



**XIENCAC**  
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

**VIIELACAC**  
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

## **GRANDES ABERTURAS, PORÉM SOMBREADAS: ANÁLISE DA CARACTERIZAÇÃO DO SOMBREAMENTO VISANDO A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA O CLIMA QUENTE ÚMIDO**

**Clara Ovídio de Medeiros Rodrigues (1); Alice Rück Drummond Dias (2); Aldomar Pedrini (3)**

(1) Arquiteta, COELBA, claraovidio@gmail.com

(2) Arquiteta, bolsista pesquisadora ELETROBRAS, Departamento de Arquitetura, alicerdrummond@gmail.com

(3) PhD, Professor do Departamento de Arquitetura, apedrini@ufrnet.br

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Lagoa Nova, CEP 59072-970 Natal - RN BRASIL

### **RESUMO**

Os meios de representação do sombreamento de aberturas mais recorrentes são as máscaras de sombra e os ângulos horizontais (AHS) e verticais (AVS) de sombreamento. A máscara de sombra é um recurso gráfico difundido entre arquitetos, que indica a fração de área e o período que determinada superfície está sombreada anualmente. Principal ferramenta para dimensionar proteções solares, permite identificar a fração celeste obstruída ou visível em relação à abertura. É uma ferramenta capaz de lidar com qualquer geometria de abertura e obstrução, indicada para arquitetura. Os AVS e AHS são caracterizações mais simplificadas para representar um protetor solar, como brises horizontais/verticais difundidos no modernismo, e são difundidos em normas como a ASHRAE 90.1, o regulamento de classificação do nível de eficiência energética e pesquisas. Sua principal crítica é o efeito do sombreamento de um mesmo ângulo horizontal/vertical que varia conforme orientação. Eles são insuficientes para caracterizar o período de sombreamento, além de apresentarem limitações para reproduzir sistemas de sombreamento praticados na arquitetura. Como o método prescritivo do regulamento de eficiência energética penaliza grandes aberturas, ainda que sombreadas, no clima quente e úmido, o artigo inicialmente demonstra essa tendência. Em seguida, quantifica o impacto do período de sombreamento por simulações energéticas no programa DesignBuilder para um caso de referência representado por um edifício institucional no clima de Natal-RN. A limitação da aplicação dos ângulos para identificação do período de sombreamento da máscara é demonstrada por meio de um exemplo, onde é quantificada sua influência na carga térmica do edifício e seu consumo energético associado, por simulações térmicas. Como discussão complementar, mostra limitações geométricas da aplicação dos ângulos de sombreamento por meio de exemplos. Os resultados demonstram que o método prescritivo não estimula o sombreamento como medida de eficiência energética, que a aplicação de ângulos pode gerar incertezas, enquanto que a aplicação de diagrama de máscara de sombras traz maior precisão às análises.

Palavras-chave: eficiência energética; sombreamento; simulação.

### **ABSTRACT**

The most frequent graphic representations of shadings are solar mask, horizontal shading angle (HSA) and vertical shading angle (VSA). The use of shading mask is more diffused among architects and it indicates the fraction area and period of shading on fenestration during whole year. It is the main resource to design solar obstructions and provides complementary information, such as the visible and obstructed celestial sphere fractions in relation to the fenestration. This tools is able to cope with any geometry of fenestration and obstruction, and it is highly recommendable to design architecture features. The VSA and HSA are resources much more simplified to represent solar obstructions, and more compatible with those ones of modern architecture. They are referenced in codes such as ASHRAE 90.1, national building energy code and researches. However, they are not sufficient to characterize the intensity and period of shading, besides the

modelling representation of more complex features. Considering the impact of large fenestration of the national building energy code, which are undesirable if even shaded in bioclimatic zone 8, this article demonstrates such tendency. It quantifies the impact of solar shading by means of simulation with DesignBuilder software, based on a case base. The limitations of the VSA and HSA are demonstrated in terms of thermal loads and energy consumption. The results demonstrated that the prescriptive method of the national building energy code does underestimate the effect of shadings, the use of solar angles causes uncertainties, and the use of solar mask produce for accuracy to the analysis.

Keywords: energy efficiency, shading, simulation.

## **1. INTRODUÇÃO**

A aplicação do regulamento do nível de eficiência energética em projetos de edificações na zona bioclimática 8 demonstra que o método prescritivo estimula a redução das dimensões das aberturas como principal parâmetro de conservação de energia (LAMBERS; FOSSATI, 2010) e subestima a importância do sombreamento. Essa tendência conflita com as recomendações bioclimáticas que estimula grandes aberturas sombreadas, reduzindo as possibilidades da edificação de fazer uso de ventilação natural e iluminação natural, as quais podem ser mais eficazes no aumento da eficiência energética do que a minimização da área de abertura. Nesse sentido, esse artigo busca demonstrar que o regulamento é passível de limitações, sobretudo quanto à sua forma de representação dos sistemas de sombreamento.

### **1.1 A Regulamentação brasileira de eficiência energética para edifícios Comerciais, de Serviço e Públicos**

A “Regulamentação para etiquetagem voluntária de nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos” foi implementada nesse contexto com o objetivo de “criar condições para etiquetar o nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviço e público”(COMITÊ GESTOR DE INDICADORES E NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA *et al.*, 2009b), p.14). Mesmo, ainda encontrando-se em fase de debate entre os pesquisadores da área, já está prevista sua obrigatoriedade.

A relevância da regulamentação se estende a além da determinação de critérios para a etiquetagem, seus parâmetros podem ser desdobrados em recomendações projetuais para que o corpo técnico incorporem medidas de efficientização logo nas primeiras fases do ato projetual.

A certificação pode ser obtida através de dois métodos: a simulação, a qual, por meio de programas acreditados pela ASHRAE Standard 140, indica o consumo de energia do edifício avaliado e de edifícios parametrizados para cada nível de eficiência com os quais o edifício real será comparado. Ou, o método prescritivo que faz uso de equações específicas para cada zona bioclimática.

A equação correspondente à cidade de Natal é a da zona bioclimática 8, contudo, essa apresenta a tendência de desconsiderar as diretrizes bioclimáticas relativas ao clima quente e úmido, as quais visam a diminuição do ganho do calor pela radiação solar e a dispersão do calor gerado no interior da edificação (BITTENCOURT e CÂNDIDO, 2005).

### **1.2 Ângulos de Sombreamento**

A determinação dos ângulos de sombreamento, verticais e horizontais (Figura 1), consiste de um método simplificado para representar um protetor solar, como brises horizontais, verticais e combinações. É adotado como fator de determinação do ângulo máximo que um beiral pode fazer com a horizontal (QUEENSLAND MASTER BUILDERS ASSOCIATION, 2000), assim como fator de correção do fator solar de aberturas da norma 90-1 (ASHRAE, 2004) quando há proteção horizontal.

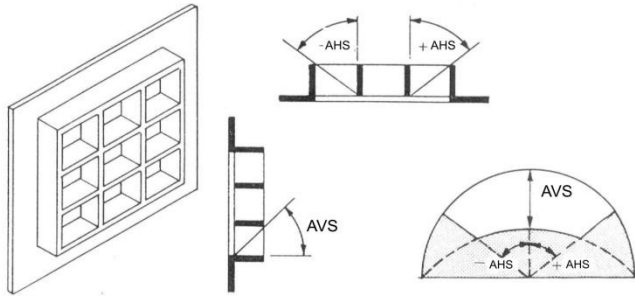


Figura 1 - Caracterização de elementos de sombreamento por meio de ângulos horizontal e vertical de sombreamento

Fonte: Szokolay, 1980

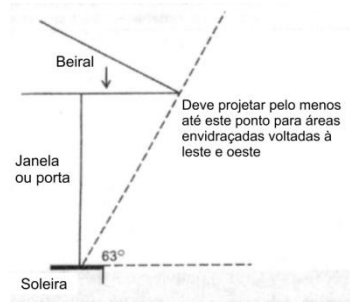
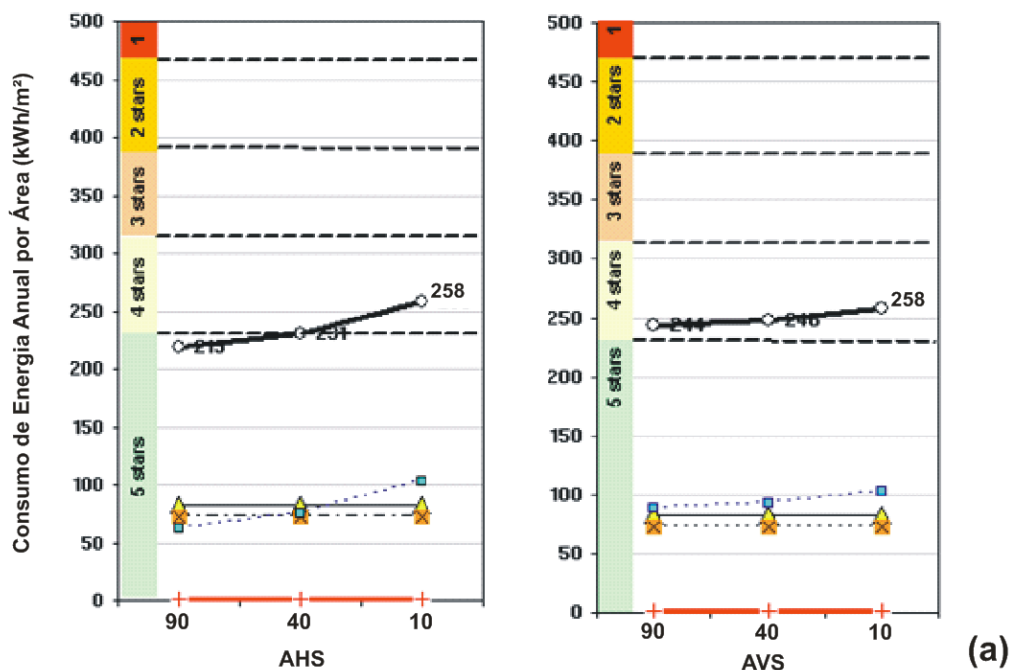


Figura 2 – Exemplos de aplicação de ângulos de sombreamento para definição de máximo ângulo horizontal para beirais

Fonte: QUEENSLAND MASTER BUILDERS ASSOCIATION, 2000

Devido à simplicidade de caracterização dos ângulos, o método do AVS e AHS foi empregado na análise paramétrica do impacto de elementos de sombreamento sobre o consumo de energia previamente (PEDRINI, 2003). O estudo combinou características de células com as quatro orientações geográficas principais (norte, leste, sul e oeste), profundidade de sala (3, 6 e 9 m), pé-direito (2,4 e 3,3 m), fração de janela na parede (10%, 40%, 70% e 90%), ângulo vertical do sombreamento externo (10°, 60° e 90°), ângulo horizontal do sombreamento externo (10°, 40° e 90°), tipo de vidro das aberturas (claro ou verde), características das paredes (leve ou pesada), uso de iluminação natural com controle de cortinas (ativado ou desativado), tipos de ventilação (ativa ou passiva) e tipos de instalação predial (iluminação e condicionamento artificiais eficientes ou com baixa eficiência). O clima analisado foi o da cidade de Brisbane, Austrália, o qual é similar ao de Florianópolis, Brasil. Conforme saída gráfica do banco de dados desenvolvido por Pedrini (2003), os AVS e AHS demonstram que influenciam de forma diferentes para orientações diferentes (Figura 3). São exemplificadas duas situações com mesmo AVS e AHS, porém com diferentes orientações (uma Oeste e outra Sul), uma atinge consumo máximo de 258 kWh/m<sup>2</sup> (situação 'a' da figura 03, com orientação Sul) enquanto a outra chega a uma máxima de 373 kWh/m<sup>2</sup> (situação 'b' da figura 03, com orientação Oeste) resultando em diferença de consumo energético anual de até 115 kWh/m<sup>2</sup>.



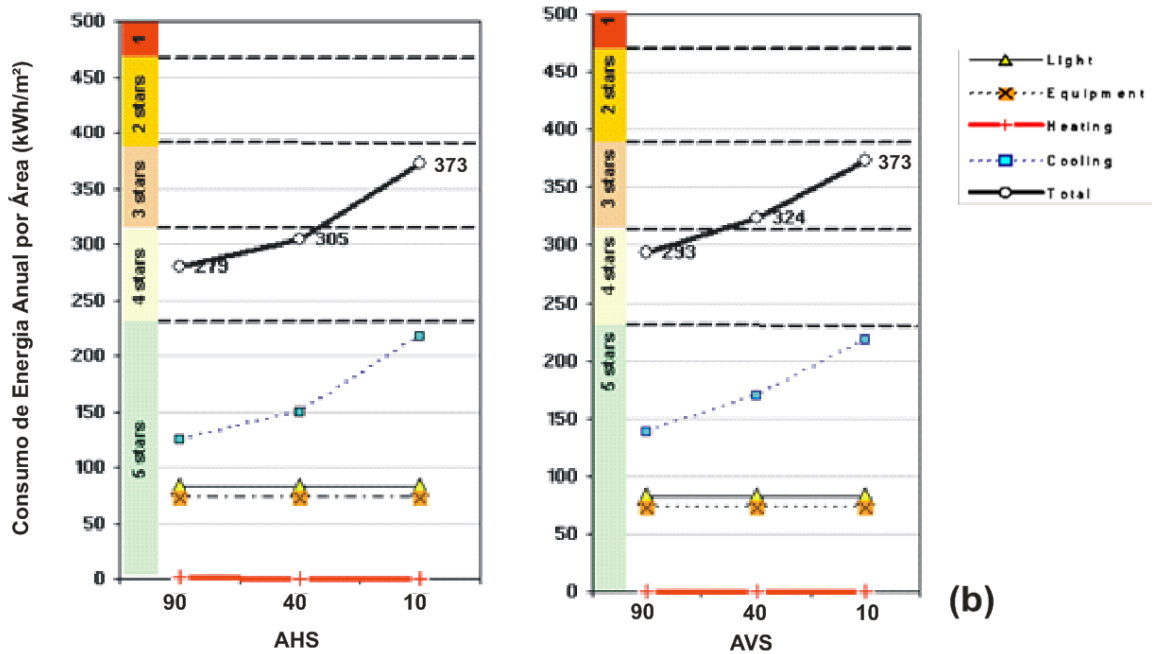


Figura 3 – Gráficos da influência do AVS e AHS no consumo total de energia para ambientes de 6 m de profundidade, de 3,6 m de pé-direito, 90% de PAFT, com sistema predial ineficiente, sistema construtivo leve, vidros claros com orientação (a) Sul e (b) Oeste (dados de Pedrini, 2003)

O REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICOS – RTQ (COMITÊ GESTOR DE INDICADORES E NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA *et al.*, 2009b) também adota ângulos verticais e horizontais de sombreamento no método prescritivo para determinação do nível energético da edificação, porém com diferenças conceituais em relação à literatura citada anteriormente (Figura 4). O AVS, por exemplo, é definido no regulamento como o ângulo entre o plano da extremidade mais distante até a base da folha e o plano do vidro, enquanto na literatura é o ângulo formado entre o primeiro plano descrito e o plano horizontal da base da abertura.

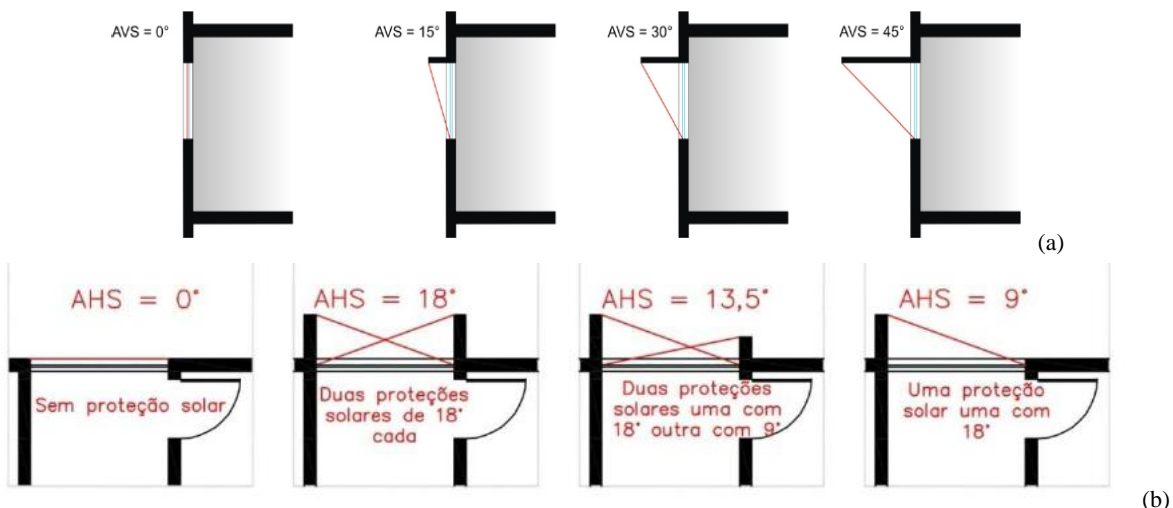


Figura 4 – Ângulos (a) verticais e (b) horizontais de sombreamento

Fonte: COMITÊ GESTOR DE INDICADORES E NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA *et al.*, 2009a

O método prescritivo tem caráter prático e por isso faz uso de equações simplificadas para classificar o nível de eficiência energética de uma edificação, para cada zona bioclimática (ABNT, 2005), estabelecendo uma equação específica para o desempenho na zona bioclimática 08 (Equação. 1). É necessária a determinação das variáveis da equação referente às características físicas do edifício, sendo elas:

área de projeção da cobertura, área total de piso, área da envoltória, volume da edificação, PAFT (Percentual de Área de Abertura na Fachada total - %), fator solar (FS) e ângulos verticais e horizontais de sombreamento (AVS e AHS). Outros aspectos como componentes opacos e dispositivos de iluminação zenital são considerados através de pré-requisitos.

$$IC_{env} = -160,36.FA + 1277,29.FF - 19,21.PAF_T + 2,95.FS - 0,36.AVS - 0,16.AHS + 290,25.FF.PAF_T + 0,01.PAF_T.AVS.AHS - 120,58$$

Equação. 1

Sendo:

- IC: Indicador de Consumo da envoltória – adimensional;
- FA - Fator de Altura: (Área de projeção da cobertura / Área total de piso);
- FF - Fator de Forma: (Área da envoltória / Volume total);
- PAFT – (Área de abertura da fachada / Área total da fachada) - %;
- FS: Fator Solar;
- AVS: Ângulo Vertical de Sombreamento, entre 0 e 45°;
- AHS: Ângulo Horizontal de Sombreamento, entre 0 e 45°;

### 1.3 Máscaras de Sombra

A máscara de sombra é um recurso gráfico que mostra quando um ponto isolado ou de uma superfície está sombreado, durante qualquer período do ano (SZOKOLAY *et al.*, 1996; BITTENCOURT, 2004). É um método difundido principalmente entre arquitetos e é capaz de lidar com qualquer geometria de abertura e obstrução. Ferramentas computacionais como o SolarTool (MARSH, 2001) e o Ecotect (MARSH, 2003) facilitam a aplicação do método de máscaras de sombra, possibilitando a integração desse tipo de análise com o processo projetual, desde as primeiras fases de projeto. Além disso, permitem identificar a fração sombreada de uma área em qualquer período do ano (Figura 5)

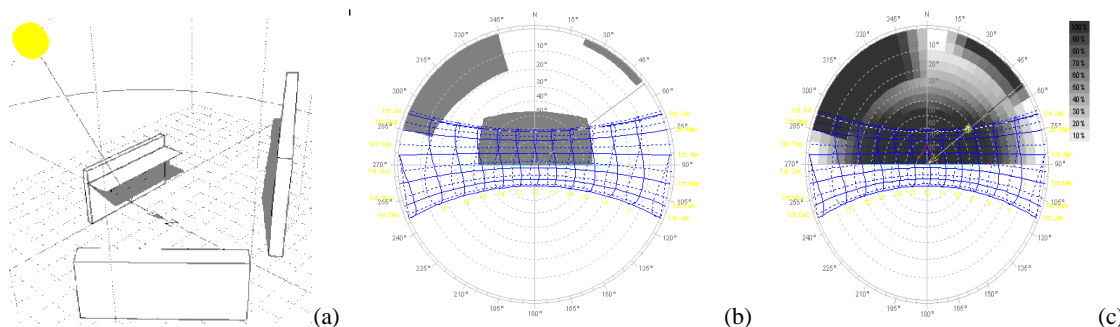


Figura 5 – Aplicação do método de máscaras de sombra a (a) um caso hipotético, (b) com representação convencional e (c) com representação das frações de áreas sombreadas da abertura a partir do software SunTool

## 2 OBJETIVO

O objetivo do trabalho é demonstrar limitações do método prescritivo do RTQ-C quanto à aplicação dos ângulos vertical e horizontal de sombreamento para determinação do período de sombreamento, obtido por diagrama de máscara de sombra.

## 3 MÉTODO

As análises se baseiam nos desempenhos de variações de um caso de referência baseado no modelo determinado por Lima (2007). Trata-se de um edifício institucional, térreo, de 500 m<sup>2</sup> (50m x 10m), com as fachadas da extremidade cegas, conforme Figura 6. As paredes externas apresentam transmitância térmica de 3,7 W/m<sup>2</sup>K e a cobertura, 3,6W W/m<sup>2</sup>K; ambas com absorvância de 0,70. O fator solar do vidro é de 0,87. A edificação apresenta uma densidade de 0,11 pessoas/m<sup>2</sup> em atividade leve de escritório, com uma carga de 15 W/m<sup>2</sup> de equipamentos e 25W/m<sup>2</sup> de iluminação. O resfriamento é feito por ar condicionado de janela com COP de 2,5. Por fim, a rotina da edificação se inicia as 8h e tem fim as 18h. O PAFT, a orientação e os ângulos de sombreamento variam conforme descrito nas abordagens.

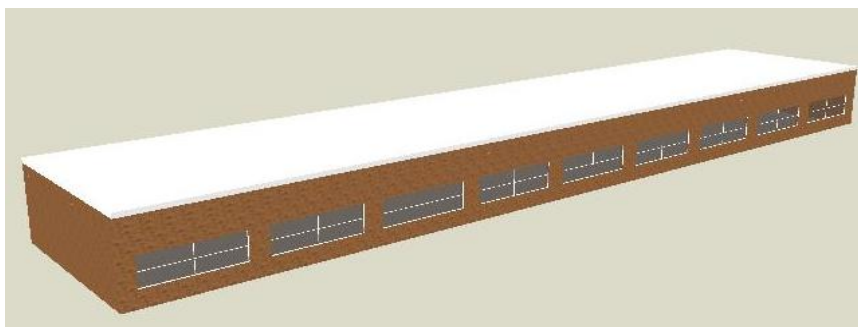


Figura 6 – Caso de referência com PAFT 36%

As análises consideram variações de PAFT, de 36%, para atender a prescrição mínima de relação de abertura por área de piso do Código de Obras de Natal-RN (COEMN, 2004), de 60%, que corresponde a um valor intermediário, e de 90%, que corresponde ao valor máximo possível.



Figura 7 – Representações de fachada do caso de referência para PAFT de (a) 36%, (b) 60% e (c) 90%.

O método de análise propõe cinco abordagens para discutir o impacto da forma de representar o sombreamento na avaliação do desempenho energético de edificações. A primeira abordagem consiste na avaliação do impacto do AVS e AHS no caso de referência por meio do método prescritivo, considerando os três valores de PAFTs. A intenção é identificar a influência dos ângulos no consumo de energia.

A segunda análise quantifica o impacto do sombreamento pleno para alternativas do caso de referência com PAFT de 36 e 90%, por meio de simulações térmicas horárias no programa DesignBuilder (DESIGNBUILDER SOFTWARE LTD, 2000-2005). É empregado o arquivo climático TRY de Natal-RN (GOULART, 1993).

A terceira abordagem exemplifica que mesmos AVS e AHS podem produzir períodos de sombreamento diferentes, a partir de um sistema de proteção recorrente formado por uma combinação de protetores laterais com horizontal.

A quarta abordagem quantifica o impacto do sistema de sombreamento definido na abordagem anterior, para duas orientações distintas, Sul e Oeste.

A quinta abordagem complementa as análises, demonstrando as limitações do AVS e AHS para representar geometrias mais complexas de sombreamento.

## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

### Influência dos ângulos de sombreamento no método prescritivo

A análise dos gráficos da Figura 8 demonstra que os ângulos de sombreamento apresentam pouca influência sobre a classificação do nível de eficiência energética da envoltória, sobretudo para PAFT de 60% e 90%. Para PAFT de 36%, o máximo sombreamento apenas melhora um nível de eficiência energética, passando de C para B. Para os demais casos, o sombreamento é irrelevante na melhoria da classificação do nível de eficiência energética, pois invariavelmente será E.



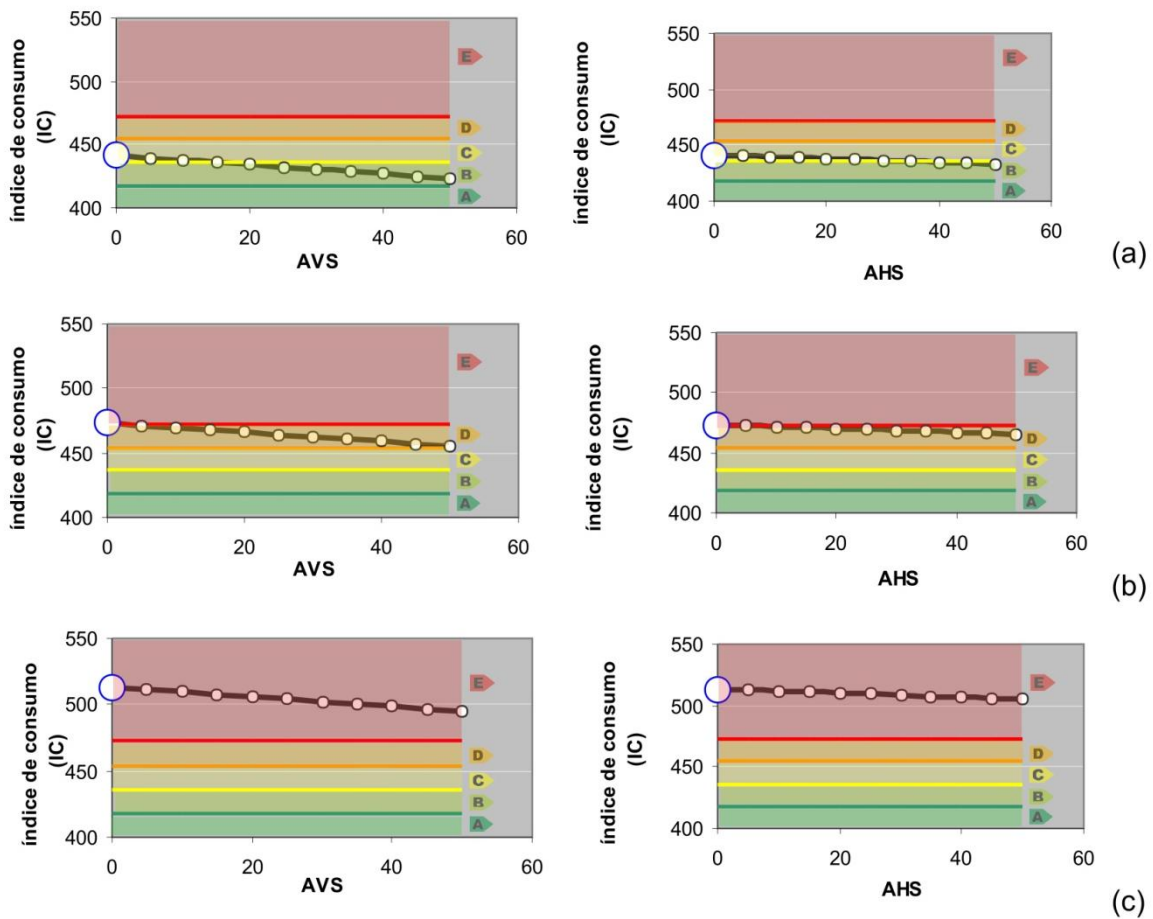


Figura 8 – Aplicação do método prescritivo ao caso de referência para PAFT de (a) 36%, (b) 60% e (c) 90%.

### Impacto do sombreamento no consumo de energia

O impacto do sombreamento na redução do consumo de energia total para o caso de referência voltado para cada uma das quatro principais orientações é maior para os casos com maiores PAFTs, conforme demonstrado na Figura 9. Para PAFTs de 90%, o sombreamento reduz até 5,6% do consumo total de energia anual para orientação Norte, 4,6% para Sul, 2,8% para Leste e 10,3% para Oeste.

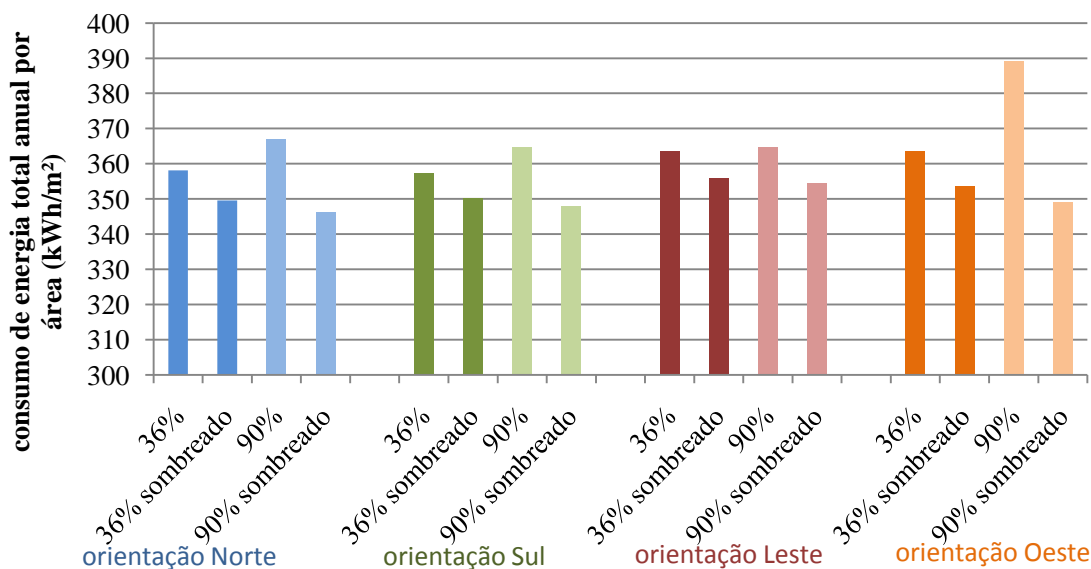


Figura 9 – Variações de consumo de energia total anual por área para diferentes configurações de PAFT (36% e 90%), sombreamento e orientação

#### 4.1 Influência dos AVS e AHS no sombreamento

A influência da orientação sobre o desempenho de um mesmo protetor solar é exemplificado por um caso projetado para sombrear 100% da abertura quando orientado para o Sul. O PAFT é de 90%, as proteções verticais laterais têm 2,20 m e o protetor horizontal tem 1,80 m (Figura 10). Ao implantar a mesma solução para a orientação Oeste, o sombreamento pleno ocorre até as 13 horas e depois reduz para 50% da área até às 15 horas, ficando completamente exposto até o final do dia (Figura 11).

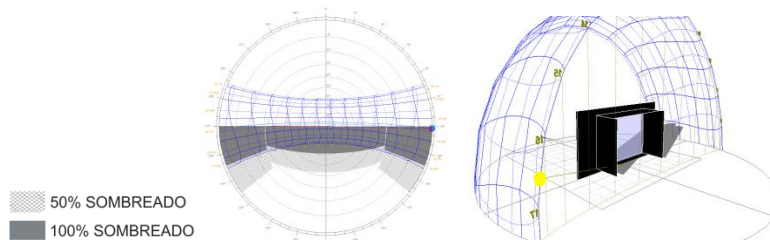


Figura 10 – Desempenho do sistema de sombreamento voltado para Sul.

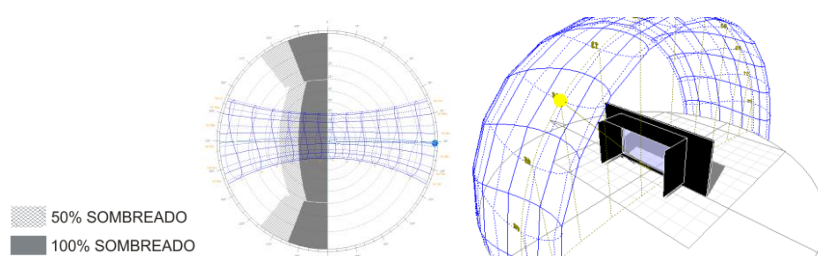


Figura 11 – Desempenho do sistema de sombreamento voltado para Oeste.

#### 4.2 Influência da orientação no desempenho energético

As simulações do caso de referência com a configuração de abertura da abordagem anterior resultam no aumento de ganhos térmicos de 2,4 vezes em relação ao caso orientado para o Sul (Figura 12). O aumento do consumo de energia total anual é de 4,3%. Destaca-se que a máxima demanda de resfriamento horária (pico de carga térmica) para o caso orientado a Oeste é 25% maior, implicando num sistema de condicionador de ar proporcionalmente maior.

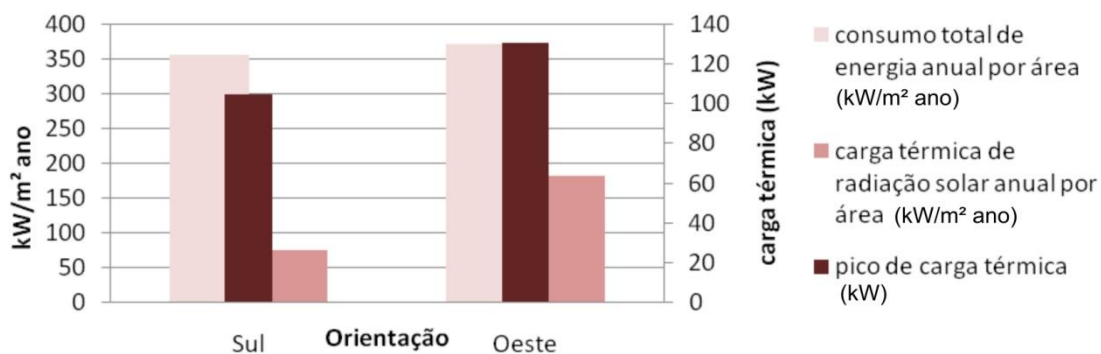


Figura 12 – Variação do consumo total e da carga térmica de radiação solar anual por área, para orientações diferentes

#### 4.3 Restrições de aplicação do AVS e AHS

A facilidade de aplicação de AVS e AHS é proporcional à simplicidade do sistema de proteção solar. Frequentemente são encontrados sistemas de sombreamento mais complexos que necessitam de abstrações para suas aplicações o que provoca diferenças entre a eficácia real e a quantificada. Neste caso, é mais indicado prosseguir com o método de simulação que melhor caracteriza o potencial de sombreamento dos elementos arquitetônicos do que proceder com o método prescritivo onde são inviáveis a determinação do AVS e AHS, como os exemplos da Figura 13.



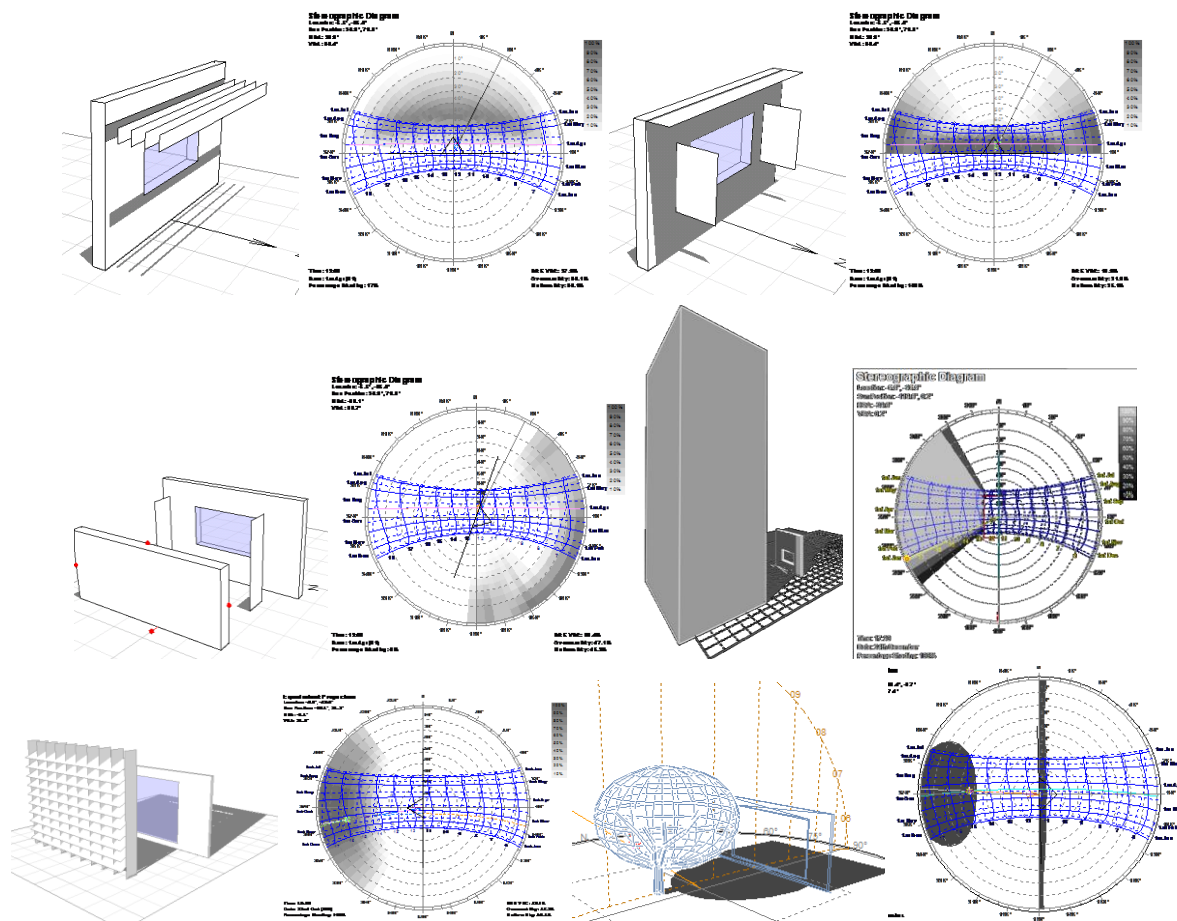


Figura 13 – Exemplos de sistemas de sombreamento que limitam a aplicação do AVS e AHS.

## 5 CONCLUSÕES

A equação do método prescritivo aplicada ao modelo em questão mostrou-se muito mais sensível ao tamanho das aberturas do que aos elementos de proteção solar nas aberturas. Quanto menor o PAFT, melhor o desempenho, situação que estimula pequenas aberturas nos edifícios, princípio oposto às indicações bioclimáticas para o clima em questão. Esse aspecto é grave ao considerar que dos três casos analisados de PAFT por meio do método prescritivo, apenas o PAFT de 36%, mínimo prescrito no código de obras, é sensível ao sombreamento. Aberturas de 60 e 90% comprometem a classificação dos projetos, condenando-os ao pior nível de desempenho, independente da proteção solar.

Tanto os ângulos de sombreamento como a máscara de sombras consideram a geometria do sistema de abertura e de sombreamento, porém apenas a máscara de sombra associa essa geometria da abertura com a geometria solar. Por isso, uma mesma solução de proteção produz resultados diferentes conforme a sua orientação, como o caso exemplificado que resultou em diferença de aproximadamente 4% quanto ao consumo de energia e de 25% quanto ao dimensionamento da capacidade de resfriamento do condicionador de ar. Estima-se que diferenças maiores podem ser identificadas e que podem ser significativas nas análises.

Considerando a disponibilidade de ferramentas computacionais, a identificação do período de sombreamento pode ser um parâmetro mais rápido de determinar e mais fácil de operacionalizar do que a identificação dos AVS e AHS. Desta forma, incorporar o período de sombreamento ao invés dos ângulos é vista como alternativa para quantificar mais adequadamente a influencia do sombreamento nos indicadores de eficiência energética de um edifício no clima quente úmido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social - NBR 15220-3. . RIO DE JANEIRO, 2005.
- ASHRAE. ASHRAE STANDARD 90.1-2004 - Energy standard for buildings except low-rise residential buildings. SI. ed. Atlanta, Ga.: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2004.
- BITTENCOURT, L. Uso das cartas solares. Diretrizes para arquitetos. Quarta edição revisada e ampliada. ed. Maceió: EdUFAL, 2004.
- BITTENCOURT, L.; CÂNDIDO, C. Introdução à Ventilação Natural. Maceió: EdUFAL, 2005.
- COEMN. Código de Obras e Edificações do Município de Natal. Natal-RN: Prefeitura de Natal, 2004.
- COMITÊ GESTOR DE INDICADORES E NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA et al. Manual de Aplicação dos Regulamentos: RTQ-C e RAC-C. Eletrobrás, 2009a.
- \_\_\_\_\_. RTQ-C. REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICOS 2009b.
- DESIGNBUILDER SOFTWARE LTD. DesignBuilder. 2000-2005.
- FOSSATI, Michele.; LAMBERTS, R. Eficiência energética da envoltória de edifícios de escritórios de Florianópolis: discussões sobre a aplicação do método prescritivo do RTQ-C. Ambiente Construído, Porto Alegre, vol. 10, n. 02, jun. 2010. Disponível em: < <http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/11790/8471>>. Acesso em: 12/07/2010.
- GOULART, O. Dados Climáticos para Avaliação de Desempenho Térmico de Edificações em Florianópolis. (1993). 111 f. mestrado (Dissertação de mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1993. Disponível em: <Disponível em: <[http://www.labee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/dissertacao\\_pedrini.pdf](http://www.labee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/dissertacao_pedrini.pdf)>>. Acesso: Acesso em: 28 fev. 2006, 4:00:00.
- LIMA, G. L. F. INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS ARQUITETÔNICAS NO DESEMPENHO ENERGÉTICO DE HOTÉIS NO CLIMA QUENTE E ÚMIDO. (2007). Mestrado - Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.
- MARSH, A. SUNTOOL v1.10 - Window Shading and Overshadowing. Perth (Australia)2001.
- \_\_\_\_\_. Ecotect. Perth: Square One Research PTY LTD, 2003.
- PEDRINI, A. Integration of low energy strategies to the early stages of design process of office buildings in warm climate. (2003). 300 f. Tese de doutorado (Ph.D.) - Department of Architecture, University of Queensland, Brisbane, 2003. Disponível em: <Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/PhD-AldomarPedrini.pdf>>>. Acesso: Acesso em: 28 fev. 2006, 4:00:00.
- QUEENSLAND MASTER BUILDERS ASSOCIATION. New mandatory energy efficiency: code for residential buildings. Brisbane, p.2. 2000.
- SZOKOLAY, S. V. Environmental science handbook for architects and builders. London: Construction Press, 1980.
- SZOKOLAY, S. V. et al. Solar geometry. Brisbane: PLEA Passive and Low Energy Architecture International in assoc. with Dept. of Architecture University of Queensland, 1996. (PLEA notes ; note 1.).
- CABÚS, Ricardo C.. TropLux: um sotaque tropical na simulação da luz natural em edificações. In: IV Encontro Latino-Americano e VIII Encontro Nacional Sobre Conforto no Ambiente Construído, Maceió, 2005, Anais... Maceió, ENCAC-ELAC 2005. CD-ROM.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao CNPq, responsável pelas bolsas de iniciação científica das autoras durante o desenvolvimento do artigo, e aos integrantes da equipe da Rede de Eficiência Energética de Edificações do Laboratório de Conforto / UFRN, em especial a Bárbara Felipe, Giovane Pacheco, Paulo Américo e Raoni Lima que contribuíram para o desenvolvimento do presente artigo.