

## **INSERÇÃO DE ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS EM PROJETO ARQUITETÔNICO DE Pousada EM MACEIÓ/AL**

**Ellen Ketly Lopes Lins dos Santos (1); Sammea Ribeiro Granja Damasceno Costa (2)**

(1) Graduada em Arquitetura e Urbanismo, ellenlopez@hotmail.com, Centro Universitário Tiradentes (UNIT/AL), Av. Gustavo Paiva, 5017, Cruz das Almas, Maceió – AL, 82.98868-2446

(2) Doutoranda (FAU/UFAL), Professora Adjunto do curso de Arquitetura e Urbanismo, sammea.arq@gmail.com, Centro Universitário Tiradentes (UNIT/AL), Av. Gustavo Paiva, 5017, Cruz das Almas, Maceió – AL, 82.999219488

### **RESUMO**

O presente artigo tem como objetivo descrever uma análise qualitativa da ventilação natural e da insolação em um projeto arquitetônico de uma pousada na cidade de Maceió/AL. A metodologia do trabalho é de análise qualitativa da ventilação natural e insolação de um projeto de arquitetura de uma pousada, resultado da integração horizontal entre as disciplinas de Conforto Ambiental 1 e Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo II do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Tiradentes (UNIT/AL). A análise da ventilação natural foi realizada através de dois momentos: primeiro a adequação do projeto à norma técnica de desempenho térmico vigente e após a simulação com o equipamento mesa d'água. A análise da insolação foi realizada através do estudo de cartas solares e do equipamento heliodon. Os resultados obtidos constataram a eficiência da integração entre as decisões projetuais com os estudos de conforto térmico de ventilação e controle da insolação no ato de projeção. Os resultados apontaram que houve um bom escoamento no fluxo dos ventos na implantação do projeto e nos chalés standard, assim como um bom sombreamento de suas aberturas, sem prejudicar a entrada de ventilação natural nos mesmos, nem a estética do partido arquitetônico adotado.

Palavras-chave: arquitetura bioclimática, projeto de arquitetura, desempenho térmico.

### **ABSTRACT**

The present article aims to describe a qualitative analysis of natural ventilation and sunshine in an architectural project of an inn in the city of Maceió / AL. The methodology of the work is qualitative analysis of the natural ventilation and insolation of an architecture project of an inn, result of the horizontal integration between the disciplines of Environmental Comfort 1 and Architecture, Urbanism and Landscape Project II of the Architecture and Urbanism course of the Center University of Tiradentes (UNIT / AL). The analysis of the natural ventilation was performed through two moments: first, the adequacy of the project to the current technical standard of thermal performance and after the simulation with the water table equipment. Sunshine analysis was performed through the study of solar charts and heliodon equipment. The results obtained verified the efficiency of the integration between the design decisions with the studies of thermal comfort of ventilation and control of the insolation in the act of projection. The results indicated that there was a good drainage in the flow of the winds in the implantation of the project and in the standard chalets, as well as a good shadowing of its openings, without harming the entrance of natural ventilation in them, nor the aesthetics of the adopted architectural party.

Keywords: bioclimatic architecture, architectural design, comfort performance.

## 1. INTRODUÇÃO

Seja qual for a tipologia da edificação, ela precisa atender às mínimas exigências de conforto ao homem, proporcionando-o qualidade de vida. As principais variáveis que influenciam no conforto térmico são: temperatura do ar, umidade e velocidade do ar e temperatura radiante. Essas variáveis sofrem influências de fatores como regime de chuvas, permeabilidade do solo, vegetação, topografia, entre outros. (FROTA;SCHIFFER, 2003).

As medidas adotadas para proporcionar conforto térmico irão depender do tipo de clima em que a edificação está localizada. Para o clima tropical quente e úmido, as principais recomendações são o sombreamento da envolvente e a ventilação natural. Esta ventilação possui três importantes funções: qualidade do ar, conforto térmico dos usuários e resfriamento passivo do edifício. (TOLEDO, 2006; BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2008; COSTA FILHO *et al.*, 2015).

As construções dessa região devem evitar ganhos de calor gerados pela radiação solar, enquanto dissipam o calor produzido pelos ambientes internos. (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2008). Para isso, medidas devem ser adotadas: estruturas leves para prevenir o armazenamento de calor, espaços com amplos sombreamentos, esquadrias vazadas para permitir ventilação cruzada, amplos beirais, cobertas que permitam a renovação do ar, como a telha colonial do tipo capa-e-canal.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar qualitativamente o projeto arquitetônico de uma pousada sob o enfoque da ventilação natural e insolação em Maceió/AL, resultado da integração horizontal entre as disciplinas de Conforto Ambiental I e Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo II, do 4º período, do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Tiradentes (UNIT-AL).

## 3. MÉTODO

Para alcançar o objetivo proposto, este trabalho está dividido metodologicamente em três etapas: 1 – caracterização da área e objeto de estudo; 2 – análise qualitativa da ventilação natural; 3 – análise qualitativa da insolação, descritas a seguir.

### 3.1. Área e objeto de estudo

Maceió/AL encontra-se no Nordeste Brasileiro com latitude de 9°39'57" Sul e longitude 35°44'07" Oeste, caracterizado pelo clima quente e úmido (Figura 1). Neste tipo de clima, os níveis de umidade são altos e as flutuações diárias e sazonais da temperatura do ar são pequenas, o céu é parcialmente nublado, produzindo uma quantidade apreciável de radiação difusa e intensa luminosidade (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2008). Os ventos predominantes durante o ano são Sudeste, entre abril e setembro, e em seguida o Leste, entre outubro e março, no verão há presença do vento Nordeste e no inverno do Sul (INMET).



Figura 1: Localização da cidade de Maceió. Fonte: <http://mapasblog.blogspot.com.br> ;<http://brasil-turismo.com>. Adaptado pelo autor.

O projeto arquitetônico analisado trata-se de uma pousada desenvolvida na disciplina de Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo II. Seu terreno localiza-se no bairro de Jatiúca, de frente para o mar, com dimensões 57m x 66m, com área de 3509,08m<sup>2</sup> conforme figura abaixo (Figura 2). Pertence à Zona Residencial do tipo 4 e segundo o Código de Edificações de Maceió “é a área na cidade destinada à ocupação predominante do uso residencial, (...), com possibilidade de implantação de atividades comerciais, de serviços e industriais (...) sem prejuízo da avaliação dos impactos ambientais e urbanos”. (MACEIÓ, 2007).



Figura 2: Planta de Situação. Fonte: Googlemaps, 2016.

Os índices urbanísticos permitidos pelo Código de Edificações e Urbanismo de Maceió (MACEIÓ, 2007) são 70% de taxa de ocupação máxima do terreno, com 5m de recuo frontal, 1,50m de laterais e fundo e coeficiente de aproveitamento 2. O projeto desenvolvido possui 43,84% de taxa de ocupação, 1,8m de recuo lateral esquerdo e 2,26m lateral direito e 9,35m de fundo. A pousada dispõe ainda de um programa de necessidades dividido em dez chalés, restaurante, recepção, área administrativa, área de serviço, área de lazer, guarita e estacionamento, totalizando 1601,59m<sup>2</sup> de área construída. Sua implantação está disposta abaixo conforme a Figura 3. O objeto de estudo para análise é o projeto de implantação e o chalé standard, que representa a tipologia de maior número. Ele possui aberturas que recebem radiação solar direta ao longo do dia, necessitando-se de um estudo mais específico para proteção solar sem criar obstáculos para a ventilação natural.



Figura 3: Implantação do projeto da pousada.

### 3.2. Análise qualitativa da ventilação natural

A análise qualitativa da ventilação natural foi realizada seguindo as recomendações para as aberturas efetivas para ventilação natural sugeridas pela NBR 15575-3 (ABNT, 2013). Trata de Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho. Posteriormente, houve a confecção de maquetes físicas da planta de implantação da pousada e da planta baixa do chalé standard para a análise do escoamento da ventilação natural no sentido Leste através do equipamento Mesa D'água<sup>1</sup>, localizado no Laboratório de Conforto Ambiental do Centro Universitário Tiradentes (UNIT/AL).

<sup>1</sup>Mesa D'água é um equipamento composto por uma mesa, que é uma placa horizontal de vidro transparente sobre a qual a água escoar em velocidade uniforme, que constitui o campo de observação e ensaio. (TOLEDO, 2006).

<sup>2</sup>Heliodóné um equipamento utilizado para simular o movimento aparente do sol.

### 3.2. Análise da insolação

Para a análise da insolação foram confeccionadas primeiramente as cartas solares do chalé standard. As cartas solares foram produzidas para as quatro fachadas visando a proteção solar horizontal e para proteção vertical apenas para fachada Oeste. Após este estudo, foram confeccionadas as maquetes físicas com ênfase na proteção solar (cobertas) da implantação na escala 1/125 e do chalé standard na escala 1/50, para serem simulados no período mais crítico, o solstício de verão entre 09:00h e 15:00h, no equipamento Heliodon<sup>2</sup>, também localizado no Laboratório de Conforto Ambiental do Centro Universitário Tiradentes UNIT/AL.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Análise Qualitativa da Ventilação Natural

Inicialmente foi elaborado um croqui com o estudo da disposição geral pretendida para cada bloco ou conjunto de edificações. O esquema abaixo (Figura 4) mostra que na parte oeste está a área de serviço e estacionamento, pois são áreas de pouca convivência. No nordeste do terreno estão localizados os chalés, no leste o restaurante, recepção e administração.



Figura 4: Fluxograma da implantação da pousada.

O fluxograma foi pensado de acordo com a ventilação e insolação, porém, ao implantar as edificações no terreno, algumas alterações foram feitas durante o processo de projeção, pois na primeira disposição, os chalés estavam muito próximos entre si, podendo prejudicar o fluxo da ventilação natural entre eles. Assim, a disposição foi alterada para um alinhamento tipo “tabuleiro de xadrez” para facilitar o escoamento da ventilação natural na bateria dos chalés até o centro do terreno (Figura 5).



Figura 5: Alteração da disposição dos chalés da pousada.



Conforme a NBR 15575-3 (ABNT, 2013), a área destinada para captar a ventilação natural deve corresponder no mínimo a 15% da área do piso do ambiente de permanência prolongada. Para este estudo, a área de piso utilizada foi de 26,00m<sup>2</sup> (chalé standard), e a área correspondente à área efetiva para ventilação natural projetada é de 5,40m<sup>2</sup>, o que corresponde a 20,76% da área do piso, porcentagem superior à recomendada pela norma. As esquadrias estão dispostas no sentido da ventilação dominante para Maceió/AL a fim de garantir ventilação cruzada no interior das unidades e estão divididas entre 2 tipologias, as janelas 01 são de correr e as janelas 02 do tipo guilhotina, conforme figura abaixo (Figura 6).

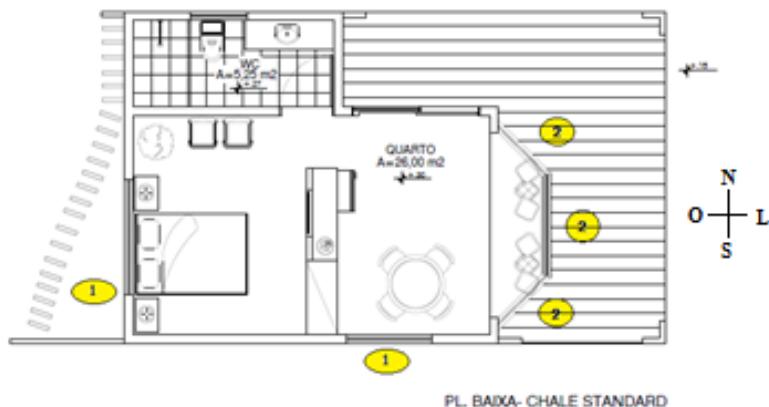


Figura 6: Planta Baixa – Chalé Standard com indicação dos tipos de esquadrias.

Ao realizar o ensaio da implantação do projeto na mesa d'água, foi observado que há um grande escoamento dos ventos no sentido Leste, o que significa que grande parte dos blocos implantados receberá boa ventilação. O serviço e o bar foram os menos favorecidos, com sombra de vento causada pela implantação próxima entre o bar e a área administrativa (Figura 7). Sobre este aspecto, Oke (1987) comentou que existindo obstáculos no entorno é natural a modificação do percurso do vento, pois haverá elevação da turbulência e diminuição da sua intensidade.

Foi possível observar também que, além da disposição em tabuleiro de xadrez, os recortes nas edificações dos chalés favoreceram a passagem dos ventos entre eles, possibilitando o fluxo contínuo da ventilação natural desde os primeiros chalés até os últimos, além de deixar a forma mais dinâmica e não prejudicar a vista para o mar, pretendida inicialmente no projeto.

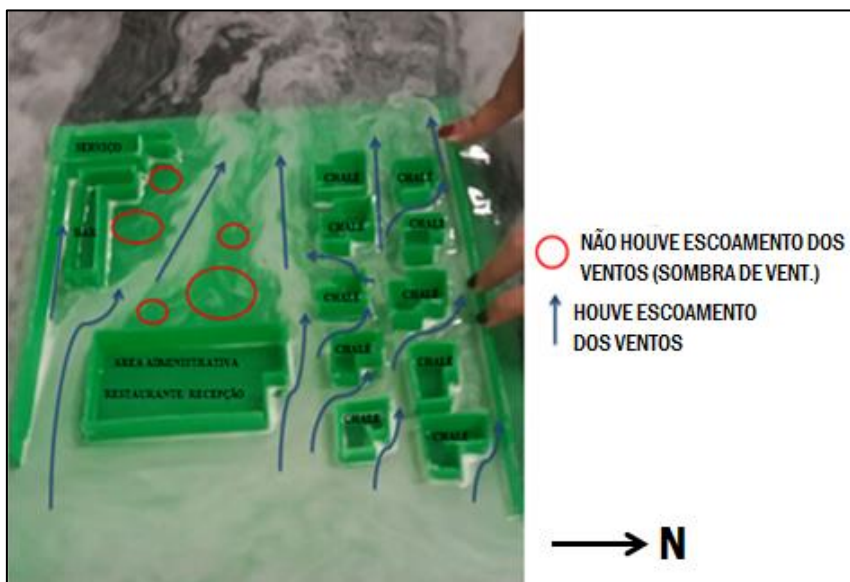


Figura 7: Maquete física da implantação da pousada para ensaio na mesa d'água.

Os resultados obtidos da análise do chalé standard também utilizando a mesa d'água detectaram um bom escoamento da ventilação natural em seu interior, com boa vazão no ambiente, tendo seu fluxo reduzido apenas no WC, conforme a figura abaixo (Figura 8).

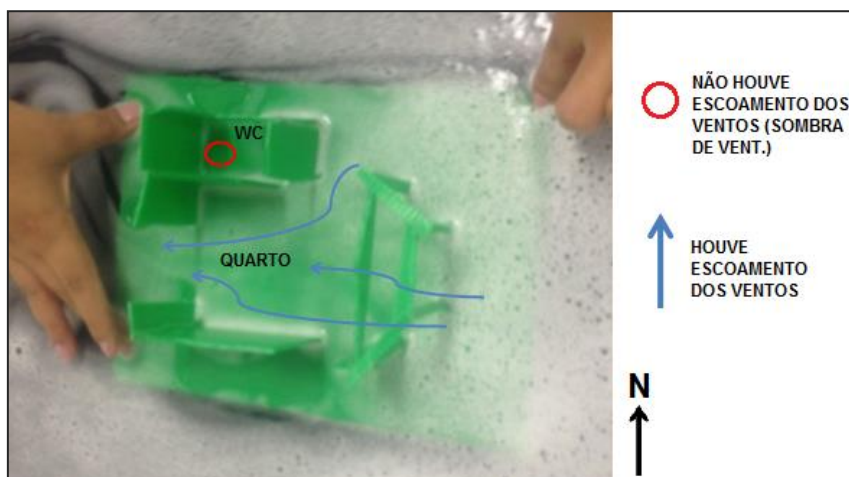


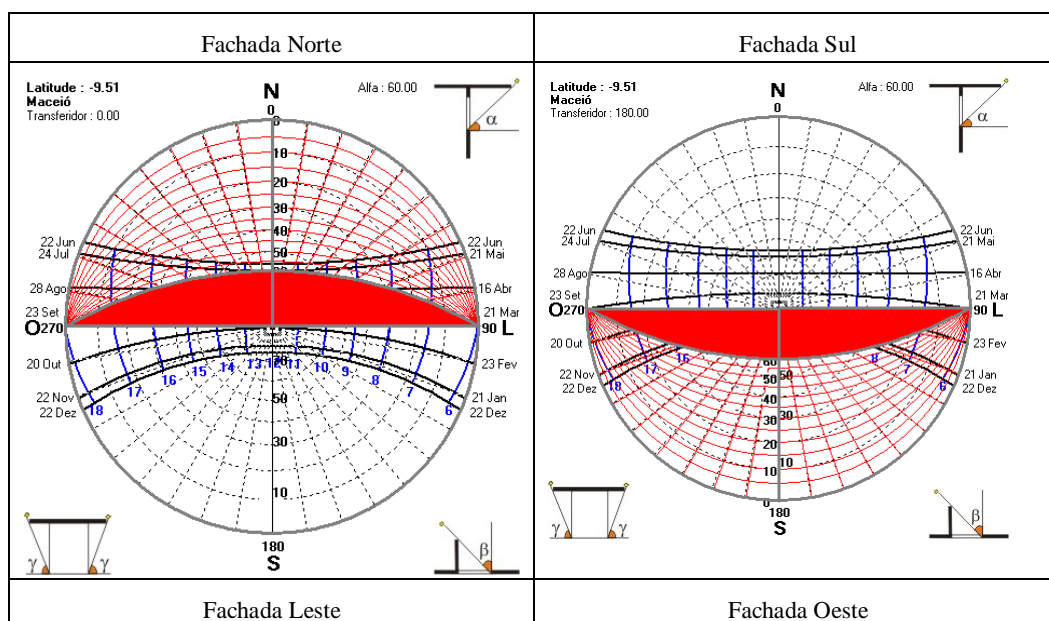
Figura 8: Maquete física do chalé Standard para ensaio na mesa d'água.

#### 4.1. Análise da Insolação

Para proteger o chalé Standard da insolação direta, as cartas solares foram desenvolvidas no software SOL-AR (LABEEE, 2016), observando os períodos mais críticos, referentes aos horários entre 9h e 15h, principalmente durante o verão. Para proteção solar horizontal, foram realizadas cartas solares de todas as fachadas, compreendendo a proteção horizontal infinita, não necessitando a utilização dos ângulos gama.

Na fachada Leste, foi sugerida a proteção das 9h às 12h, e o ângulo vertical alfa encontrado na carta solar foi de 40°. Tanto na fachada Sul como na fachada Norte, foi protegido no período das 10h às 14h, também do verão, o que resultou no ângulo vertical alfa de 60°. Na fachada Oeste era necessário proteger a partir das 12h até às 15h, e o ângulo vertical alfa resultante foi de 40°.

Para proteção solar vertical foi realizada a cartasolar apenas da fachada Oeste, pois esta fachada possui uma janela de frente para a cama, o que requer uma proteção solar mais específica para as horas do dia com baixa altura solar. O período proposto foi de 12h às 15h, no verão, o que resultou no ângulo horizontal beta esquerdo de 23° e direito de 4° conforme mostra a figura abaixo (Figura 9).



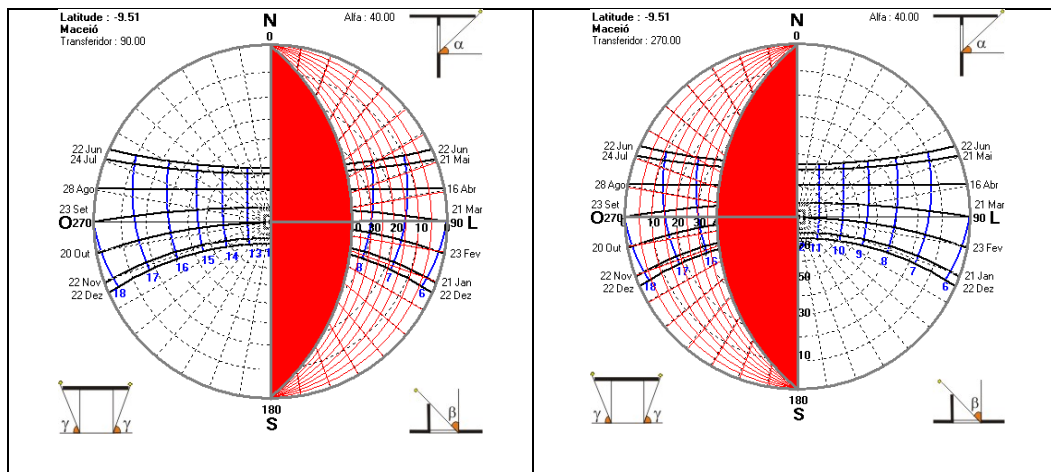


Figura 9: Cartas solares das fachadas dos chalés Standard para ângulo alfa.

A partir dos ângulos obtidos foi possível redimensionar os brises para que a proteção solar fosse então incorporada ao projeto. Com tais adaptações, os beirais das fachadas norte e sul foram aumentados para 1m, antes com 0.80m. Nas fachadas leste e oeste, era necessário um protetor horizontal de 2m de comprimento, e por decisões estéticas foi optado por acrescentar pergolados a estas fachadas (Figura 10). Essa proteção poderia ser realizada também com a inversão do ambiente, porém não seria possível a visualização do mar através da varanda, o que deixaria de ser um grande atrativo para a pousada.

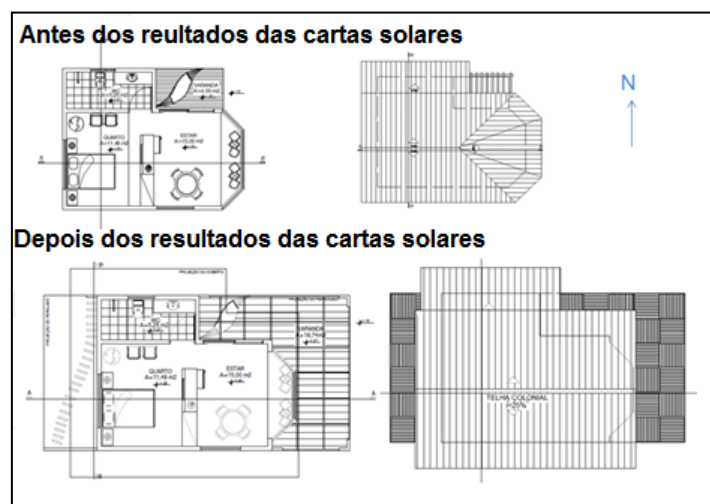


Figura 10: Antes e depois dos estudos das cartas solares para protetores horizontais do Chalé Standard.

Já os protetores verticais na fachada Oeste foram dispostos de acordo com a carta solar abaixo (Figura 11). Com finalidade estética, foram acrescentados outros brises verticais interligando-os, porém utilizando os mesmos ângulos para a proteção solar da fachada (Figura 12).

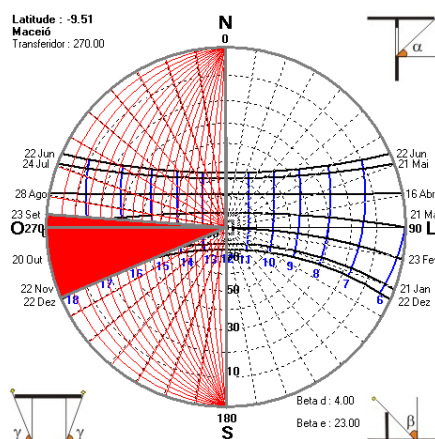


Figura 11: Carta solar da fachada Oeste do Chalé Standard para ângulo beta.

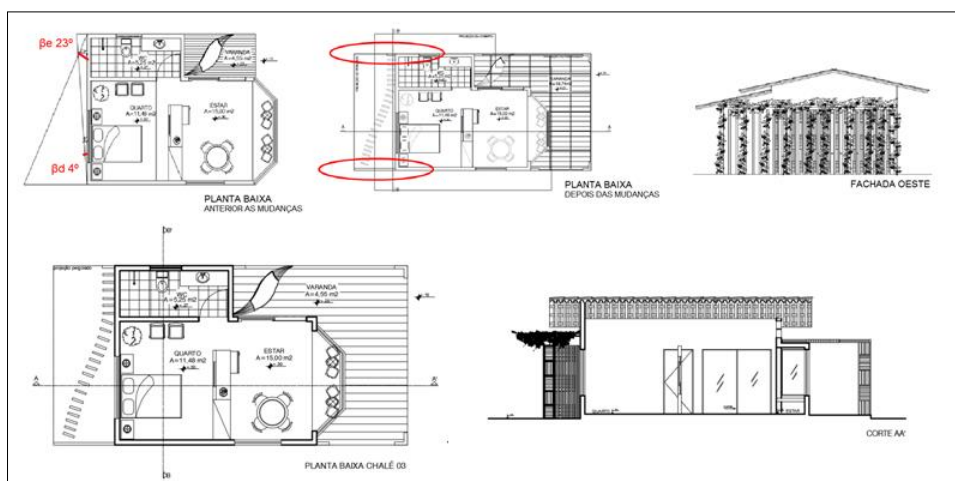


Figura 12: Antes e depois dos estudos das cartas solares para protetores verticais do Chalé Standard.

Após a adequação dos protetores com o estudo da carta solar, o chalé standard e a implantação geral da proposta foram submetidos à simulação no Heliodon para conferência do desempenho do sombreamento destas placas. Na simulação da maquete da implantação às 09h no verão, foi possível observar que a projeção da sombra dos primeiros chalés protege a fachada Leste dos chalés seguintes. No ensaio da mesma maquete às 15h foi possível observar que as projeções das sombras dos chalés se moveram para fachada Norte, deixando a área de lazer com a insolação desejada (Figura 13).

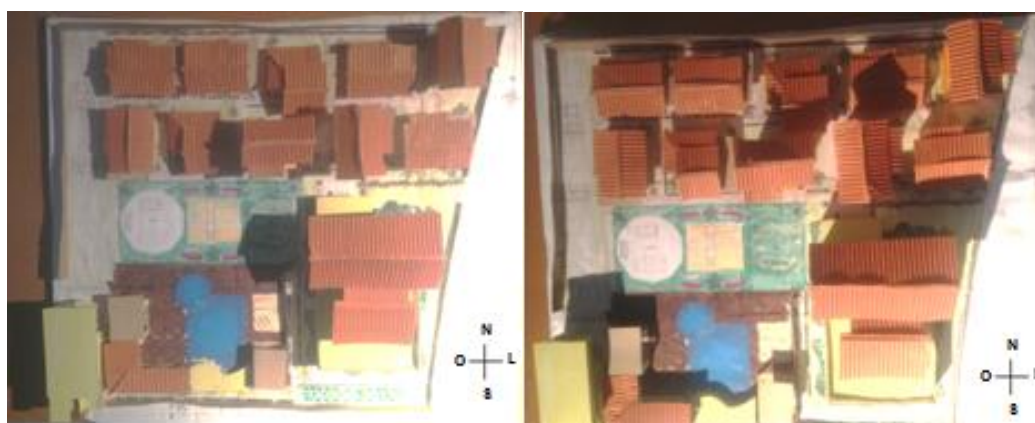


Figura 13: Ensaio no heliodon da maquete da implantação: a) 09 horas; b) 15 horas. Durante o solstício de verão.

Na simulação da maquete do chalé standard às 09 horas no verão foi possível observar que a proteção horizontal (pergolado da varanda) se mostrou eficiente, pois conseguiu proteger as janelas da fachada Leste do chalé (Figura 14). Também foi possível observar que as outras fachadas foram protegidas eficientemente pelo beiral do telhado conseguido através do ângulo vertical alfa para o protetor horizontal.





Figura 14: Ensaio no heliodon da maquete do chalé standard às 9h durante o solstício de verão.

Na simulação do chalé standard às 15h, foi possível observar a eficácia do efeito combinado dos protetores horizontais e verticais na fachada Oeste, que neste horário é a fachada que recebe maior incidência solar direta (Figura 15).



Figura 15: Ensaio no heliodon da maquete do chalé standard às 15h durante o solstício de verão.

As medidas adotadas para aumentar o desempenho térmico no projeto da pousada não se tornaram empecilhos estéticos. Foi possível trabalhar integrando essas duas questões sem prejuízo para ambas. Os protetores solares fizeram parte das fachadas também como elementos estéticos, tornando-o o chalé mais bonito e convidativo (Figura 16).

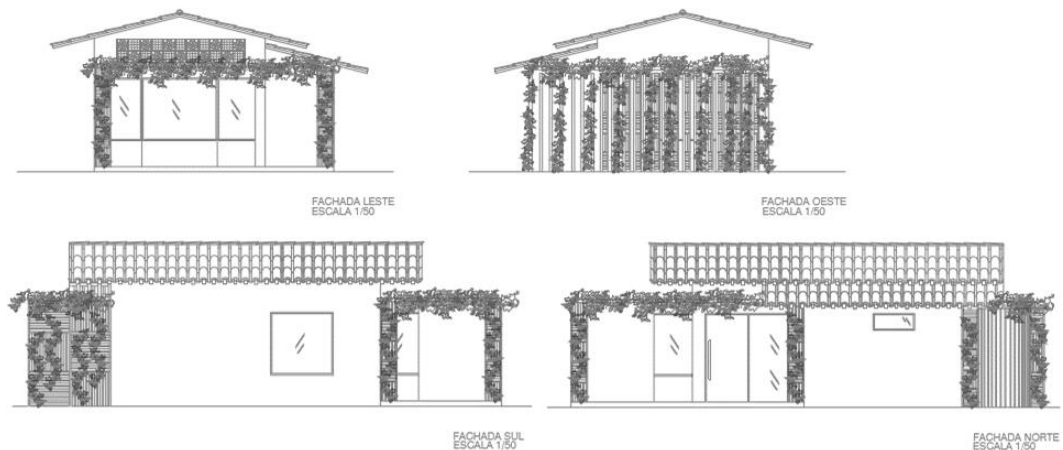


Figura 16: Fachadas do chalé Standard.

## 5. CONCLUSÕES

O presente trabalho buscou analisar qualitativamente o projeto arquitetônico de uma pousada sob o enfoque da insolação e ventilação natural em Maceió/AL, resultado da integração entre as disciplinas de Conforto Ambiental 1e Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo II do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Tiradentes (UNIT-AL). A experiência mostrou que é de suma importância para a aprendizagem do graduando de Arquitetura e Urbanismo esta integração horizontal entre as disciplinas, uma vez que ao aprender sobre as diretrizes do conforto térmico, desempenho térmico e arquitetura bioclimática, o aluno pode aplicar estes conhecimentos na disciplina de projeto, deixando seu trabalho mais eficiente termicamente. Como destaca Romero (1988), “na arquitetura bioclimática é o próprio ambiente construído que atua como mecanismo de controle das variáveis do meio, através de sua envoltória (paredes, pisos, coberturas), seu entorno (água, vegetação, sombras, terra), e, ainda, através do aproveitamento dos elementos e fatores do clima para o melhor controle do vento e do sol”.

Sobre a análise realizada da ventilação natural, foi possível observar como o fluxo do vento se comportou de forma favorável, desde sua implantação até o interior das edificações, permitindo avaliar a eficácia das aberturas efetivas para ventilação propostas, assim como suas falhas para possíveis adaptações. O resultado obtido foi um bom fluxo dos ventos por todo o terreno.

Sobre a análise da insolação através das cartas solares, foi possível notar a eficiência do dimensionamento dos protetores solares, podendo aumentá-lo ou diminuí-lo conforme o período que se queira proteger a fachada. No projeto analisado, houve um aumento dos beirais para melhor desempenho destas placas. E através do equipamento heliodon foi possível averiguar se os valores encontrados através das cartas solares para os protetores solares se fizeram eficazes. As soluções utilizadas para a proteção solar no projeto da pousada foram coberturas de madeiramento com telha colonial e beirais, além dos brises horizontais e verticais, cobertos por vegetação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – **NBR 15575. Edifícios habitacionais até cinco pavimentos – desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Christhina. **Introdução à ventilação natural**. Maceió, 2008.

COSTA FILHO, Amando C.; PISANI, M. A. J.; COELHO, Mayara Kima Macedo. **Ventilação natural e habitação de interesse social: o caso do Conjunto Planalto Universo – Fortaleza, CE**. XIII Encontro Nacional e IX Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído – XIII ENCAC e IX ELACAC, Campinas, SP, 2015.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual do conforto térmico**. São Paulo, 2003.

MACEIÓ, PREFEITURA MUNICIPAL DE. **Código De Edificações E Urbanismo**. Lei Nº 5.593, De 08 De Fevereiro De 2007. Maceió, 2007.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. 2 ed. London: Methuen, 1987.

ROMERO, Marta Adriana. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. Ed. Projeto, São Paulo, 1988. 123 pp. Ilust.

TOLEDO, Alexandre Márcio. **Avaliação do desempenho da ventilação natural pela ação do vento em apartamentos: Uma aplicação em Maceió/AL**. Tese de Doutorado em Engenharia Civil na Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, 2006.