

AValiação DO DESEMPENHO DO SOMBREAMENTO DE UMA CASA LOCALIZADA EM MACEIÓ

Renata Torres Sarmiento de Castro Cavalcante (1); Alexandre Márcio Toledo (2)

(1) Arquiteta, Mestre e professora da Universidade Federal de Alagoas, renatatorrescastro@gmail.com

(2) Arquiteto, doutor, professor da Universidade Federal de Alagoas, prof.amtoledo@gmail.com

Universidade Federal de Alagoas, Campus Arapiraca, Alagoas

RESUMO

A tradição construtiva luso-brasileira, como ilustram as tradicionais casas de fazenda, e o modernismo dos anos de 1950-1970, como as casas modernistas urbanas, adotavam a preocupação com a proteção solar no trópico quente e úmido. A cidade de Maceió apresenta temperaturas amenas durante quase todo o ano, sendo esta elevada entre o Solstício de Verão e o Equinócio de Outono. Uma das principais estratégias bioclimáticas para a cidade é a proteção solar, provocando o máximo de sombreamento nas fachadas e aberturas. O objetivo desse artigo é avaliar o desempenho do sombreamento de uma casa projetada segundo princípios bioclimáticos para a região. A metodologia proposta compreendeu: detalhamento de dados climáticos e estratégias bioclimáticas para Maceió; levantamentos arquitetônicos; realização de ensaios de insolação com modelos virtuais no programa SketchUp; e aplicação da carta solar. Avaliou-se o sombreamento das fachadas em três épocas do ano (Solstício de Verão, Solstício de Inverno e Equinócio) e para cinco horários (08h, 10h, 12h, 14h e 16h). Constatou-se positivo desempenho de sombreamento na casa. Verificou-se a utilização de adequadas estratégias bioclimáticas, porém destacaram-se determinadas soluções inadequadas para o clima quente e úmido, como a ausência de beirais em determinadas fachadas. Concluiu-se pelos adequados princípios bioclimáticos utilizados, porém pela necessidade de experimentos práticos para garantir adequado sombreamento nos horários pré-determinados. Sugere-se a aplicação da metodologia proposta e das ferramentas de avaliação em pesquisas e planejamento arquitetônico para possibilitar maior garantia de sombreamento nas edificações localizadas em regiões de clima quente e úmido.

Palavras-chave: sombreamento, arquitetura bioclimática, conforto térmico.

ABSTRACT

The constructive Brazilian tradition, like the traditional farm houses, and the modernism of the years 1950-1970, like the urban modernist houses, adopted the concern about sun protection in hot and humid tropics. The Maceió city has good temperatures throughout most of the year. The high temperature occurs during the Summer and the Autumnal. One of the main bioclimatic strategies for the city is shading the facades. The aim of this article is to evaluate the performance of the shading of a house designed according to principles for bioclimatic region. The methodology included: detailed climatic data and bioclimatic strategies to Maceió, architectural surveys, testing virtual models with the computer program SketchUp and use the solar letter. It was evaluated the shading of the facades in three seasons (Summer Solstice, Winter Solstice and Equinox) and five times (08h, 10h, 12h, 14h and 16h). It was found positive performance of shading. There was the use of bioclimatic strategies appropriate in the house, but some strategies are inadequate solutions to the climate hot and humid like facades without protectors. It is suitable for use bioclimatic principles, but it is necessary to use practical experiments.. It's suggested to apply this methodology and assessment tools in research and architectural planning to provide greater assurance of shading in buildings located in regions of hot and humid climate.

Keywords: computer simulation, calibration, thermal performance.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, composto por um amplo território, possui um zoneamento compreendido por oito diferentes zonas. A cidade de Maceió, no estado de Alagoas, é caracterizada com o clima quente e úmido, situando-se na zona bioclimática de número 8 (ABNT, 2005). Situa-se a 9°40' Sul de latitude e a 35°42' oeste de longitude e possui alta umidade do ar (TOLEDO, 2001; LÔBO; BITTENCOURT, 2003).

Este clima apresenta, basicamente, duas estações bem definidas, possuindo pequena variação de temperatura entre elas, em torno de 4 °C. O verão é caracterizado por temperaturas mais altas e pouca pluviosidade, e o inverno é caracterizado por temperaturas mais amenas e alta pluviosidade (TOLEDO, 2001).

De acordo com as características do clima quente e úmido, as principais estratégias bioclimáticas abordam a captação de ventilação natural e a promoção de sombreamento, sendo este último a estratégia mais importante para minimizar ganhos de calor (por meio da radiação solar).

2. OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo avaliar o desempenho do sombreamento de uma casa projetada segundo os princípios bioclimáticos para o clima da região na cidade de Maceió, Alagoas.

3. MÉTODO

Para atingir o objetivo deste trabalho, o método apresenta-se em: exposição do objeto de estudo segundo o levantamento, apresentação do programa de computador *SketchUp* e da Carta Solar e explicitação dos procedimentos metodológicos utilizados.

3.1. Objeto de Estudo

A Casa, projetada pelos arquitetos e professores da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) Regina Dulce e Leonardo Bittencourt entre 1979 e 1980, compreende uma área de, aproximadamente, 160m². Situa-se no bairro da Garça Torta, em um terreno em acíve que mede 11,70m x 56,70m.

Situado às margens da rodovia AL 101 Norte, o terreno é circundado por casas e terrenos nas laterais e na frente (no lado oposto da rodovia) (figura 1). O lote é composto por longos jardins frontais e de fundos, que, por possuir acíve acentuado, a face posterior do terreno limita-se apenas com grandes vegetações (figura 2).



Figura 1 – Entorno da Casa e fachada, respectivamente



Figura 2 – Localização da Casa no terreno

O programa inicial da Casa contemplou 3 quartos, 1 banheiro social, sala de estar e jantar, varanda de frente, quarto e banheiro de serviço, cozinha, área de serviço, coradouro e um estar íntimo no mezanino (leitura), compreendendo 124m² de área construída. A coberta utilizou telha canal, em duas águas, com

inclinação de cerca de 30% e laje plana impermeabilizada no volume da caixa d'água.

Segundo a proprietária e arquiteta, Regina Dulce Lins, o partido arquitetônico baseou-se em construir uma casa utilizando materiais resistentes, porém de baixo custo, que se tornasse uma casa fácil de vender, uma vez que pretendiam morar na edificação por cerca de dois anos, apenas. Contudo, Regina Dulce morou na casa durante 30 anos e 3 meses. A escolha por encostar a casa aos muros laterais do lote deu-se por obter maior segurança; contudo, houve preocupação em setorizar os espaços de acordo com as características climáticas do local.

Para atender às necessidades dos moradores ao longo do tempo, a casa passou por uma pequena ampliação e duas reformas. A ampliação ocorreu com a construção de uma câmara escura para laboratório de fotografia (e, por isso, não há janelas) logo no início da morada. Na primeira reforma, entre os anos de 1994 e 1995, o quarto 03 foi ampliado e criado uma área para roupeiro (o qual acima deste possui uma espécie de sótão).

Construiu-se um banheiro íntimo para o mesmo quarto transformando-o em suíte. A ampliação do quarto e a construção do banheiro íntimo resultaram na criação de uma varanda de fundos, posteriormente fechada com grades por motivo de segurança. Desta forma, em virtude da cobertura existente já alcançar baixa altura na fachada posterior, a solução de cobertura para a reforma foi laje plana impermeabilizada e uso de pérgulas na varanda de fundos e em pequena parcela do banheiro da suíte. A forma irregular da suíte deu-se em virtude do desvio necessário elaborado em relação à uma escada de acesso aos fundos do terreno e ao muro de arrimo existentes.

Em 2003, a casa passou pela segunda reforma. Ampliou-se a cozinha, ocupando o espaço da área de serviço, a qual foi transferida para o coradouro criando uma pequena escada entre os ambientes (área descoberta) e ampliando-o. Criou-se uma integração entre a cozinha e a varanda de frente por meio do emprego de uma janela entre os dois ambientes. A área de serviço localizou-se, então, em um espaço separado e de altura mais baixa do que o restante da casa. Relocou-se o banheiro de serviço para a nova área de serviço e ampliou-se o quarto de serviço, o qual transformou-se em depósito. Com o passar dos anos, a câmara escura também se tornou um depósito. O mezanino não sofreu nenhuma reforma.

Atualmente, a edificação possui um pavimento térreo compreendido por sala de estar, sala de jantar, cozinha, 2 quartos, 1 suíte, banheiro social, 2 depósitos, varanda de frente e de fundos e área de serviço em um espaço anexo; e um pavimento mezanino que compreende uma sala de leitura (figura 3).

3.2. SketchUp e Carta Solar

A pesquisa experimental consistiu em simulações no programa de computador *SketchUp 7.1* para verificação das sombras nas fachadas das casas. A Carta Solar específica para a latitude de Maceió serviu como auxílio da avaliação do desempenho do sombreamento.

O *SketchUp* é um programa bastante intuitivo e de excelentes funções para criação de modelos tridimensionais. Contudo, o programa não calcula quantitativo de materiais e não possui recursos para executar cálculos, de forma fisicamente fundamentada, de temperatura dos fenômenos luminosos naturais (RAMIREZ; SILVA; LIMA, 2009).

No entanto, apresenta uma ferramenta através da qual é possível visualizar o sombreamento que a incidência da radiação solar gera nos volumes esboçados, inserindo os dados da região em estudo (latitude e longitude) e indicando o Norte verdadeiro do projeto.

Para cômputo das áreas de cada fachada sombreada, transferiu-se a imagem de cada fachada para o programa *AutoCAD 2D* para cômputo da área total da fachada. Computou-se a área total sombreada e a partir das duas áreas encontradas, gerou-se a porcentagem de área da fachada sombreada. Não considerou-se a cobertura na apuração das áreas, uma vez que, em baixas latitudes, esta recebe radiação solar durante praticamente todo o dia.

3.3 Procedimentos Metodológicos

Avaliou-se o desempenho do sombreamento de cada fachada em três épocas do ano (tabela 1): Solstício de Verão (22 de dezembro), Solstício de Inverno (22 de junho) e Equinócio (22 de março ou 22 de setembro); e em cinco horários durante o dia: 08h (quando a temperatura do ar começa a aumentar consideravelmente), 10h (horário intermediário na manhã), 12h (horário de maior incidência na cobertura), 14h (horário intermediário na tarde) e 16h (posição horizontal durante a tarde). Para cada período de sombreamento ponderou-se um valor de desempenho; e para cada fachada ponderou-se um valor de peso.



Figura 3 – Plantas arquitetônicas da Casa

Para cada época do ano e para cada horário do dia aplicou-se um peso de acordo com as características de cada período avaliado (tabelas 1 e 2). Para a avaliação e determinação do Desempenho do Sombreamento de cada uma das quatro Fachadas (DS) das casas aplicou-se a equação 01, multiplicando o desempenho de cada período avaliado pelos respectivos pesos dos horários do dia e dos períodos do ano; somados os resultados e dividido pela soma de todos os pesos.

Tabela 1 – Dado: Exposição das fachadas

CLASSIFICAÇÃO	COMPORTAMENTO VERIFICADO	DESEMP.	PESOS
Inexistente	Nenhuma parcela da fachada é protegida.	0	De acordo com cada horário e cada período do ano avaliados
Totalmente Exposta	Até 10% da fachada é protegida.	1	
Muito Exposta	Mais de 10% a 20% da fachada é protegida.	2	
Exposta	Mais de 20% a 30% da fachada é protegida.	3	
Parcialmente Exposta	Mais de 30% a 40% da fachada é protegida.	4	
Pouco Protegida	Mais de 40% a 50% da fachada é protegida.	5	
Parcialmente Protegida	Mais de 50% a 60% da fachada é protegida.	6	
Mais protegida que Exposta	Mais de 60% a 70% da fachada é protegida.	7	
Protegida	Mais de 70% a 80% da fachada é protegida.	8	
Muito Protegida	Mais de 80% a 90% da fachada é protegida.	9	
Totalmente Protegida	Mais de 90% a 100% da fachada é protegida.	10	

Tabela 2 – Pesos dos períodos do ano e dos horários ao longo do dia

Período do Ano	Peso	Horário do Dia	Peso	Horário do Dia	Peso
Solstício de Verão	3	8h	1	14h	4
Equinócios	2	10h	2	16h	4
Solstício de Inverno	1	12h	3		

$$DS = \frac{[(Eq_8 \times 1) + (Eq_{10} \times 2) + (Eq_{12} \times 3) + (Eq_{14} \times 4) + (Eq_{16} \times 4)] \times 2 + [(Si_8 \times 1) + (Si_{10} \times 2) + (Si_{12} \times 3) + (Si_{14} \times 4) + (Si_{16} \times 4)] \times 1 + [(Sv_8 \times 1) + (Sv_{10} \times 2) + (Sv_{12} \times 3) + (Sv_{14} \times 4) + (Sv_{16} \times 4)] \times 3}{84}$$

[Eq. 01]

Para avaliação do Desempenho Final da Insolação e do Sombreamento (DF-IS) da casa avaliada, durante todo o ano, determinaram-se pesos para cada fachada da casa, os quais classificaram-se de acordo com a importância de sombrear cada orientação para a baixa latitude de Maceió (tabela 3).

Tabela 3 – Pesos dos períodos do ano e dos horários ao longo do dia

Fachada	Peso	Fachada	Peso	Fachada	Peso	Fachada	Peso
Leste	1	Sul	3	Nordeste	1	Noroeste	3
Norte	2	Oeste	4	Sudeste	2	Sudoeste	4

Determinou-se a avaliação final da insolação e sombreamento (DF-IS), utilizando a equação 02: somar os resultados das multiplicações do valor de cada fachada (obtido na equação 01) pelo peso específico e dividido pela soma dos pesos. O resultado final da casa caracterizou-se de acordo com a tabela 4.

Tabela 4 – Valores de Desempenho Final das Avaliações

DESEMPENHO FINAL DAS AVALIAÇÕES					
RESULTADOS NEGATIVOS		RESULTADOS NEUTROS		RESULTADOS POSITIVOS	
Pontuação Média	Avaliação Final	Pontuação Média	Avaliação Final	Pontuação Média	Avaliação Final
0,1 a 1	Péssimo	4,1 a 5	Razoável	6,1 a 7	Adequado
1,1 a 2	Insatisfatório	5,1 a 6	Moderado	7,1 a 8	Bom
2,1 a 3	Muito Baixo			8,1 a 9	Muito Bom
3,1 a 4	Baixo			9,1 a 10	Ideal

$$DF-IS = \frac{(FC_1 \times Pf_1) + (FC_2 \times Pf_2) + (FC_3 \times Pf_3) + (FC_4 \times Pf_4)}{10}$$

[Eq. 02]

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A Casa apresenta quatro fachadas (Sudeste, Noroeste, Sudoeste e Nordeste) sendo duas antecidas ou sucedidas por longos jardins e duas nos limites dos muros laterais da casa, com ausência de recuos laterais. Todas as fachadas apresentaram diferentes planos de sombreamento, os quais se consideraram conjuntamente para cômputo da área da fachada sombreada, de acordo com as imagens registradas no programa de computador *SketchUp*.

Não se considerou a área de serviço para avaliação do sombreamento, por situar-se em um nível

mais baixo do terreno e em um volume separado do restante dos ambientes da casa, além de compor-se de um ambiente de área molhada e integrar-se ao setor de serviço necessitando, portanto, de razoável insolação e de baixo desempenho em relação ao sombreamento.

4.1 Fachada Sudeste

A fachada Sudeste é a principal da casa, sendo antecedida por um longo jardim de mais de 20 metros de comprimento em declive. Há beirais em toda a fachada com exceção do mezanino, o qual é desprovido de protetores solares; toda a face é composta por esquadrias em vidro fixo e com venezianas. Devido à existência da varanda de frente, a fachada apresenta dois planos de sombreamento: o 1º plano é composto pelas paredes da cozinha e pelos pilares da varanda; o 2º plano compreende a parede dos quartos, da sala de estar e da sala de leitura (mezanino). Além dos beirais que protege o 1º plano, o 2º plano é protegido, ainda, pela varanda de frente (figura 4). Aplicando a Carta Solar da latitude de Maceió na fachada Sudeste da Casa 1, o período de insolação compreende de 5h30 às 12h no Solstício de Verão, de 6h às 11h30 nos Equinócios e de 6h15 às 9h45 no Solstício de Inverno.

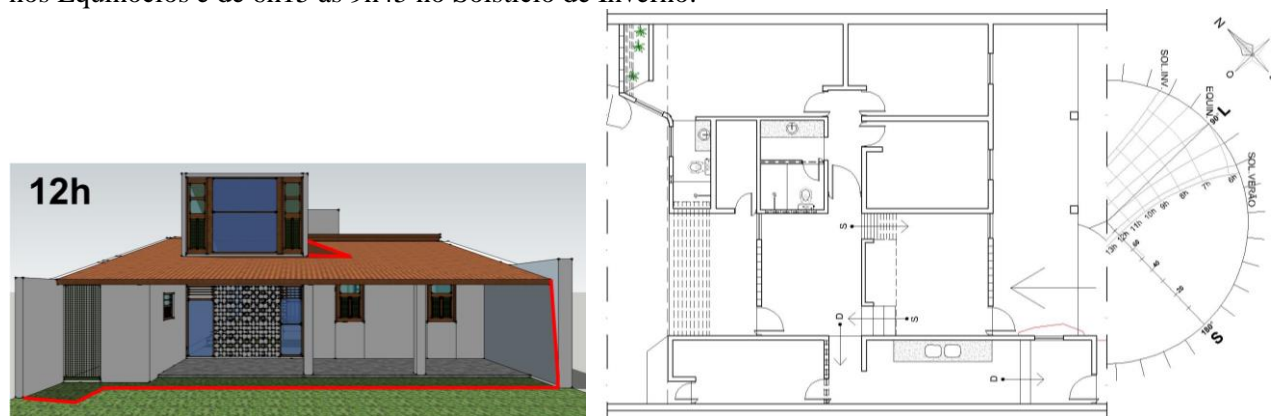


Figura 4 –Fachada Sudeste e aplicação da Carta Solar, respectivamente

Quadro 1 – Sombreamento da Fachada Sudeste no Solstício de Verão

HORÁRIOS	RESULTADO	DESEMP.
8 horas	A fachada recebe insolação em uma pequena parcela do piso da varanda frontal, em parte dos pilares e em grande parcela da parede que dá acesso à cozinha. O mezanino, por não possuir beirais, recebe grande incidência solar. Cerca de 60% da área total da fachada é sombreada.	6
10 horas	A varanda encontra-se totalmente sombreada e a incidência na parede da cozinha é reduzida. Contudo, o mezanino continua recebendo grande radiação solar. Cerca de 70% da área total da fachada é sombreada.	7
12 horas	Toda a varanda e toda a parede da cozinha encontram-se sombreadas e protegidas da radiação solar. Porém, o mezanino continua recebendo radiação solar intensa, resultando em incidência do Sol durante todo o período da manhã. Cerca de 85% da área total da fachada é sombreada.	9
14 horas	Apenas uma mínima parcela do mezanino não é sombreada. Cerca de 93% da área da fachada é sombreada.	10
16 horas	Toda a fachada é sombreada (100%) uma vez que o Sol já se encontra quase completamente voltado para a orientação Oeste.	10

Quadro 2 – Sombreamento da Fachada Sudeste no Equinócio

HORÁRIOS	RESULTADO	DESEMP.
8 horas	A varanda frontal encontra-se quase totalmente sombreada, recebendo incidência solar apenas em uma ínfima faixa próxima ao piso. Grande parcela da parede da cozinha e da grade vazada recebe radiação solar direta, transmitindo calor ao ambiente interno. Cerca de 75% da área total da fachada é sombreada.	8
10 horas	A varanda e a parede da cozinha se encontram totalmente sombreadas, havendo incidência da radiação solar apenas na fachada do mezanino. Cerca de 87% da área total da fachada é sombreada.	9
12 horas	A fachada é totalmente sombreada (100%), uma vez que o Sol encontra-se mais direcionado para o sentido Oeste neste período do ano.	10
14 horas		10
16 horas		10

Quadro 3 – Sombreamento da Fachada Sudeste no Solstício de Inverno

HORÁRIOS	RESULTADO	DESEMP.
8 horas	Toda a varanda e parede da cozinha encontram-se totalmente sombreadas. Apenas o mezanino, por falta de beirais de proteção, recebe radiação solar. Cerca de 80% da área total da fachada sombreada.	8
10 horas	Apenas uma pequena parcela do mezanino não é sombreada. Cerca de 90% da área total da fachada sombreada.	9
12 horas	100% da área da fachada é sombreada.	10
14 horas		10
16 horas		10

Aplicando a equação 01 e de acordo com os cinco horários avaliados durante os três períodos do ano, a fachada alcançou o resultado **9,4** (quadro 5.5), o qual é classificado como desempenho **Ideal**. Contudo, é importante frisar que, mesmo obtendo desempenho de sombreamento positivo, o mezanino não possui beirais, gerando transmissão e condução do calor ao ambiente interno e necessitando, portanto, de sombreamento por meio de demais protetores solares.

4.2 Fachada Noroeste

A fachada Noroeste (figura 5) compreende a face posterior da casa, a qual possui um longo jardim de fundos em declive ao longo do complemento do terreno. A cobertura em telha canal alcança até o depósito 2 e apenas uma parcela da suíte, da varanda e do depósito 1; o restante dos ambientes e o banheiro íntimo são cobertos por laje plana impermeabilizada e pérgulas localizadas na varanda de fundos e no jardim da suíte. A varanda de fundos é fechada com grades vazadas e há uso de cobogós na suíte e entre a varanda de fundos e a sala de jantar. Com a existência da varanda e o avanço da suíte, a fachada apresenta três planos de sombreamento: o 1º plano é composto pela parede da suíte; o 2º plano compreende a parede do banheiro íntimo e do depósito 1; e o 3º plano é composto pela parede da sala de jantar, sendo este plano protegido pela varanda de fundos.

Aplicando a Carta Solar, o período de insolação compreende de 12h às 18h30 no Solstício de Verão, 11h30 às 18h nos Equinócios e de 10h15 às 17h45 no Solstício de Inverno.

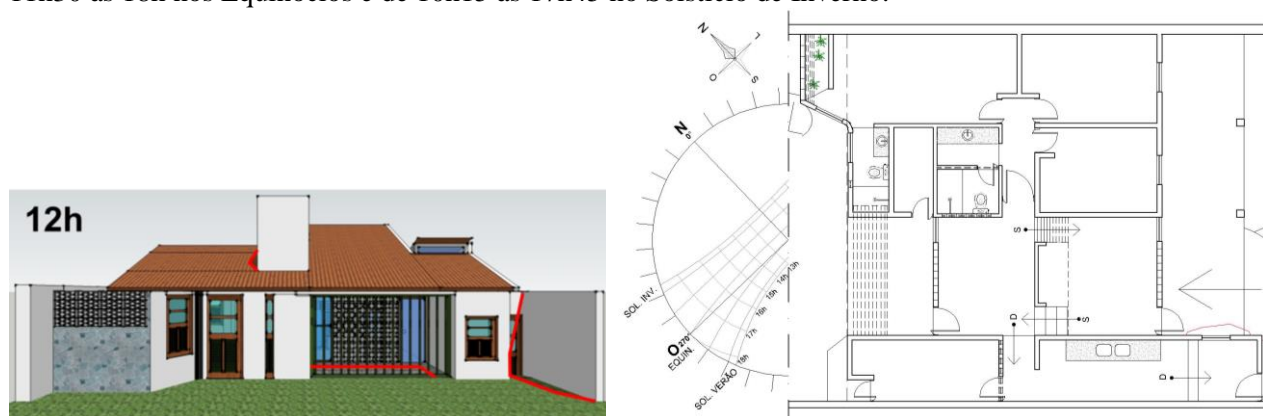


Figura 5 –Fachada Noroeste e aplicação da Carta Solar, respectivamente

Quadro 4 – Sombreamento da fachada Noroeste no Solstício de Verão

HORÁRIOS	RESULTADO	DESEMP.
8 horas	A fachada é completamente sombreada (100%) por situar-se direcionada para o sentido Oeste e Norte, uma vez que, no verão, o Sol volta-se mais a direção Sul gerando mais sombreamento na direção Norte.	10
10 horas	Toda fachada é sombreada (100%).	10
12 horas	Por possuir parte da cobertura em laje impermeabilizada, ao meio dia a fachada já recebe grande insolação sendo sombreada apenas em uma parcela da parede do depósito 1. Cerca de 19% da fachada total é sombreada.	2
14 horas	O muro lateral promove sombreamento em uma parcela da fachada, compreendendo 30% da fachada total sombreada.	3
16 horas	Grande parte da fachada recebe insolação, apresentando sombreamento de 42% provocado pelo muro lateral.	5

Quadro 5 – Sombreamento da fachada Noroeste nos Equinócios

HORÁRIOS	RESULTADO	DESEMP.
8 horas	Por situar-se direcionada para a orientação Oeste, apenas uma pequena parcela da parede do depósito 1 e da varanda de fundos não é sombreada. Cerca de 95% da área da fachada total é sombreada.	10
10 horas	Toda a fachada é sombreada (100%).	10
12 horas	Quase toda a fachada recebe radiação solar apresentando sombreamento apenas em pequena parcela do depósito 1, na varanda de fundos e na parede da sala de jantar, a qual encontra-se mais recuada que as demais paredes da fachada (20% da fachada total sombreada).	2
14 horas	O depósito 1 apresenta maior sombreamento provocado pelo muro lateral, porém a varanda de fundos e a parede da sala de jantar desenvolve maior insolação. Cerca de 18% da fachada total é sombreada.	2
16 horas	O muro lateral promove maior sombreamento no depósito 1 e a varanda de fundos encontra-se mais sombreada. Cerca de 32% da fachada total é sombreada.	4

Quadro 6 – Sombreamento da fachada Noroeste no Solstício de Inverno

HORÁRIOS	RESULTADO	DESEMP.
8 horas	Apenas uma pequena parcela da varanda de fundos não recebe sombreamento. Cerca de 95% da fachada total é sombreada.	10
10 horas	Apenas 32% da fachada total é sombreada em virtude do Sol, nesse período do ano, encontrar-se mais direcionado para a orientação Norte e, portanto, mais direcionado para essa fachada.	4
12 horas	Apenas 15% da fachada total é sombreada compreendendo parcela da varanda de fundos e da parede da suíte.	2
14 horas	Pequena parcela da parede do depósito 1 e da varanda de fundos são sombreadas. Cerca de 10% da fachada total é sombreada.	1
16 horas	A fachada recebe sombreamento no depósito 1 por meio do muro lateral e na varanda de fundos, compreendendo cerca de 30% da fachada total sombreada.	3

Aplicando a equação 01 e de acordo com os cinco horários avaliados durante os três períodos do ano, a fachada alcançou o resultado **4,3**, o qual é classificado como desempenho **Razoável**. Confirma-se, portanto, que a composição da fachada, sem beirais e dispositivos de proteção solar, permitiu grande incidência solar nesta face em muitos horários avaliados, principalmente no período da tarde, necessitando, desta forma, de sombreamento por meio de protetores solares de forma a minimizar a transmissão e condução de calor para o interior dos ambientes.

4.3 Fachada Sudoeste

A fachada Sudoeste (figura 6) compreende a fachada lateral direita da casa 1 e apresenta três planos: o 1º composto pelas paredes da cozinha e do depósito 1; o 2º compreende a empena da cobertura do mezanino; e o 3º abrange o volume da caixa d'água localizado acima do banheiro social. O 1º plano é vinculado ao muro de divisa de lotes não havendo, portanto, recuo entre o limite do terreno e a fachada. Deste modo, não há emprego de aberturas no 1º e no 2º plano e não há uso de protetores solares em nenhum dos três planos dessa face. O 3º plano apresenta uma abertura em vidro na altura do banheiro social.

Aplicando a Carta Solar, o período de insolação compreende de 10h45 às 18h15 no Solstício de Verão, 12h30 às 18h nos Equinócios e de 17h30 às 14h no Solstício de Inverno.

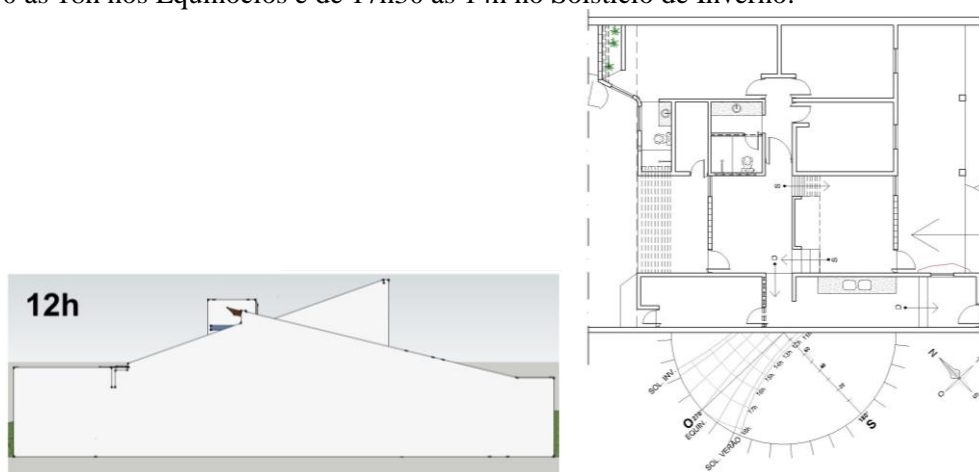


Figura 6 –Fachada Sudoeste e aplicação da Carta Solar, respectivamente

Quadro 7 – Sombreamento da fachada Sudoeste no Solstício de Verão

HORÁRIOS	RESULTADO	DESEMP.
8 horas	Toda a fachada é sombreada (100%). Em virtude da ausência de beirais e uma vez que o Sol encontra-se direcionado para a orientação Sul nessa época do ano, toda a fachada recebe radiação solar (0% de sombreamento).	10
10 horas		10
12 horas		0
14 horas		0
16 horas		0

Quadro 8 – Sombreamento da fachada Sudoeste nos Equinócios

HORÁRIOS	RESULTADO	DESEMP.
8 horas	Toda a fachada é sombreada, 100%.	10
10 horas		10
12 horas		10
14 horas	Toda a fachada recebe radiação solar (0% de sombreamento) uma vez que não há protetores solares.	0
16 horas		0

Quadro 9 – Sombreamento da fachada Sudoeste no Solstício de Inverno

HORÁRIOS	RESULTADO	DESEMP.
8 horas	Toda a fachada é sombreada, 100%.	10
10 horas		10
12 horas		10
14 horas	A radiação solar incide em toda a fachada (0% de sombreamento), uma vez que não há uso de protetores solares.	0
16 horas		1

A fachada Sudoeste alcançou, de acordo com a aplicação dos resultados na equação, o resultado **3,2** o qual é classificado como desempenho **Baixo**. Portanto, obtendo resultado negativo de sombreamento, frisa-se que a fachada recebe radiação solar durante, pelo menos, todas as tardes do ano por não apresentar nenhum tipo de proteção solar, necessitando, deste modo, de dispositivos solares de forma a evitar a condução de calor aos ambientes internos através dos fechamentos opacos (paredes). Contudo, a parede possui maior espessura, dificultando e minimizando o calor conduzido ao ambiente interno.

4.4 Fachada Nordeste

A fachada Nordeste (figura 7) compreende a fachada lateral esquerda da Casa 1, alinhada ao muro lateral. Da mesma forma que ocorre na fachada Sudoeste, a fachada Nordeste apresenta três planos: o 1º plano abrange a parede da suíte, roupeiro, quarto 2 e varanda de frente; o 2º plano compõe o volume da caixa d'água localizado acima do banheiro; e o 3º plano compreende a empena da cobertura do pavimento mezanino. O 1º plano coincide ao muro de divisa de lotes, não havendo recuo lateral entre o limite do terreno e a edificação. Portanto, não há emprego de aberturas no 1º plano e no 3º plano da fachada, havendo apenas abertura em vidro no 2º plano (na altura do banheiro social); e não há uso de protetores solares em nenhum dos planos da face.

Aplicando a Carta Solar da latitude de Maceió na fachada Nordeste da Casa 1, o período de insolação é de 5h45 às 10h45 no Solstício de Verão, de 6h às 12h30 no Solstício de Inverno e de 6h30 às 14h nos Equinócios.

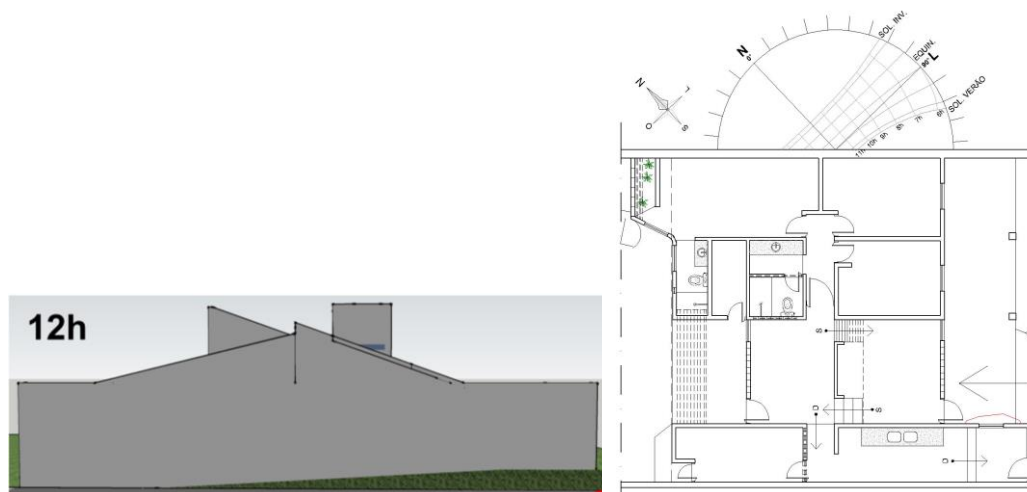


Figura 7 –Fachada Sul e aplicação da Carta Solar, respectivamente

Quadro 10 – Sombreamento da fachada Nordeste no Solstício de Verão

HORÁRIOS	RESULTADO	DESEMP.
8 horas	Toda a fachada é sombreada em virtude de o Sol, nessa época do ano, encontrar-se mais direcionado para a orientação Sul.	0
10 horas		0
12 horas		10
14 horas		10
16 horas		10

Quadro 11 – Sombreamento da fachada Nordeste nos Equinócios e no Solstício de Inverno

HORÁRIOS	RESULTADO	DESEMP.
8 horas	Toda a fachada recebe radiação solar (0% de sombreamento) uma vez que não há protetores solares.	0
10 horas		0
12 horas		0
14 horas	Toda a fachada é sombreada, 100%.	10
16 horas		10

Por apresentar elevado sombreamento durante o período do dia de maior temperatura (tarde), a fachada alcançou, de acordo com a equação, o resultado **6,7**, o qual é classificado como desempenho **Adequado**.

4.5 Sombreamento Final da Casa

O sombreamento obteve resultado final de **5,1** de acordo com a aplicação dos resultados das quatro fachadas avaliadas e seus respectivos pesos na equação. Esse valor é classificado como desempenho **Moderado**. O resultado médio do desempenho do sombreamento deu-se, principalmente, por apresentar grande incidência solar na fachada de maior peso (Sudoeste), em virtude de não haver nenhum tipo de dispositivo de proteção solar. Além disso, os melhores desempenhos de sombreamento ocorreram nas fachadas de menor peso (Nordeste e Sudeste). Desta forma, por obter um resultado no limite do recomendado para o desempenho neutro da casa, vale ressaltar que, principalmente as fachadas Noroeste e Sudoeste necessitariam de maior proteção solar, por apresentarem algumas deficiências no sombreamento e por terem obtido desempenhos relativamente baixos.

5. CONCLUSÕES

A fachada **Sudeste** apresentou o melhor sombreamento, uma vez que apresenta dispositivos de proteção solar como beirais e varanda no pavimento térreo. Apesar de resultar em desempenho Muito Bom, o mezanino recebeu elevada incidência solar ao longo dos períodos avaliados, por não apresentar nenhum dispositivo de proteção solar, sendo ainda prejudicado com o uso de vidro fixo no centro da face aumentando a transmissão de calor ao ambiente interno, necessitando, portanto, de protetores solares.

A fachada **Noroeste**, apesar de apresentar varanda e pérgulas, é prejudicada por apresentar uma parcela da face sem uso de beirais ou de protetores solares, transmitindo e conduzindo calor aos ambientes. Contudo, nessa direção existem árvores, as quais podem desenvolver sombreamento na fachada.

A fachada **Nordeste** desempenhou o segundo melhor sombreamento em virtude de receber insolação apenas durante as manhãs e de possuir a parede da face em maior largura, contudo, não apresenta nenhum tipo de protetor solar.

A fachada **Sudoeste**, com o pior desempenho da insolação, não apresenta nenhum tipo de protetor solar, resultando, desta forma, incidência da radiação solar principalmente durante a tarde, a qual conduz calor aos ambientes internos através das paredes, apesar de integrar apenas ambientes de serviço como a cozinha e o depósito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho Térmico de Edificações, 2005.
- LÔBO, D.G.F.; BITTENCOURT, L.S. A influência dos captadores de ventos na ventilação natural de habitações populares localizadas em climas quentes e úmidos. **Ambiente Construído**, Revista da Antac, v.3. n.2, 2003.
- RAMIREZ, M.C. SILVA, N.F. LIMA, E.M. Modelagem tridimensional computacional e processo de projeção arquitetônica. **Periódico Eletrônico de Arquitetura e Urbanismo**, Paranoá, v. 11, 2009.
- TOLEDO, A.M. **Ventilação natural e conforto térmico em dormitórios: Aspectos bioclimáticos para uma revisão do código de obras e edificações de Maceió/AL**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRS, 2001.