# O SOL NAS OBRAS MODERNISTAS CEARENSES - ANÁLISE DE DUAS EDIFICAÇÕES REFERENCIAIS[1]

RAVIOLO, B., Universidade Federal do Ceará, e-mail: bruno.raviolo@gmail.com; LEITE, R., Universidade Federal do Ceará, e-mail: renancid@bol.com.br; HOMEM FILHO, O. A., Centro Universitário Estácio do Ceará, e-mail: ademiroliveira.arq@gmail.com

**ABSTRACT**

*The shading of openings and natural ventilation are two of the foremost passive strategies when adapting buildings to hot and humid climate. During the 70's the modernist movement in Fortaleza produced buildings that applied brise-soleil seen both as compositive element and as instrument to reduce internal heat gains. Noticing the ever more requiring comfort and energy standards and the development of computational tools to help during design process, this paper analyzes the brise-soleil efficacy on the facade of two public service buildings designed by modernist architects pertaining to the office typology. Research methods includes case studies and computational simulations. Global radiation analyses were employed at volumetric studies. Buildings were modelled and their shading elements detailed. Shadow masks were created to quantify hours of shading as well as unprotected hours of direct insolation. Building orientation as design criteria are further discussed, as well the adequacy of their facade treatment.*

***Keywords**: Modernist architecture. Thermal performance. Office buildings. Fortaleza.*

## 1 INTRODUÇÃO

Em edifícios localizados em regiões tropicais quentes e úmidas, onde há pouca variação da temperatura do ar ao longo do dia e elevados níveis de umidade relativa, torna-se fundamental o controle da radiação solar e o incremento da ventilação urbana e no interior das edificações. O projeto adaptado à realidade climática desses locais deve evitar ganhos de calor do meio externo, dissipando daqueles produzidos em seu interior através do movimento do ar (KOENIGSBERGER et al, 1974; FANGER, 1987, AYNSLEY, 1999; FROTA; SCHIFFER, 2003).

Este princípio de adaptação ao contexto ambiental é fundamental, sobretudo para edifícios de escritórios e institucionais, já que uma expressiva demanda energética é devida aos sistemas ativos de climatização e iluminação artificial, querepresentam, respectivamente, 47% e 22% do total consumido por estas edificações nestes lugares (ELETROBRÁS, 2007).

De acordo com o zoneamento bioclimático brasileiro, a cidade de Fortaleza (3° 47'S) está localizada em região quente e úmida. As principais diretrizes projetuais para adequação ao clima são a promoção da ventilação natural e a proteção solar de grandes aberturas contra a intensa insolação incidente (ABNT, 2005).

[1] RAVIOLO, B., LEITE, R., HOMEM FILHO, O. A. O Sol nas Obras Modernistas Cearenses – Análise de Duas Edificações Referenciais In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17. 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

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).

### 1.1 Objetivo

Avaliar a eficiência do desenho de elementos de proteção solar de duas edificações referenciais do movimento moderno em Fortaleza sob uma ótica quali-quantativa.

## 2 REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO

Entre 1930 e 1960, a produção modernista nacional demonstrou preocupações ambientais, incorporando características bioclimáticas, das quais se pode destacar o emprego de quebra-sóis e cobogós (GONÇALVES; DUARTE, 2006). Precedendo 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 adequada dos materiais permeava sua atuação. 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.

O olhar para a produção arquitetônica modernista em Fortaleza permite inferir que diversas obras públicas administrativas incorporaram a proteção solar como premissa. Tal aspecto é fundamental, uma vez que neste tipo de edificação, a ventilação natural tem aplicação restrita, cabendo à proteção solar o controle das variáveis que podem levar ao desconforto. O expressivo consumo energético de sistemas ativos percebido 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).

## 3 METODOLOGIA

O trabalho adota a indução como abordagem científica, fundamentado na premissa da inferência de idéias para a construção do conhecimento científico a partir do entendimento de dados obtidos pela observação de fenômenos. Tomaram-se como objetos de estudo dois edifícios em Fortaleza projetados durante a década de 1970 e que são emblemas do movimento moderno: a sede do Ministério da Fazenda e a sede do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS).

### 3.1 Edifício sede do Ministério da Fazenda

O edifício do Ministério da Fazenda, de 1975 - 1979, constitui a obra mais emblemática do arquiteto Acácil Gil Borsoi em Fortaleza, cuja atuação projetual parte de premissas que evidenciam franca filiação ao ideário moderno disseminado no Brasil (DIÓGENES; PAIVA, 2008). O projeto ocupa mais a porção oeste da quadra (Figura 1), alinhado à com a malha viária levemente obliqua da cidade (18°). 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).

Figura 1 – Vista aérea do Ministério da Fazenda



Fonte: adaptado de imagem de satélite

### 3.2 Edifício 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). 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 4). Como descrito por Braga (2017), a torre vertical, que abriga a maior parte do programa, tem sua fachada marcada pela presença dos pilares externos, eqüidistantes em 5,1 m.

Figura 2 – Vista aérea do DNOCS

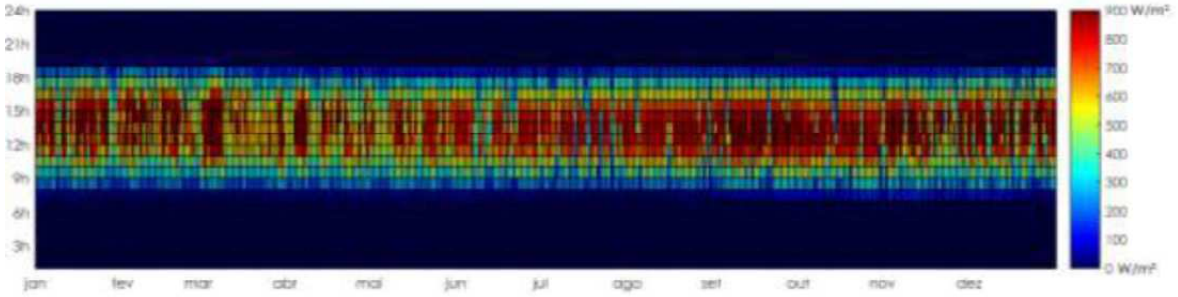


Fonte: adaptado de imagem de satélite

### 3.3 Caracterização bioclimática

Levantaram-se dados de radiação solar global a partir de um arquivo climático de Fortaleza com formatação TRY (*Test Reference Year)* datando 1963, época antecedente à construção das edificações (Figura 3).

Figura 3 – Histograma da radiação solar global de Fortaleza em 1963




Fonte: Adaptado de arquivo climático TRY

Constatou-se que os elevados níveis registrados de radiação solar são intensos e constantes para o ano todo, sem assimetrias significativas dada a baixa latitude local.

### 3.4 Levantamento documental e simplificação geométrica

Uma segunda etapa de levantamento documental foi feita para a obtenção dos respectivos projetos arquitetônicos. Estes foram cedidos por Braga (2017) em sistema BIM (*Building Information Modelling*). A documentação obtida geometricamente simplificada pelo *software SketchUp* (TRIMBLE, 2015).

### 3.5 Simulação

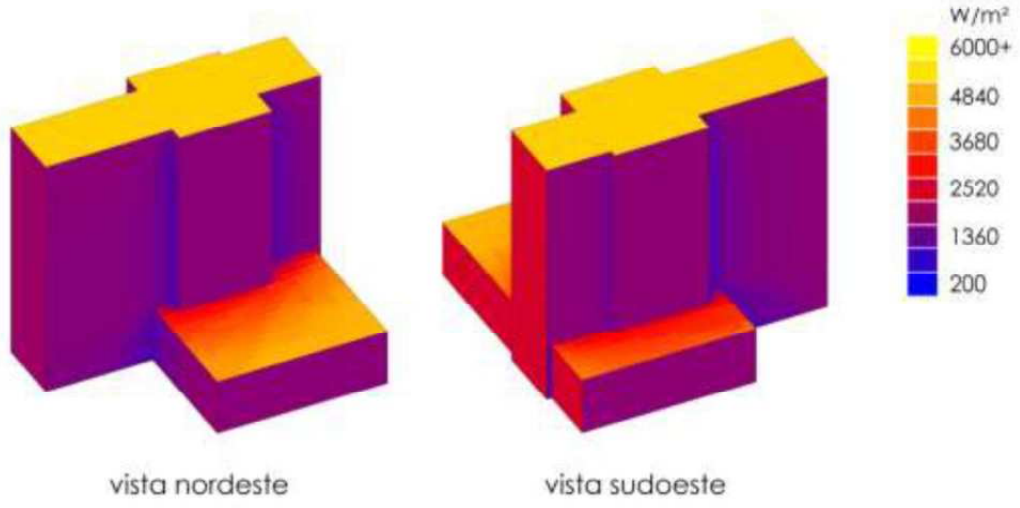
Simulou-se a média diária de radiação solar global incidente em todas as fachadas em estudo volumétrico para comprovação das orientações mais adequadas para implantação. Também foram feitas máscaras de obstrução ao percurso solar para cada uma das fachadas dotadas de proteções. Estas máscaras permitem apreender o período do ano em que a proteção representa efetiva obstrução da radiação solar direta, revelando a sua eficácia. Tais tarefas foram realizadas no programa *Ecotect Analysis 2011* (AUTODESK, 2010).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 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 4).

Figura 4 – Insolação do Ministério da Fazenda

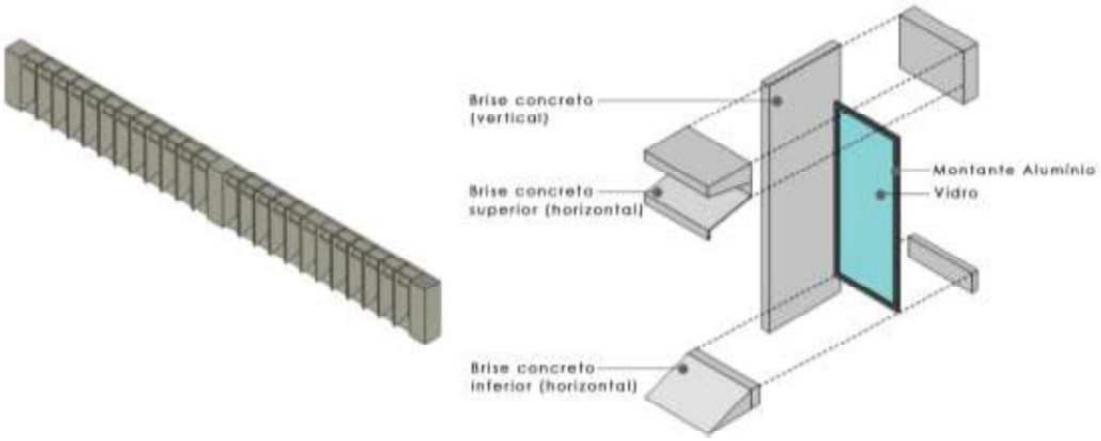



Fonte: Os autores

A simulação de insolação comprova que as fachadas norte e sul recebem menor carga de radiação solar se comparadas às leste e oeste, e indica que a poente recebe uma intensa carga, corroborando a decisão de implantação do projetista.

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 5.

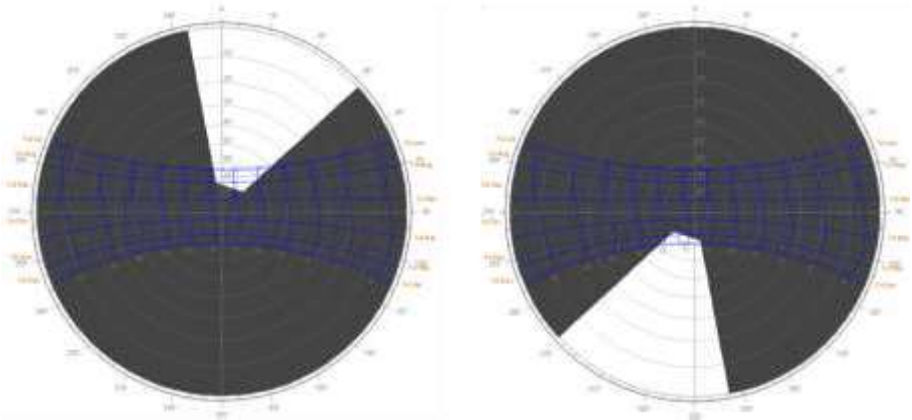
Figura 5 – Brises da fachada do Ministério da Fazenda




Fonte: Adaptado de Braga (2017)

Boa parte do percurso solar é barrado pelas proteções, destacando-se o papel dos brises verticais (Figura 6). 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 6 – Máscaras solares para fachada nordeste (à esq.) e sudoeste (à dir.)

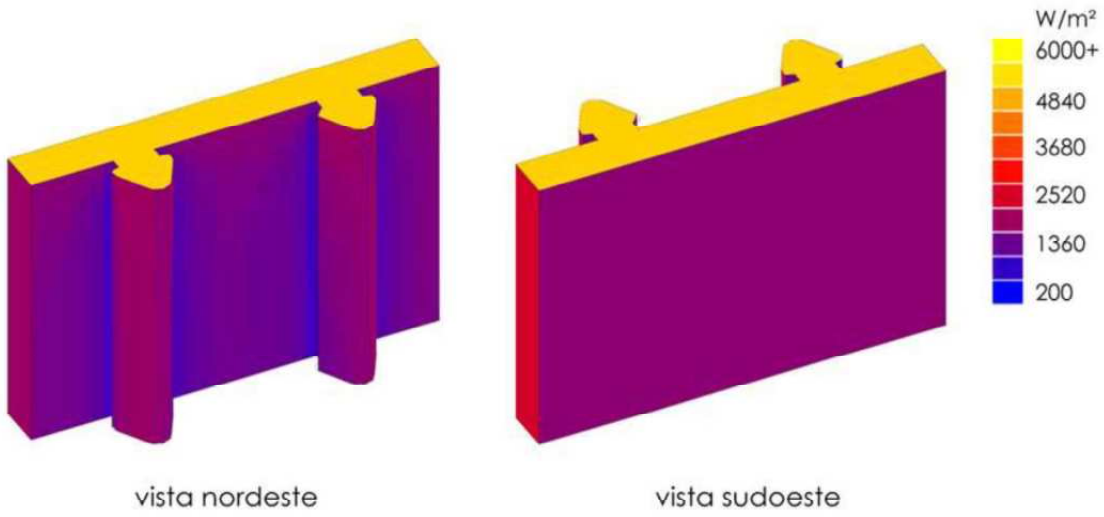


Fonte: Os autores

## 4.2 DNOCS

De maneira análoga ao Ministério da Fazenda, o DNOCS também tem suas fachadas leste e oeste reduzidas e sem aberturas (Figura 7).

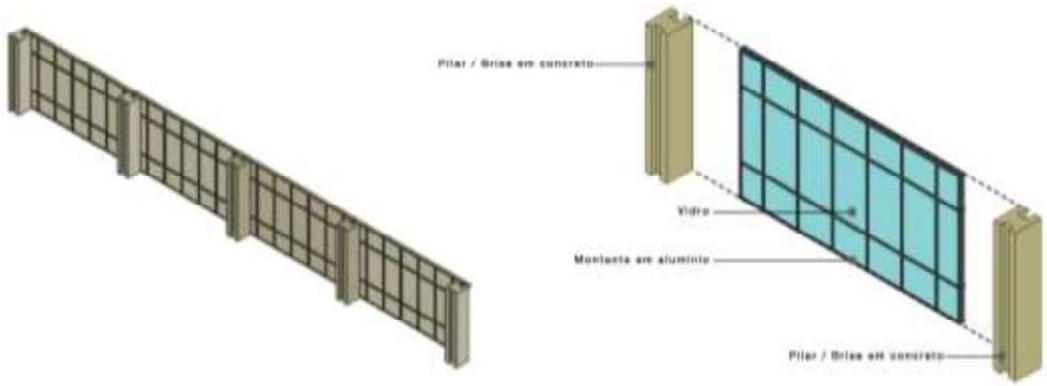
Figura 7 – Insolação do DNOCS




Fonte: Os autores

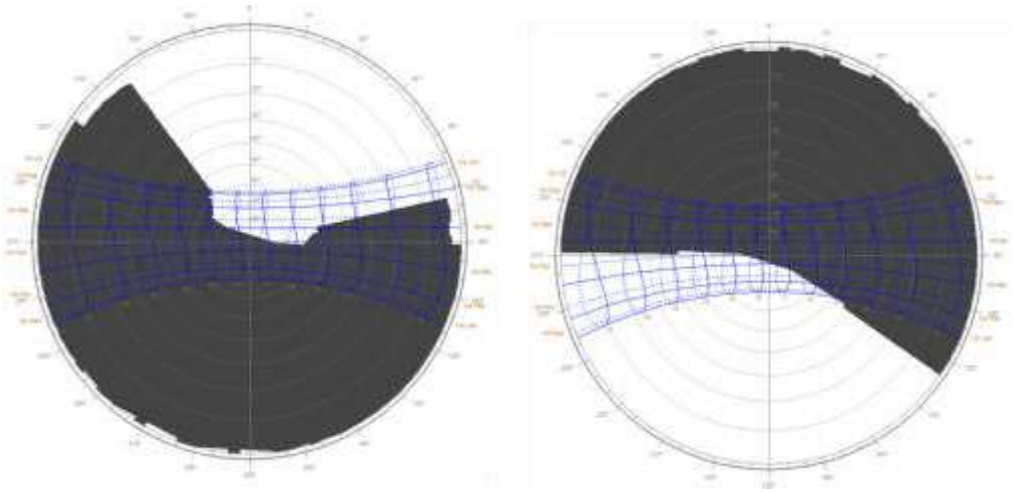
Contudo, a mera implantação não foi suficiente para proteger o edifício como no caso anterior. As fachadas norte e sul, envidraçadas, não tem proteções tão efetivas, (Figuras 8 e 9).

Figura 8 – Axonométrica brises da fachada DNOCS




Fonte: Adaptado de Braga (2017)

Figura 9 – Máscaras solares para fachada nordeste (à esq.) e sudoeste (à dir.)



Fonte: Os autores

## 5 CONCLUSÕES

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 Borsói, 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 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.

Este estudo procurou reforçar o papel fundamental desempenhado pelo uso de brises 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.

Passos futuros para a pesquisa prevêem a inclusão de mais edificações modernistas de mesma tipologia em Fortaleza, ampliando o alcance de análise da produção local, bem como a investigação da eficiência energética por meio do levantamento e comparação da demanda normalizada por refrigeração dos dois casos.

## 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, B. M**. 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.

ELETROBRÁS. **Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso, ano base 2005:** Relatório Brasil - Sumário Executivo. Rio de Janeiro: ELETROBRAS; PROCEL, 2007. (Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil). Disponível em: <http://www.procel.gov.br/main.asp?View=%7B5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98%7D&Team=&params=itemID=%7B99EBBA5C-2EA1-4AEC-8AF2-5A751586DAF9%7D;&UIPartUID=%7B05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18%7D >. Acesso em: 04 ago. 2016.

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

DIÓGENES, B. H.; PAIVA, R. A. **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, P. O. **Airflow characteristics of occupied zone of ventilated space.** ASHRAE Transactions. New York: ASHRAE, 1987.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. Editora Nobel, 7 ed., São Paulo, 2003.

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

GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D. H. S. **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, M. **Performance-Oriented Architecture**: Rethinking Architectural Design and the Built Environment. West Sussex: Wiley, 2013.

JOHNSON, S. **Performative Skyscrapes:** 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, F. H.; GOODMAN, D. **Architectural Theory:** 1968 To The Present. West Sussex: Wiley-Blackwell, 2011. p.215-230.

MONTEIRO, L. M. Conforto Ambiental e as Possibilidades do Modelo Adaptativo. In: GONÇALVES, J. C.
S.; BODE, K. (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.