

AVALIAÇÃO DE ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS EM PROJETO ARQUITETÔNICO DE CASA TÉRREA EM MACEIÓ/AL

Andressa Raphaella de Oliveira Alves¹

Helena Scheepmaker Di Marco²

Sammea Ribeiro Granja Damasceno Costa³

Arquitetura e Urbanismo



ISSN IMPRESSO 1980-1785

ISSN ELETRÔNICO 2316-3143

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo descrever uma análise qualitativa da ventilação natural e da insolação em um projeto arquitetônico de uma casa térrea na cidade de Maceió-AL. A metodologia do trabalho é essa análise qualitativa da ventilação natural e insolação de um projeto de arquitetura, proveniente da integração entre as disciplinas de Conforto Ambiental I e Introdução à Produção do Espaço, do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Tiradentes (UNIT/AL). Esta análise feita da ventilação natural foi realizada em dois processos, primeiro a adequação do projeto à NBR 15575-3 (ABNT, 2013) e depois a simulação no equipamento mesa d'água, com o qual é possível ver o fluxo de escoamento dos ventos. E a análise de insolação foi realizada perante o estudo de cartas solares e do equipamento *heliodon*, o qual é utilizado para ver a eficiência dos protetores solares da edificação. Com isso, os resultados obtidos constaram a eficiência das medidas de ventilação e controle da insolação no ato de proteção, uma que vez que houve uma boa ventilação no projeto da casa, assim como um bom sombreamento de suas aberturas, sem prejudicar a entrada de ventilação natural nos mesmos.

PALAVRAS-CHAVE

Conforto Térmico. Ventilação. Insolação. Arquitetura Bioclimática.

ABSTRACT

The present article has as point describe a qualitative analysis of natural ventilation and insolation into an architectural project of a single storey house located in Maceió/AL. The methodology of the work is this qualitative analysis of natural ventilation and insolation of an architectural project, coming from the integration between the subjects of Ambiental Confort I and Introduction to Production of Space, from the course of Architecture and Urbanism from the University Tiradentes Center (UNIT/AL). This analysis made from natural ventilation, was made in two processes, first the adequacy of the project to NBR 15575-3 (ABNT, 2013) and after a simulation on the equipment water table, which is use to see the flux of wind. And then, an analysis into the heliodon, which is use to see the efficiency of the solar protectors from the house. With this, the results show the efficiency of the measures of ventilation e control of the insolation in the act of protection, once that, it provides a good ventilation into the project of the house, as well a good shading of the openings, without any harm to the entrance of the natural ventilation into the same.

KEYWORDS

Thermal comfort. ventilation. insolation. bioclimatic architecture.

1 INTRODUÇÃO

Uma edificação é construída em cima de diversas necessidades e uma das principais, por exemplo, são direcionadas geralmente para conceber conforto térmico ao ser humano, proporcionando-o qualidade de vida, quando isso não ocorre seu organismo pode sofrer com fadiga e estresse térmico. As principais variáveis que influenciam no conforto térmico são: temperatura do ar, umidade e velocidade do ar, radiação solar incidente atributos construtivos e o comportamento humano. Essas variáveis sofrem influências de fatores como regime de chuvas, permeabilidade do solo, vegetação, topografia, entre outros (FROTA; SCHIFFER, 2003).

A intensidade do metabolismo e a quantidade de trocas de calor com o espaço é relacionada à temperatura fisiológica humana. Há uma diversidade com cada indivíduo, dado que existe uma relação no condicionamento físico geral e suas particularidades, tais como: atividade física, dieta, vestimenta, fisiologia e grau de ajustamento às condições meteorológicas predominantes. Para manter o equilíbrio térmico, o calor metabólico produzido pelo corpo humano mais as trocas de calor por radiação, evaporação e convecção devem se anular.

O Sol, importante fonte de calor, incide sobre o edifício, representando sempre

um certo ganho de calor, que será função da intensidade da radiação incidente e das características térmicas dos paramentos do edifício (FROTA; SCHIFFER, 2003).

Em termo dessas influências, este artigo enfatiza a importância do estudo para implementação de medidas que beneficiem a ventilação natural e protegem da radiação direta.

A Arquitetura, como uma de suas funções, deve oferecer condições térmicas compatíveis ao conforto térmico humano no interior dos edifícios, sejam quais forem as condições climáticas externas (FROTA; SCHIFFER, 2003).

Dito isso, as construções devem evitar ganhos de calor gerados pela radiação solar, enquanto dissipam o calor produzido pelos ambientes internos (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2008).

Para que, o relatado anteriormente, se aplique, medidas devem ser adotadas. Como estruturas leves para prevenir o armazenamento de calor, espaços com amplos sombreamentos, esquadrias vazadas para permitir ventilação cruzada, amplos beirais (dependendo de como for escolhido proteger), cobertas que permitam a renovação do ar, como a telha canal.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar qualitativamente o projeto arquitetônico de uma casa térrea sob o enfoque da insolação e ventilação natural em Maceió-AL, resultado da integração entre as disciplinas de Conforto Ambiental I e Introdução à Produção do Espaço, do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Tiradentes-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.

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 agradável de radiação difusa e intensa luminosidade (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2008). Os ventos predominantes durante o ano são sudeste, presente o ano inteiro e nordeste presente no verão.

Figura 1 – Localização de Maceió



Fonte: <http://www.azulmagazinedigital.com.br/viagem-maceio-edicao-69/mapa-viagem-maceio/> (Adaptado pelas autoras).

O projeto arquitetônico da casa térrea, desenvolvido na disciplina de Introdução à Produção do Espaço, localiza-se em um terreno fictício e pré-determinado pela professora na parte baixa da cidade (FIGURA 2). Dito isso, a casa dispõe de uma tipologia de: 2 quartos, 1 suíte, sala de jantar, sala de estar, cozinha, área de serviço, banheiro social e de serviço, jardim de inverno, varanda e garagem; possuindo 184,50 m² de área construída. O objeto de estudo para análise da ventilação e insolação é a planta completa da casa, para análise de todas as suas fachadas, pois por todas as aberturas existente, há radiação solar em algum período do dia, precisando assim de um estudo mais específico para serem protegidas sem prejudicar a ventilação natural.

Figura 2 – Mapa de Maceió



Fonte: GISMAPS (2017, adaptado pelas autoras).

3.2 ANÁLISE QUALITATIVA DA VENTILAÇÃO NATURAL

A análise qualitativa da ventilação natural foi feita com base nas recomendações da ABNT, no quesito dos cálculos para aberturas efetivas, onde 15% da área do piso de cada ambiente deve ser destinado a áreas de aberturas. Em seguida, com base nesses cálculos, foi confeccionada a maquete física correspondente à planta baixa da casa, para a análise do escoamento da ven-

tilação natural, sudeste e nordeste; por meio do equipamento Mesa D'água, localizado no Laboratório de Conforto Ambiental do Centro Universitário Tiradentes UNIT/AL.

3.3 ANÁLISE DA INSOLAÇÃO

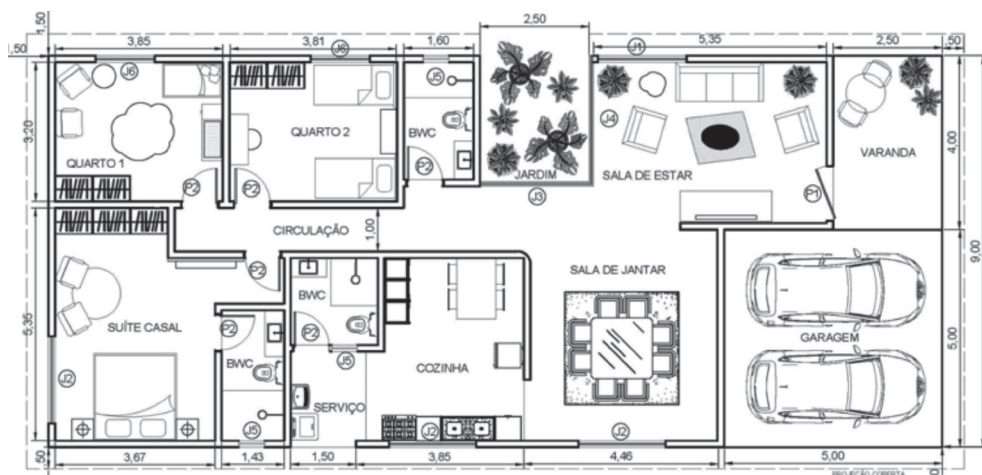
Para a análise da insolação foram feitas as cartas solares de todas as fachadas da casa. Estas, com enfoque na proteção solar horizontal. Após o estudo das mesmas, foi montada a maquete física da cobertura na escala 1/50, para ser simulada no equipamento *Heliodon*. Nos períodos do solstício de verão, com o intervalo de tempo entre 08h e 15h e nos Equinócios com o intervalo de 08h às 09h. Desta forma, avaliando se os protetores calculados, seriam capazes de realmente proteger, na prática.

4 RESULTADOS

4.1 ANÁLISE QUALITATIVA DA VENTILAÇÃO NATURAL

Inicialmente a planta baixa do projeto (FIGURA 1), proveniente da disciplina Introdução à Produção do Espaço, foi analisada sem qualquer modificação. Deste mesmo modo o seu quadro de esquadrias, também não foi mudado para esta primeira análise (FIGURA 2). Possui a maior fachada (sudeste; pelo norte estar inclinado 20°) voltada para absorver o vento sudeste, o qual é presente o ano inteiro. E a fachada nordeste, voltada para receber o vento do verão, o qual, em teoria, seria suposto à permear por toda edificação.

Figura 1 – Planta Baixa sem modificações



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 2 – Quadro de esquadrias sem modificações

Quadro de Esquadrias	
Sem Modificações	
P1	1,20 x 2,10
P2	0,80 x 2,10
J1	2,03 x 1,00 / 1,10
J2	3,20 x 1,00 / 1,10
J3	2,50 x 1,00 / 0,50
J4	3,00 x 1,00 / 0,50
J5	0,60 x 0,50 / 1,60
J6	1,36 x 1,00 / 1,10

Fonte: Acervo pessoal.

Assim, com a intenção de regular os tamanhos das aberturas e suas posições, conforme os cálculos (FIGURA 3), ocorreram algumas modificações para ficar de acordo com a NBR 15575-3 (ABNT, 2010), a qual diz que a área atribuída para receber a ventilação natural corresponde, no mínimo, à 15% da área do piso do ambiente.

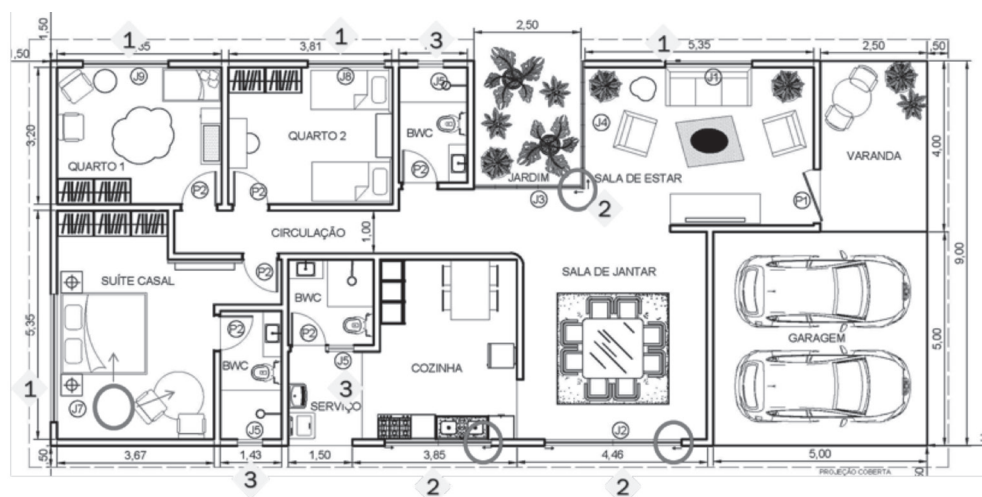
Figura 3 – Tabela de cálculos referente à porcentagem de abertura

Ambiente	Área do Piso	Área Aberta (Janela)	% Inicial	Área Proposta	% Final
Suíte Casal	19,49	2	10%	3	15%
Quarto 1	12,32	1,35	11%	2	16%
Quarto 2	12,19	1,35	11%	1,8	15%
Sala de Estar + Jardim	19,79	7,53	38%	7,53	38%
Sala de Jantar	21,63	2	9%	3,2	15%
Cozinha	16,17	2	12%	2,5	15%

Fonte: Acervo pessoal.

Com estes cálculos, foi permitido que houvesse modificações nos tamanhos das janelas, em suas posições e em suas tipologias, que são 3: sendo as janelas 1 de abrir, 2 de correr e 3 do tipo boca de lobo. Originando a planta baixa com as primeiras mudanças (FIGURA 4) e um novo quadro de esquadrias (FIGURA 5).

Figura 4 – Planta Baixa; primeira modificação



Fonte: Acervo pessoal.

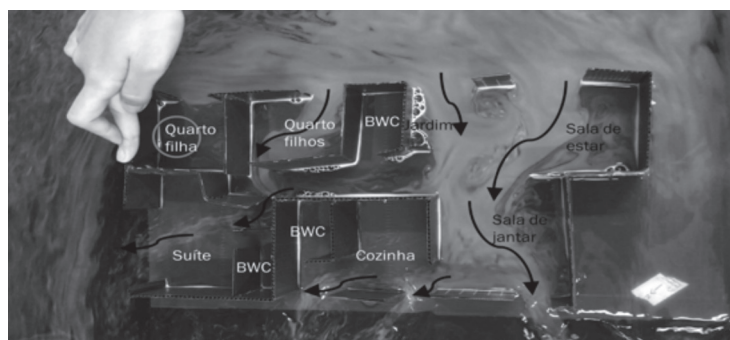
Figura 5 – Quadro de esquadrias; primeira modificação

Quadro de Esquadrias	
Modificação 1	
P1	1,20 x 2,10
P2	0,80 x 2,10
J1	2,03 x 1,00 / 1,10
J2	3,00 x 1,00 / 1,10
J3	2,50 x 1,00 / 0,50
J4	3,00 x 1,00 / 0,50
J5	0,60 x 0,50 / 1,60
J6	2,50 x 1,00 / 1,10
J7	3,00 x 1,00 / 1,10
J8	1,80 x 1,00 / 1,10
J9	2,00 x 1,00 / 1,10

Fonte: Acervo pessoal.

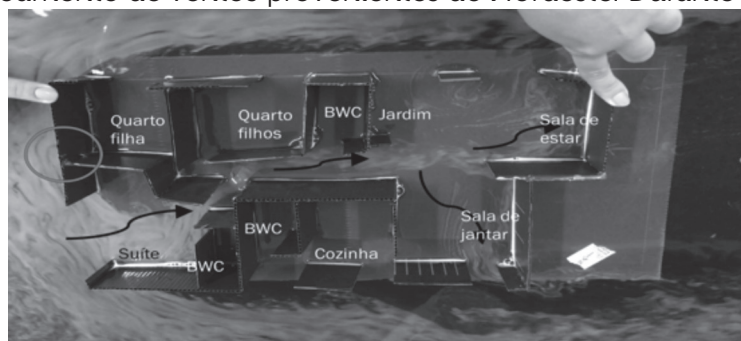
Após as modificações a construção do molde da planta baixa foi efetuada, com o objetivo de produzir o ensaio dele na mesa d’água. Foi observado que, conforme os ventos provenientes do sudeste (FIGURA 6) que são o ano inteiro, como os do nordeste (FIGURA 7) que são no verão, houve um escoamento notável, o que significa que os ambientes estarão bem ventilados.

Figura 6 – Escoamento de ventos provenientes do Sudeste. Durante o ano inteiro



Fonte: Acervo pessoal.

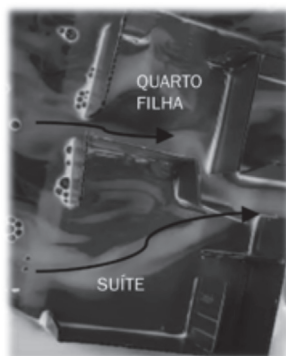
Figura 7 – Escoamento de ventos provenientes do Nordeste. Durante o verão



Fonte: Acervo pessoal.

Porém, mesmo com os cálculos corretos, segundo as normas, observamos que não houve ventilação no quarto da filha (bebê), então, no mesmo instante, na própria mesa d'água, foi realizada uma nova abertura de 50 cm, e, com esta, o vento pôde escoar pelo ambiente (FIGURA 8). Havendo assim, mudanças na tabela de cálculo (FIGURA 9) e na planta baixa, tendo uma segunda modificação (FIGURA 10).

Figura 8 – Escoamento do vento Nordeste, no quarto da filha



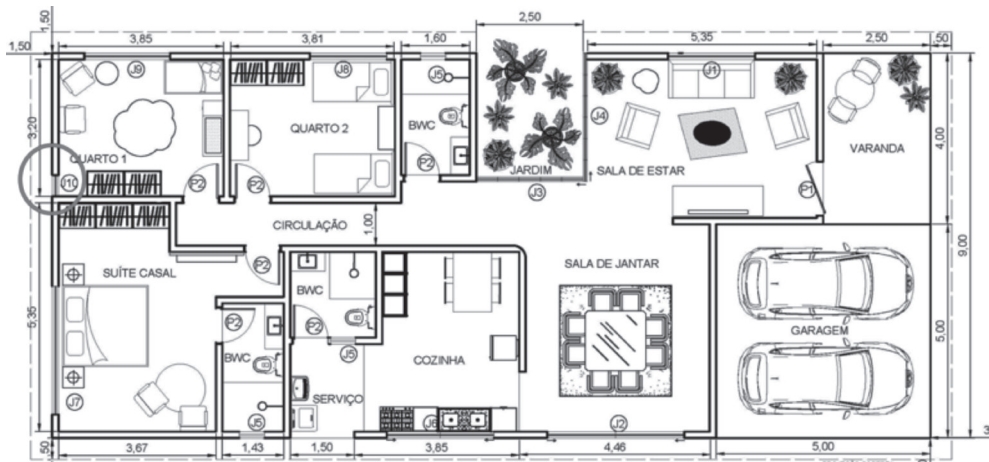
Fonte: Acervo pessoal.

.Figura 9 – Tabela de cálculo, primeira modificação

Ambiente	Área do Piso	Área Aberta (Janela)	% Inicial	Área Proposta	% Final
Suíte Casal	19,49	2	10%	3	15%
Quarto 1	12,32	1,35	11%	2,5	20%
Quarto 2	12,19	1,35	11%	1,8	15%
Sala de Estar + Jardim	19,79	7,53	38%	7,53	38%
Sala de Jantar	21,63	2	9%	3,2	15%
Cozinha	16,17	2	12%	2,5	15%

Fonte: Acervo pessoal.

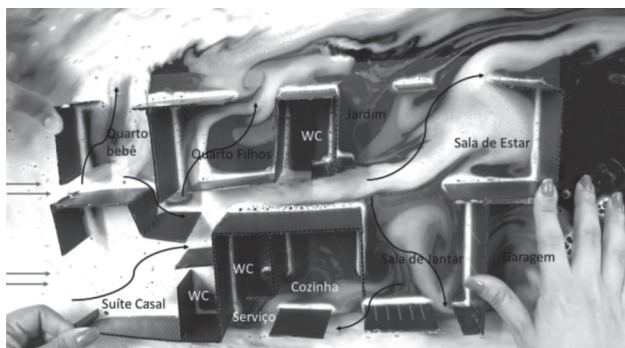
Figura 10 – Planta Baixa, com a segunda modificação; criação da J10, sendo acrescida no quadro de esquadrias



Fonte: Acervo pessoal.

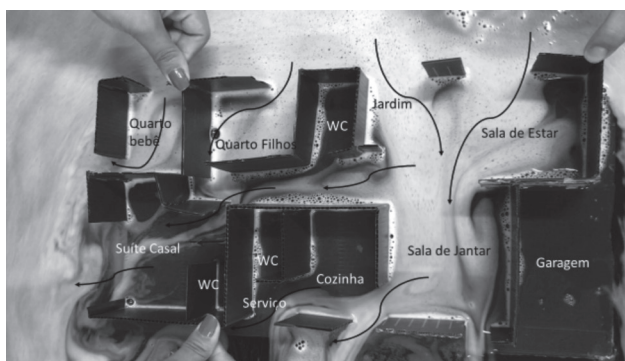
Com essa segunda modificação, a casa inteira, no verão (FIGURA 11) receberá mais vento e estará muito bem ventilada durante o ano, pelo vento sudeste (FIGURA 12). Provando que é de suma importância tanto a análise quantitativa (cálculos), adequado para o que se pede na norma, como a simulação para verificar se na prática, a teoria funciona. No nosso caso, se não tivéssemos aplicado a mesa d'água, não poderíamos saber que o vento sudeste não conseguiria permear o quarto da filha (bebê) e assim não faríamos esta segunda modificação. a qual, serviu para melhoria tanto do quarto como da casa em um todo.

Figura 11 – Escoamento do vento Nordeste, na planta baixa com as segundas modificações



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 12 – Escoamento do vento Sudeste, na planta baixa com as segundas modificações



Fonte: Acervo pessoal.

4.2 ANÁLISE DA INSOLAÇÃO

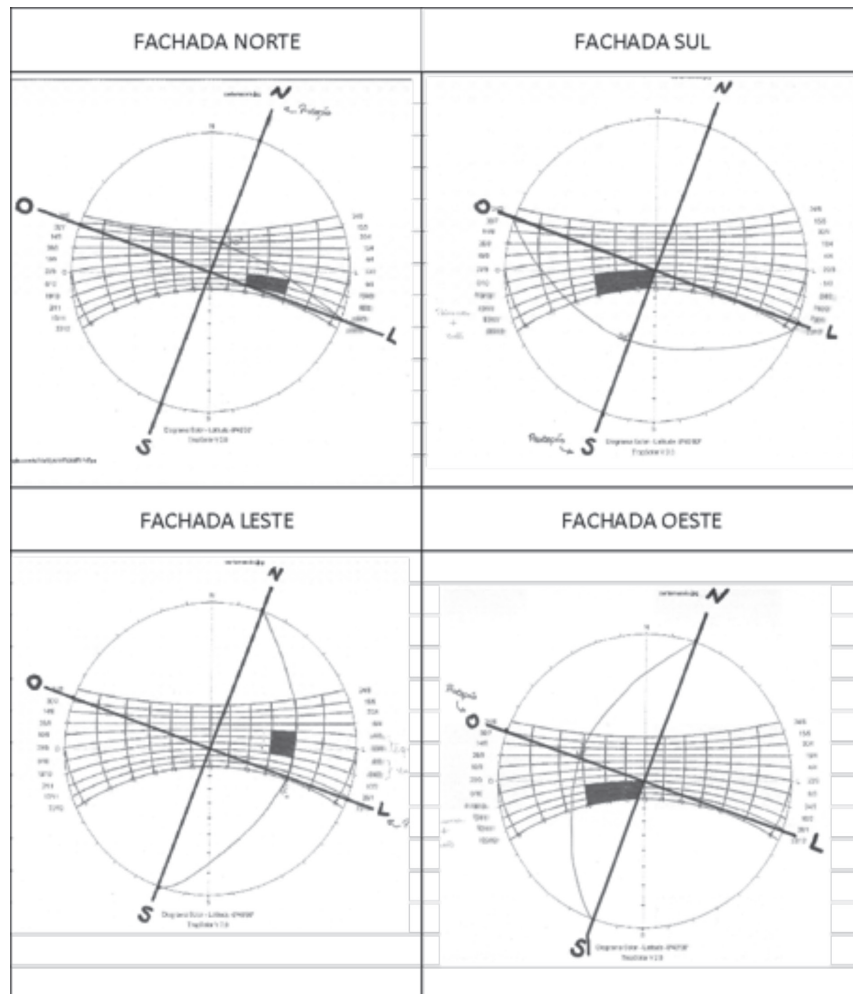
Por meio das cartas solares pode-se prever os ângulos de incidência dos raios solares, para cada hora de qualquer dia, sobre as superfícies das edificações. Essa previsão permite, por exemplo, detalhar projetos de “quebra-sol” de modo a proteger as aberturas, especialmente as superfícies envidraçadas, contra a radiação solar direta (CONFORTO E DESEMPENHO TÉRMICO EM EDIFICAÇÕES, 2008).

Desta maneira, para se proteger a casa, tais cartas solares, foram desenvolvidas, observando o período mais crítico (verão), onde as fachadas estariam mais expostas. A despeito da dinâmica, houve uma pequena mudança, pois, o Norte encontra-se 20° à direita do observador na carta.

Com isso, temos que, na fachada norte, onde se encontra o quarto do casal, sala de jantar, cozinha, área de serviço e garagem, foi pensado em protegê-las das 8h às 10h e o ângulo vertical encontrado na carta solar foi de 70°. Na fachada sul, que contém sala de estar, jardim, banheiro e quarto dos filhos, a proteção foi delimitada para o período das 12h às 15h, também do verão, o que resultou no ângulo vertical

de 55° . Na fachada leste, estão o quarto do casal e o quarto da filha, sendo necessário proteger nos Equinócios das 8h às 9h, resultando em um ângulo vertical de 45° . E na fachada Oeste, que possui varanda e garagem, foi protegida no verão das 12h às 15h, resultando em um ângulo vertical de 60° , conforme mostra a figura 13 abaixo.

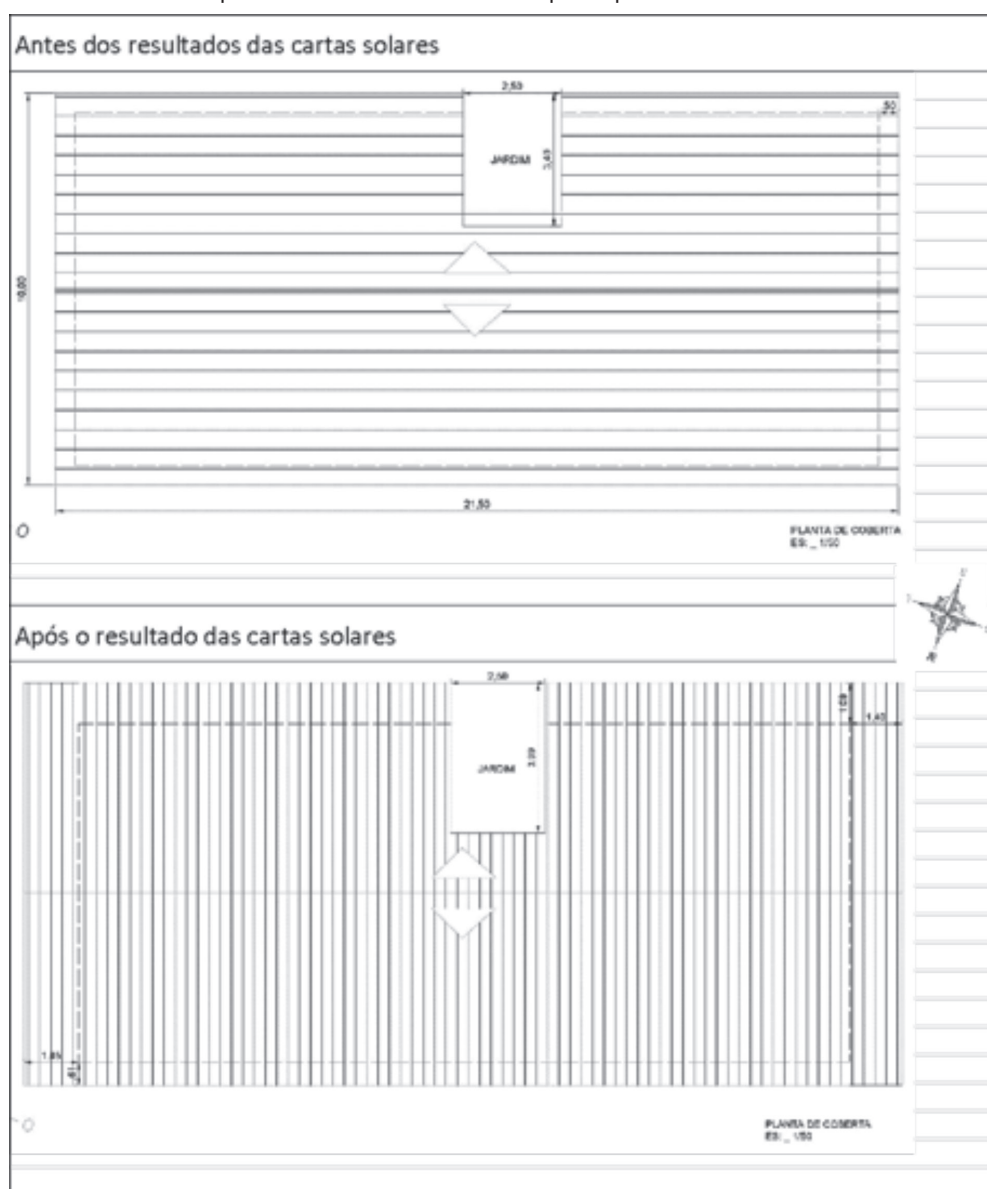
Figura 13 – cartas solares de todas as fachadas



Fonte: Acervo pessoal.

Executamos as cartas a partir da planta baixa com as segundas modificações feitas durante a análise da ventilação e a partir dos ângulos obtidos foi possível redimensionar os beirais para que a proteção solar viesse a ser parte do projeto, onde não tinha, com base nos dias e horários estudados. Com estas modificações, os beirais das fachadas leste e oeste foram aumentados para 1,45m e 1,47m respectivamente, antes com 0,50m. Nas fachadas norte e sul, obtivemos uma diferença, com 0,61m na norte e 1,09m na sul, que foi mantida, por gostos estéticos (FIGURA 14).

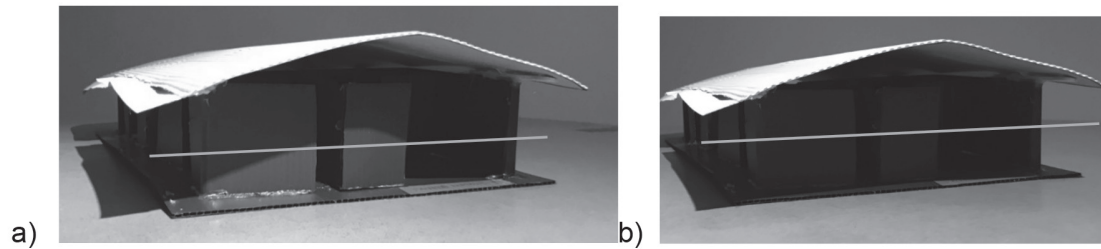
Figura 14 – Antes e Após o estudo das cartas, para protetores horizontais



Fonte: Acervo pessoal.

Depois da modificação dos protetores, para os tamanhos necessários obtidos a partir da carta solar, a maquete da casa, contendo a cobertura foi submetida à simulação no *Heliodon* para conferir, na prática, o desempenho destes beirais. Na simulação da maquete às 09h no verão, foi possível observar que a fachada leste sofria insolação, mas não diretamente. Ou seja, recebia a luminosidade, porém sem radiação direta E a partir das 10h a radiação já não batia mais, indo em direção à fachada sul, conforme Figura 15, onde a linha verde indica a altura do peitoril.

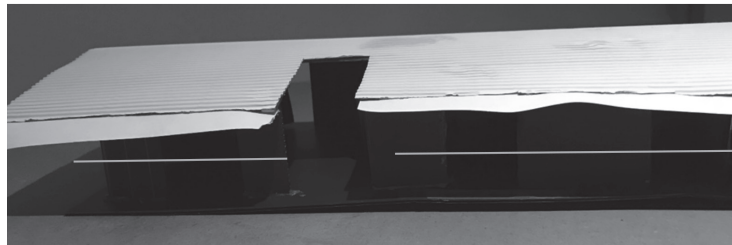
Figura 15 – Simulação no heliodon, fachada leste. a) 9 horas; b) 10 horas. Durante o solstício de verão



Fonte: Acervo pessoal.

No ensaio a partir das 12h, a insolação estava presente na fachada sul, entrando pelo jardim, percorrendo sala estar e um pouco na sala de jantar. Mesmo assim, o protetor conseguiu barrar a radiação na parte dos quartos, que também estão contidos nesta fachada, conforme Figura 16, onde a linha verde indica a altura do peitoril.

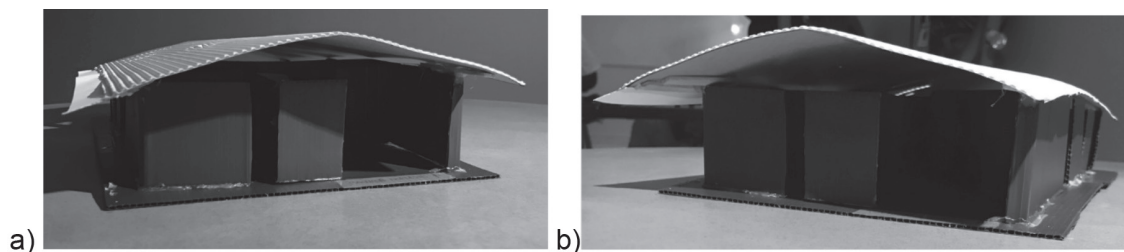
Figura 16 – Ensaio no heliodon; fachada sul, às 12 horas. Durante o solstício de verão



Fonte: Acervo pessoal.

Nos equinócios, foi escolhido proteger a fachada leste na parte da manhã, entre 8 e 9 horas, quando os moradores ainda estão em casa e os filhos acordando. Às 8h foi possível observar que ainda bateu um pouco de sol, mas a insolação vista, é higiênica, ou seja, a fachada leste está recebendo somente de 8 horas um “sol frio”, um pouco acima da altura do peitoril das aberturas, conforme Figura 17, onde a linha verde indica a altura do peitoril.

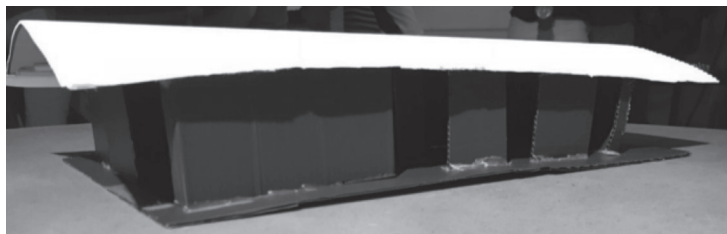
Figura 17 – Análise no heliodon, fachada leste. a) 8 horas; b) 9 horas. Durante os Equinócios



Fonte: Acervo pessoal.

Esta insolação pela manhã, durante os equinócios, não foi somente na fachada leste, mas também na fachada norte, a qual recebeu mais incidência solar às 9h, permeando a cozinha, área de serviço e sala de jantar. E, como dito anteriormente, uma radiação solar higiênica, conforme a Figura 18, onde a linha verde indica a altura do peitoril.

Figura 18 – Análise no heliodon, fachada norte. 9 horas, durante os equinócios



Fonte: Acervo pessoal.

As mudanças adotadas após os cálculos, sendo o aumento dos beirais, foram feitas com intuito de gerar conforto à edificação, e eles não se tornaram empecilhos estéticos para a casa térrea. Foi possível integrar determinadas questões sem comprometer estética e eficiência. Os protetores solares fizeram parte das fachadas também como elementos estéticos, tornando a casa um pouco diferente do comumente visto, por termos mantido os beirais não padronizados, na fachada norte e na sul, com 0,61m e 1,091,10m respectivamente. Assim, deixando a casa com um aspecto diferenciado, e convidativo ao olhar.

5 CONCLUSÕES

O referido artigo buscou analisar qualitativamente o projeto arquitetônico de uma casa térrea, focando nos aspectos de insolação e ventilação natural em Maceió-AL, resultado da integração entre as disciplinas de Conforto Ambiental 1 e Introdução à Produção do Espaço, do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Tiradentes UNIT-AL. Esta experiência mostrou que é de grande importância para a aprendizagem de graduandas de Arquitetura e Urbanismo a integração entre as disciplinas, uma vez que ao conhecer sobre as diretrizes do conforto térmico, desempenho térmico e arquitetura bioclimática e poder aplicá-las na prática, as alunas têm a possibilidade de deixar seu trabalho mais eficiente termicamente.

O conhecimento das exigências humanas de conforto térmico e do clima, associado ao das características térmicas dos materiais e das premissas genéricas para o partido arquitetônico adequado a climas particulares, proporciona condições de projetar edifícios e espaços urbanos cuja resposta térmica atenda às exigências de conforto térmico (FROTA; SCHIFFER, 2003).

Como escrito acima e, respeitando esses parâmetros, a análise da ventilação natural, feita por meio do equipamento mesa d'água, houve a possibilidade de obser-

var o fluxo do vento e seu comportamento, permitindo avaliar a efetividade das aberturas para ventilação propostas, assim como seus defeitos para possíveis adaptações. Como feito projeto analisado, onde, posteriormente das alterações sugeridas, houve uma significativa melhora do fluxo dos ventos por todo o terreno.

Em respeito à análise da insolação, feita por meio das cartas solares, houve a possibilidade de observar a eficiência do dimensionamento dos protetores solares. Assim, analisando se deveria aumentá-lo ou diminuí-lo no decorrer do espaço de tempo escolhido para proteger a fachada. Como feito no projeto analisado, houve um aumento dos beirais para melhor desempenho de sua função. E, por meio do equipamento *heliodon*, possibilitou verificar os valores encontrados (do ângulo) para os protetores solares, fazendo-os funcionais. As soluções utilizadas para a proteção solar no projeto da casa, foram as cobertas de madeiramento com telha colonial e beirais não padronizados, dando um aspecto estético diferenciado.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 15575**. Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

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

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

GISMAYS. **Bairros de Maceió (SHP)**. 2017. Disponível em: <https://gismaps.com.br/downloads/bairros-de-maceio-shp/>. Acesso em: 04 jun 2019.

RORIZ, M. **Conforto e desempenho térmico em edificações**. São Carlos, 2008. (Apostila)

TOLEDO, Alexandre Márcio; COSTA, Isabely Penina C. da; BULHÕES, Michelle Carolline S. **Usuários fecham as varandas dos apartamentos da orla de Maceió: adequação aos novos usos ou inadequação ao clima?** Maceió, 2010.

Data do recebimento: 10 de setembro de 2017

Data da avaliação: 23 de novembro de 2017

Data de aceite: 12 de dezembro de 2017

1 Acadêmica do curso de Arquitetura e Urbanismo, Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.

E-mail: andressinha456@gmail.com

2 Acadêmica do curso de Arquitetura e Urbanismo, Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.

E-mail: helenadimarco03@gmail.com

3 Doutoranda; Professora Adjunto do curso de Arquitetura e Urbanismo, Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL. E-mail: sammea.ribeiro@souunit.com.br