



## **O MODERNISMO SOB O SOL TROPICAL: Análise das proteções solares em três edificações referenciais do modernismo no Ceará**

## **EL MODERNISMO BAJO EL SOL TROPICAL: Análisis de las protecciones solares en tres edificaciones referenciales del modernismo en el Ceará**

## **THE MODERNISM UNDER THE TROPICAL SUN: Analysis of solar protections in three referential buildings of the modernism in Ceará**

### **RENAN CID VARELA LEITE (1); BRUNO DE PAIVA Y RAVIOLO (2); ADEMIR DE OLIVEIRA HOMEM FILHO (3); BRUNO MELO BRAGA (4)**

1. Doutor pela FAUUSP (2015), Departamento de Arquitetura e Urbanismo – UFC.  
Avenida da Universidade, 2890. Benfica. CEP 60020-181. Fortaleza - CE.  
renancid@bol.com.br

2. Arquiteto, Departamento de Arquitetura e Urbanismo UFC.  
Avenida da Universidade, 2890. Benfica. CEP 60020-181. Fortaleza - CE.  
bruno.raviolo@gmail.com

3. Graduando em Arquitetura e Urbanismo, Centro Universitário Estácio do Ceará.  
Rua Eliseu Uchôa Beco, 600. Água fria. CEP 60810-270. Fortaleza – CE.  
ademiroliveira.arq@gmail.com

4. Mestre em Arquitetura e Urbanismo pelo PPGAU-UFC (2017), Departamento de Arquitetura e Urbanismo - UFC.  
Avenida da Universidade, 2890. Benfica. CEP 60020-181. Fortaleza - CE.  
brunobragaarq@gmail.com

### **RESUMO**

Em cidades tropicais quentes e úmidas, as principais estratégias bioclimáticas indicadas são a proteção solar de grandes aberturas e a ventilação natural permanente da edificação. Na cidade de Fortaleza, durante a década de 1970, diversas edificações modernistas se valeram de elementos como o brise-soleil para reduzir ganhos de calor excessivos nos ambientes internos. Além de uma resposta à necessária adaptação do ideário modernista à realidade climática de baixas latitudes, a utilização deste elemento de proteção constituiu recurso plástico para composição de fachadas, sobretudo em edifícios de escritórios,



onde a aplicação da ventilação natural é restrita. Três edifícios públicos administrativos e referenciais da produção modernista local foram tomados como objeto de estudo. Metodologicamente são utilizadas simulações computacionais, detalhando os dispositivos de proteção solar adotados em cada caso. É analisada a eficácia destes elementos ao longo do ano através de máscaras solares, discutindo-se sua pertinência e a influência de variáveis ambientais no processo de projeto dos autores. Nos resultados evidencia-se a aplicação consciente dos recursos de proteção solar, refutando a mera adequação ao repertório formal vigente, aspecto comum durante o período e revelando um esforço na construção de um panorama regional adaptado à realidade ambiental.

**Palavras-chave:** Arquitetura modernista; desempenho térmico; edifícios verticais; Fortaleza.

## RESUMEN

En las ciudades tropicales calientes y húmedas, las principales estrategias bioclimáticas indicadas son la protección solar de grandes aberturas y la ventilación natural permanente de la edificación. En la ciudad de Fortaleza, durante la década de 1970, diversas edificaciones modernistas se valieron de elementos como el brise-soleil para reducir las ganancias de calor excesivas en los ambientes internos. Además de una respuesta a la necesaria adaptación del ideario modernista a la realidad climática de bajas latitudes, la utilización de este elemento de protección constituyó recurso plástico para composición de fachadas, sobre todo en edificios de oficinas, donde la aplicación de la ventilación natural es restringida. Tres edificios públicos administrativos y referenciales de la producción modernista local fueron tomados como objeto de estudio. Metodológicamente se utilizan simulaciones computacionales, detallando los dispositivos de protección solar adoptados en cada caso. Se analiza la eficacia de estos elementos a lo largo del año a través de máscaras solares, discutiendo su pertinencia y la influencia de variables ambientales en el proceso de diseño de los autores. En los resultados se evidencia la aplicación consciente de los recursos de protección solar, refutando la mera adecuación al repertorio formal vigente, aspecto común durante el período y revelando un esfuerzo en la construcción de un panorama regional adaptado a la realidad ambiental.

**Palabras clave:** Arquitectura modernista; comportamiento térmico; edificios verticales; Fortaleza.

## ABSTRACT

In hot and humid tropical cities, the main bioclimatic strategies are the constant shading of large openings and the permanent natural ventilation of the building. In the city of Fortaleza, during the 1970s, several modernist buildings used elements such as brise-soleil to reduce excessive internal heat gains. In addition to being a response to the necessary adaptation of modernist ideas to the low-latitude climatic reality, the use of this element of protection was a plastic resource for façade composition, especially in office buildings, where the application of natural ventilation is restricted. Three administrative and referential public buildings of the local modernist production were taken as object of study. Methodologically, computational simulations are used to characterize the performance of such solar protection devices adopted in each case. The effectiveness of these elements throughout the year through solar masks is discussed, as well as their relevance and the influence of environmental variables in the authors' design process. The results show the conscious application of the solar protection resources, refuting the mere adaptation to the current formal repertoire, common aspect during the period and revealing an effort in the construction of a regional panorama adapted to the environmental reality.

**Keywords:** Modernist architecture; Thermal performance; Vertical buildings; Fortaleza.



## **Introdução**

O projeto de edifícios em regiões tropicais quentes e úmidas, onde há pouca variação da temperatura do ar ao longo do dia e altos níveis de umidade relativa do ar, deve priorizar a proteção à radiação solar e o aproveitamento da ventilação natural. De acordo com a realidade climática, em tais localidades, os edifícios devem evitar ganhos de calor externos, dissipando daqueles produzidos em seu interior através do movimento do ar (KOENIGSBERGER et al, 1974; FANGER, 1987, AYNSLEY, 1999; FROTA; SCHIFFER, 2003).

A expressão vernacular de tais localidades já incorporava elementos de proteção solar em sua prática construtiva, com os longos beirais e varandas. Posteriormente balcões, sacadas, marquises e outros elementos foram incorporados na tentativa de controlar a radiação direta e filtrar a intensa luz natural, evitando excessos que comprometeriam o desempenho térmico da edificação.

Desde os primórdios do movimento moderno, o quebra sol ou brise-soleil, teve notória disseminação por habilitar a regulação da entrada de luz, negociando a permissividade visual e o contato com o meio natural com a proteção necessária. Nos trópicos, peças horizontais e verticais constituíram elementos dominantes, respostas óbvias à alta radiação solar para a adaptação da arquitetura moderna, desenvolvida, originalmente, em climas moderados (LAAR, 2001).

Por outro lado, é preciso ressaltar que o interesse da arquitetura modernista por recursos de projeto como quebra-sóis também estava vinculado à influência corbusiana e às intenções estéticas vigentes. Tal aspecto resultou, em muitos casos, que tais elementos não fossem projetados visando o conforto ambiental e a eficiência energética, mas meramente por preocupações formais (RUSSO, 2004).



Na cidade de Fortaleza, localizada na faixa litorânea nordestina de baixa latitude (3° 47'S) as diretrizes de adequação ao clima são a promoção da ventilação natural e a proteção solar de grandes aberturas contra a intensa insolação incidente (ABNT, 2005). Ao examinar a produção arquitetônica modernista em Fortaleza é possível inferir que diversas obras públicas administrativas incorporaram a proteção solar como premissa projetual. Contudo, o que se pretende avaliar é a pertinência dos elementos utilizados pelos arquitetos de tais obras para proteger a edificação da incidência solar intensa na capital cearense.

### **Objetivo**

O presente artigo tem como objetivo avaliar a eficiência da implantação adotada e a empregabilidade das proteções solares empregadas em três obras referenciais do modernismo em Fortaleza.

Ademais, pretende-se discutir a inserção das variáveis ambientais, mais especificamente a geometria da insolação, no processo de projeção de seus autores.

### **Referencial Bibliográfico**

É sabido que o expressivo consumo energético de sistemas ativos é explicado por uma confluência de fatores: a vigência de exigências normativas rígidas para o conforto ambiental como condição sine qua non para desempenho de atividades; a cultura corporativa do ambiente de trabalho climatizado; o emprego desmedido do vidro por edifícios que ainda seguem o *International Style*, num paradigma de desconexão ambiental e exacerbando custos energéticos operacionais (JOHNSON, 2014; HENSEL, 2013; MONTEIRO, 2015; MALLGRAVE, 2011).



A imagem da modernidade estava intrinsecamente ligada à técnica construtiva do concreto armado e, ao lado deste está o vidro, contribuindo com a leveza volumétrica, com a transparência e a integração com o meio externo. Mais adiante, a cortina de vidro, maximizando a superfície transparente, que por vezes ocupa toda a fachada (CURTIS, 2008).

Entretanto, em locais de clima quente e úmido, soluções como o revestimento nas paredes externas e elementos de proteção solar foram utilizadas nas fachadas, antes rebocadas, ou com janelas em fita ou totalmente envidraçadas (CURTIS, 2008). Nesse sentido, observa-se que a linguagem da arquitetura moderna demonstra flexibilidade ao adaptar-se e receber a influência de fatores como o clima, materiais, tecnologia disponível, condições sociais e econômicas.

No âmbito nacional, entre as décadas de 1930 e 1960, a produção modernista demonstrou preocupações com a questão ambiental ao incorporar características bioclimáticas, das quais se pode destacar o emprego de quebra-sóis e cobogós. Entre os arquitetos brasileiros atuantes nessa época e que amplamente se valeram de tais recursos, Lúcio Costa foi um dos que cumpriu um papel exemplar na educação e na prática arquitetônica, na medida em que ressaltava a importância da compreensão do clima e da geometria solar no processo de projeto (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

Precedendo a vigência de exigências normativas e ferramentas computacionais, os aspectos ambientais já eram incorporados à prática dos arquitetos modernistas brasileiros. Questões como a geometria da insolação, ventilação natural, escolha dos materiais permeava a atuação destes. Como reforçava Costa (1983), o desenvolvimento da tecnologia não se contrapunha à natureza, sendo, na verdade, uma face oculta desta e cuja revelação dava-se através da capacidade de raciocínio e elaboração humanos, portanto uma aliada à transformação do espaço natural.



No caso de edifícios de escritórios e institucionais, a necessidade de proteção solar é ainda mais importante para o conforto térmico e economia de energia, uma vez que expressiva demanda energética é devida aos sistemas ativos de climatização e iluminação artificial, que representam, respectivamente, 47% e 22% do total consumido por estas edificações nestes lugares (ELETROBRÁS, 2007). Ademais, a ventilação natural tem aplicação restrita nesta tipologia devido aos problemas causados pelo movimento do ar.

## **Metodologia**

Três edifícios projetados durante a década de 1970 e que são emblemas do movimento moderno em Fortaleza foram tomados como objeto de estudo: a sede do Ministério da Fazenda; a sede do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e a sede do Banco do Nordeste do Brasil (BNB).

### **Sede do Ministério da Fazenda**

Para Diógenes e Paiva (2008), o edifício sede do Ministério da Fazenda, de 1975, constitui a obra mais emblemática do arquiteto Acácio Gil Borsoi na cidade de Fortaleza. Ainda, a atuação projetual deste parte de premissas que evidenciam franca filiação ao ideário moderno que se disseminou no Brasil, sendo o próprio um dos baluartes.





Figura 1 – Vista sudeste da sede do Ministério da Fazenda, atual Receita Federal.  
Fonte: Imagem de satélite adaptada do Google Earth.

O projeto ocupa mais a porção oeste da quadra (Figura 1), alinhado à com a malha viária levemente oblíqua da cidade ( $18^\circ$ ). Sua volumetria possui uma base de quatro pavimentos, com poucas e pequenas aberturas; enquanto que a torre possui paredes de mesmas características opacas nas menores fachadas (leste e oeste) e brises de concreto nas fachadas norte e sul, que marcam a proposta (BRAGA, 2017).

### **Sede do DNOCS**

Construído entre 1968 - 1973, a sede do DNOCS é projeto do arquiteto Marcílio Dias de Luna. Sua implantação também segue a malha viária oblíqua da cidade, com leve inclinação das principais fachadas para sudoeste e nordeste (Figura 2).



Figura 2 – Vista sudeste da sede do DNOCS.  
Fonte: Imagem de satélite adaptada do Google Earth.

A proposta do edifício é marcadamente modernista: pavimento livre com vedações internas leves em oposição à rigidez da estrutura em concreto, exposta. A volumetria é composta por duas partes: torre vertical de dez pavimentos e bloco horizontal de dois pavimentos (Figura 2). Como descrito por Braga (2017), a torre vertical, que abriga a maior parte do programa, tem sua fachada marcada pela presença dos pilares externos, equidistantes em 5,1 m.

### **Sede do BNB**

O edifício Raul Barbosa, sede da Direção Geral do Banco do Nordeste do Brasil, é de autoria da equipe liderada pelo arquiteto Nelson Serra e Neves. A proposta, de 1978, venceu o Concurso Regional de Anteprojetos, tendo equacionado, num mesmo edifício, áreas destinadas a usos diversos e por vezes conflitantes: espaços destinados ao público e funcionários, administração, auditório, biblioteca e os escritórios.





O partido buscou a unidade formal, apesar da divisão em dois volumes com uma transição claramente definida: uma base mais horizontal que ocupa quase todo o terreno e a torre, marcada pelos elementos de proteção nas fachadas norte e sul que se alongam, somente parando nos vazios dos entrepisos, contrastando com as fachadas leste e oeste, cegas (Figura 3).



Figura 3 – Vista sudeste da sede do Banco do Nordeste do Brasil.  
Fonte: Imagem de satélite adaptada do Google Earth.

Os brises-soleils são fixos, executados em concreto, ligeiramente afastados do pano de vidro e se estendem pela altura de cada um dos três blocos que compõem a torre, resultando numa leitura que acaba por disfarçar a altura total da torre.

### **Caracterização climática**



Para verificar a intensidade da insolação local, os dados acerca da radiação solar global foram levantados a partir de um arquivo climático de Fortaleza com formatação TRY (Test Reference Year) datando 1963, época antecedente à construção das edificações.

Os dados foram plotados em um histograma, cujas colunas representam os dias do ano, sendo estas subdivididas em 24 linhas que representam as horas do dia (Figura 4).

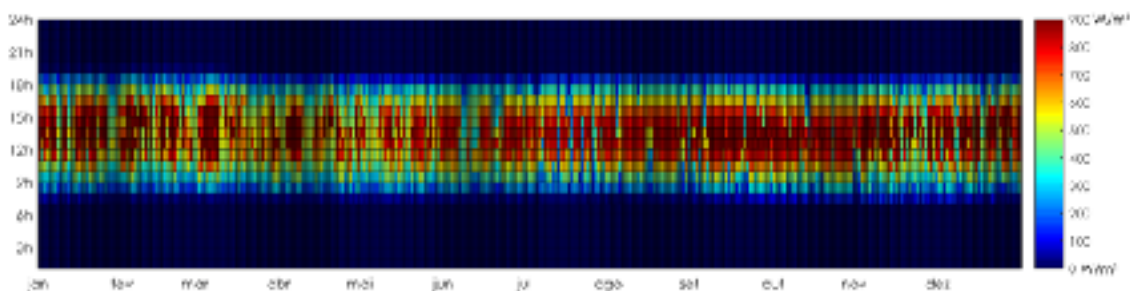


Figura 4 – Histograma da radiação solar global de Fortaleza em 1963.

Fonte: Adaptado pelos autores a partir de arquivo climático.

A leitura do histograma confirmou que os níveis registrados de radiação solar são intensos e constantes para o ano todo. Isto implica em um alto potencial de ganho de calor por insolação direta, capaz de elevar a temperatura de ambientes desprotegidos.

### **Modelagem e simulação das obras**

Uma etapa de levantamento documental foi feita para a obtenção dos respectivos projetos arquitetônicos. Tais projetos serviram para a criação de modelos digitais, que por sua vez permitiram o emprego das simulações computacionais subsequentes.

A documentação obtida foi simplificada geometricamente no software SketchUp (TRIMBLE, 2015) antes de ser transferida para o programa Ecotect Analysis 2011 (AUTODESK, 2010). Nesta segunda ferramenta o modelo, a nível de estudo volumétrico, foi utilizado para simular, a média diária de radiação solar global incidente em todas as fachadas para comprovação das orientações críticas. Adicionalmente também foram geradas máscaras de obstrução ao percurso solar para cada uma das

fachadas dotadas de elementos de proteção solar. Tais máscaras permitem apreender o período do ano em que a proteção representa efetiva obstrução da radiação solar direta.

## Discussão dos resultados

### Ministério da Fazenda

Pela implantação priorizando as principais fachadas no sentido norte e sul e pela remoção de aberturas nas fachadas leste e oeste, o Ministério da Fazenda determina uma carga solar menor ao interior dos ambientes de trabalho, em sua maioria localizados no bloco vertical (Figura 5).

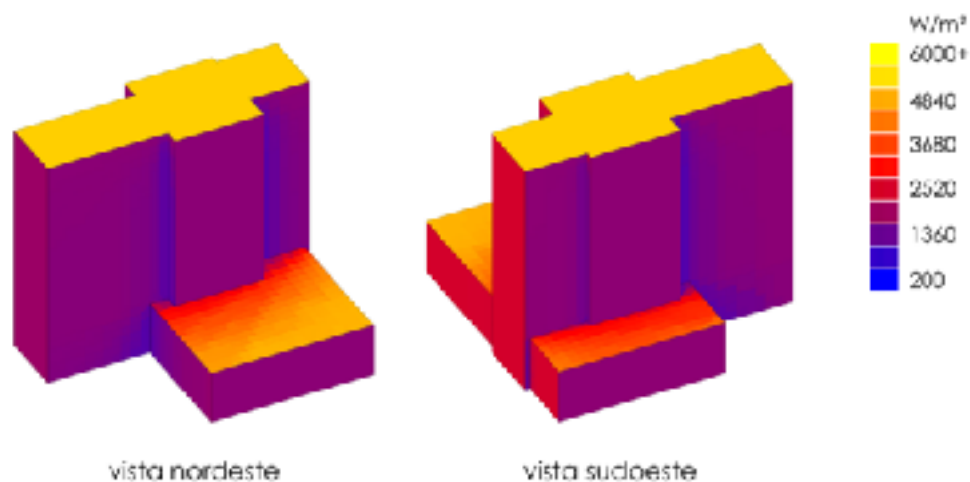


Figura 5 – Estudo de insolação da sede do Ministério da Fazenda.  
Fonte: Os autores.

As caixas em concreto pré-moldado que contém as esquadrias de alumínio e vidro atuam como brise-soleil e conferem uniformidade a este volume (PAIVA; DIÓGENES, 2008) como pode ser visto na Figura 6.

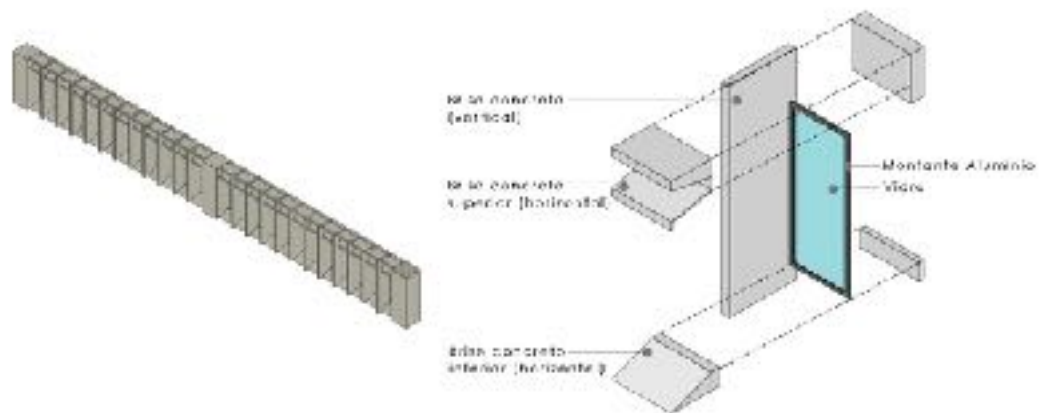


Figura 6 – Brises na fachada do Ministério da Fazenda  
 Fonte: Adaptado de Braga (2017)

Como é possível perceber através da máscara de proteção solar, a maior parte do percurso solar é barrado pelos brises-soleil (Figura 7). No inverno, apenas durante um curto período do dia, o ambiente interno voltado para norte é atingido. Na fachada voltada para sul, o comportamento é semelhante, com brises verticais permitindo a penetração do sol apenas durante pequena parte do verão.

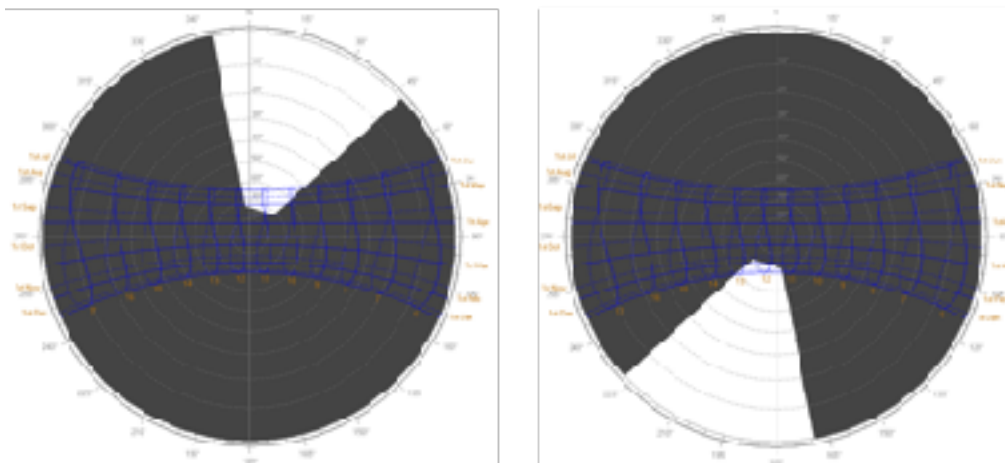


Figura 7 – Máscaras solares para fachada nordeste (à esq.) e sudoeste (à dir.)  
 Fonte: Os autores.

### Sede do Dnocs

De maneira análoga ao Ministério da Fazenda, o DNOCS também tem suas fachadas leste e oeste reduzidas e sem aberturas (Figura 8).

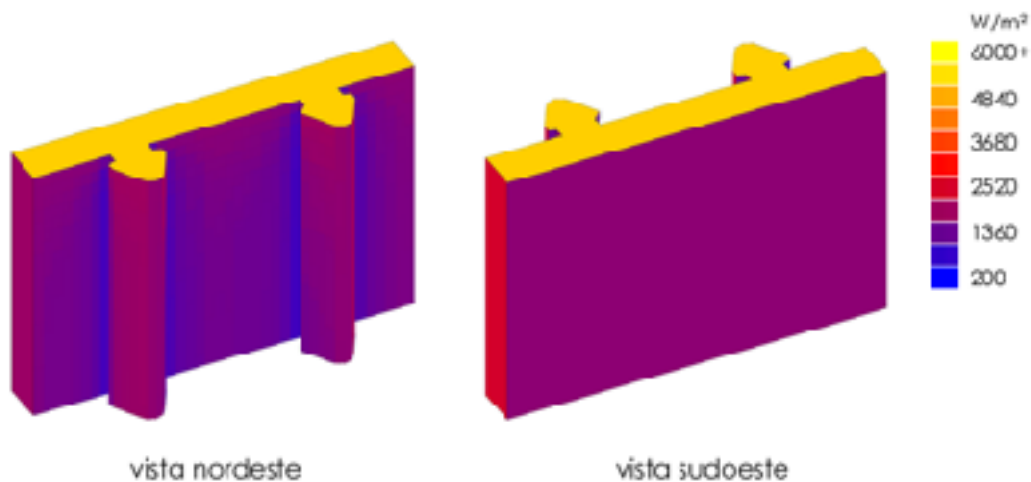


Figura 8 – Estudo de insolação do DNOCS.  
 Fonte: Os autores.

Contudo, a mera implantação não foi suficiente para proteger o edifício como no caso anterior. As fachadas norte e sul, envidraçadas, não tem proteções tão efetivas, (Figuras 9 e 10).

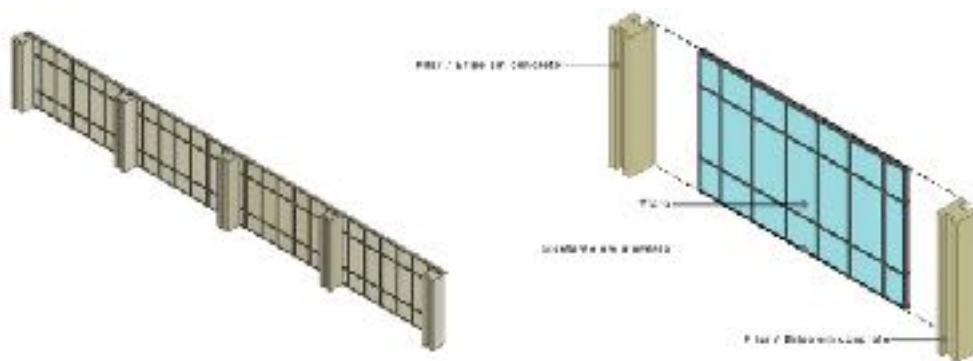


Figura 9 – Brises na fachada do DNOCS.  
 Fonte: Adaptado de Braga (2017).



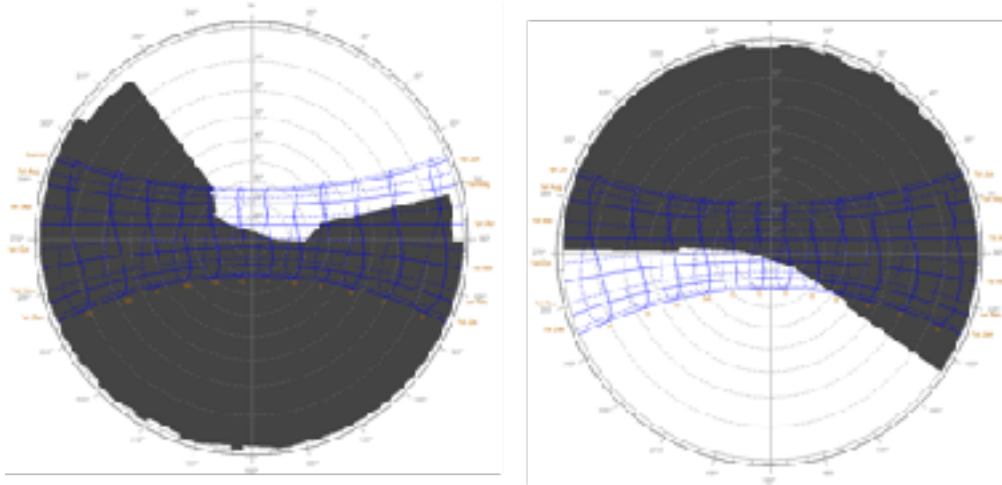


Figura 10 – Máscaras solares para fachada nordeste (à esq.) e sudoeste (à dir.)  
Fonte: Os autores.

### Sede do BNB

A implantação da sede do BNB é bastante semelhante a opção adotada no projeto do edifício do Ministério da Fazenda. Observa-se a repetição do comportamento de uma intensa carga de radiação nas fachadas laterais, especialmente na oeste, que fica voltada para o sol poente.

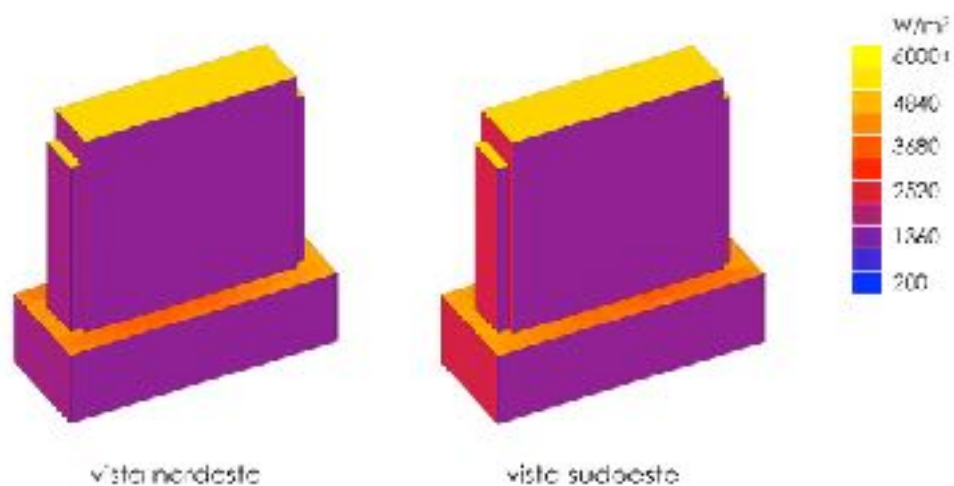


Figura 11 – Estudo de insolação do BNB.  
Fonte: Os autores.

Complementarmente, as fachadas norte e sul também recebem significativas cargas de energia solar, embora menos intensas, e são dotadas de peças de brises verticais de 90 cm de profundidade e afastadas da vedação, em vidro, o que garante a obstrução de expressiva parte do percurso solar durante o ano, como evidenciado pelas máscaras de proteção solar (Figura 12). Tanto a norte como a sul, apenas trechos de insolação, mais precisamente em horários de angulação elevada, entre 11:00 e 13:00 o sol incide no interior do edifício.

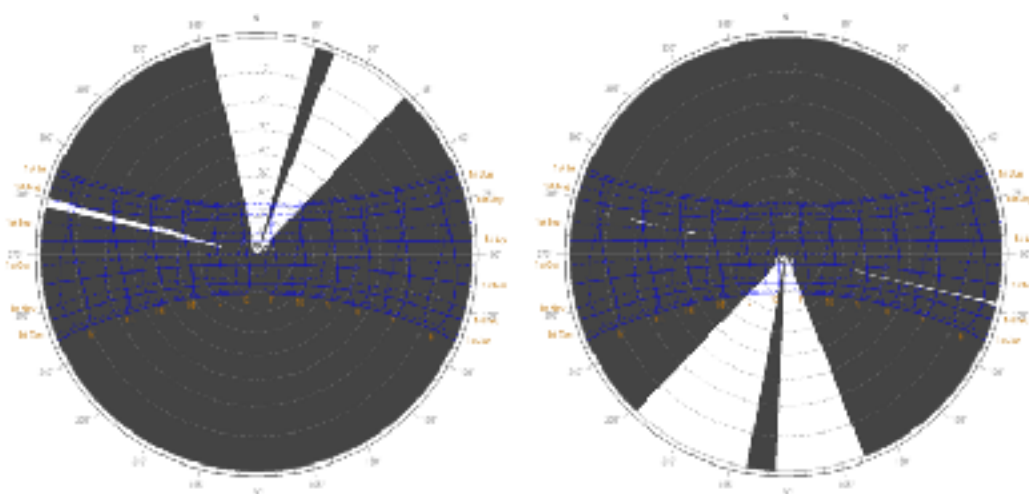


Figura 12 – Máscaras solares para fachada nordeste (à esq.) e sudoeste (à dir.).  
Fonte: Os autores.

Havia, ainda de acordo com a descrição da equipe de projeto, a intenção de vaziar o corpo do edifício em função da obstrução aos ventos na cidade, o que reduziria o impacto deste conjunto na ventilação urbana sobre o entorno imediato (CASTRO, 1982).

## Conclusão

As edificações aqui avaliadas possuem grande significado arquitetônico, marcando uma época em que a produção modernista cearense estava em ebulição. O trabalho sugeriu uma reflexão sobre as estratégias e técnicas empregadas nestes projetos. No caso do



Ministério da Fazenda, é evidente a tentativa de proteger suas superfícies, como traço intrínseco percebido na obra de Borsóí, apesar da evidente vinculação a preceitos modernistas. Já no caso do DNOCS, os panos de vedação livres e desprovidos de proteções evocam uma relação corbusiana com o edifício, numa estética modernista ainda mais clara e cujos impactos no consumo energético devem ser investigados pela possível magnitude.

Os brises-soleil do Ministério da Fazenda efetivamente bloqueiam a maior parte da radiação solar, evidenciando o emprego consciente dos elementos de proteção para além da adequação ao repertório formalista comum na década de 70 (PAIVA; DIÓGENES, 2008). Ademais, a expressiva redução da penetração solar e o controle, até mesmo excessivo, do percentual difuso de radiação, que certamente reduzem a quantidade de luz disponível nos ambientes, têm impacto direto na redução do consumo de energia para o condicionamento do ar.

Em contrapartida, no caso do DNOCS, as máscaras revelam que a fachada norte tem sua proteção somente devido a presença dos volumes de circulação vertical. Incapazes de gerar maior proteção, durante a manhã até o início da tarde, no inverno, a fachada recebe radiação direta. O problema maior, entretanto, está na elevação sul. Embora esta esteja protegida durante a maior parte da manhã, ao final da manhã e por toda a tarde recebe radiação direta.

No caso do Edifício sede do BNB, repete-se a solução de cegar as fachadas leste e oeste, reduzindo a carga térmica que adentra o edifício. Novamente, os brises-soleils são empregados como meios de garantir o sombreamento das fachadas maiores, norte e sul, criando sombras sem, contudo, quebrar as visuais dos ambientes internos em relação ao exterior.



Este estudo procurou reforçar o papel fundamental desempenhado pelo uso de brises-soleil como elementos não apenas compositivos, mas de extrema relevância para o controle de insolação e temperatura em locais com grande desconforto térmico ao longo do ano. É válido ressaltar que, à época de concepção das duas edificações, as ferramentas para dimensionamento das proteções solares eram restritas às cartas solares, reforçando o papel do conhecimento do clima por parte destes profissionais.

## Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

AUTODESK, Inc. **Autodesk Ecotect Analysis**. Version 2011. Autodesk Brasil, 2010.

BRAGA, Bruno Melo. **Flexibilidade e permanência : os edifícios públicos modernos de Fortaleza**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e Design, Fortaleza, 2017.

CASTRO, José Liberal. **Panorama da Arquitetura Cearense**. In: Cadernos Brasileiros de Arquitetura. V. 10. São Paulo: Projeto, 1982.

COSTA, Lúcio. **Arquitetura Bioclimática**. In: SEMINÁRIO DE ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA, RJ, 1983.

CURTIS, William. **Arquitetura moderna desde 1900**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DIÓGENES, Beatriz Helena.; PAIVA, Ricardo Alexandre. **Caminhos da Arquitetura Moderna em Fortaleza: A contribuição do arquiteto Acacio Gil Borsoi**. In: 2 Seminário DOCOMOMO N-Ne – Desafios da Preservação: referências da arquitetura e do urbanismos modernos no Norte e no Nordeste, Salvador, 2008.

FANGER, Ole. **Airflow characteristics of occupied zone of ventilated space**. ASHRAE Transactions. New York: ASHRAE, 1987.



FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. Editora Nobel, 7 ed., São Paulo, 2003.

GIVONI, Baruch. **Passive and Low Energy Cooling of Buildings**. 1a. ed. New York: John Wiley & Sons, 1994.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. **Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 51-81 out./dez. 2006.

HENSEL, Michael. **Performance-Oriented Architecture: Rethinking Architectural Design and the Built Environment**. West Sussex: Wiley, 2013.

JOHNSON, Scott. **Performative Skyscrapers: Tall Building Design Now**. Glendale: Balcony Press, 2014.

KOENIGSBERGER, O.; INGERSOL, T. G.; MAYHEW, A.; SZOKOLAY, S. V. **Manual of Tropical Housing and Building**. Part I: Climatic Design. London: Longman, 1974.

LAAR, M. **Brise soleil – Classical Elements of Tropical Modernism**. Artigo apresentado no Seventh International Conference. Rio de Janeiro, 13-15 de Agosto de 2001

MALLGRAVE, Harry; GOODMAN, David. **Architectural Theory: 1968 To The Present**. West Sussex: Wiley-Blackwell, 2011. p.215-230.

MONTEIRO, Leonardo Marques. Conforto Ambiental e as Possibilidades do Modelo Adaptativo. In: GONÇALVES, Joana Carla Soares; BODE, Klaus (Orgs). **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

RUSSO, F. **Climatic responsive design in Brazilian Modern Architecture**. 2004. Dissertation (Master) - Martin Centre for Architectural and Urban Studies, University of Cambridge, Cambridge, 2004.

TRIMBLE INC. **SketchUp**. Versão 16. 2015.



