XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO SOLAR EM UMA ESCOLA DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO NO INTERIOR DO RIO GRANDE DO NORTE

Wiriany Kátia F. Silva (1); Eduardo Raimundo D. Nunes (2)
(1) Acadêmica do curso de Arquitetura e Urbanismo, wirianykatia16@gmail.com, Universidade Federal Rural do Semi-Árido
(2) Doutor, Professor do Departamento de Ciências Sociais Aplicadas e Humanas, Curso de Arquitetura e Urbanismo, eduardo.dias@ufersa.edu.br
Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Laboratório de Conforto Ambiental

RESUMO
Na análise do conforto térmico de uma edificação, diferentes elementos construtivos são estudados a fim de garantir a eficiência edilícia. Visto isso, ao decorrer dos últimos anos, diferentes métodos são utilizados para obter tal característica, um destes é o estudo da geometria solar, pela qual é possível analisar e estabelecer mediante a carta solar dispositivos de proteção solar, ou seja, elementos que compõem as fachadas da edificação com o intuito de impedir/minimizar a incidência dos raios solares diretos. Portanto, a influência da aplicação desse mecanismo na eficiência de um edifício está na necessidade de garantir a adaptação necessária as diretrizes construtivas de zona bioclimática no qual está localizado. Posto isto, esta pesquisa tem como objetivo analisar a eficiência do dispositivo de proteção solar em diferentes fachadas da Escola Estadual Professora Maria Edilma de Freitas no município de Pau dos Ferros, interior do Rio Grande do Norte. Assim, foram realizados por meio de levantamentos de dados e análises, a determinação do dispositivo de proteção existente e a análise da eficiência do seu mascaramento nas fachadas distintas. Para isso, foi utilizado o programa ZZBR para determinar a zona bioclimática do município e o Software Sol-Ar do LabEEE-UFSC para o estudo da carta solar, verificando, com isso, a influência das orientações das fachadas na eficiência total dos dispositivos de proteção solar. Como resultado, todos os elementos construtivos apresentaram uma máscara de sombra eficiente. Portanto, realizada a pesquisa, afirmou-se a relevância do estudo da geometria solar na análise da eficiência dos dispositivos de proteção e suas implicações nas máscaras de sombra.
Palavras-chave: geometria solar, diagrama solar, estratégia bioclimática.

ABSTRACT
In the analysis of the thermal comfort of a building, different constructive elements are studied to guarantee the efficiency of the building. In the course of the last few years, different methods have been used to obtain such a characteristic, one of these is the study of solar geometry, through which sun-protection devices can be analyzed and established by means of solar protection. facades of the building in order to prevent / minimize the incidence of direct solar rays. Therefore, the influence of the application of this mechanism on the efficiency of a building is in the need to ensure the necessary adaptation to the constructive guidelines of bioclimatic zone in which it is located. That's why, the research objectives at the efficiency of the solar protection device in different facades of the State School Professor Maria Edilma de Freitas, in the municipality of Pau dos Ferros, in the interior of Rio Grande do Norte. Thus, the date of the protection device and the analysis of the efficiency of its performance in the different façades were carried out through data and analysis surveys. For this purpose, the ZZBR program was used to determine the bioclimatic zone of the municipality and the SOL-Ar software from LabEEE-UFSC to study the solar process, thus verifying one of the main tools of solar protection systems. As a result, all building elements have an efficient shadow shade. Therefore, a research was carried out, a part of the study of solar geometry was affirmed in the analysis of the effectiveness of the protection devices and has implications in the masks of the shade
Keywords: solar geometry, solar diagram, bioclimatic strategy.

1. INTRODUÇÃO

Devido aos verões quentes e a radiação solar prolongada ao longo do ano, no Brasil, torna-se imprescindível o sombreamento das aberturas como estratégia bioclimática (LAMBERTS et al, 2014). Assim, dentre as variáveis presentes na bioclimatologia, há uma crescente preocupação quanto ao desempenho térmico nos ambientes construídos. Para Frota e Schiffer (2001) a arquitetura vem como modeladora na construção de espaços que possibilitam condições de conforto ao homem, com base nisso tem-se a relevância do projeto de aberturas nos edifícios (CARVALHO, 2018), uma vez que o sombreamento dessas pode proporcionar diminuição no consumo de energia, devido o aproveitamento da iluminação natural, por exemplo (CARVALHO, 2016).

Logo, a importância de utilizar a radiação solar a favor do ser humano se concerne, dentre outras, na compreensão da sua influência no ganho térmico da edificação e sua relação com o consumo energético (MARTINS, 2007). Visto isso, a depender do clima, da utilidade edilícia e da atividade desempenhada pelo usuário, a radiação direta dentro do edifício pode proporcionar uma situação de conforto ou desconforto (GUITIERREZ; LABAKI, 2007). Assim, como parâmetros construtivos que possibilitem esse controle, a NBR 15220-3 (Norma Brasileira de desempenho térmico de edificações) apresenta o zoneamento bioclimático brasileiro, juntamente com as recomendações e estratégias construtivas (ABNT, 2005).

Algumas das estratégias que contribuem no conforto térmico de edificações é o estudo da geometria solar, no qual são dimensionados os dispositivos de proteção solar. Esses tornam-se indispensáveis em localidades onde o clima é primordialmente quente, pois auxiliam contra a incidência direta da radiação solar em superfícies translúcidas e de aberturas (FROTA; SHIFFER, 2001). Posto isto, na aplicação de qualquer dispositivo de sombreamento, quando em climas quentes, sua orientação deve visar o máximo de sombreamento durante o verão, a fim de garantir a redução de ganho de calor solar no interior do ambiente (GUITIERREZ; LABAKI, 2007).

Para a determinação desses dispositivos e verificação de sua eficiência, um dos meios é uma análise gráfica de três possíveis ângulos. Tem-se eficiência total do dispositivo quando é sombreado totalmente a abertura durante os dias e horários determinados na carta solar, eficiência parcial, quando há o sombreamento somente em uma parte do dia (FROTA; SHIFFER, 2001). A determinação dessa eficiência é necessária uma vez que analisará o desempenho dos dispositivos, que segundo Carvalho (2018) dependerá das condições climáticas, orientação, característica edilícia e tarefa a ser executada.

Posto isso, o sombreamento vai de acordo com a orientação da fachada e os ângulos de sombra. Cada ângulo apresenta uma máscara de sombra, eles são delimitados graficamente no transferidor auxiliar (círculo com as mesmas dimensões da carta solar). O ângulo alfa (α) varia de 0 à 90º proporcionando uma sombra na vertical, através de um dispositivo de proteção solar na horizontal. O ângulo beta (β) varia entre 0 à 90º, sendo esquerdo e direito, e proporciona uma máscara de sombra na horizontal, mediante um dispositivo de proteção solar na vertical. Por fim, o ângulo gama (γ), esquerdo e direito, responsável por limitar a placa de proteção horizontal (FROTA; SHIFFER, 2001).

Apesar, de muitos conhecerem os benefícios da utilização dos dispositivos- desde a função até a estética- em sua maioria não há um estudo prévio sobre suas configurações e trajetória solar, sendo aplicados de maneira inadequada. Essa intensa cultura da utilização dos dispositivos de sombreamento vem sendo propagada no Brasil desde a Arquitetura Moderna, na caracterização estética dos edifícios projetados entre 1930 e 1960 (GUITIERREZ; LABAKI, 2007). Em vista disso, torna-se imprescindível o dimensionamento adequado dos dispositivos de proteções solares de acordo com cada orientação, pois além do apresentar influência no desempenho térmico está interligado com o aproveitamento de luz natural, pois para cada orientação há a demanda de um tipo diferente de proteção (LEITZKE et al, 2017).

Ademais, trazendo sua aplicação em edifícios públicos, quanto ao desempenho térmico nos espaços escolares, Kowaltowski et al (2011) defende que há uma relação direta entre a qualidade do espaço físico e o desempenho dos alunos. Por consequência, as dependências do meio podem dificultar as relações harmoniosas necessárias entre a edificação e seu entorno; o conforto e a sustentabilidade.

Mediante essa necessidade, o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) disponibilizou um manual de elaboração com parâmetros e instruções normativas para a construção de projetos escolares, como, por exemplo, os centros de educação infantil (FNDE, 2009). Porém, houve com esse plano uma padronização nas construções, sendo muitas vezes as escolas públicas executadas em regiões com climas diferentes de onde são projetadas, como a analisada a seguir. A problemática existente nesse fato é que: “questões relacionadas ao conforto ambiental não são adotadas como critérios para a verificação dos projetos existentes ou para a concepção de novos projetos” (DORIGO; KRÜGER, 2007, p.581).

Em vista disso, o presente estudo é desenvolvido em uma instituição de ensino fundamental e médio no município de Pau dos Ferros, no interior do Rio Grande do Norte, Brasil. A cidade está inserida na zona bioclimática 7 e apresenta um clima quente e seco, com elevada radiação solar, sendo necessário segundo a NBR 15220 o sombreamento das suas aberturas durante todo o ano (ABNT, 2005). Portanto, este estudo vem como continuação aos levantamentos abordados na pesquisa: "Conforto Térmico e Ventilação na Escola Estadual Prof. Maria Edilma de Freitas Silva" apresentada no Encontro Internacional de Jovens Investigadores (JOIN) Edição Brasil, tendo como relevância a análise da eficiência de um dispositivo de proteção solar através da geometria solar, tendo em vista que em sua maioria, sem um estudo prévio, essa estratégia construtiva pode gerar gastos e comprometer a eficiência energética de uma edificação.

2. OBJETIVO

A presente pesquisa tem como objetivo analisar a eficiência do dispositivo de proteção solar de uma instituição de ensino, por meio do estudo da geometria solar, e suas implicações na utilização do mesmo dispositivo em fachadas com orientações distintas.

3. MÉTODO

Por meio de levantamentos de dados através de visitas ao local e medições, além da realização de análises computacionais, a metodologia da pesquisa foi elencada de acordo com as seguintes etapas: (1) levantamento de dados; (2) Estudos dos elementos de proteção existentes; (3) verificação do sombreamento do dispositivo de proteção solar em fachadas distintas.

3.1. Levantamento de dados

3.1.1. Caracterização da edificação

Através de uma visita no dia 18 de setembro de 2018 foram obtidos os dados sobre o projeto, estrutura e funcionamento da Escola Estadual Professora Maria Edilma de Freitas. A instituição fica localizada na Rua Respício José do Nascimento no município de Pau dos Ferros-RN (Figura 1) sendo um projeto desenvolvido pelo Governo Federal, fundado em 24 de setembro de 2001, a escola apresenta um total de 55 funcionários, dentre os quais, 25 são docentes.

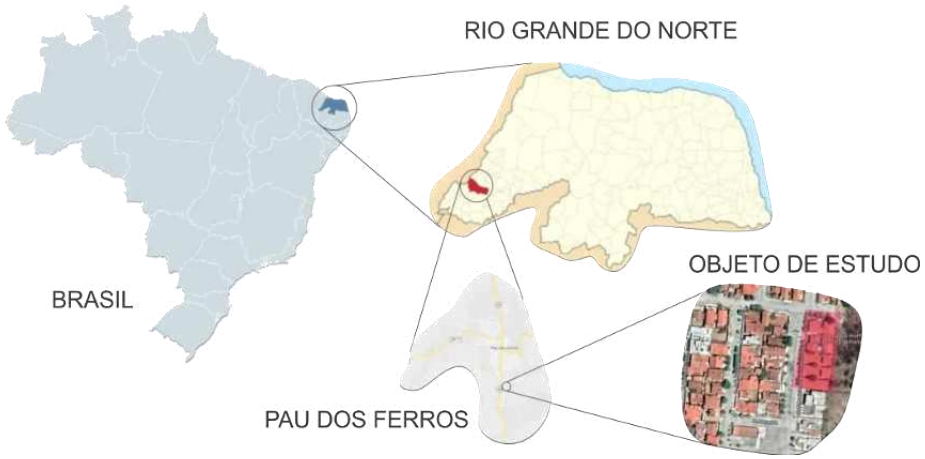


Figura 1 – Localização da instituição em estudo (AUTORES, 2019).

Com uma área com quase 1.720 m² a instituição atende aproximadamente 881 alunos durante todo o turno integral através de uma estrutura física que compreende banheiros, biblioteca, sala de vídeo (TV escola), laboratório de informática, cozinha, secretaria, diretoria, sala dos professores, salas de aula, sala do grêmio, vestiário, despensa, serviço e pátio. Na Figura 2 estão indicados em planta baixa (fornecida pela gerência da escola) os ambientes descritos acima por meio de legendas com cores. Visto isso, na pesquisa será analisado o dispositivo de proteção (cobogó) da edificação, os quais recebem radiação solar direta nas fachadas em que estão dispostos, ver Figura 3.



Figura 2 – Planta baixa da instituição (AUTORES, 2019).

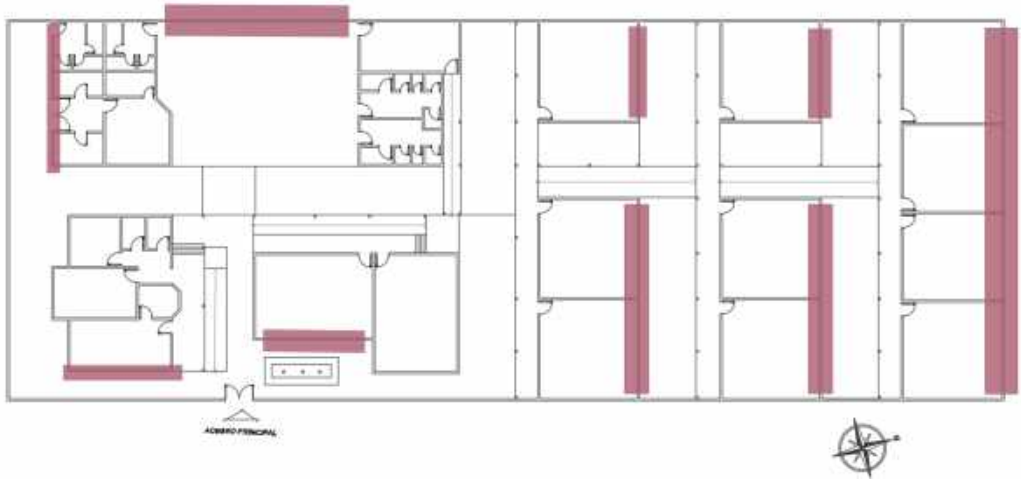


Figura 3 – Localização dos dispositivos utilizados na análise (AUTORES, 2019).

Os cobogós na instituição são utilizados de dois modos diferentes, que variam mediante a altura em que são empregados, em todas as salas com exceção do pátio eles estão acima da altura da porta, uma distância do piso de aproximadamente 2,40 m, já no pátio de 1,40 em relação ao piso, ver Figura 4 e Figura 5.



Figura 4 – Cobogós do pátio (AUTORES, 2019).



Figura 5 – Cobogós das salas (AUTORES, 2019).

3.1.2. Estudos dos elementos de proteção existentes

A fim de obter os dados bioclimáticos, zona bioclimática e verificar as diretrizes construtivas requeridas para a região, principalmente durante o verão, foi utilizado o programa ZBBR (Programa de classificação bioclimáticas das sedes dos municípios brasileiros, conforme a ABNT NBR 15220-3) desenvolvido por Maurício Roriz no Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos, nele foram preenchidos os campos correspondentes a unidade da federação e a cidade (Figura 6).

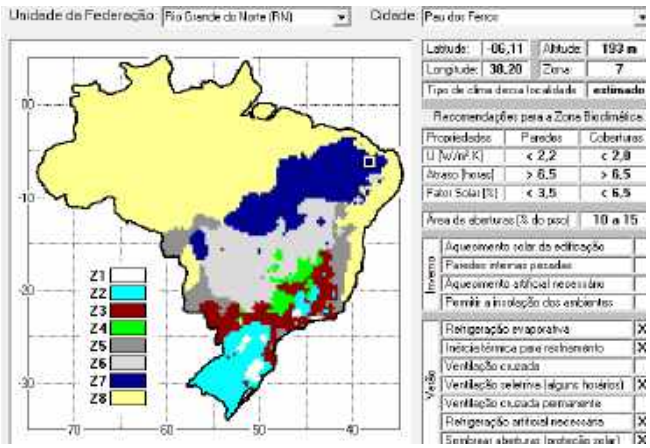


Figura 6 – Dados bioclimáticos da região de Pau dos Ferros-RN (RORIZ, 2019).

3.2. Estudos dos elementos de proteção existentes

3.2.1. Determinação dos azimutes das fachadas

Através de uma vetorização da imagem da vista superior da edificação retirada do Google Earth Pro (Figura 7) para o AutoCAD (Figura 8), foram obtidas as orientações das fachadas/ azimutes (distância em graus da perpendicular da fachada em relação ao norte) que serão utilizados no estudo da geometria solar. Essa etapa é necessária devido a influência do ângulo da orientação de cada fachada na máscara de sombra do dispositivo.



Figura 7– Vista aérea do Google Earth Pro (Adaptada do EARTH PRO, 2019).

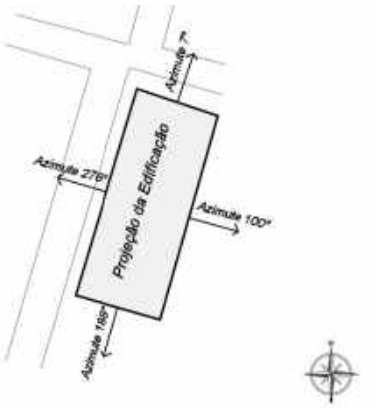


Figura 8– Azimutes das fachadas (AUTORES, 2019).

3.2.2. Identificação do tipo de elemento

Mediante uma visita de campo no dia 29 de março de 2019, foram realizadas as medições de um dispositivo de proteção presente na edificação, os cobogós. Por apresentarem as mesmas dimensões independente da orientação da fachada, foi realizada a modelagem no Sketchup do dispositivo de proteção solar demonstrando as medidas que serão utilizadas no estudo, como na imagem a seguir (Figura 9). Essas serviram posteriormente, para obter o corte e planta desse componente construtivo, pois será necessário na determinação dos ângulos alfa, beta e gama. Tais medidas correspondem ao espaço da abertura de cada unidade de um bloco do cobogó que contêm 8 unidades.

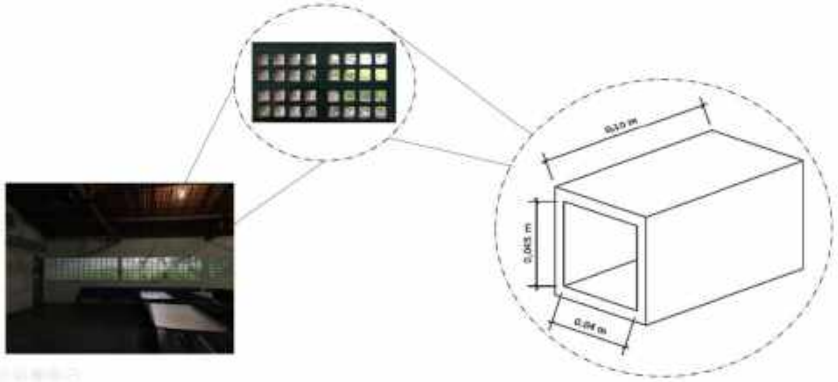


Figura 9– Dimensões das aberturas dos cobogós (AUTORES, 2019).

3.2.3. Obtenção dos ângulos

Para identificar os ângulos alfa (α), beta (β) e gama (γ) necessários no estudo da trajetória solar (na carta solar são as linhas em vermelho) e máscara de sombra, em primeiro plano, foi utilizada a carta solar do Software Sol-Ar do LabEEE-UFSC, programa que disponibiliza cartas solares e máscaras de sombras de acordo com a latitude especificada, auxiliando assim, no projeto de proteções solares através da visualização gráfica dos ângulos citados. Desse modo, para compreender a trajetória solar e a atuação desses ângulos no mascaramento do dispositivo, é inserida a latitude do município de Pau dos Ferros, gerando com isso, a trajetória solar durante todo o ano (Figura 10).

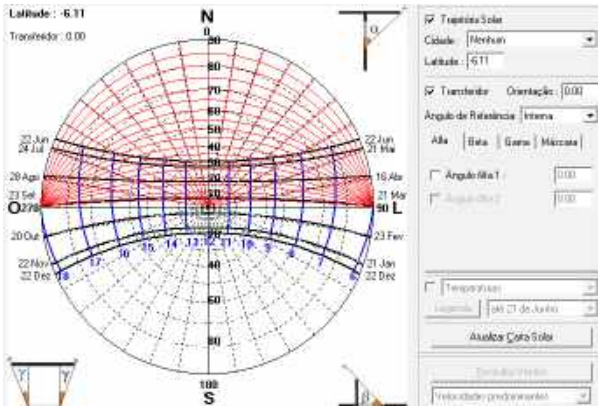


Figura 10– Carta solar do Município de Pau dos Ferros (LABEEE, 2019).

Não apenas isso, foi analisada a carta solar a fim de verificar o formato dos ângulos: alfa- ângulo em corte, beta- ângulo em planta baixa e gama- ângulo em vista. Feito isso, foi inserida as dimensões do dispositivo em planta, corte e vista no AutoCAD objetivando estabelecer esses ângulos (Figura 11). Como o dispositivo é delimitado lateralmente formando a unidade já representada, não são admitidos valores para o ângulo gama (γ).

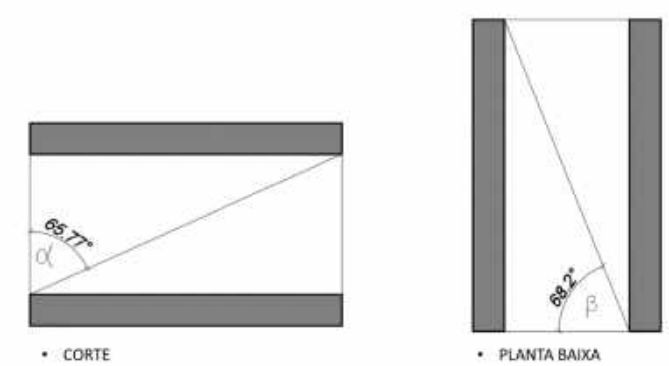


Figura 11- Ângulos alfa e beta do dispositivo de proteção (AUTORES, 2019).

3.3. Verificação do sombreamento dos dispositivos de proteção solar em fachadas distintas

Fez-se necessário compreender a trajetória solar nas diferentes fachadas da edificação, para isso, foi adicionada o valor de cada azimute na orientação da carta solar como visto a seguir: fachada com azimute de 7º, Figura 12; fachada com azimute de 100º, Figura 13; fachada com azimute de 188º, Figura 14; fachada com azimute de 276º, Figura 15.

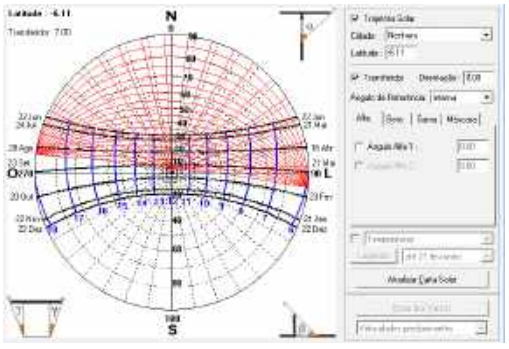


Figura 12– Azimute de 7º (LABEEE, 2019).

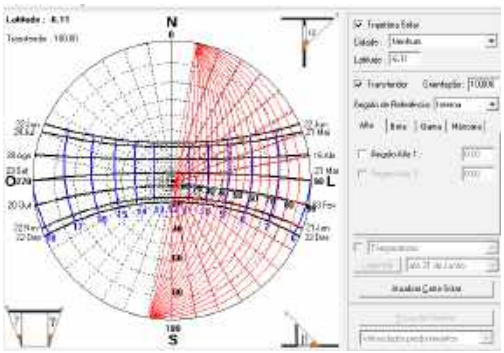


Figura 13– Azimute de 100º (LABEEE, 2019).

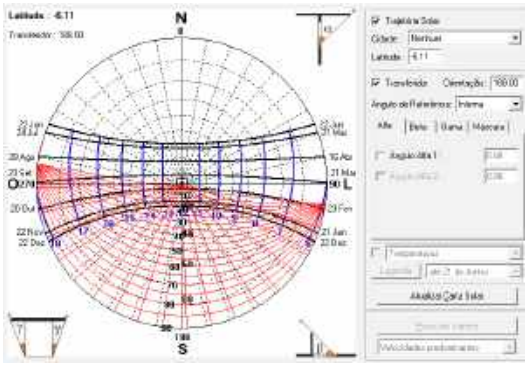


Figura 14– Azimute de 188º (LABEEE, 2019).

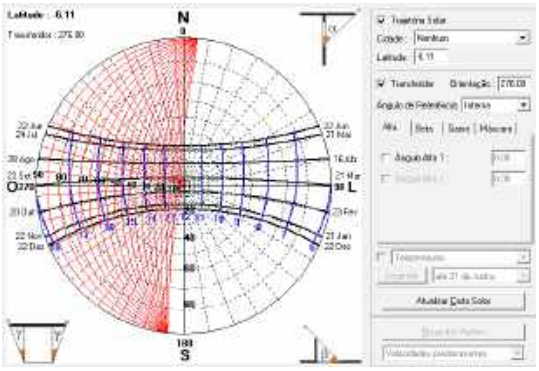


Figura 15– Azimute de 276º (LABEEE, 2019).

Como continuação do processo metodológico, foi estudado a máscara de sombra proporcionada pelo cobogó em cada fachada mediante a aplicação dos valores dos ângulos alfa (α) e beta (β), para assim verificar a eficiência do dispositivo. Enfim, foram elaboradas tabelas que constam o sombreamento de cada dispositivo, ângulos e duração da máscara de sombra, com o intuito de promover uma relação entra período de radiação direta sobre as fachadas e o período de proteção total.

4. RESULTADOS

Realizado todo esse percurso metodológico são apresentados a seguir a trajetória solar dos cobogós nas diferentes fachadas e a sua respectiva máscara de sombra para cada azimute. Como na NBR 15220-3 é recomendada que na zona bioclimática 7 as aberturas ou superfícies translúcidas sejam sombreadas durante todo o ano, segue o estudo:

4.1. Mascaramento da máscara de sombra.

Obtidos os ângulos alfa e beta do dispositivo em estudo, são analisadas nas diferentes orientações/azimutes das fachadas o mascaramento proporcionado, verificando com isso, sua eficiência total.

Nas fachadas com os azimutes de 7º e 188º a máscara de sombra do dispositivo está na cor azul, Figura 16 e Figura 17, respectivamente. Essa representação compreende os períodos com eficiência total no seu mascaramento. Ademais, há eficiência parcial no restante da trajetória solar, linhas na cor vermelha.

Por se tratar dos azimutes que compreendem as fachadas norte e sul, respectivamente, como estratégia construtiva de sombreamento há constantemente o emprego de diferentes tipos de dispositivos, como marquises e paredes que servem de proteção vertical. Entretanto, no edifício estudado é utilizado o cobogó como dispositivo de sombreamento para essas orientações. Ao analisar as cartas solares, é atestado que ele atende as necessidades proteção solar durante todo o ano, sendo assim, uma solução construtiva adequada.

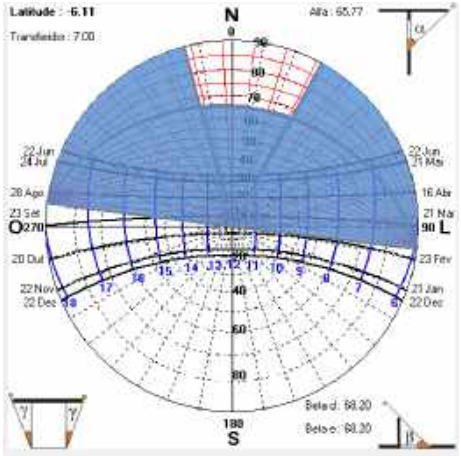


Figura 16–Máscara de sombra do Azimute de 7º (ADAPTADA DO LABEEE, 2019).

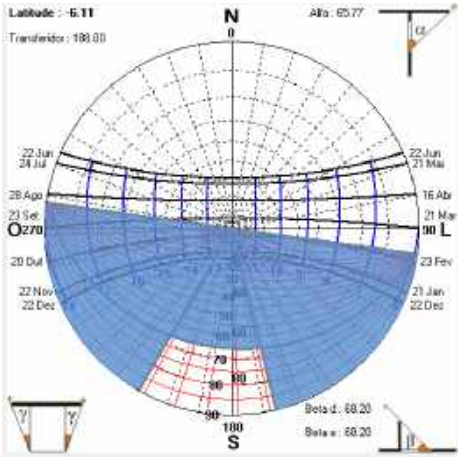


Figura 17–Máscara de sombra do Azimute de 188º (ADAPTADA DO LABEEE, 2019).

Ao ler a carta solar da fachada com azimute de 7º, é verificado que no solstício de verão (22/12) a fachada não recebe radiação solar direta. No equinócio (21/03 e 23/09) recebe radiação solar direta no

período das 06:00 às 15:00. No solstício de inverno (22/06) recebe radiação solar direta no período das 06:15 às 17:45. Visto isso, nos dias com radiação direta sobre as fachadas o dispositivo promove proteção total com sua máscara de sombra (Tabela 1).

Tabela 1 – Período de sombreamento do dispositivo na fachada de azimute de 7º.

Dispositivo	Ângulos	Ângulos	Período do ano- Sombreamento	Quantitativo de horas de sombra
Cobogó	α=65.77	β d=68.20 β e=68.20	22/06- Sombra das 06:15 às 17:45 21/03- Sombra das 06:00 às 15:00	11 horas e 30 minutos 9 horas

Não obstante, a fachada com azimute de 188° recebe radiação solar direta no solstício de verão (22/12) no período das 05:45 às 18:15. No equinócio (21/03 e 23/09) recebe radiação solar direta no período das 14:15 às 18:00. Já no solstício de inverno (22/06) não recebe radiação solar direta. Desse modo, o dispositivo promove sombreamento total durante esses períodos do ano (Tabela 2)

Tabela 2 –Período de sombreamento do dispositivo na fachada de azimute de 188º.

Dispositivo	Ângulos	Ângulos	Período do ano- Sombreamento	Quantitativo de horas de sombra
Cobogó	α=65.77	β d=68.20 β e=68.20	22/12- Sombra das 05:45 às 18:15 21/03- Sombra das 14:15 às 18:00	13 horas e 30 minutos 4 horas e 15 minutos

Nas fachadas com os azimutes de 100º e 276º, Figura 18 e Figura 19, a máscara de sombra na cor azul demonstra a eficiência total. Por se tratar das fachadas com orientações leste e oeste, respectivamente, em geral, os elementos constitutivos utilizados na proteção solar são os cobogós, pois essas fachadas recebem a radiação solar do sol poente e nascente, isto é, os pontos em que o sol adquire sua menor altura. Ao ser empregado o dispositivo de proteção já exposto, obtém-se sombreamento total durante diferentes períodos do ano, desse modo, o cobogó resolve o problema da incidência solar direta sobre as fachadas.

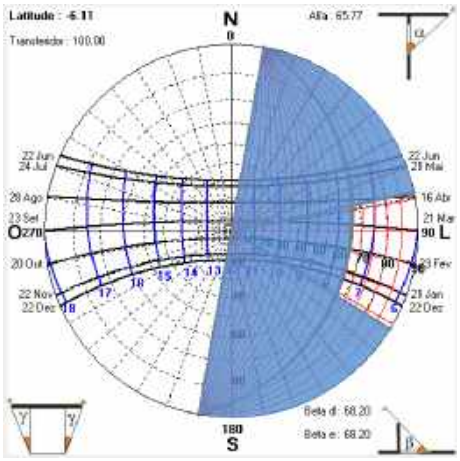


Figura 18–Máscara de sombra do Azimute de 100º (ADAPTADA DO LABEEE, 2019).

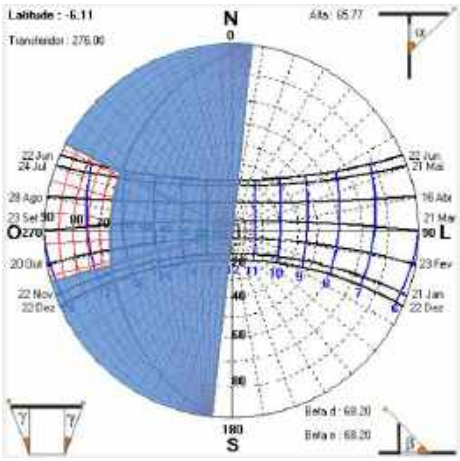


Figura 19–Máscara de sombra do Azimute de 276º (ADAPTADA DO LABEEE, 2019).

A fachada com azimute de 100º recebe radiação solar direta no solstício de verão (22/12) no período das 05:45 às 12:15. No equinócio (21/03 e 23/09) recebe radiação solar direta no período das 06:00 às 12:00. Já no solstício de inverno (22/06) recebe radiação solar direta no período das 06:15 às 11:45. Mediante a isso, o dispositivo proporciona o mascaramento em diferentes períodos do ano (Tabela 3)

Tabela 3 –Período de sombreamento do dispositivo na fachada de azimute de 100º.

Dispostivo	Ângulos	Ângulos	Período do ano- Sombreamento	Quantitativo de horas de sombra
Cobogó	α=65.77	β d=68.20 β e=68.20	22/12- Sombra das 07:30 às 12:15 22/06- Sombra das 06:15 às 11:45 21/03- Sombra das 07:30 às 12:00	3 horas 6 horas 4 horas e 30 minutos

Todavia, a fachada com azimute de 276° recebe radiação solar direta no solstício de verão (22/12) no período das 12:10 às 18:15. No equinócio (21/03 e 23/09) recebe radiação solar direta no período das 12:00 às 18:00. No solstício de inverno (22/06) recebe radiação solar direta no período das 11:50 às 17:45. O período de sombreamento do cobogó está elencado na Tabela 4.

Tabela 4–Período de sombreamento do dispositivo na fachada de azimute de 276º.

Dispostivo	Ângulos	Ângulos	Período do ano- Sombreamento	Quantitativo de horas de sombra
Cobogó	α=65.77	β d=68.20 β e=68.20	22/12- Sombra das 12:10 às 18:15 22/06- Sombra das 11:50 às 16:05 21/03- Sombra das 12:00 às 16:15	6 horas e 05 minutos 3 horas e 55 minutos 4 horas e 15 minutos

Portanto, através desses levantamentos e discussões é averiguado que esse tipo de cobogó concede um mascaramento com eficiência total em todas as fachadas durante todo o ano para as fachadas norte e sul, já para a leste e oeste permite incidência solar em uma parte do ano.

5. CONCLUSÕES

Ao abordar um dos mecanismos que influenciam o conforto térmico e lumínico, os dispositivos de sombreamentos, em uma edificação educacional situada na cidade de Pau dos Ferros- RN, foi possível indagar a importância de um estudo prévio na elaboração dos dispositivos de proteção solar tendo como base as condições de zoneamento bioclimático apresentadas na NBR 15220 e as orientações das fachadas do projeto analisado.

Assim, observou-se mediante a demonstração da aplicação do mesmo tipo de cobogó nas diferentes fachadas que a sua orientação influencia na eficiência total da máscara de sombra, pois nos azimutes de 100º e 276º devido à altura solar e orientação para leste e oeste torna-se difícil determinar um dispositivo com sombreamento total, entretanto, o dispositivo existente na instituição atendeu de maneira eficiente as necessidades de sombreamento nessas fachadas. Como resultado geral, tendo em vista que na zona bioclimática 7 segundo a NBR 15220 é necessário sombreamento das aberturas total durante todo o ano (ABNT, 2005), na fachada com o azimute de 7º o cobogó proporcionou máscara de sombra durante o equinócio e no solstício de inverno, sendo que não há incidência solar no solstício de verão, desse modo, nessa fachada há sombreamento durante todo o ano, o mesmo ocorre para a fachada com o azimute de 188º, que oferece proteção no equinócio e no solstício de verão. Por fim para as fachadas com os azimutes de 100º e 276º apesar de poucas horas sem sombreamento, foi verificado a máscara de sombra no equinócio e no solstício de inverno e verão.

Ao explanar esse tipo de configuração de dispositivo é demonstrado a relação direta entre a orientação da fachada e o tipo de ângulos a serem empregados em um dispositivo de proteção, sendo esses, fatores que influenciam sobre o seu mascaramento. Contudo, em detrimento aos levantamentos apresentados, a pesquisa contribui na difusão da relevância do estudo da geometria solar e suas implicações na elaboração de um dispositivo de proteção eficiente em uma instituição de ensino, visto que tais mecanismo são imprescindíveis no estabelecimento do conforto térmico e este contribui no processo de aprendizagem dos alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

CARVALHO, Marlise Lila Silva. **Eficiência da luz solar refletida e desempenho de dispositivos de sombreamento:** Estudo para salas de aula na cidade de Maceió. Maceió, 2018.

CARVALHO, Marlise Lila Silva; CABÚS, Ricardo Carvalho. **A influência do número de peças de dispositivos de sombreamento para o comportamento da luz solar refletida em sala de aula na cidade de Maceió**. São Paulo, 2016.

DORIGO, A. L.; KRÜGER, E. L. **Uso de dispositivos de sombreamento em salas de aula-** Avaliação de método proposto por Olgyay. Ouro Preto, 2007.

FNDE- FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. **Manual técnico de Arquitetura e Engenharia de orientação para a elaboração de projetos de construção de centros de educação infantil.** Brasília, 2009.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. 5ª edição. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GUTIERREZ, G.C. R.; LABAKI, L.C. **An Experimental Study of Shading Devices:** Orientations Typology and Material. São Paulo, 2007.

LABEEE- LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. **Analysis Sol-Ar**. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares/analysis-sol-ar>.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3ª edição. Rio de Janeiro, 2014.

LEITZKE, Rodrigo Karini et al. **Avaliação de dispositivos de proteção solar fixos e automizados para edifício residencial**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, 2017.

KOWALTOWSKI, Doris. C.C.K, et al. **Processos de Projeto em Arquitetura:** da teoria à tecnologia. São Paulo: Oficinas de Texto, 2011.

MARTINS, Thiago Luiz de Oliveira Gomes. **Dispositivos de proteção solar e eficiência energética em edifícios de escritórios:** uma avaliação para a cidade de Maceió/AL. Maceió, 2007.

RORIZ, M. **ZBBR**- Zoneamento Bioclimático do Brasil. São Carlos, 2004.

SOUSA, L. G. B.; SILVA, W. K. F.; NUNES, E. R. D. **Conforto Térmico e Ventilação na Escola Estadual Prof. Maria Edilma de Freitas Silva**. 2017.