análises possíveis de realização a partir de redesenhos bidimensionais e a construção modelos físicos reduzidos e maquetes digitais para simulação dos edifícios, e que reconhece uma concepção da arquitetura atenta aos preceitos da arquitetura ambiental, principalmente sobre estratégias projetuais referentes a ventilação natural e ainda levando em consideração questões sociais.

INTRODUÇÃO

A ventilação natural é uma importante estratégia de resfriamento das edificações por meios passivos, definição afirmada pela NBR 15220 (ABNT, 2014), além disso, a ventilação natural possui quatro funções principais: manter a qualidade do ar interno da edificação; promover o conforto térmico dos usuários; proporcionar resfriamento do edifício, reduzir o consumo de energia elétrica, além de estar associada ao bem-estar e produtividade dos usuários (Bittencourt; Cândido, 2006, 2010). Diante disso, é evidente que na arquitetura escolar, essas funções devem ser associadas as edificações, por meio do projeto arquitetônico, configuração da sala de aula, arranjo físico do mobiliário, tipos de janelas, entre outros, para efetivo desempenho dos usuários, além das características físicas do espaço, questões socioeconômicas afetam o desempenho dos mesmos, diz Kowaltowski (2011).

Perante o exposto, os arquitetos Richard Neutra; João Filgueiras Lima, Lelé e Francis Keré, se destacam no desenvolvimento de edificações de cunho educacional, que utilizam estratégias bioclimáticas, entre elas a ventilação natural, no processo de projeto. Após a pandemia da covid-19, estudos em relação à eficiência dos sistemas de ventilação nos ambientes ganharam maior atenção, entre

esses ambientes as salas de aulas foram consideradas cômodos passíveis a dispersar o vírus e assim deve receber maior atenção a eficiência da ventilação (Silva, Pagel 2023).

Dessa forma, os arquitetos que exerceram a profissão e executaram os projetos estudados, sendo eles, Escola Rural desenvolvida pelo arquiteto Richard Neutra para o programa de Porto Rico; Escola Transitória Rural desenvolvida pelo arquiteto João Filgueiras Lima, Lelé e localizada em Abadiânia – GO; e Escola Primária, primeiro projeto desenvolvido pelo arquiteto Diébédo Francis Keré, em Gando, uma vila em Burkina Faso, África Ocidental, em períodos, as preocupações com relação ao desempenho ambiental dos edifícios é constante, como ventilação natural, insolação solar, entre outros, características muito evidentes em outras obras dos arquitetos. A relação entre esses arquitetos se fortalece por meio do desenvolvimento de escolas rurais: Richard Neutra, trazendo uma arquitetura de altíssima qualidade para regiões carentes de infraestrutura; João Filgueiras Lima, trazendo a arquitetura como resposta para problemas sociais e, por fim, Francis Keré com a, relação no âmbito social.

A relação social entre Lelé e Keré é afirmada por Marques e Lukiantchuki (2022), por serem arquitetos que trabalharam com projetos em áreas com problemas sociais; além disso, Lelé expõe a importância de Neutra em sua formação e a proximidade que sua obra tem com a do arquiteto austríaco, sendo que esse diálogo entre Lelé e Neutra é mais visível quando analisamos a proposta da escola rural de Abadiânia, objeto de estudo desse trabalho de uma, relação exposta por Marques (2020). Visto, que se trata de arquitetos com obras educacionais implantados em contextos semelhantes e ao mesmo tempo destoantes, esta pesquisa busca analisar qualitativamente as decisões projetuais tomadas em relação a ventilação natural nas salas de aula.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada, possui seis etapas, sendo elas: 1- fundamentação teórica; 2- levantamento das obras selecionadas; 3- análise projetual; 4- confecção dos modelos físicos reduzidos e digitais; 5- ensaios na mesa d'água e simulações CFD; 6- análise dos resultados. Inicialmente foi realizado a fundamentação teórica com consultas a diversas fontes nacionais e internacionais, livros, artigos, manuais, entre outros, relevantes à área de conhecimento. Posteriormente, o levantamento das obras selecionadas, por meio de arquivos digitais e realizado a digitalização das obras com auxílio do *software* AutoCad® para conferência e melhor entendimento dos projetos. Logo em seguida, foi desenvolvido um estudo de caso sobre as obras selecionadas, objetivando a melhor compreensão dos objetos de estudos desta pesquisa. Após, foram desenvolvidas as peças gráficas dos modelos físicos reduzidos com auxílio dos *softwares* Sketchup e Creativity, os casos foram impressos em 3 dimensões pela impressora 3D, Creativity K1, disponível no LACAE, na escala 1:25 e o material escolhido foi filamento de PLA na cor branco fosco (Figura 01), juntamente a esta etapa foram desenvolvidas os modelos digitais com auxílio do *software* Spaceclaim. Logo após a confecção dos modelos físicos e digitais, iniciou-

se os ensaios na mesa d'água, disponível no LACAE, e simulações CFD das obras e com os resultados realizados iniciou-se a última etapa a análise qualitativa dos mesmos.



Figura 01 – Maquete do corte da escola primária em Gando impressa em PLA na cor branco fosco (acervo do autor, 2025)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram apresentados em duas etapas: salas de aula considerando a porta aberta e com a porta fechada. Os casos foram comparados entre si, através de experimentos na mesa d'água e simulação CFD. Na escola do Richard Neutra no caso com a porta fechada, inviabilizou a ventilação cruzada no interior da sala de aula, apresentando a ventilação unilateral, onde o fluxo de ar entra pela parte inferior das portas pivotantes e logo em seguida sendo extraído pela parte superior da porta. Já no caso com a porta aberta, possibilita a ventilação cruzada ao longo de todo o espaço interno, com um fluxo de vento nesse caso entrando pela parte inferior e agora superior da porta pivotante e sendo extraído pela porta, agora aberta, na face oposta.

No edifício educacional projetado por Lelé em Abadiânia, considerando o mesmo método de análise, nota-se com a porta fechada um maior fluxo de ar na região próxima as portas pivotantes de entrada do vento e que esse fluxo é direcionado a aberturas de saída localizadas na parte superior da face oposta, além dos *sheds* localizados na cobertura, guiando esse fluxo de ar a essa parte superior, não havendo mais um fluxo de ar na altura dos usuários. Por outro lado, com a porta na face oposta a entrada sendo considerada aberta, temos uma outra situação do fluxo de ar, onde apresenta um maior fluxo de ar, agora por toda dimensão do espaço, além de permitir uma ventilação a nível do usuário sempre constante e continua sendo extraído pelos *sheds* e agora pela porta com área útil de 100%.

Para finalizar, a escola primária em Gando, idealizada por Keré, todas as aberturas são compostas por venezianas, cujas aberturas são permanentes, mesmo com a porta fechada tem-se um fluxo de ar ao longo de todo o espaço interno, nota-se, que o fluxo de ar é levemente deslocado para região superior do espaço, em virtude da angulação das venezianas, mas ainda apresenta um fluxo de ar no nível dos usuários eficiente. Agora, a situação com a porta aberta, é evidente, que a distribuição do fluxo de ar não apresenta uma diferença significativa em relação ao caso com a porta fechada, entretanto, agora com uma distribuição mais uniforme

pelo espaço. Por fim, apesar dos períodos e soluções projetuais tão diferentes dos projetos analisados, nota-se uma grande preocupação com os aspectos ambientais, resultando em excelentes propostas do ponto de vista da ventilação natural no interior das salas de aula.

CONCLUSÕES

A ventilação natural em salas de aula é importante, devido a sua expressiva ocupação, tanto para renovação do ar, promover o conforto térmico dos usuários; proporcionar resfriamento do edifício, reduzir o consumo de energia elétrica, os três projetos arquitetônicos mesmo de diferentes regiões mundiais, apresentam semelhanças e divergências projetuais, devido as necessidades locais de cada região onde foram implantadas, mas ambas utilizam a ventilação natural como estratégia norteadora do projeto, se mostrando uma solução aplicável. Portanto, a partir das análises dos resultados, podemos afirmar a importância da ventilação natural na composição dos conceitos e partidos projetuais, especialmente na concepção de projetos de edificações educacionais, tirando o melhor partido em relação a implantação do edifício, dimensões das aberturas de entrada e saída do ar, tipologias das aberturas, entre outros, visando o controle dos ventos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à CNPq, pela bolsa de estudos e fomento à pesquisa científica. Além de agradecer orientadora, Prof. Dr. Marieli Azoia Lukiantchuki e coorientador, Dr. André Felipe Rocha Marques, pelos ensinamentos compartilhados ao longo da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 15220. **Desempenho térmico de edificações**. Associação Brasileira de Normas técnicas, 2014.

BITTENCOURT, L.; CÂNDIDO, C. **Introdução à ventilação natural**. Maceió: EDUFAL, 2008.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Arquitetura escolar: e o projeto do ambiente de ensino**. Oficina de textos, 2011.

MARQUES, A. Lelé: **diálogos com Neutra e Prouvé**. 1. ed. São Paulo, Austin: Romano Guerra, Nhamerica Platform, v. 1, 2020

MARQUES, A. F. R.; LUKIANCHUKI, M. A. Kéré e Lelé. Aproximações e distanciamentos. **ARQUITEXTOS**, São Paulo, SP, v. 23, p. 1, 2022. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/22.264/8525>. Acesso em: 15 fevereiro 2025

34º Encontro Anual de Iniciação Científica
14º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



12 e 13 de novembro de 2025

SILVA, S. V. de O.; PAGEL, É. C. Contribuições para a qualidade do ar interior em salas de aula pós pandemia de COVID-19. **PARC Pesq. em Arquit. e Constr.**, Campinas, SP, v. 14, p. e023006, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/parc.v14i00.8670256>. Acesso em: 8 fevereiro 2025