



**ESTUDO DA GEOMETRIA DA INSOLAÇÃO NO PROJETO DE BRISE-SOLEIL:
USO DE ESTRATÉGIA BIOCLIMÁTICA EM HABITAÇÕES POPULARES DE
PAULO AFONSO-BA**

*STUDY OF INSULATION GEOMETRY IN THE BRISE-SOLEIL PROJECT: USE OF
BIOCLIMATIC STRATEGY IN POPULAR HOUSING IN PAULO AFONSO-BA*

Gleudson Martins da Costa

Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8956-6400>

E-mail: gmcosta@uefs.br

Submetido: 7 out. 2024.

Aprovado: 5 ago. 2025.

Publicado: 2 set. 2025.

E-mail para correspondência:

gmcosta@uefs.br

Resumo: As modificações causadas ao meio ambiente têm levado o ser humano a repensar suas atitudes em relação à natureza. Diante dessa problemática, o conceito de Desenvolvimento Sustentável tem sido empregado nos mais diferentes contextos e propósitos. Na construção civil, este termo pode ser aplicado por meio da proposta de edificações que interajam adequadamente com as condições climáticas do ambiente ao seu entorno e garantam o conforto para seus usuários. Nesses moldes, o presente trabalho busca debater sobre as formas de melhorar a sustentabilidade nos edifícios do semiárido brasileiro, através da proposta de brise-soleil para um conjunto habitacional situado em Paulo Afonso-BA. De acordo com o estudo da geometria da insolação na localidade, foram sugeridos modelos de quebra-sóis que protegessem as janelas da radiação solar direta, principalmente, nos períodos em que são constatadas as temperaturas mais altas na região. Os resultados demonstram a necessidade da utilização de dispositivos de sombreamento mistos. Os quebra-sóis projetados apresentam-se como um meio de reduzir os ganhos de calor pela radiação que passa pelas janelas. As análises levam à conclusão de que os protetores solares é uma estratégia que contribui para um ambiente mais confortável termicamente.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Construção. Semiárido.

Abstract: The changes caused to the environment have made human beings rethink their attitudes towards nature. In view of the foregoing, the concept of Sustainable Development has been used in many situations. In civil construction, this term may be applied through the proposal of buildings that properly interact with the climatic conditions of the surrounding environment and guarantee comfort to their residents. In this sense, this paper seeks to discuss the ways of improving buildings' sustainability from Brazilian semiarid, proposing solar shading devices to dwellings from Paulo Afonso – BA. According to the study of the geometry of the insolation in the locality, shading device models were suggested to protect windows from direct solar radiation, especially during periods when temperatures are highest in the region. The results demonstrate the need to use mixed shading devices. The designed protectors are



presented as a means of reducing heat gains from radiation passing through windows. The analyses lead to the conclusion that solar shading devices contribute to a more thermally comfortable environment.

Keywords: Sustainability. Construction. Semiarid.

Introdução

O conceito de Desenvolvimento Sustentável é um dos produtos/avanços dos debates estabelecidos pelos países participantes das Conferências das Nações Unidas. Nesses termos, o relatório Nosso Futuro Comum da Organização das Nações Unidas (ONU) ⁽¹⁾ define o Desenvolvimento Sustentável como aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades. Ele é formado por três pilares fundamentais: econômico, social e ambiental.

A construção civil, como um dos principais setores responsáveis por alterar o meio ambiente, gerar consumo de recursos naturais e energéticos, e emitir resíduos para o meio ambiente, está incluída neste debate ⁽²⁾. Diante da crescente necessidade de preservar o meio ambiente, percebe-se que o conceito de sustentabilidade tem sido cada vez mais utilizado neste setor, sendo importante discutir a sua aplicabilidade dentro das construções.

Na visão de Freitas ⁽³⁾, o conceito de construção sustentável deve não somente levar em conta a questão da preservação ambiental, mas também atender a questões de qualidade de vida e conforto dos habitantes. Nesse panorama, ela aponta como alguns dos aspectos que devem ser considerados na aplicação da sustentabilidade ao ambiente construído: o aproveitamento passivo dos recursos naturais, a eficiência energética, a qualidade do ar e do ambiente interior, e o conforto térmico-acústico.

Neste contexto, diante da necessidade de construir novas habitações que estejam ambientalmente adequadas às condições climáticas da região de Paulo Afonso-BA (temperaturas altas e baixa umidade na maior parte do ano), torna-se importante ampliar a discussão sobre estratégias construtivas que busquem atender o conforto térmico nas moradias locais, complementando, assim, os instrumentos de planejamento urbano do município. Assim sendo, este trabalho tem como objetivo propor o uso de estratégias bioclimáticas de condicionamento térmico passivo, por meio do dimensionamento do dimensionamento de brise-soleils que se adequem às características climáticas do município



de Paulo Afonso – BA, para a melhoria do conforto térmico em habitações de interesse social da localidade.

Metodologia

São destacados os seguintes procedimentos para o desenvolvimento deste artigo:

- **Realização de revisão bibliográfica:** foi feita uma revisão sobre o tema central desta pesquisa, assim como temas correlatos, apresentados nas seções seguintes. Paralelamente, realizou-se um levantamento documental sobre o objeto de estudo. Para tanto, buscou-se, junto à prefeitura e a outros órgãos do informações referentes ao município e conjunto habitacional analisados (Condomínio Tancredo Neves);

- **Caracterização do objeto de estudo:** Nesta etapa, os documentos coletados na etapa anterior foram analisados a fim de conhecer o município em termos climáticos e políticas de planejamento urbano e orientações construtivas para as edificações. Os dados foram usados para amparar o desenvolvimento da proposta dos brises;

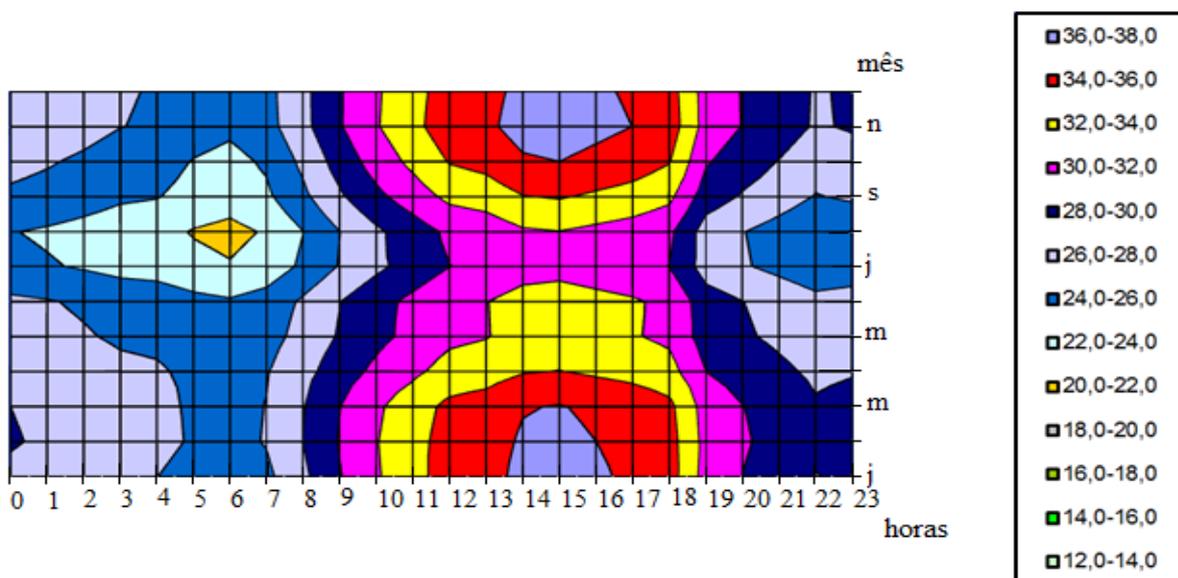
- **Dimensionamento dos protetores solares (brise-soleil):** Para o desenvolvimento desses, foram analisados os horários do ano em que a estratégia de sombreamento é mais adequada para a localidade. Para tanto, utilizaram-se os conceitos da geometria da insolação presentes em Frota e Schiffer ⁽⁴⁾, bem como foi empregado o *software* Sol-Ar ⁽⁵⁾, ferramenta que permite testar ângulos para as aletas verticais e horizontais, a fim de obter a máscara de sombra desejada.

Caracterização do objeto de estudo

O município de Paulo Afonso pertence à região de clima semiárido, com temperaturas médias anuais entre 26 e 28°C, umidade relativa média anual em torno de 65% e precipitação pluviométrica abaixo de 800 mm ⁽⁶⁾. O bioma da região é a Caatinga, onde é notória a presença de vegetais com elevada capacidade de retenção de água como os cactos ⁽⁷⁾. De acordo com Romero ⁽⁸⁾, o clima quente e seco apresenta grande amplitude térmica diária, sendo evidente, durante o período seco, a ocorrência de valores máximos extremos durante o dia e mínimos na madrugada. Além disso, duas estações são observadas, uma seca e outra chuvosa, onde são constatados valores de umidade parecidos com os das regiões tropicais úmidas ⁽⁸⁾.

Analisando os dados climáticos do município, recolhidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia, entre os anos de 1961 e 1990, percebe-se que o período mais quente na localidade estende-se de setembro até maio ⁽⁹⁾. As temperaturas acima da média máxima de 31,9°C são registradas, principalmente, entre outubro e abril. E, entre os meses de junho e agosto ocorrem as menores temperaturas diárias (Figura 1).

Figura 1 - Distribuição de temperatura durante o ano em Paulo Afonso



Fonte: Adaptado de LABAUT (2011).

De acordo com os dados acima, as temperaturas máximas (acima de 36°C) no município de Paulo Afonso acontecem no intervalo entre as 13 e as 17 horas dos meses de outubro e março. Segundo Dorigo e Kruger ⁽¹⁰⁾, para a definição dos períodos em que se precisa de sombreamento, devem ser utilizados dados referentes às médias mensais das temperaturas horárias da região estudada ao longo de um ano. O intervalo supracitado representa um dos momentos mais críticos na região, sendo o momento mais importante para reduzir a entrada da radiação pelas aberturas das janelas e vãos.

Os dias entre julho e agosto são os que apresentam menores temperaturas para o período da tarde. Todavia, elas podem ainda assim ser consideradas elevadas se for tomado com base o limite máximo da zona de conforto da carta bioclimática brasileira. Sobre o conjunto habitacional objeto de estudo, o Condomínio Tancredo Neves foi inaugurado em 2013 e faz parte do Programa Minha Casa Minha Vida. Ele está situado na zona periférica do

Bairro Tancredo Neves I (BTN I), próximo à margem de uma das barragens de Paulo Afonso (Figura 2).

Figura 2 - Localização do Condomínio Tancredo Neves



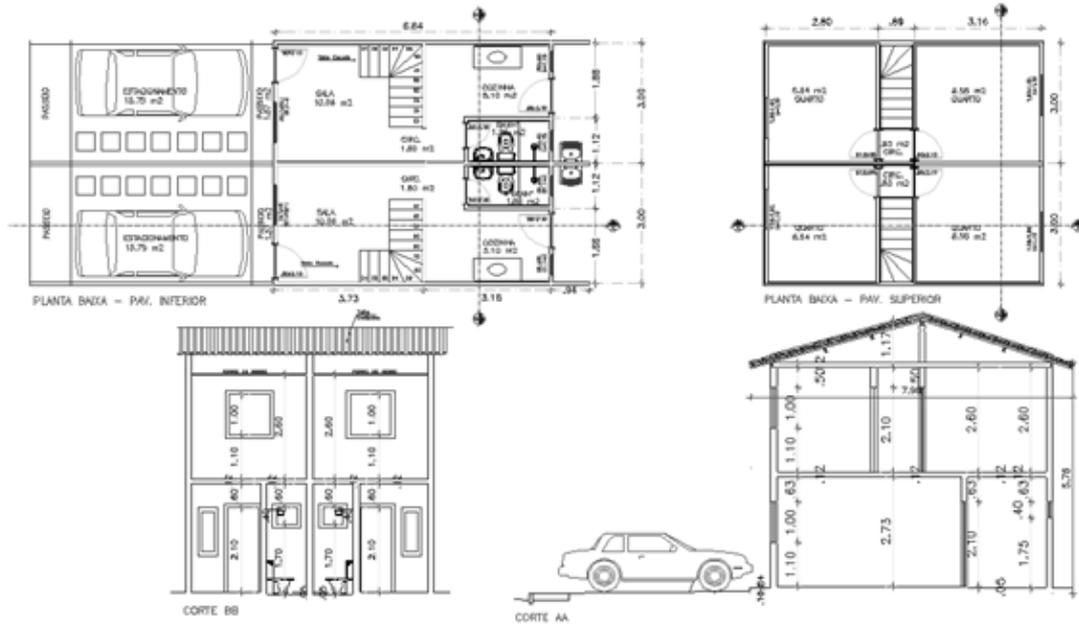
Fonte: Google Earth (2024).

O conjunto analisado é formado por 200 habitações unifamiliares que foram destinadas para famílias com renda mensal entre zero e três salários mínimos. Isto é, a população possui um nível econômico mais baixo.

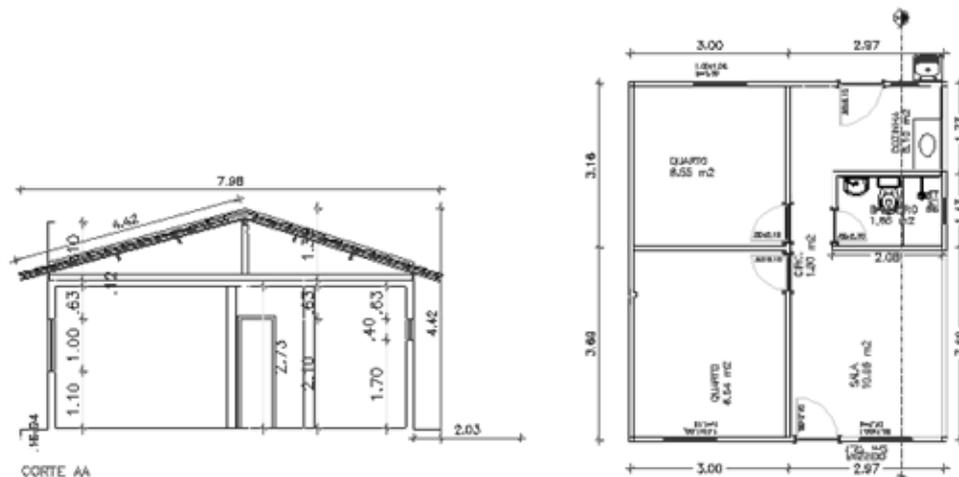
As residências do condomínio estão classificadas em dois modelos: um ou dois pavimentos. No modelo 1, cada unidade familiar contém: no piso inferior, uma sala, cozinha, banheiro, área de serviço; e no pavimento superior, dois quartos (Figura 3).

Figura 3 – Modelos das Habitações

Modelo 1



Modelo 2



Fonte: Paulo Afonso (2011).

Tanto no modelo 1 como no modelo 2, cada habitação tem uma área de cerca de 40,94 m², estando no segundo os ambientes distribuídos no térreo. De acordo com as plantas acima, afirma-se que cada janela tem 1,00 x 1,00 m, estando o peitoril a 1,10 m em relação ao piso. Além disso, a partir da visita in loco, percebeu-se que as esquadrias são de correr

com aro fixo feito de alumínio e folhas de vidro. O beiral de cada bloco se prolonga 0,5 m em relação à fachada. Conseqüentemente, ele tende a proteger a fachada contra a insolação em determinadas épocas e horários do ano (Figura 4).

Figura 4 - Bloco D (central) e B (sul) do Condomínio Tancredo Neves



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Acerca da orientação do condomínio, destaca-se que as fachadas norte e sul estão, respectivamente, a 13°NO e 13°SE. No mais, salienta-se que o método construtivo usado nas habitações foi o de alvenaria estrutural. Nesse sentido, elas foram feitas de bloco de concreto, que têm a função de estrutura e vedação. Por meio da visita ao condomínio, percebeu-se, também, que a fachada de algumas das edificações tem passado por modificações, sendo a construção de garagem/ampliação do recuo frontal a alteração mais observada.

Resultados e Discussão

Conforto térmico

De acordo com Lambert, Dutra e Pereira ⁽¹¹⁾ o conforto ambiental pode ser representado por um conjunto de condições do ambiente, que garantem ao ser humano bem-estar visual, acústico, antropométrico/ergonômico e térmico. Assim, o conforto térmico é um dos fatores analisados no processo de avaliação do conforto ambiental nas edificações. Na visão de Grzybowski ⁽¹²⁾, este último tem maior destaque, entre os aspectos citados, devido ao grande número de reclamações que recebe.



Segundo Lamberts *et al.* ⁽¹³⁾, o conforto térmico está ligado ao estado mental de satisfação do ser humano com o ambiente térmico que o circunda; por sua vez, a insatisfação pode ser reflexo da sensação de desconforto devido ao calor ou frio, causada quando há diferença entre o calor produzido pelo organismo humano e calor perdido para o ambiente.

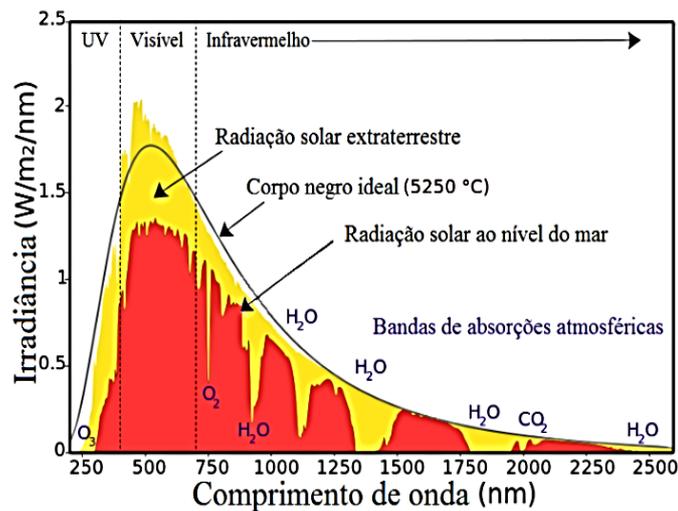
De acordo com Schmid ⁽¹⁴⁾, até o final do século XVIII, a palavra conforto quase não era usada no contexto das edificações, passando a ser empregada nessa conjuntura apenas por volta do início do século XIX. Desde então, os estudos sobre conforto térmico têm crescido, sendo utilizados como uma ferramenta auxiliar no desenvolvimento de projetos sustentáveis. Para tanto, Lamberts *et al.* ⁽¹³⁾ destacam que o estudo sobre o conforto térmico deve apontar, sobretudo, as condições para a concepção de um ambiente adequado para o ser humano desenvolver suas atividades, além de determinar os métodos para análise térmica de um ambiente.

Diante do exposto, Almeida ⁽¹⁵⁾ explica que para conceber um projeto com conforto, é necessário observar as variáveis humanas, climáticas e arquitetônicas, buscando principalmente, entender as inter-relações que estão estabelecidas entre elas. Nas próximas seções, serão apresentadas algumas dessas variáveis, destacando como elas podem influenciar no conforto térmico.

A radiação solar

A radiação solar, principal fonte de energia (calor) e de luz para o planeta Terra, é definida como uma onda eletromagnética curta ⁽¹³⁾. Ela é constituída por campos elétricos e magnéticos oscilantes, que se propagam com velocidade constante no vácuo. A radiação solar varia de infravermelho até ultravioleta, passando pela faixa de onda visual ⁽¹⁶⁾. Na figura 5, é possível observar o espectro da radiação solar.

Figura 5 – Espectro de radiação solar



Fonte: Belusso e Cainelli ⁽¹⁷⁾.

Percebe-se que os valores menores que, aproximadamente, 380 nm representam os raios ultravioletas e os valores de comprimento de onda maiores que 750 nm indicam os raios infravermelhos. Entre tais valores de comprimento de onda, encontra-se a parte da radiação solar visível. Romero ⁽⁸⁾ aponta que a radiação solar é composta 49% por raios infravermelhos, 46% por luz visível e 4,6% por radiação ultravioleta, sendo a maior parte desta última absorvida pelo ozônio.

Após atravessar a atmosfera, a radiação sofre alteração no seu trajeto. De acordo com Lamberts, Dutra e Pereira ⁽¹⁸⁾, a parcela que atinge diretamente a Terra é conhecida como radiação direta, cuja intensidade (I_g) depende da altura solar e do ângulo de incidência dos raios solares em relação à superfície atingida. Segundo os autores, quanto maior for a quantidade de nuvens no céu, maior será a presença da radiação difusa.

Frota e Schiffer ⁽⁴⁾ acrescentam que a intensidade da radiação depende também do nível de poluição do ar. Conforme as autoras, dados de incidência podem ser calculados por meio de equações ou encontrados em tabelas com valores de intensidade da radiação para diferentes posições de planos, horários, latitudes e orientações.

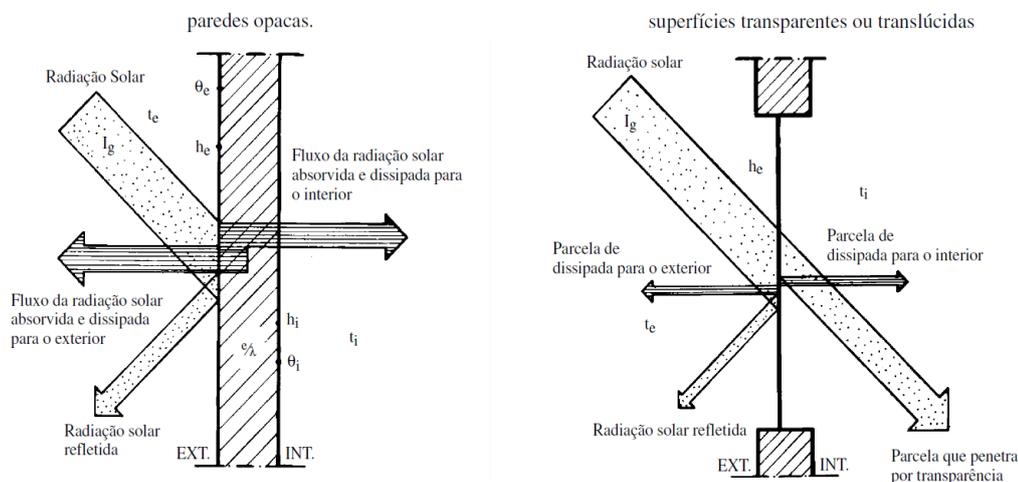
Ao chegar próximo à superfície terrestre, a radiação atinge os elementos, como os edifícios, ocasionando ganhos de calor para eles. O ganho de calor pode ser maior ou menor segundo a intensidade da radiação e características térmicas dos materiais ⁽⁴⁾.

Neste íterim, é importante explicar que o termo “ganho de calor” é usado para expressar o fluxo de calor gerado por fontes internas de energia térmica ou transferido por meio das vedações. Outro termo pertinente ao tema é “carga térmica” que representa a quantidade de calor que deve ser retirada ou fornecida para um espaço a fim de mantê-lo em temperatura constante ⁽¹⁹⁾.

Existem diferentes métodos para determinar a quantidade de calor que perpassa uma superfície, sendo um deles o C.S.T.B (Center Scientific et Technique du Batiment) também conhecido como método simplificado. Para Neto ⁽¹⁹⁾ e Frota e Schiffer ⁽⁴⁾, esse método é o mais aplicável, pois está baseado em dados climáticos disponíveis e numa abordagem acessível sobre as características dos materiais, considera um regime permanente e admite as condições mais rigorosas de exposição.

Sobre o ganho de calor, os materiais que são atingidos pela radiação podem ser classificados em dois grupos: a) opacos e b) translúcidos ou transparentes. Tais grupos são distinguidos de acordo com a maneira como a radiação solar comporta-se após atingir suas respectivas superfícies (Figura 6).

Figura 6 - Radiação solar em superfícies opacas e transparentes ou translúcidas



Fonte: Adaptado de Frota e Schiffer (2001).

De acordo com a Figura 5, afirma-se que nos elementos opacos à radiação solar é parcialmente refletida e parcialmente absorvida pelo material. Já nos elementos transparentes ou translúcidos, a radiação solar que incide sobre a superfície se subdivide em três partes: refletida, absorvida e transmitida.

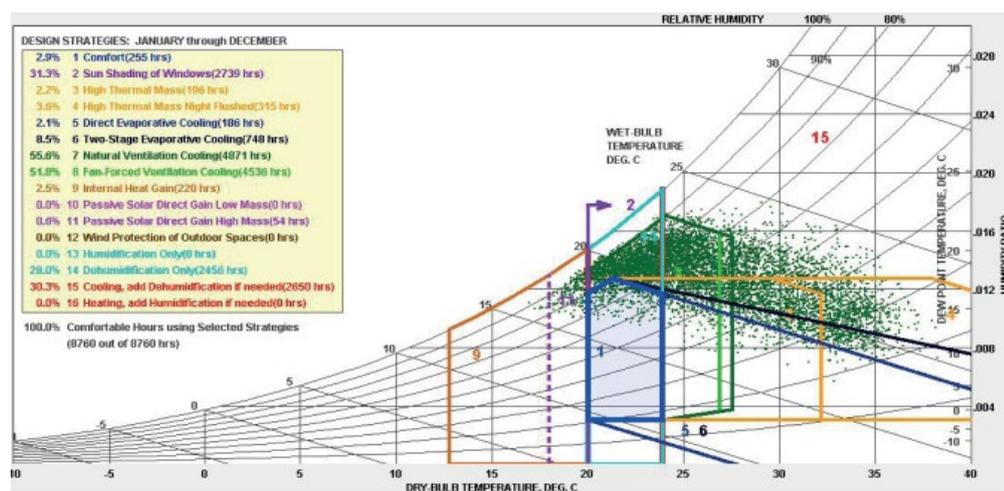
Estratégias bioclimática de condicionamento térmico passivo para o semiárido brasileiro

As estratégias bioclimáticas utilizadas em uma dada localidade estão intrinsecamente ligadas às suas condições climáticas. Vettorazzi, Russi e Santo ⁽²⁰⁾ ressaltam que as estratégias de condicionamento térmico passivo variam conforme o clima de cada região, mas, geralmente, buscam utilizar aspectos como a forma da edificação, o desempenho dos materiais e a disposição das aberturas, para favorecer o conforto dos usuários.

À luz dessa consideração, torna-se importante conhecer como os aspectos supracitados podem ser utilizados para se obter o conforto térmico nas edificações localizadas na região semiárida. Assim sendo, o primeiro aspecto que será apresentado aqui diz respeito à forma da edificação. Batista ⁽²¹⁾ e Barbosa e Lima ⁽²²⁾ sugerem que a forma dos edifícios dessa região deve ser compacta e oferecer a menor área da fachada possível para exposição à radiação solar, logo, posicionar a face de maior dimensão da edificação voltada para o Norte ou Sul é a melhor alternativa para se evitar a insolação direta.

No que diz respeito ao desempenho dos materiais, a carta bioclimática traz algumas recomendações sobre este aspecto, bem como sobre estratégias de condicionamento térmico passivo e construtivas que podem ser úteis para a região de clima semiárido do Brasil (Figura 7).

Figura 7 - Estratégias bioclimáticas para Paulo Afonso - BA



Fonte: Software Climate Consultant 6.0 (2024).



A carta bioclimática recomenda o resfriamento evaporativo para melhoria do conforto térmico dentro das edificações durante o verão. Lamberts, Dutra e Pereira ⁽¹⁸⁾ esclarecem que a evaporação da água contribui no conforto reduzindo a temperatura e aumentando a umidade relativa do ambiente. Contudo, eles frisam que o resfriamento direto dos espaços interiores por meio da evaporação deve estar associado a uma boa taxa de ventilação para evitar acúmulo de vapor de água. Diversas formas para realizar o resfriamento evaporativo podem ser empregadas. Desta forma, Barbosa e Lima ⁽²²⁾ sugerem o uso da vegetação, fontes de água ou outros recursos que possibilitem a evaporação da água. Outra forma de aplicar essa estratégia é usar tanques d'água sombreados executados sobre a laje de cobertura ⁽¹³⁾.

A carta sugere também associar tal medida com a utilização de massa térmica para o resfriamento por meio de cobertura e paredes pesadas. Neste panorama, Lamberts *et al.* ⁽¹³⁾ enfatizam que o uso de materiais com alta capacidade térmica diminui a amplitude da temperatura interior em relação ao exterior, ao longo do ano, fazendo com que os picos de temperatura observados externamente não sejam sentidos internamente.

Medeiros, Nome e Elali ⁽²³⁾ acrescentam que o uso da inércia térmica em regiões de clima quente e seco, caracterizado por altas temperaturas durante o dia e baixas temperaturas durante a noite, permite o atraso das ondas de calor no interior dos espaços. Neste sentido, o calor armazenado durante o dia é devolvido ao ambiente somente à noite, quando a temperatura está mais amena ⁽¹⁸⁾.

Durante o verão, o ideal é o uso da ventilação seletiva, principalmente nos períodos em que a temperatura interna seja superior à externa ⁽²⁴⁾. Assim sendo, Givoni ⁽²⁵⁾, Lamberts, Dutra e Pereira ⁽¹⁸⁾ afirmam que em regiões áridas, onde a temperatura diurna é superior a 36°C, o resfriamento convectivo é mais adequado durante a noite, pois a ventilação diurna implica em ganhos de calor para o interior da edificação. De acordo com o exposto, percebe-se que a ventilação natural requer certo cuidado ao ser aplicada no dia a dia da edificação.

Neste cenário, ao realizarem um estudo no semiárido alagoano (Pão de Açúcar), Martins, Bittencourt e Krause ⁽²⁶⁾ observaram que a estratégia supracitada tem um impacto positivo não apenas no período de verão. Na época do inverno, percebeu-se que a ventilação natural pode ampliar a zona de conforto, quando usada adequadamente em determinados meses do ano. Para o melhor aproveitamento da ventilação dentro da edificação, Lamberts *et al.* ⁽¹³⁾ sugerem também o uso de estratégias construtivas que permitam a ventilação cruzada. Para isto, as aberturas devem ser dispostas de modo que o vento entre e, antes de sair, percorra o ambiente interno. Vale advertir que mesmo com os benefícios providos da

ventilação natural, nem sempre é possível atingir o conforto com o uso da mesma. Consequentemente, Lamberts, Dutra, e Pereira ⁽¹⁸⁾ explicam que em algumas horas do ano é imprescindível o uso de condicionamento artificial, estratégia que gera o consumo de energia elétrica.

Retomando a discussão sobre o desempenho da ventilação no edifício, Batista ⁽²¹⁾ esclarece que o dimensionamento das aberturas deve ser realizado de modo a evitar a radiação solar nos horários mais quentes do dia e, ao mesmo tempo, permitir a penetração da luz natural e ventilação necessária nos períodos aconselháveis. Para a cidade Paulo Afonso, o *software Climaticus*, desenvolvido pelo Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética do Departamento de Tecnologia da Arquitetura da Universidade de São Paulo – LABAUT ⁽²⁷⁾, recomenda o uso do sombreamento principalmente no período que vai das 9 até as 19 horas (Figura 8).

Figura 8 - Recomendações de sombreamento para a cidade de Paulo Afonso - BA

horários de sombreamento - aplicar na carta solar												
hora	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
5	conf	aquece	conf	conf	conf	conf						
6	conf	aquece	aquece	conf	conf	conf						
7	conf	aquece	conf	conf	conf	conf						
8	conf											
9	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra	conf	conf	conf	sombra	sombra	sombra
10	sombra											
11	sombra											
12	sombra											
13	sombra											
14	sombra											
15	sombra											
16	sombra											
17	sombra											
18	sombra											
19	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra	conf	conf	sombra	sombra	sombra	sombra

Fonte: adaptado de LABAUT (2011).

Para sombrear as aberturas, pode-se utilizar a arborização ou elementos arquitetônicos como, por exemplo, beirais, pérgolas, cobogós, brise-soleils, *light shelf*, toldos, cortinas, persianas, entre outros.

Várias vantagens e desvantagens podem ser citadas sobre os tipos de protetores solares assinalados acima. Contudo, Silva e Amorim ⁽²⁸⁾ esclarecem que os brise-soleils, por



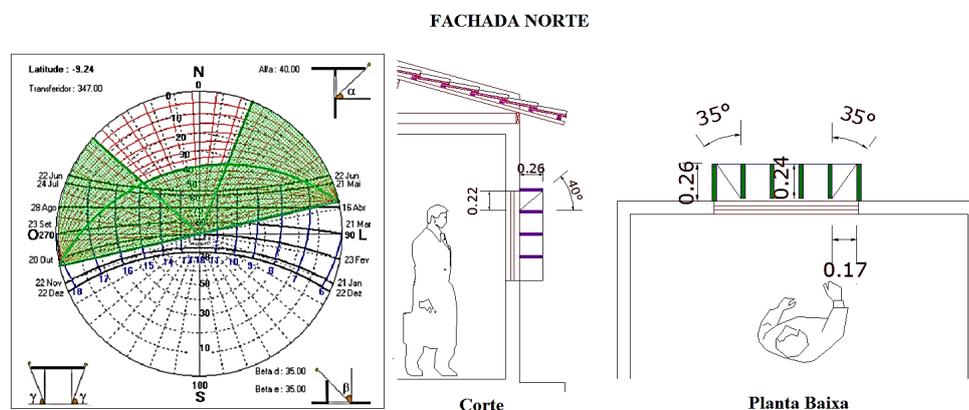
serem protetores solares externos, são mais eficientes, pois bloqueiam o calor antes de entrar na construção, reduzem as cargas térmicas, melhoram a distribuição da iluminação, permitem a ventilação e diminuem o consumo de energia. Diante disso, Medeiros, Nome, e Elali ⁽²³⁾ advertem para a necessidade de se pensar no desenho dos elementos de proteção e na flexibilidade do conjunto janela/protetor, de modo a permitir iluminação, ventilação, e sombreamento seletivo, quando necessário.

Estudo de Caso

Informa-se que os desenhos para os brises são apenas sugestões, visto que modelos diferentes podem oferecer a mesma proteção e o mesmo desempenho ⁽²⁹⁾. Os protetores foram considerados como instalados na parte externa das aberturas. Este modelo é considerado mais eficiente à medida que impede o calor antes de ele adentrar nos ambientes, reduz as cargas térmicas, melhora a distribuição da iluminação, permite a ventilação e diminui o consumo de energia ⁽²⁸⁾.

Os brise-soleils sugeridos foram admitidos como fixos e não se estendem mais que 0,5m sobre os afastamentos, como é recomendado pelo código de obras do município. Além disso, buscou-se proteger as janelas durante o maior tempo possível, como é aconselhado para a região de clima quente e seco. Quando este fato não era possível, optou-se por permitir a exposição das aberturas à radiação solar direta apenas nos horários em que as temperaturas são mais amenas na cidade de Paulo Afonso. Por meio da carta solar para a latitude de Paulo Afonso, é possível afirmar que as fachadas ao norte das residências do conjunto habitacional Tancredo Neves recebem a incidência de radiação solar direta entre fevereiro e outubro. Entretanto, essa exposição diminui na parte da manhã à medida que os dias se distanciam do solstício de inverno. Para o presente caso, foram sugeridos brises mistos (Figura 9).

Figura 9 - Proposta de brise-soleil para fachada norte

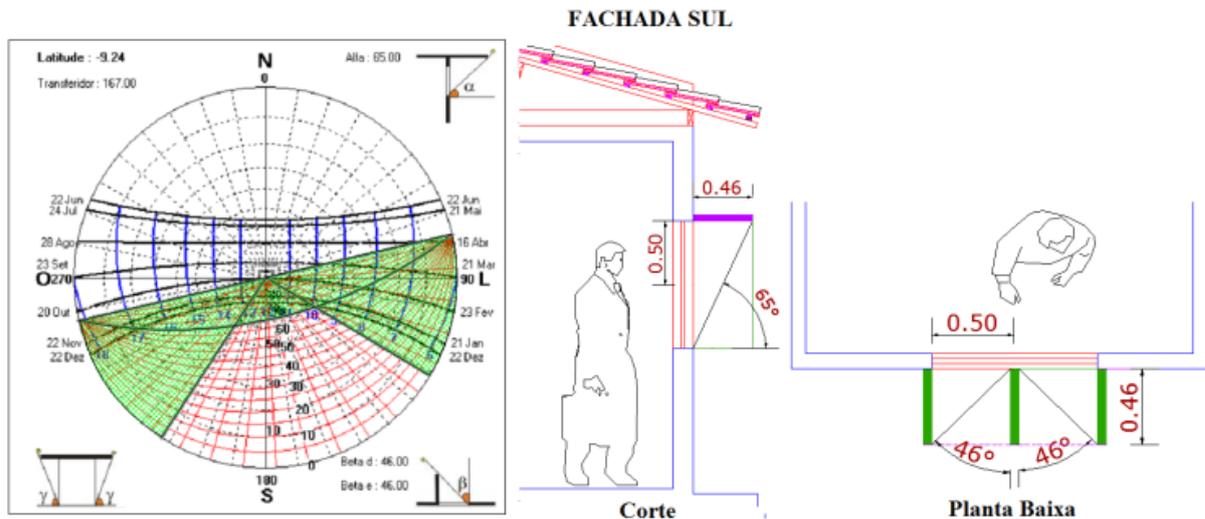


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Conforme a carta solar acima, os ângulos de sombra horizontal e vertical adotado foram de 40° e 35° , respectivamente. Para tanto, as lâminas horizontais ficaram com uma profundidade de 0,26m, espaçadas entre elas por 0,22m. Desta forma, com a configuração das lâminas horizontais acima, buscou-se barrar os raios para as grandes alturas solares, de modo que não houvesse a obstrução da visibilidade, redução da luminosidade e ventilação que perpassa pelas janelas ao norte ⁽¹⁶⁾. Por sua vez, para conseguir a angulação de 35° para as aletas verticais, as mesmas foram dimensionadas com largura de 0,26m espaçadas por 0,17m. Neste panorama, as lâminas verticais irão impedir a radiação direta quando o sol atingir baixas altitudes, ou seja, no início e final do dia. Diante do exposto, a combinação das barras verticais e horizontais permite a proteção completa das supracitadas aberturas para todos os horários do ano. Um ponto importante a ser destacado é que, quando brises horizontais e verticais são combinados, o lado dos vértices onde se limitam não sofrem influência do ângulo gama (γ), logo, ele não é tratado nos dimensionamentos feitos neste trabalho.

Para a fachada sul, o momento mais crítico da localidade é o solstício de verão, pois nesta época é constatado tanto o maior tempo de exposição à radiação solar direta quanto às maiores temperaturas do ano. Por sua vez, os ângulos da radiação solar perpendiculares à fachada correspondem a ângulos verticais elevados e os ângulos verticais mais baixos da radiação se situam em faixas de incidência oblíqua à fachada, tornando-se o brise misto uma boa opção para essa orientação ⁽³⁰⁾. Em vista dessas considerações, o modelo de protetor solar sugerido para essa fachada ficou configurado da seguinte forma (Figura 10).

Figura 10 - Proposta de brise-soleil para fachada sul



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Como está detalhado na carta solar, para sombrear as janelas da fachada sul, adotou-se o brise-soleil misto com ângulo de sombra horizontal de 65° e vertical de 46° . Assim sendo, uma possível configuração para o protetor solar seria instalar uma aleta horizontal de 0,46 m na parte superior da janela e lâminas verticais de 0,46 m de profundidade distanciadas 0,5 m entre si.

Notou-se que o beiral, por si só, já conseguiria proteger as aberturas da radiação solar alta, podendo, assim, a lâmina horizontal ser suprimida. Todavia, vale ressaltar que, as janelas do térreo do modelo 1 não atenderem essa verificação, pois o ângulo de sombra formado entre o peitoril e o beiral não é suficiente para mascarar a janela. À luz dessas considerações, destaca-se que, no hemisfério sul, o brise vertical sozinho já demonstra uma boa eficiência quando utilizado na fachada sul⁽³¹⁾. Este fato é notório ao analisar a máscara de sombra obtida apenas com as lâminas verticais do projeto acima, que conseguem barrar a radiação durante boa parte da manhã e da tarde.

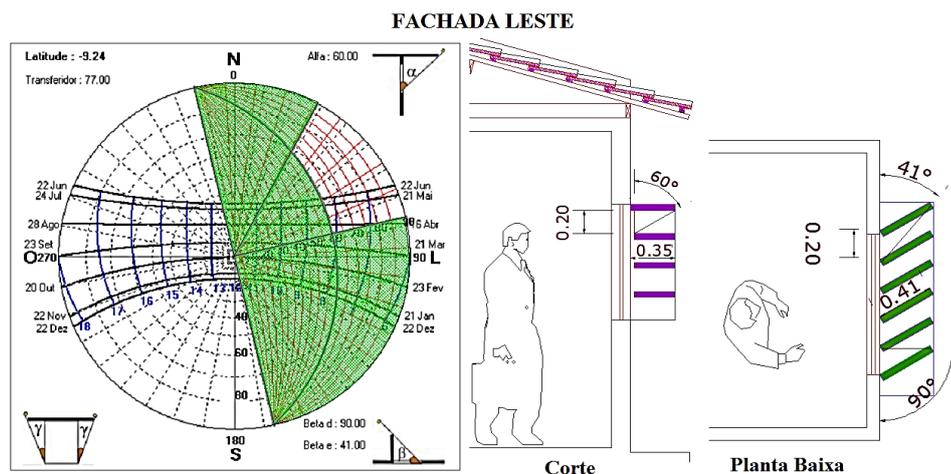
Entretanto, entre 10 e 13 horas, quando as temperaturas começam a atingir valores acima de 36°C , o brise vertical permite a passagem da radiação direta pelas janelas do piso inferior de algumas das unidades habitacionais estudadas. Diante dessa circunstância, foi feita a sugestão da aleta horizontal de 0,46m.

Ao contrário da fachada norte e sul, houve certa dificuldade em encontrar um projeto de brise que pudesse impedir a passagem de toda a radiação solar direta para as aberturas orientadas a leste e oeste.

Nesse cenário, analisando o tempo de exposição à radiação solar direta da fachada leste, afirma-se que a mesma recebe esta incidência apenas no período da manhã durante todo ano. Todavia, LABAUT ⁽²⁷⁾ recomenda que o sombreamento seja utilizado principalmente após as 8 da manhã; com exceção dos meses de junho, julho e agosto que admitem que essa estratégia seja utilizada após as 9 horas da manhã.

Em vista dessas observações, para combater a incidência solar direta nos horários indesejados, foi dimensionado um brise-soleil misto com ângulo de sombra horizontal de 60°. Nesse intuito, lâminas horizontais com largura de 0,35 m, separados por 0,2 m foram propostas (figura 11).

Figura 11 - Proposta de brise-soleil para fachada leste



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Buscou-se com as lâminas verticais permitir a entrada da radiação apenas no período do ano cujas temperaturas são mais confortáveis, ou seja, nas primeiras horas do dia entre maio e agosto. Em vista disso, foram sugeridas lâminas verticais que formam um ângulo de sombra de 90° em relação ao lado direito da fachada. Neste contexto, uma opção para obter tal máscara de sombra é construir brises com largura de 0,41m posicionados de forma oblíqua até atingir a profundidade de 0,35m. Diante do exposto, explica-se que o brise misto sugerido



Considerações Finais

Este trabalho buscou propor melhorias no desempenho térmico em habitações de um conjunto habitacional em Paulo Afonso, através da proposição de aplicação de estratégia bioclimática. Para tanto, foi dimensionado quebra-sóis visto que o sombreamento é uma estratégia recomendada, em normas e outras referências bibliográficas, beneficiando o conforto e desempenho térmico das edificações. Percebeu-se que os instrumentos de planejamento do município de Paulo Afonso têm uma preocupação com as questões de conforto ambiental da região ao tratar, mesmo que superficialmente, sobre o sombreamento, sugerindo-a como estratégia necessária para oferecer melhores condições de conforto térmico. Sobre o estudo da insolação no conjunto habitacional, de acordo com as análises, notou-se que as aberturas das fachadas norte e sul podem ser completamente protegidas da radiação solar direta por meio do uso de brises mistos, sem haver a obstrução da visibilidade, iluminação e ventilação natural. Todavia, isso não foi possível nas fachadas leste e oeste, pois a orientação do conjunto habitacional permite a incidência da radiação solar direta perpendicular às aberturas quando o sol atinge baixas altitudes. Assim, foi sugerido, em complemento aos brises, o uso de outras estratégias para proteger tais fachadas, como a adoção de arborização.



Referências

- 1 Organização das Nações Unidas. Relatório Nosso Futuro Comum [Internet]. 1987. [citado 10 set. 2024]. Disponível em: <http://www.inbs.com.br/ead/Arquivos%20Cursos/SANeMeT/RELAT%23U00d3RIO%20BRU NDTLAND%20%23U01cNOSSO%20FUTURO%20COMUM%23U01d.pdf>.
- 2 Xavier SP. A Temática da sustentabilidade no ensino de graduação em Arquitetura e Urbanismo: estudo de Caso das Experiências de Três Instituições Públicas [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2011.
- 3 Freitas AF. Arquitetura bioclimática e sustentabilidade ambiental no revestimento de fachadas [dissertação]. Porto: Universidade do Porto; 2008.
- 4 Frotta AB, Schiffer SR. Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel; 2001.
- 5 Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LaBEEE). Analysis SOL-AR, versão 6.2: programa de software [Internet]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2009 [citado 2024 set. 6]. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/software/analysis-sol-ar>.
- 6 Sena J Jr. Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro. 2007.
- 7 Parahyba RB, Silva FH, Silva FB, Lopes PR. Diagnóstico agroambiental do município de Paulo Afonso – Estado da Bahia. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; 2004.
- 8 Romero MA. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. Brasília: CopyMarket; 2000.
- 9 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Normais climatológicas do Brasil 1961–1990 [Internet]. Brasília: INMET; [citado 2023 set. 5]. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>.
- 10 Dorigo AL, Kruger EL. Uso de dispositivos de sombreamento em salas de aula: avaliação de método proposto por Olgay. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, IX; Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, V; 2007 jul. 11–17; Ouro Preto, Brasil. Ouro Preto: [editora desconhecida]; 2007.
- 11 Lamberts R, Xavier AA, Goulart S, Vecchi R. Conforto e stress térmico. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações; 2011.
- 12 Grzybowski GT. Conforto térmico nas escolas públicas em Cuiabá – MT: estudo de caso [dissertação]. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso; 2004.
- 13 Lamberts R, Ghisi E, Abreu AL, et al. Apostila desempenho técnico de edificações [Internet]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2016 [citado 2024 jul. 11].



Disponível em:

https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ApostilaECV5161_v2016.pdf.

14 Schmid AL. A ideia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído. Curitiba: Pacto Ambiental; 2005.

15 Almeida AM. Conforto térmico e eficiência energética em edifício multifamiliar na cidade de Maceió [dissertação]. Maceió: Universidade Federal de Alagoas; 2000.

16 Bittencourt L. Uso das cartas solares: diretrizes para arquitetos. 4. ed. Maceió: EDUFAL; 2004.

17 Belusso A, Cainelli GP. Análise do espectro de radiação solar e sua importância no correto dimensionamento de tecnologias para conversão fotovoltaica de energia. In: Congresso Nacional de Iniciação Científica, 15; 2015 nov. 27–28; Ribeirão Preto, Brasil. Ribeirão Preto: UNAERP; 2015 [citado 2024 ago. 22]. Disponível em: <https://fakeclimate.wordpress.com/2013/01/10/a-historia-do-co2-nos-processos-de-mudancas-climaticas-globais/>.

18 Lamberts R, Dutra L, Pereira FO. Eficiência energética na arquitetura. 3. ed. São Paulo: PW Gráfica e Editores Associados; 2014.

19 Neto AA. Automação do traçado de máscara de sombra para avaliar os dispositivos de proteção solar: uma aplicação computográfica [dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 1995.

20 Vettorazzi E, Santos JP, Russi M. A utilização de estratégias passivas de conforto térmico e eficiência energética para o desenvolvimento de uma habitação unifamiliar. In: Congresso Internacional Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social; 2010 maio 4–7; Porto Alegre, Brasil. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2010.

21 Batista JO. A arquitetura e seu desempenho térmico no contexto do semiárido alagoano: estudos de caso em Santana do Ipanema-AL [dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2006.

22 Barbosa DC, Lima MB. Arquitetura bioclimática: recomendações apropriadas para Palmas/TO. In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação (CONNEPI), V; 2010 nov. 17–19; Maceió, Brasil. Maceió: Instituto Federal de Alagoas; 2010.

23 Medeiros D, Nome CA, Elali GV. Construindo no clima quente e seco do Brasil: conforto térmico e eficiência energética para a Zona Bioclimática 7. In: Seminário Internacional NUTAU; 2012 nov. 7–8; São Paulo, Brasil. São Paulo: FUPAM/FAUUSP; 2012.

24 UCLA Energy Design Tools Group. Climate Consultant 6.0 [software] [Internet]. 2025 [citado 2025 ago. 20]. Disponível em: <https://climate-consultant.informer.com/6.0/>.

25 Givoni B. Passive and low energy cooling of building [Internet]. New York: Van Nostrand Reinhold; 1994 [citado 2020 fev. 24]. Disponível em:



<https://books.google.com.br/books?id=rJsVoRw1geoC&pg=PR3&lpg=PP1&focus=viewport&dq=inauthor:%22Baruch+Givoni%22&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>.

26 Martins TA, Bittencourt LS, Barroso-Krause CM. Contribuição ao zoneamento bioclimático brasileiro: reflexões sobre o semiárido nordestino. *Ambiente Construído* (Online). 2012;12(2):59–75. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212012000200005>.

27 Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética da FAU USP. *Climatus* [Internet]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2011 [citado 2024 jan. 20]. Disponível em: <http://www.fau.usp.br/pesquisa/laboratorios/labaut/conforto/>.

28 Silva JS, Amorim CN. O brise-soleil como elemento de controle solar: estudo de caso de um edifício no Plano Piloto de Brasília. In: *Seminário Internacional NUTAU*, 7; 2008 set. 8–13; São Paulo, Brasil. São Paulo: USP; 2008.

29 Bergmann A. *Brise-soleil: avaliação de desempenho climático e energético de dois prédios públicos em Porto Alegre* [trabalho de conclusão de curso]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2011.

30 Weber CP. *O uso do brise-soleil na arquitetura da região central do Rio Grande do Sul* [dissertação]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2005.

31 Maragno GV. *Eficiência e forma do brise-soleil na arquitetura de Campo Grande – MS* [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2000.



10.31072/rcf.v16i1.1483

Este é um trabalho de acesso aberto e distribuído sob os Termos da *Creative Commons Attribution License*. A licença permite o uso, a distribuição e a reprodução irrestrita, em qualquer meio, desde que creditado as fontes originais.



Open Access