A VENTILAÇÃO NATURAL COMO COADJUVANTE NO PROCESSO PROJETUAL: PRÁTICAS PEDAGÓGICAS EM CONFORTO AMBIENTAL

Miriam Panet (1)
(1) doutora, professora do CAU/UFCG, miriam.farias@professor.ufcg.edu.br, UFCG, R. Aprígio Veloso, 882, bloco CW - Universitário, Campina Grande - PB, 58429-900, (83)99984.1960

RESUMO
O artigo relata a experiência pedagógica ocorrida durante o período 2022.1, no curso de Arquitetura e Urbanismo da UFCG. Por haver uma sobreposição de professores nas componentes de Projeto de Arquitetura II (PAII) e Conforto Ambiental II (CA II), houve a facilidade de integração de conteúdos, tendo CAII como suporte para PAII. Nesse período o tema proposto para PAII foi o desenvolvimento do projeto arquitetônico de reforma e ampliação de uma Unidade Básica de Saúde (UBS), existente na cidade de Campina Grande/PB. O objetivo do estudo foi experenciar metodologia de ensino de Conforto Ambiental, que facilite a transferência do conhecimento teórico na experiência prática do processo de projeto. Para tanto, adotou-se como objeto de estudo o projeto padrão da UBS tipo 1; e o bloco CW, da UFCG, como possibilidade de atividades práticas em um edifício de uso público. Os procedimentos metodológicos foram desenvolvidos ao longo de três exercícios práticos, de fixação do conteúdo, dando ênfase à ventilação natural e ao desempenho térmico das edificações. Para cada exercício foi produzida uma ficha de orientação, com objetivo, roteiro dos procedimentos e produtos finais. Alternar o conteúdo teórico com os exercícios práticos demonstrou ser uma importante estratégia na fixação da aprendizagem. Além do mais, foi possível estabelecer uma relação entre os conceitos do conforto térmico e o processo de projetar. Entretanto, como esperado, alguns procedimentos ainda são passíveis de aperfeiçoamentos.

Palavras-chave: conforto ambiental, ventilação natural, experiência pedagógica.

ABSTRACT
This article reports the teaching experience carried out in the first semester of academic year 2022, as part of the undergraduate degree in Architecture and City Planning, at the Federal University of Campina Grande (UFCG), Brazil. Given the overlap of professors teaching Architectural Design 2 (PA2) and of Environmental Comfort 2 (CA2), the contents of both seminars were smoothly integrated, with CA2 supporting PA2. The theme proposed in that particular semester for PA2 was the architectural design for the refurbishment and extension of a basic health unit (UBS - Unidade Básica de Saúde) situated in the city of Campina Grande, in the north-east of Brazil. This study aimed to implement a teaching methodology for Environmental Comfort capable of enabling the transfer of theoretic knowledge to the practical experience of architectural designing. The study object adopted was the standard design of type-1 UBS, as well as the CW building of UFCG, as the a possibility for practical activities in a public Building. The methodological procedures were developed through three practical exercises of content consolidation, focusing on natural ventilation and heat performance of the procedures and end products. Briefings were provided for each exercise specifying objectives, procedure roadmaps and end products. Alternating theoretical content and practical exercises proved to be an important strategy for learning consolidation. Besides, we were able to establish a relationship between the concepts of thermal comfort and designing process. However, as was expected, there is still room for improvement in some procedures.

Key words: environmental Comfort, natural ventilation, teaching experience.

1. INTRODUÇÃO

A ventilação cruzada, juntamente com o sombreamento das aberturas, é uma importante estratégia passiva de climatização na maior parte das cidades brasileiras. Alinhada a esta premissa, a ementa do componente curricular de Conforto Ambiental II (CA II), da UFCG, tem como ementa a "Introdução às estratégias de conforto térmico no ambiente construído através de recursos de ventilação natural".

O artigo apresentado relata a experiência pedagógica ocorrida durante o período 2022.1, no curso de Arquitetura e Urbanismo (CAU) da UFCG. De acordo com o projeto pedagógico do curso, CAII tem como objetivo "*Capacitar os alunos para a qualificação do espaço construído no que se refere ao desempenho térmico das edificações e entorno, através do entendimento de estratégias bioclimáticas e de eficiência energética, com enfoque para a ventilação natural*".

O CAU está localizado no Campus I da UFCG, na cidade de Campina Grande/PB. Em razão de sua localização no semiárido paraibano, as componentes curriculares de Projeto de Arquitetura, Conforto Ambiental, Estudos Urbanos e Planejamento da Paisagem dão ênfase às soluções que considerem a adequação humana às características climáticas da região. Sendo assim, em CAII, as estratégias bioclimáticas mais estudadas são aquelas recomendadas para a zona bioclimática 8, de acordo com a norma da ABNT NBR 15220[1](2005) e 15575 (2021). Apesar disto, considera-se importante o aprendizado das demais estratégias bioclimáticas, visto que na UFCG contamos com um corpo discente oriundo dos estados contemplados nas demais zonas bioclimáticas, como: Rio Grande do Norte, Piauí, Maranhão, Pernambuco, Ceará, Mato Grosso, Paraná, entre outros.

Por haver uma sobreposição de professores nas componentes de Projeto de Arquitetura II (PAII) e Conforto Ambiental II, há a facilidade de maior integração de conteúdos entre as componentes, tendo o aprendizado de CAII como suporte para PAII, cujo objetivo é "*Desenvolver propostas arquitetônicas de edifícios públicos, com as preocupações inerentes à arquitetura institucional. Incluir a questão da arquitetura sustentável e o respeito ao meio ambiente em que o objeto arquitetônico se insere. Exercitar a prática do projeto de reforma e ampliação de edifícios existentes, além de construções novas. Aplicar metodologias de avaliação do espaço construído como suporte para o exercício projetual*".

No período 2022.1 o tema proposto para PAII foi o desenvolvimento do projeto arquitetônico de reforma e ampliação de uma Unidade Básica de Saúde (UBS), existente na cidade de Campina Grande/PB. Em consequência, adotou-se como objeto de estudo em CAII o projeto padrão da UBS tipo 1, para uma Equipe de Saúde da Família, desenvolvido pelo Ministério da Saúde; e o bloco de aulas CW, da UFCG, como possibilidade de atividades práticas em um edifício de uso público.

Uma vez apresentado o objeto de estudo, partiremos para as discussões sobre a problematização, que norteou o desenvolvimento da metodologia de ensino.

Ministrando as componentes de PAII e CAII desde 2017, percebeu-se que os conteúdos apresentados e discutidos em CAII não eram traduzidos em forma de soluções projetuais em PAII, mesmo a professora estando presente e cobrando em todas as aulas. "*As considerações dos aspectos de conforto térmico são limitadas, na maior parte, às questões de implantação dos volumes e orientação das aberturas, com algum detalhamento de dispositivos de proteção contra a insolação excessiva. A ventilação, em geral, é meramente indicada nos croquis, mas raramente avaliada tecnicamente*" (KOWALTOWSKI et al., 2007). Além do mais, considerando que o ar possui sua dinamicidade, as análises simplistas e muitas vezes generalizadas podem causar surpresas indesejadas no seu comportamento, após a execução da obra (CUNHA, 2010).

Percebe-se que, com a dificuldade em resolver questões como: definição das relações entre os ambientes, do sistema construtivo e da solução volumétrica, os alunos enxergam as questões de conforto como uma dificuldade a mais a ser resolvida e não como aliadas ao processo criativo. As questões de conforto não fazem parte do processo, mas do acabamento, como "segunda pele" e ventilação da coberta, por exemplo. Estratégias importantes, mas que poderiam ser melhor exploradas como possíveis opções a depender dos condicionantes climáticos da região.

Uma segunda questão percebida durante as avaliações da disciplina de CAII, no final dos semestres letivos, foi a dificuldade dos alunos em apreender o conteúdo teórico, apresentado no início do semestre, e aplicá-lo no final, através dos exercícios práticos de fixação. Assim, a partir da autoavaliação no processo de ensino e aprendizagem, foi proposta a metodologia utilizada em CAII.

[1] Adotou-se a norma de 2005.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é experenciar metodologia de ensino de Conforto Ambiental, que facilite a transferência do conhecimento teórico na experiência prática do processo de projeto.

3. MÉTODO

Os procedimentos metodológicos foram desenvolvidos ao longo de três exercícios práticos de fixação do conteúdo. Para cada exercício foi produzida uma ficha de orientação, com objetivo, roteiro dos procedimentos e material a ser entregue. Na primeira aula foram apresentados os métodos de análise da ventilação natural a serem trabalhados durante o semestre. Os exercícios práticos contemplaram o método gráfico (DAVENPORT; HUI, 1982, apud ASHRAE, 2001); o método algébrico (LAMBERTS et al, 2004); e o método simplificado de desempenho térmico (ABNT NBR 15575/2021). Como exercício adicional foram feitas algumas investigações com os softwares *windtunnel* para androide, fluxo vento (PUC Rio) e o CFD da *AutoDesk*.

3.1. Exercício 01: método gráfico de avaliação da ventilação

O método gráfico consiste na estimativa dos coeficientes de pressão incidentes nas fachadas, por meio de sua representação gráfica em isolinhas. A partir da interpretação dos gráficos das isolinhas é possível indicar a localização mais indicada para as aberturas de entrada e saída do ar, em uma edificação isolada e de forma prismáticas.

De acordo com a interpretação dos gráficos de isolinhas, os valores positivos representam as fachadas, que estão a barlavento, e os negativos a sotavento. Estes gráficos foram gerados por Davenport e Hui (1982 apud ASHRAE, 2001), para edificações verticais, e por Holmes (1986 apud ASHRAE, 2001), para edificações horizontais, onde a largura é maior que a altura. "*Ambos os estudos comprovam que os coeficientes de pressão são máximos quando o vento incide perpendicularmente à fachada e tendem a se aproximar de zero à medida que o vento passa a incidir obliquamente (...)*" (CUNHA, 2010).

No exercício proposto em CAII os alunos usaram o projeto da UBS padrão tipo 1, para uma equipe de saúde da família (disponível em aps.saude.gov.br/ape/requalificaUbs) para fazer a análise do coeficiente de pressão em suas fachadas, tendo como objetivo analisar a posição das aberturas e seu efeito na ventilação cruzada da edificação. Vale salientar que, no método gráfico, as divisões internas da edificação não são consideradas.

O roteiro apresentado aos alunos está descrito a seguir:

(1) Seleção de projeto PADRÃO de UBS;
(2) Caracterização do projeto: área construída, lista dos ambientes, Sistema construtivo;
(3) Em planta baixa, marcar os setores existentes no projeto padrão da UBS (administrativo, atendimento clínico, atendimento odontológico e apoio);
(4) Analisar, no projeto, as estratégias de ventilação e sombreamento utilizadas;
(5) Em planta baixa, marcar o ângulo da ventilação predominante para cada fachada, a partir da normal (linha perpendicular à fachada);
(6) A partir dos ângulos definidos no passo anterior, selecionar o gráfico de Holmes (1986 apud ASHRAE, 2001) com as isolinhas e definir os coeficientes de pressão para cada fachada;
(7) Com base nos resultados anteriores, definir as fachadas com coeficientes de pressão positiva e negativa, e analisar a posição das aberturas para a ventilação cruzada dos ambientes.

3.2. Exercício 02: método algébrico e medições *in loco*

O exercício 02 teve como objetivo analisar o comportamento da ventilação em ambientes do bloco CW/UFCG por meio de métodos e técnicas distintos, porém complementares, tais como: (a) medição da ventilação *in loco;* (b) análise da ventilação cruzada dos ambientes por meio dos softwares *windtunnel e fluxovento*; (c) cálculo do número de trocas de ar por hora.

O bloco CW está localizado no campus I (sede) da UFCG, na cidade de Campina Grande/PB. Este bloco possui 3 pavimentos. No térreo, abriga laboratórios e salas dos professores do curso de Engenharia Civil. Nos dois pavimentos superiores (primeiro e segundo andar) estão dispostas salas de aula, laboratórios e salas de pesquisa do curso de Arquitetura e Urbanismo. No ano de 2022 foi realizada uma extensão[2], pelo grupo ESTÚDIA, na qual desenvolveu-se uma APO no bloco CW, tendo como produtos finais um relatório de seus

[2] QUEIROZ, 2022.

resultados, como a *as built* e uma proposta de reforma para otimizar o uso dos ambientes. Desta forma, em CAII foi possível ter, como material auxiliar, os desenhos técnicos produzidos pela extensão. O roteiro dos procedimentos foi apresentado aos alunos na forma a seguir:

(1) Introdução: apresentar o tema da ventilação natural como estratégia bioclimática. Expor o objetivo do trabalho. Caracterizar o clima da cidade de Campina Grande e suas estratégias bioclimáticas (ver PROJETEEE, ABNT NBR 15220/2005);
(2) metodologia: apresentar os métodos e técnicas que serão utilizados para obter os resultados e descrever os procedimentos. (2.1.) caracterizar o bloco CW (situar o bloco dentro da UFCG, sistema construtivo, número de pavimentos, lista dos ambientes por pavimento (apenas o segundo e terceiro), setorização dos ambientes por pavimento; localizar a sala que será analisada pela dupla.
(3) resultados: apresentar os resultados encontrados e analisá-los.
3.1. levantamento físico do ambiente analisado (L, H, C); dimensão e localização das portas e janelas; cálculo da área útil das aberturas;
3.2. localização da sala em relação ao Norte e marcação do sentido predominante do vento. Identificação das aberturas de entrada e saída do vento;
3.3. medição da velocidade do ar, usando um anemômetro, em 3 pontos distintos da sala: (a) nas aberturas de entrada do ar; (b) no centro da sala; (c) nas aberturas de saída do ar. Organizar os resultados em m/s, em uma tabela;
3.4. com auxílio do windtunnel, para androides, ou do fluxovento (https://www.tecgraf.puc-rio.br/etools/fluxovento/), simular a trajetória do ar dentro do ambiente;
3.5. a partir da planilha do excel, calcular o número de trocas de ar/h, do ambiente estudado, e classificar a qualidade do ambiente de acordo com as categorias sugeridas pela Harvard. Caso os resultados não sejam positivos, refazer o processo adotando propostas de alteração do ambiente.
(4) considerações finais: comentários finais sobre o processo de trabalho, seus resultados e recomendações.

3.3. Exercício 03: Estudo do desempenho térmico do Projeto Padrão da UBS tipo 1

O último exercício de fixação da aprendizagem proposto, utilizou o método simplificado de desempenho térmico das edificações, sugerido pela norma ABNT NBR 15575/2021, partes 4 e 5. O objetivo foi discutir sobre as características térmicas dos materiais construtivos da envoltória (vertical e horizontal), do projeto padrão da UBS tipo 1, a fim de analisar sua aplicabilidade para diferentes zonas bioclimáticas (ZB). Para tanto, cada dupla de alunos escolheu uma cidade localizada em zona bioclimática distinta. Para este exercício, o roteiro apresentado aos alunos foi organizado da seguinte forma:

(1) Apresentação do objeto de estudo: caracterização climática da cidade de estudo e, de acordo com a zona bioclimática, inserir tabelas com as recomendações para transmitância (U) e capacidade térmica (C) para as vedações verticais e horizontais, e percentual de aberturas para ventilação de acordo com a norma ABNT NBR 15575 (2021);
(2) Orientação e zoneamento da edificação: inserir a planta baixa conforme a orientação solar; analisar a proteção solar das aberturas externas conforme a recomendação da norma ABNT NBR 15220 (2005) para cada ZB, usar carta solar da cidade (https://sites.arq.ufmg.br/tau/labcon/cs/); mostrar no *sketchup* o sombreamento das aberturas (meses de julho e dezembro, nos seguintes horários: 10:00 e 15:00) ou usar o *software ecotect*;
(3) Especificações técnicas: apresentar tabela com as especificações técnicas das vedações verticais e horizontais: paredes externas (tipo de revestimento interno e externo, tipo de bloco), coberturas (tipo de telha, laje ou forro, se tem ático ventilado ou não) e os tipos de aberturas para ventilação natural;
(4) Estudo do desempenho térmico: Determinar o nível de desempenho térmico do edifício, de acordo com o método simplificado (ABNT NBR 15575/2021). Calcular a área útil das aberturas para ventilação natural de TODOS os ambientes; calcular a transmitância (U) e capacidade térmica (C) de TODAS as paredes externas; calcular a transmitância térmica (U) da cobertura (http://www.mme.gov.br/projeteee/);
(5) Quadro resumo: de acordo com o quadro resumo, em anexo, determinar se a edificação ATENDE ou NÃO ATENDE ao recomendado pela norma e classificar o nível (Mínimo, Intermediário ou Superior).

4. RESULTADOS

Os resultados estão apresentados de acordo com a ordem descrita no item 3, do método.

4.1. Exercício 01: método gráfico de avaliação da ventilação

Por ser apenas um único projeto para vários grupos, a estratégia foi modificar o sentido predominante do vento para cada grupo, tendo resultados distintos. Os resultados gráficos de uma dupla de alunos são apresentados nas Figuras 1 e 2. Na Figura 1, tem-se a planta baixa da UBS, sem as divisões internas, e os ângulos de incidência predominante dos ventos. De acordo com o método, os ângulos devem ser medidos preferencialmente no sentido anti-horário em relação à normal (linha perpendicular à fachada), entretanto, quando este ultrapassa 180 graus, recomenda-se a medição no sentido horário. Neste caso, os valores deverão ser apresentados com o sinal "negativo" na frente do ângulo.

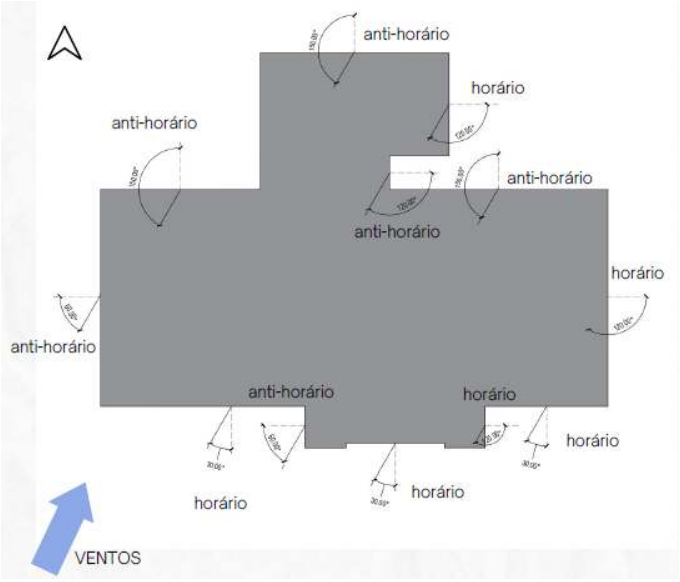

Figura 1- registro dos ângulos de incidência do ar nas fachadas, a partir da normal (trabalho dos alunos Giulia Magalhães e Maico Cordeiro).

A Figura 2 mostra o resultado final do método gráfico, da mesma dupla de alunos, com a indicação das fachadas com zona de pressão positiva (+) e zona de pressão negativa (-) e a representação gráfica dos coeficientes de pressão do ar, por meio do tamanho das setas. Quando a pressão for maior, a seta será maior, indicando as melhores posições para localização das aberturas de entrada e saída do ar na edificação, a fim de incrementar a ventilação cruzada nos ambientes internos.

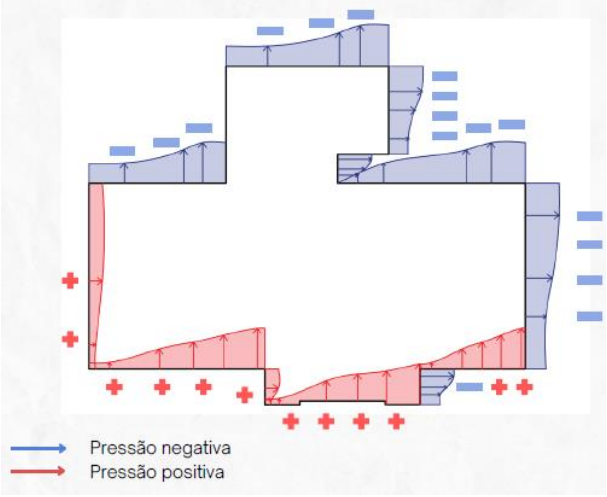

Figura 2- coeficientes de pressão representados por setas (trabalho dos alunos Giulia Magalhães e Maico Cordeiro).

Neste trabalho os alunos concluíram que: "*O gráfico mostra onde tem pressão positiva e onde tem pressão negativa. Observa-se que as pressões negativas estão predominantemente nas fachadas norte e leste, enquanto as pressões concentradas nas fachadas sul e oeste. Dessa forma, nota-se que mesmo sendo um*

projeto padrão, as aberturas são muito bem localizadas, possibilitando a ventilação cruzada em praticamente toda a edificação".

Nesta análise não foram consideradas as possibilidades de ventilação cruzada entre os ambientes. O método exposto, considera apenas a face externa da edificação, servindo assim, para uma análise preliminar, de forma superficial.

4.2. Exercício 02: método algébrico e medições *in loco*

4.2.1. medição da velocidade do ar e simulação de sua trajetória dentro do ambiente

A cada dupla de alunos foi selecionada uma sala, do bloco CW, para realizar as medições (Figura 3). O objetivo deste procedimento foi facilitar aos alunos o uso de equipamentos de medição (Termo anemômetro TAD-500, *Instrutherm*) e desenvolver uma maior percepção entre os resultados obtidos em m/s e a sensação da velocidade do ar sentida. O exercício não teve pretensões científicas, mas meramente didáticas. Por esta razão, os pontos de medição e tempo de espera foram aleatórios.



Figura 3-planta baixa do segundo pavimento do bloco CW, com destaque para sala estudada pela dupla (trabalho das alunas Adna Lacerda e Larissa Morais).

As Figuras 4 e 5, mostram os resultados da ventilação cruzada, na sala selecionada para estudo, e a marcação dos pontos de medição da velocidade do ar, respectivamente.

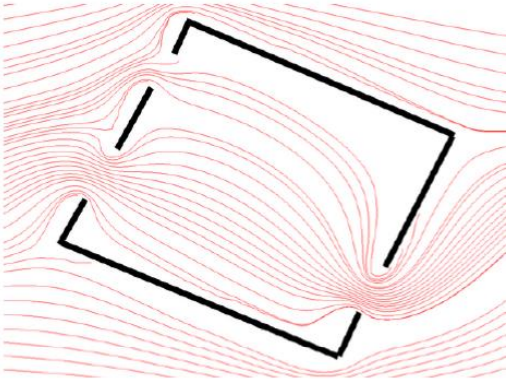

Figura 4- resultado obtido por meio do fluxovento (trabalho das alunas Adna Lacerda e Larissa Morais).



Figura 5 – pontos de medição com o anemômetro (trabalho das alunas Adna Lacerda e Larissa Morais).

Tabela 1- resultados dos pontos medidos *in loco*, em m/s (trabalho das alunas Adna Lacerda e Larissa Morais)

	ponto A	**ponto B**	**ponto C**	**ponto D**
máxima	2,6	1,2	0,2	0,5
média	1,35	0,65	0,1	0,35
mínima	0,1	0,1	0	0,2

Apesar das limitações do fluxovento, é possível perceber a compatibilidade entre os resultados do percurso do fluxo de ar e os valores aferidos no local. Como demonstrado na Figura 4, as maiores velocidades do ar estão presentes nas aberturas de entrada (janelas) e em seguida, na abertura de saída do ar (porta). Pode-se confirmar essa observação por meio dos resultados mostrados na Tabela 1.

Outra dupla de alunas optou por experimentar as simulações da trajetória do ar com o uso do *windtunnel*. Os resultados estão apresentados na Figura 6.

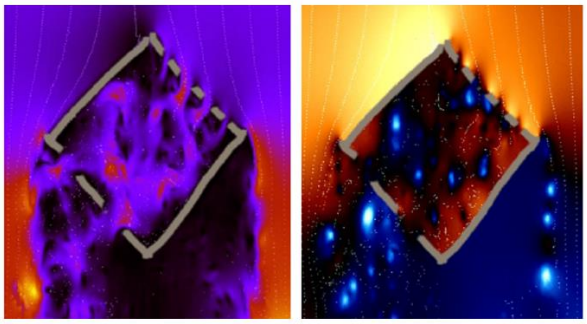

Figura 6 – trajetória do fluxo do ar com uso do windtunnel (trabalho das alunas Gilmara Rocha e Renaly Gonçalves).

A Figura 6 foi gerada, pelas alunas, a partir de uma imagem da tele de um androide, porém, o *windtunnel* é um *software* de simulação dinâmico, indicado para auxiliar na compreensão da trajetória do ar, podendo sofrer intervenções de correções durante o experimento.

4.2.2. método algébrico: cálculo do número de trocas de ar/h

A fim de discutir a importância da qualidade do ar nos ambientes de estudo, dando destaque à última pandemia mundial causada pela covid-19, foi apresentado o método algébrico para cálculo do número de trocas de ar/h (LAMBERTS et al., 2004), disponível no capítulo 6 do livro citado. Para facilitar os trabalhos, o método foi adaptado a uma planilha, que foi cedida aos alunos durante as aulas, após a explicação do método passo a passo (Figura 7).



Cálculo do número de renovações de ar por hora

Dados de entrada			Dados de saída ventilação cruzada		
Aentrada	4,32	m²	Vcorrigida	1,12	m/s
Asaída	1,64	m²			
Vmédia	2	m/s	Aj	1,53	m²
▲Cp	0,36				
Volume sala	84,27	m³	Q1*	0,62	m³/s
K	0,35				
Z^a	1,6	m	n1	26,41	trocas/hora
Aporta intermed**	0	m²			
Aefetivaunilateral	0	m²			

Figura 7-planilha com o método algébrico para cálculo do número de trocas de ar/h.

Como a maioria das salas do bloco CW foram construídas com janelas amplas, os resultados atingidos confirmam o alto número de trocas de ar/h. Entretanto, como parâmetro de análise dos dados, utilizou-se das recomendações de ASHRAE (apud LEWIS, 2021), apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – número de trocas de ar/h recomendados por estabelecimento (adaptado de ASHRAE apud LEWIS, 2021)

Estabelecimentos	**Número de trocas de ar/h**
Equipamentos de saúde	6 a 12
Ambientes residenciais	0,35
Salas de escritórios	2 a 3
Equipamentos de ensino	5 a 6

Com base nos dados apresentados, a dupla apresentou a seguinte conclusão: "*Com a análise realizada no trabalho e obtenção do diagnóstico da área, nota-se que a sala estudada sofre com a ineficácia da ventilação natural, embora exista 8 vezes mais trocas de ar por hora do que a recomendada. Entretanto, não cabe apenas averiguar os fluxos dos ventos pela perspectiva da salubridade, mas sim, levar em consideração como os indivíduos se sentem ao ocupar esse lugar, ou seja, se a sala oferece artifícios para um bom conforto térmico*".

4.3. Exercício 03: Analise do desempenho térmico do Projeto Padrão da UBS tipo 1

A cidade de Natal, no estado Rio Grande do Norte, foi escolhida por uma das duplas de alunos para a realização da análise de desempenho térmico da UBS tipo 1. De acordo com os dados encontrado no site do PROJETEEE, a cidade apresenta temperatura máxima de 27ºC e 78% de umidade relativa do ar, no mês de fevereiro, e mínima de 24ºC observada no mês julho, com 84% de umidade relativa do ar. Conforme apresentado na norma ABNT NBR 15220 (2005), Natal encontra-se na Zona Bioclimática 8, cujas principais estratégias bioclimáticas são a ventilação natural, sombreamento e resfriamento evaporativo. De acordo com a rosa dos ventos elaborada para a cidade, os ventos predominam do Leste, com variações entre o Sudeste e o Nordeste.

No estudo do sombreamento das fachadas, a dupla de alunos obteve os resultados por meio do *software ecotec* (Figura 8).

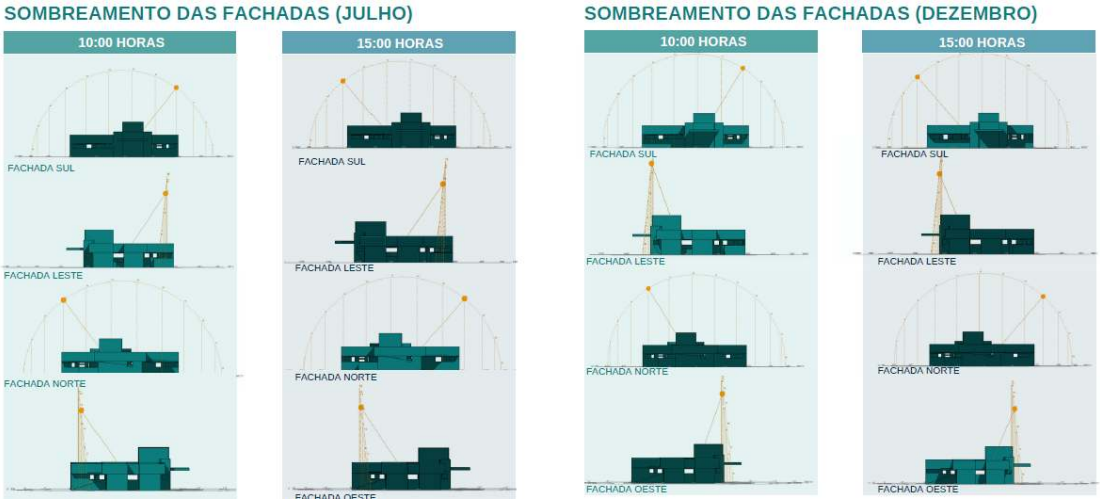

Figura 8-estudo de sombreamento das fachadas (trabalho dos alunos João Victor Ferreira e Rávina Medeiros).

Dando prosseguimento aos estudos, a dupla apresentou as especificações técnicas dos materiais da envoltória (Figura 9), e o cálculo do percentual de área útil das aberturas para ventilação natural, por ambiente (Tabela 3).



Figura 9-especificações técnicas dos materiais de vedação da envoltória (trabalho dos alunos João Victor Ferreira e Rávina Medeiros).

Tabela 3-cálculo de verificação do percentual de área útil das aberturas existentes no projeto com os percentuais recomendados pela norma ABNT NBR 15220, para a ZB8 (trabalho dos alunos João Victor Ferreira e Rávina Medeiros, adaptado de DONATO; BRAGA, 2018).

fachada	Ambiente/área	tipo	Dimensões	% abertura (AA)	Área de ventilação	resultado
Sul	Consultório odontológico (24,47m2)	Projetante 4 folhas, vidro comum	2,00 x 0,80m (3,20m2)	83,12% (2,66m2)	12,82%	ATENDE
	Sala de inalação (6,47m2)	Projetante 2 folhas, vidro comum	1,00 x 0,80m (0,80m2)	78,75% (0,63m2)	9,73%	ATENDE
	Consultório indiferenciado (9,10m2)	Projetante 2 folhas, vidro comum	0,95 x 0,80m (0,76m2)	77,63% (0,59m2)	6,48%	NÃO ATENDE
	Recepção e espera	Porta 2 folhas	4,25 x 3,00m (12,75m2)	26,35% (3,36m2)	14,09%	ATENDE
	Farmácia (14,00m2)	Projetante 4 folhas, vidro comum	2,00 x 0,80m (1,60m2)	83,12% (1,33m2)	9,5%	ATENDE
Norte	Observação/procedimentos/coleta (10,15m2)	Projetante 4 folhas, vidro comum	2,00 x 0,80m (1,60m2)	83,12% (1,33m2)	13,10%	ATENDE
	Atividades coletivas/ACS (20,30m2)	Porta 2 folhas	1,80 x 2,60m (4,68m2)	80,07% (3,78m2)	18,62%	ATENDE
	Sala de vacinas (9,10m2)	Projetante 4 folhas, vidro comum	2,00 x 0,80m (1,60m2)	83,12% (1,33m2)	14,61%	ATENDE
	Sala de curativos (9,10m2)	Projetante 4 folhas, vidro comum	2,00 x 0,80m (1,60m2)	83,12% (1,33m2)	14,61%	ATENDE
	Consultório com banheiro (9,80m2)	Projetante 4 folhas, vidro comum	2,00 x 0,80m (1,60m2)	83,12% (1,33m2)	13,57%	ATENDE
Leste	Administração (7,80m2)	Projetante 4 folhas, vidro comum	2,00 x 0,80m (1,60m2)	83,12% (1,33m2)	17,05%	ATENDE

Conforme a norma ABNT NBR 15575, as características térmicas dos materiais recomendadas para a ZB 8 estão apresentadas, de forma resumida, na Tabela 4.

Tabela 4 – recomendações da norma ABNT NBR 15575 (2021) para a zona bioclimática 8.

Transmitância térmica das paredes externas	$\alpha \leq 0,6$	$\alpha > 0,6$
	$U \leq 3,7$	$U \leq 2,5$
Capacidade térmica das paredes externas	Sem exigências	
Transmitância térmica da cobertura	$\alpha \leq 0,4$	$\alpha > 0,4$
	$U \leq 2,3$ FV	$U \leq 1,5$ FV
Área mínima de ventilação em dormitórios e salas	A ≥ 8% da área do piso (regiões Nordeste e Sudeste do país)	

No quadro 1, é apresentado o resultado final dos dados levantados, indicando que, para a cidade de Natal, a UBS padrão tipo 1, atende o desempenho térmico mínimo recomendado pela norma ABNT NBR 15575 (2021).

Quadro 1-quadro resumo dos resultados (trabalho dos alunos João Victor Ferreira e Rávina Medeiros adaptado de DONATO; BRAGA, 2018).

requisitos	Adequação das paredes externas			Isolação térmica da cobertura
Zona bioclimática 8/ Natal - RN	Transmitância térmica (U)	Capacidade térmica (C)	Abertura para ventilação	Transmitância térmica (U)
Fachada Sul	ATENDE	ATENDE	ATENDE (com uma excessão)	ATENDE
Fachada Norte	ATENDE	ATENDE	ATENDE	
Fachada Leste	ATENDE	ATENDE	ATENDE	
Fachada Oeste	ATENDE	ATENDE	Não há ambientes de longa permanência	

Ao final do semestre letivo foi realizada, pelos monitores de CAII, uma atividade "bônus", que consistiu na apresentação de um manual de uso do *software* CFD da *Autodesk*. A produção do manual foi o resultado de uma das atividades desenvolvidas pelos monitores da disciplina, com o intuito de oferecer uma diversidade maior de ferramentas para estudos da ventilação natural, não apenas durante a disciplina de CAII, mas principalmente, como ferramenta de auxílio nas disciplinas de projeto de arquitetura.

5. CONCLUSÕES

Alternar o conteúdo teórico com os exercícios práticos, demonstrou ser uma importante estratégia na fixação da aprendizagem. Além do mais, foi possível estabelecer uma relação entre os conceitos do conforto térmico e o processo de projetar, por meio da análise do projeto arquitetônico da UBS padrão, e da obra construída do bloco CW. Esta atividade, no bloco CW, trouxe também maior familiaridade do corpo discente com o prédio, e consequente senso comum de cuidado da coisa pública.

Entretanto, como esperado, alguns procedimentos ainda são passíveis de aperfeiçoamentos. O método gráfico, desenvolvido no exercício 01, apesar de ser um processo simples que facilita o entendimento dos coeficientes de pressão nas fachadas e a consequente noção da melhor localização das aberturas de entrada e saída do ar, ainda é limitado, por não ser aplicável a edificações com formas orgânicas, e não considerar a influência do entorno construído.

No exercício 02, a medição *in loco*, mesmo sendo um exercício meramente de familiaridade com os instrumentos de medição, poderia usar um método normatizado, a fim de ter resultados mais confiáveis. Pretende-se também, nos próximos semestres, adotar o *software* CFD no mesmo exercício.

No terceiro e último exercício, foi percebida a falta de maior conhecimento prático a respeito das características térmicas dos materiais de vedação. Visitas a obras e medições das temperaturas superficiais poderiam contribuir mais com o aprendizado.

Tendo em vista verificar o alcance do objetivo proposto (desenvolver metodologia de ensino de Conforto Ambiental, que facilite a transferência do conhecimento teórico na experiência prática do processo de projeto), aplicou-se um formulário de avaliação da disciplina entre os alunos. As respostas foram coerentes com nossas observações a exemplo de: "*talvez adicionar mais visitas ou experimentos práticos fosse interessante a depender do tempo disponível*"; "*Os roteiros dos trabalhos eram muito bons e ajudavam bastante no desenvolvimento*"; "*Agregou em muita coisa, principalmente na questão de aproveitar o máximo possível a ventilação natural nos projetos e na importância de pensar a arquitetura sustentável"; "Demais, principalmente na maneira de pensar e utilizar os assuntos para projeto. O tema de conforto II é muito importante, e acaba sendo necessário em outras disciplinas, ajudando no processo de aprendizagem"; "ajudou a entender mais a dinâmica dos ventos na edificação. ficou ainda melhor pois foi possível aplicar em projeto II*".

Por fim, como todo processo de ensino e aprendizagem, a disciplina continua em constante evolução, sendo atualizada a cada semestre. Pretende-se, no próximo semestre, seguir a proposta de integração da ventilação ao processo projetual, desenvolvida por Cunha (2010), com suas devidas atualizações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHRAE Standard. **Fundamentals Handbook (SI).** Chapter 16, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas**. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-5: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas**. Rio de Janeiro, 2021.

CUNHA, Leonardo Jorge Brasil de Freitas. **Análise de métodos para aplicação de ventilação natural em projetos de edificações em Natal-RN**. Dissertação (Mestrado em Conforto no Ambiente Construído; Forma Urbana e Habitação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Natal/RN, 2010.

DONATO, Nayana Daniela; BRAGA, Darja Kos. **Análise do desempenho térmico (NBR 15.575) de três empreendimentos residenciais em Rondonópolis-MT**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo: Paranoá 22, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n22.2018.05

KOWALTOWSKI, Doris C.C.K.; LABAKI, Lucila Chebel; PAIVA, Valeria T. de; BIANCHI, Giovana; MÖSCH. Michael E. **Ensino de projeto bioclimático: o papel dos problemas e restrições no processo criativo.** Anais do IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 08-10 de agosto, Ouro Preto, MG, pp.280-289, 2007.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 2ª edição. São Paulo: ProLivros, 2004.

LEWIS, Dyani. **The challenges of making indoors safe**. Nature, v.592, p.22-25, 2021.

PROJETEEE: PROJETANDO EDIFICAÇÕES ENERGICAMENTE EFICIENTES. 2023. Disponível em: http://projeteee.mme.gov.br/ . Acesso em: 01 março. 2023.

QUEIROZ, M. V. D. (coord.). Relatório de extensão universitária. **ESTÚDIO: arquitetura de obras públicas**. Campina Grande: UFCG/PROPEX, 2022.