



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Búzios - RJ - 2011

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE PARÂMETROS DA ENVOLTÓRIA NO MÉTODO PRESCRITIVO DO RTQ-C: A RELAÇÃO DO BIOCLIMATISMO COM A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS

Marília Ramalho Fontenelle (1); Maria Júlia de Oliveira Santos (2)

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, mariliarfontenelle@yahoo.com.br

(2) Professora Dra. do Departamento de Arquitetura, mariajuliasan@gmail.com

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ), Av. Pedro Calmon, 550, sala 433, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro-RJ
Cep: 21941-901. Tel: (21) 2598.1661

RESUMO

Este artigo se propõe a fazer uma breve análise crítica do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), tendo como enfoque a forma como são considerados os parâmetros da envoltória no seu método prescritivo. Partindo da premissa de que o alto desempenho energético do edifício só é plenamente alcançado quando são garantidas condições satisfatórias de conforto ambiental aos usuários, buscou-se identificar em que pontos a aplicação do método pode possibilitar a obtenção do selo de mais alta eficiência (selo A) sem que o edifício, em sua operação, apresente de fato o referido desempenho. A metodologia adotada é composta por três etapas: a identificação do conceito de eficiência em que se baseia o regulamento; a identificação dos parâmetros da envoltória preponderantes na definição do selo a ser obtido; e o desenvolvimento da análise crítica, a partir de uma revisão bibliográfica que fundamente as fragilidades apontadas. Identificou-se a possibilidade de empregar vidros com baixo fator solar e reduzida transmissão do visível sem que seja necessária a comprovação da possibilidade de aproveitamento satisfatório da iluminação natural. Também foi observada uma ênfase nos valores do AHS e AVS e não na eficiência dos dispositivos de proteção. Concluiu-se que, apesar de sua importância, o RTQ-C deve passar ainda por importantes modificações para que ele se torne um instrumento efetivamente válido para a garantia da eficiência energética das edificações do país.

Palavras-chave: Eficiência Energética; RTQ-C; Envoltória; Método Prescritivo.

ABSTRACT

This paper aims to make a brief analysis of the Technical Regulation of the Energy Efficiency Quality Level of Commercial and Public Buildings (RTQ-C), focusing on how envelope parameters are considered in its prescriptive method. Taking as premise that the highest energy performance of buildings is only fully achieved when it is assured satisfactory condition of environmental comfort, it is identified in which point the method may enable obtaining the highest efficiency label (label A) although, when the building will be operated, it will not achieve such this performance. The adopted methodology consists in three steps: identification of the efficiency concept which is based the regulation; identification of the preponderant envelope parameters in the definition of the efficiency label; and the development of a critical analysis based on a literature review that supports the arguments. It was identified the possibility of using glass with low solar factor and reduced transmission of visible spectrum without requiring to proof the possibility to use daylight in a satisfactory way. It was also observed that prescriptive method makes emphasis in the values and not in the efficiency of shading devices. It was concluded that, despite its importance, RTQ-C may yet pass through important changes so that it can become a valid instrument for effectively ensuring the energy efficiency of buildings in the country.

Keywords: energy efficiency; RTQ-C; building envelope; prescriptive method.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, têm-se buscado identificar, dentro de cada setor da economia, os principais processos responsáveis pela geração de impactos ao meio ambiente, buscando apresentar soluções que revertam o atual cenário de degradação do planeta. No setor da construção civil, não só os processos de construção e demolição das edificações são apontados como responsáveis por essas externalidades. A operação dos edifícios também gera impactos significativos, uma vez que a energia elétrica utilizada para seu funcionamento é consumida de forma ineficiente e ilimitada, contribuindo para a necessidade de ampliação da matriz energética, geralmente impactante, e para o aumento da emissão de gases causadores do efeito estufa na atmosfera.

Neste setor, são vários os atores responsáveis pela ineficiência energética das edificações. O visível abandono dos princípios bioclimáticos pelos arquitetos em decorrência do advento da luz elétrica e de sistemas de condicionamento de ar, bem como a importação e repetição de soluções arquitetônicas inapropriadas para as condicionantes climáticas do lugar acarretaram um aumento no consumo de energia das edificações. As construtoras e incorporadoras também têm sua parcela de responsabilidade, pois muitas vezes estão focadas na redução dos custos da construção, não incentivando o emprego de materiais, técnicas e elementos arquitetônicos que promovam melhorias para seu conforto ambiental e desempenho energético, uma vez que, geralmente, não são eles os responsáveis pela operação do edifício. Por fim, os usuários geralmente não têm consciência do potencial de economia de energia dessas edificações e desconsideram, por uma questão de hábito no uso de sistemas artificiais, estratégias naturais de ventilação e iluminação como forma de garantir o conforto térmico e visual desejado.

De acordo com o Balanço Energético Nacional do ano base de 2007 (BEN, 2008), aproximadamente 45% da energia total produzida no país é consumida pelas edificações, sendo 22% utilizada pelo setor residencial, 14,2% destinada ao setor comercial e 8,5% consumida pelo setor público. No caso do setor comercial, 47% da energia consumida é destinada ao uso do ar condicionado e 22% é utilizada para iluminação artificial. Nota-se, com esses valores, que a maior parte da energia consumida pelas edificações comerciais tem por objetivo garantir o conforto ambiental de seus usuários.

As diversas pesquisas realizadas no Brasil nas últimas décadas apontam para a necessidade de adoção de nova postura na concepção, construção e operação das edificações sob o ponto de vista da eficiência energética. Em suas pesquisas, Mascaró (1985) e Lamberts, Pereira e Dutra (1997) incentivam a uma retomada de estratégias bioclimáticas no projeto arquitetônico, identificando os principais parâmetros projetuais que influenciam no desempenho energético da edificação. Mascaró e Mascaró (1992) enfatiza que 25 a 45% da energia são consumidos indevidamente por má orientação da edificação e por desenho inadequado de suas fachadas e acrescenta que 20 a 30% da energia consumida seriam suficientes para o funcionamento da edificação, o que comprova a necessidade de reavaliar as estratégias projetuais recorrentes.

Dentro deste contexto, em 2003, foi criado pelo Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), o programa Procel Edifica, como resposta a Lei nº 10.295, decretada em 2001, que dentre outros aspectos, aponta a necessidade do desenvolvimento de mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações construídas no país (BRASIL, 2001a). O Procel Edifica foi criado tendo como objetivo estimular e divulgar a aplicação de conceitos de eficiência energética em edifícios desde a fase de concepção projetual até sua operação, apontando o uso dos recursos naturais na edificação como uma das diversas formas de conservação energética.

A fim de garantir a prática efetiva desses princípios, o Procel, junto ao Inmetro, implementou em 2009 a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para edifícios comerciais, de serviços e públicos (Figura 1). Ainda de caráter voluntário, esse processo de etiquetagem certifica edificações novas e existentes com área total útil mínima de 500m² e/ou tensão de abastecimento superior ou igual a 2,3kV, classificando-as em um dos cinco níveis de eficiência energética pré-definidos. Cada um desses níveis apresenta requisitos com maior ou menor rigor quanto à eficiência energética da edificação, resultante da relação do desempenho de sua envoltória (fachadas e cobertura), sistema de iluminação e de condicionamento de ar.

O Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) é um documento que especifica requisitos técnicos, bem como métodos para classificação de edifícios comerciais, de serviços e públicos quanto à eficiência energética (BRASIL, 2010b). Os requisitos para os sistemas de iluminação e de ar condicionado são baseados em normas nacionais e internacionais, enquanto que as exigências técnicas relacionadas à envoltória têm como base a norma nacional que delimita oito zonas bioclimáticas brasileiras e indica soluções de projeto diferenciadas para adequação dos edifícios aos diferentes tipos climáticos do país (ABNT, 2005).

Há dois métodos apresentados no regulamento para definição do nível de eficiência: o método prescritivo e a simulação computacional. O método prescritivo, objeto desta pesquisa, baseia-se no uso de equações e tabelas para avaliar separadamente o desempenho da envoltória, dos sistemas de iluminação e de condicionamento de ar, identificando o nível de eficiência energética parcial e total da edificação.

Para a análise da envoltória, primeiramente o RTQ-C estabelece exigências mínimas para as características térmicas dos seus materiais componentes (transmitância térmica, cores e absorvância de superfícies e fator solar da abertura zenital). Após isso, apresenta equações diferenciadas para as oito zonas bioclimáticas brasileiras, através das quais se faz o cálculo do Índice de Consumo do edifício. Este índice é resultante da combinação de outras variáveis do envelope do edifício que também influenciam no seu desempenho energético, tais como os parâmetros relativos às características dimensionais do edifício – fator de forma (FF) e fator de altura (FA) – e os parâmetros relacionados às aberturas – Percentual de área de abertura na fachada (PAFt), Fator Solar (FS) e ângulos de sombreamento dos protetores solares (AVS e AHS)¹. A equação abaixo é um exemplo das várias indicadas no método prescritivo para cálculo do índice de consumo dos edifícios. Ela é aplicada para edificações localizadas nas zonas bioclimáticas 6 e 8 com área de projeção menor que 500 m².

$$IC_{env} = 454,47.FA - 1641,37.FF + 33,47.PAFt + 7,06.FS + 0,31.AVS - 0,29.AHS - 1,27.PAFt.AVS + 0,33.PAFt.AHS + 718 \quad (\text{Eq. 1})$$

A ENCE pode ser fornecida para o edifício completo ou para partes dele. Ela é dita “total” quando são classificados em conjunto o desempenho da envoltória e todos os sistemas artificiais, e é “parcial” quando certifica apenas a envoltória ou a envoltória com um dos sistemas. Observa-se, portanto, que o bom desempenho do envelope da edificação é pré-requisito para garantia da eficiência energética dos sistemas artificiais, uma vez que suas características influenciam diretamente na transmissão de luz e calor para o interior do edifício, promovendo menores ou maiores gastos de energia com os sistemas de iluminação artificial e condicionamento do ar.

Posto isso, neste artigo, será dado enfoque aos requisitos técnicos da envoltória estabelecidos pelo RTQ-C, relacionando algumas exigências de desempenho energético das variáveis de projeto consideradas no regulamento com os conceitos de conforto ambiental. Objetiva-se enfatizar a estreita relação existente entre as questões de conforto térmico e visual e a eficiência energética da edificação, explicitando que o bom desempenho energético do edifício só é plenamente alcançado quando são garantidas boas condições de conforto ambiental ao espaço construído.

2. OBJETIVO

Este artigo tem por objetivo realizar uma análise crítica sobre a forma como são tratados alguns dos parâmetros da envoltória no método prescritivo do RTQ-C, avaliando se há falhas que possam porventura permitir que um edifício obtenha um selo de alta eficiência energética sem apresentá-la de fato na sua operação.

3. MÉTODO

O enfoque metodológico adotado neste trabalho apresenta três etapas, descritas a seguir.



Figura 1 - Modelo da ENCE, neste caso, apresentando níveis de eficiência A. FONTE: BRASIL, 2010b.

¹ Para saber os conceitos destes parâmetros, consultar o RTQ-C.

3.1. Identificação do conceito de eficiência energética adotado pelo RTQ-C

A primeira etapa consistiu em identificar se o RTQ-C se baseia no conceito de eficiência relativa ou no de eficiência absoluta, avaliando como isto pode impactar na forma como os projetistas buscarão adequar seus projetos aos requisitos da envoltória propostos pelo RTQ-C quando utilizarem o método prescritivo.

Segundo Castro (2005), a eficiência energética é dita absoluta quando é baseada em indicadores de desempenho ou valores de referência, que indicam o que pode ser considerado eficiente e o que é ineficiente. Do ponto de vista da edificação, esses indicadores podem ser criados a partir de um edifício de referência único, cujo nível de eficiência seja considerado elevado. Assim, tendo como base o consumo energético por área de piso do edifício de referência, pode-se avaliar a eficiência energética de outras edificações.

O conceito de eficiência absoluta é pouco utilizado, pois pode gerar algumas distorções na avaliação da eficiência energética de edifícios. Isto ocorre porque o valor de referência, muitas vezes, desconsidera o tipo de uso dado à edificação, fator este que influencia significativamente no seu consumo de energia. Existem ainda questões relacionadas às diferenças de consumo devido à influência do clima e dos materiais utilizados na construção (CASTRO, 2005).

A eficiência relativa se mostra mais confiável que a absoluta, visto que a referência de eficiência adotada é a de um edifício com características semelhantes à edificação avaliada, seja com relação ao uso, ao padrão de ocupação, aos equipamentos, à volumetria, ou a outros aspectos. Este edifício de referência corresponde à alternativa de projeto identificada no processo de concepção que apresenta os melhores resultados em termos de consumo de energia. Seu desempenho energético, portanto, é utilizado como referencial para avaliação do nível de eficiência energética de outras soluções.

Para avaliação da eficiência energética das edificações, o método prescritivo do RTQ-C propõe o cálculo do Índice de Consumo Mínimo (IC_{min}) e Máximo (IC_{máx}) de energia para determinadas características dimensionais da edificação, definidas pelo seu Fator de Altura (FA) e Fator de Forma (FF). Este cálculo tem por objetivo auxiliar na definição dos intervalos de consumo de cada um dos níveis de eficiência energética. Assim, para obtenção do selo A, o consumo energético deve estar o mais próximo possível do IC_{min} calculado para aquela edificação. Da mesma forma, um índice de consumo maior que o IC_{máx} acarretará na obtenção do selo E.

Ao serem alteradas as dimensões do edifício, são modificados os valores de FA e FF do edifício, acarretando na definição de novos valores de Índice de Consumo mínimo e máximo. Proporcionalmente a eles, são gerados novos intervalos de consumo para cada um dos selos. No entanto, se fixados estes valores e alterados os parâmetros relativos ao tratamento das aberturas do edifício (PA_{Ft}, FS, AVS e AHS), modifica-se o desempenho energético da edificação, o que pode desencadear na mudança da classificação do edifício quanto sua eficiência energética.

Com isso, conclui-se que, para o RTQ-C, se as variáveis FA e FF são modificadas, um novo edifício é definido, gerando um novo potencial de economia no consumo de energia para seu funcionamento. Assim, o objetivo do regulamento não está em estabelecer um consumo máximo de energia elétrica para o funcionamento de edifícios que abrigam a mesma atividade, mas sim identificar, para cada edifício específico, qual seria o consumo energético mínimo que ele poderia apresentar para seu bom funcionamento. Com isto, conclui-se que o conceito de eficiência adotado pelo RTQ-C é o de eficiência relativa.

3.2. Identificação dos parâmetros da envoltória preponderantes na definição do selo a ser obtido

A segunda etapa da metodologia é um desdobramento direto da constatação anterior sobre o conceito de eficiência adotado pelo RTQ-C, e consistiu em identificar quais dos parâmetros da envoltória incluídos nas equações do método prescritivo mais interferem no nível de eficiência energética a ser obtido.

Uma vez constatado que no RTQ-C as características dimensionais do edifício (FF e FA) são parâmetros que definem os intervalos de consumo para cada selo, observou-se que são os parâmetros relativos ao tratamento das aberturas – PA_{Ft}, FS e AVS/AHS –, associados às características da composição das superfícies opacas exigidas nos pré-requisitos, que definem o selo de eficiência energética a ser obtido pela edificação. Assim, conclui-se que são estes os parâmetros a serem trabalhados pelo projetista para que ele possa alcançar o nível de eficiência energética almejando para a edificação.

3.3. Análise do RTQ-C quanto à existência de falhas na forma como são tratados os parâmetros da abertura

Partindo desta última constatação, a terceira e última etapa desta pesquisa consistiu em analisar como os citados parâmetros interferem no nível de eficiência energética da edificação, avaliando se existem falhas

que possam dar margem a determinados edifícios obterem selos de alta eficiência energética sem, em sua operação, garantirem a referida redução do consumo de energia.

Esta análise foi feita a partir de uma revisão bibliográfica que incluiu pesquisas da área de conforto ambiental, sobretudo aquelas que ressaltam a influência dos parâmetros da abertura no consumo de energia pelas edificações.

4. RESULTADOS

4.1. O Fator Solar (FS) e o Percentual de Área de Abertura da Fachada (PAft)

Um dos índices mais importantes relacionados aos materiais transparentes é o fator solar. Ele representa a soma da porcentagem da transmissão solar direta que ocorre através do vidro mais a parcela da energia absorvida por ele e reirradiada para o interior do ambiente (OLGYAY, 1973; GIVONI, 1981; FROTA e SCHIFFER, 2007).

O fator solar é o único índice relacionado às propriedades do vidro incluído no método prescritivo proposto pelo RTQ-C para o cálculo do índice de consumo de energia da edificação. Apesar de sua importância, este índice, por si só, não é suficiente para indicar, dentro daquilo que é transmitido, a parcela correspondente de radiação ultravioleta, visível e infravermelha.

Conforme ressalta Caram (1998), o conhecimento das características espectrofotométricas dos vidros é essencial para que o emprego deste material seja feito eficientemente, de forma a garantir a redução do consumo de energia nas edificações. Isto porque através destes dados, pode-se comparar diversos tipos de vidro quanto ao potencial de aproveitamento da iluminação natural bem como quanto à transmissão de calor para a edificação.

A Tabela 1 exemplifica esta questão, apresentando quatro tipos de vidro que possuem fatores solares próximos ou idênticos e características espectrofotométricas diferentes. Observa-se uma grande variação entre eles quanto à transmissão no espectro visível e ultravioleta.

Tabela 1 – Características espectrofotométricas diferentes para vidros com fatores solares semelhantes.
Fonte: CEBRACE, 2011.

Tipo de vidro	Fator solar	Transmissão relativa ao intervalo característico (%)		
		Ultra-V	Visível	Infra-V
Cool Lite laminado cinza	0,37	53	26	21
Reflecta Float laminado verde	0,37	47,6	28,6	23,8
Cool Lite KNT duplo incolor	0,37	22,6	46,7	30,7
Emerald duplo verde	0,38	15	57	28

Para avaliar a transmissão no espectro visível de um vidro, Caram (1998) e Pereira e Ferreira (2007) destacam a classificação do fabricante de vidro Santa Marina (1992), que estabelece três intervalos de transmissão de luz (TL): $TL < 30\%$ - transmissão luminosa fraca; $30\% \leq TL \leq 50\%$ - transmissão luminosa média; $TL > 50\%$ transmissão luminosa forte. Partindo deste valor de referência, pode-se observar que, dentre os vidros apresentados, o Emerald duplo verde é o único que apresenta uma transmissão luminosa forte.

É importante destacar que não necessariamente uma transmissão luminosa forte possibilita um aproveitamento satisfatório da iluminação natural na edificação. Por exemplo, um ambiente cujo vidro da abertura transmite 80% da radiação solar incidente, das quais 60% correspondem ao espectro visível, é certamente mais iluminado que no caso de aberturas de mesma dimensão que apresente um vidro de transmissão total de 10% dos quais 60% equivale ao espectro visível. No primeiro caso, a transmissão absoluta dos raios visíveis seria de 48%, enquanto que no segundo caso equivaleria a 6%. Entretanto, segundo a classificação proposta por Santa Marina (1992), ambos apresentariam uma transmissão luminosa forte.

Destaca-se aqui a importância do desenvolvimento de pesquisas que verifiquem se uma transmissão luminosa forte propicia níveis de iluminamento satisfatório em espaços interiores, mesmo para fatores solares muito baixos.

Conforme apontado por Caram (1998), esta classificação torna-se ainda menos confiável ao desconsiderar a orientação geográfica da área envidraçada, latitude e época do ano. Uma análise da variação das médias anuais de insolação diária entre os estados brasileiros torna ainda mais evidente esta questão (Figura 2). O emprego de vidros com baixo fator solar e reduzida transmissão do visível em edifícios

situados no Pará ou no Acre, por exemplo, possivelmente resultará em um aproveitamento da luz natural diferente que em edifícios que apresentam o mesmo tipo de vidro localizados no Ceará. Entretanto, como se observa no mapa de distribuição das zonas bioclimáticas brasileiras (Figura 3), estes estados fazem parte da mesma zona (ZB8), e, portanto, o peso dado ao fator solar na equação proposta pelo método prescritivo é o mesmo.

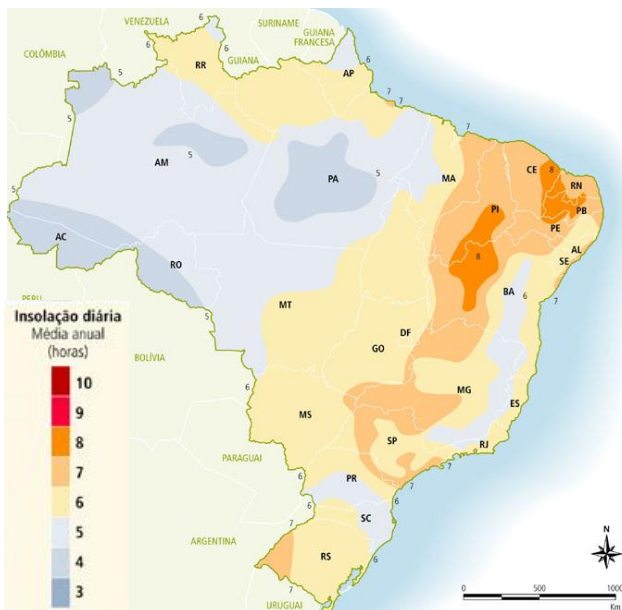


Figura 2 – Média anual de insolação diária no Brasil (horas). Fonte: TIBA et al., 2000.

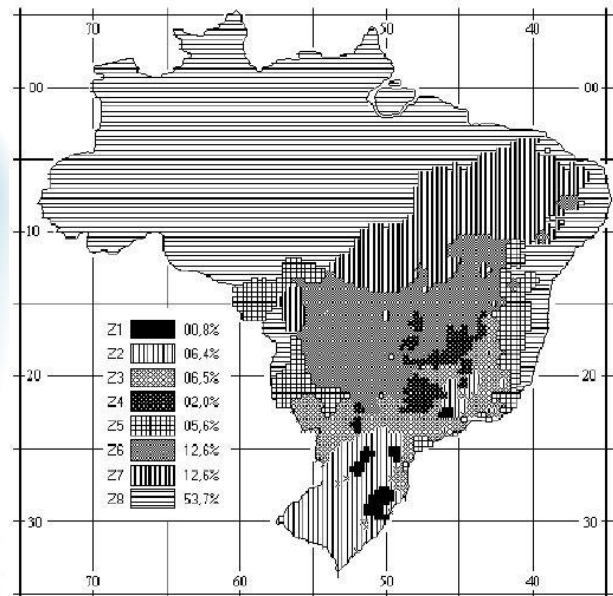


Figura 3 – Zoneamento bioclimático brasileiro. Fonte: ABNT, 2005.

Caram (1998) também destaca a importância de se levar em consideração a dimensão da área envidraçada para verificar a possibilidade de aproveitamento satisfatório da iluminação natural em espaços interiores.

Partindo desta recomendação, foi feita uma aplicação do método prescritivo para um edifício hipotético inserido na Zona Bioclimática 8 (ZB8), a fim de verificar se o RTQ-C possibilita a emprego de vidros com baixo fator solar e reduzida área envidraçada. Definidos e fixados seu Fator de Altura, Fator de Forma e Ângulos de Sombreamento, foi criada uma tabela que relaciona o Percentual de Área de Abertura na Fachada e o Fator Solar, apresentando as possibilidades de variação desses dois parâmetros para cada um dos níveis de eficiência (Tabela 2). Essa tabela foi desenvolvida a partir da inserção das variáveis na equação da ZB8.

Tabela 2 – Relação PAFt x FS para os 5 níveis de eficiência energética, considerando as características de um edifício hipotético projetado para ZB8. Fonte: autoras.

FS	PAFt	0,1	0,14	0,18	0,22	0,26	0,3	0,34	0,38	0,42	0,46	0,5	0,54	0,58	0,62	0,66	0,7	0,74	0,78	0,82	0,86	
0,05	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0,1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0,15	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0,2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B
0,25	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
0,3	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C
0,35	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C
0,4	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
0,45	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D
0,5	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
0,55	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	E
0,6	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E
0,65	D	D	D	D	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
0,7	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
0,75	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
0,8	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
0,85	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
0,9	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
0,95	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
1	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

Observa-se através deste exemplo que, para obtenção do selo A, é possível empregar em áreas envidraçadas bastante reduzidas vidros com baixo fator solar. Ainda que se saiba que estas superfícies envidraçadas possam apresentar uma transmissão luminosa forte, entende-se que será uma alta transmissão do visível de uma baixa transmissão total, o que, como visto, pode não ser suficiente para iluminar satisfatoriamente o ambiente. O selo A, que representa a alta eficiência energética, portanto, pode ser obtido utilizando vidros com baixo Fator Solar em pequenas aberturas, mesmo que sua baixa transmissão de raios visíveis possa porventura exigir, em alguns casos, a substituição ou complementação da iluminação natural pela artificial, aumentando o consumo de energia.

No item Sistema de Iluminação do RTQ-C, a única exigência que se faz quanto ao uso da luz natural é de prover a instalação de um controle “para o acionamento independente de fileira de luminária mais próxima à janela de forma a propiciar o aproveitamento da luz natural disponível” (BRASIL, 2010a).

O regulamento também afirma que “os edifícios submetidos a este RTQ devem atender às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) vigentes e aplicáveis”, as quais incluem a NBR 5413, que indica os níveis de iluminância mínimos, médios e máximos para as diferentes tarefas visuais. O RTQ-C complementa que:

“(…) a visão deste RTQ é a eficiência energética da edificação e que este, os organismo de inspeção acreditados e o Inmetro se eximem dos problemas que porventura possam ser causados à edificação pela não observância das normas ABNT, que são de exclusiva atribuição do projetista” (p. 13; BRASIL, 2010a).

Como se observa, é da competência do projetista estar atento às condições de conforto ambiental geradas pelas soluções de projeto adotadas. Como não há, pelo menos para o processo de etiquetagem que inclui o método prescritivo, nenhuma exigência de comprovação da garantia de condições satisfatórias de conforto ambiental na edificação, é possível que, em alguns casos, o selo A nem sempre garanta na operação do edifício uma alta eficiência energética.

4.2. Os ângulos de proteção solar (AVS e AHS)

O uso de protetores solares em uma abertura é um recurso importante para reduzir os ganhos térmicos, se bem dimensionados, bem empregados quanto à orientação da fachada e bem especificados os materiais de sua composição. Portanto, sua simples utilização não é uma garantia de melhoria nas condições de conforto ambiental e eficiência energética. É preciso garantir o seu emprego adequado.

Para utilização na equação fornecida pelo RTQ-C, o AHS e AVS representam a média ponderada do ângulo de sombreamento em função da área das aberturas. No caso do AHS, considera-se a média do ângulo das duas proteções solares, como exemplificado na Figura 4.

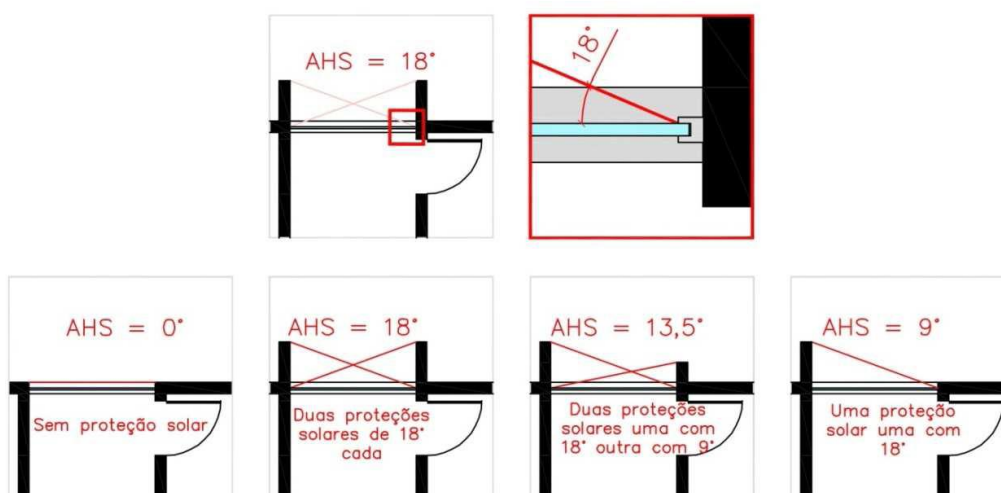


Figura 4 – Ângulos Horizontais de Sombreamento: exemplos de cálculo.
Fonte: Manual RTQ-C (BRASIL, 2010c)

Essa média é questionável. Imaginemos uma abertura protegida por somente um protetor vertical em uma de suas extremidades (ângulo de sombreamento de 20°), criando um AHS final igual a 10°, e outro caso

em que a abertura apresenta em cada uma de suas extremidades um protetor vertical formando um AHS de 10° cada, resultando em um AHS final também de 10° . Os dois casos apresentam soluções de sombreamento distintas, inclusive quanto sua eficiência, todavia, como o AHS resultante é o mesmo, quando inserido na equação, gerará o mesmo Índice de Consumo e, portanto, a mesma etiqueta (se fixados os demais parâmetros).

O regulamento indica ainda que o valor máximo a ser utilizado na equação para AVS e AHS é 45° , com exceção do caso em que o edifício está inserido na ZB6 ou ZB8, cuja restrição é maior para AVS, com um limite de 25° . Segundo o Manual produzido para esclarecer dúvidas relativas ao RTQ-C, “este limite visa evitar o uso de proteções excessivas que possam prejudicar a penetração da luz natural difusa nos ambientes internos” (BRASIL, 2010c). Considerando que a ZB8 abrange cidades com latitudes bem distintas, um protetor solar horizontal com AVS de 25° graus na fachada norte de um edifício situado em Fortaleza de fato cria um sombreamento suficiente para quase todos os meses do ano, no entanto, o mesmo protetor solar empregado em fachada de mesma orientação de um edifício no Rio de Janeiro não se mostra tão eficiente (Figura 5).

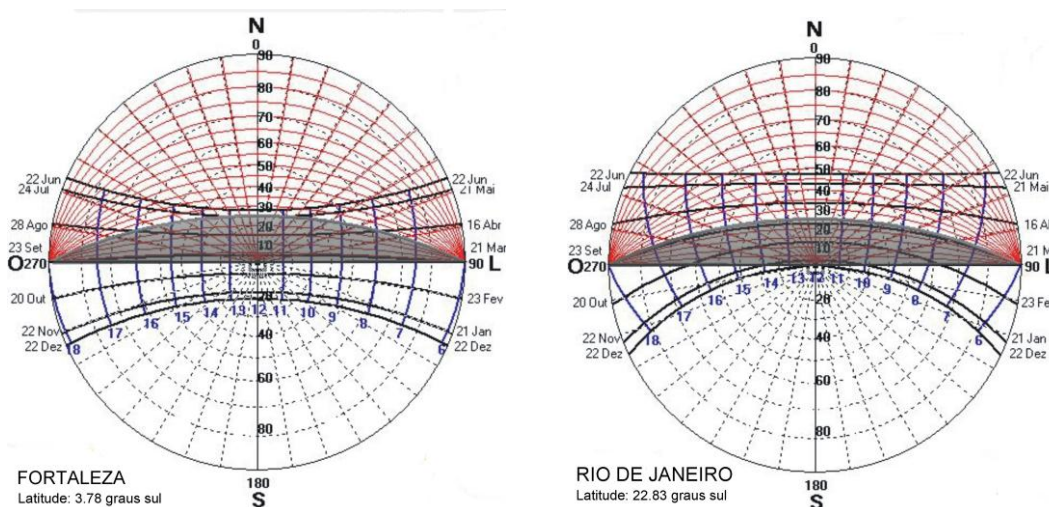


Figura 5 – Máscaras de sombra de um protetor solar horizontal (AVS= 25°) na fachada norte de um edifício localizado em Fortaleza e outro no Rio de Janeiro.

Vale ressaltar que em nenhum momento o RTQ-C exige como pré-requisito a comprovação da aplicação eficiente dos protetores solares. Assim, um protetor solar de AVS igual a 25° vai resultar através da equação um mesmo índice de consumo tanto para o caso de ele estar empregado na fachada norte como na fachada leste, por exemplo. Observa-se que o desempenho energético obtido será bastante distinto para as duas situações, no entanto, resultará em uma mesma etiqueta de eficiência energética (no caso de fixadas as demais variáveis).

Acredita-se que a equipe técnica que elaborou o RTQ-C pressupõe que os arquitetos empregarão de forma correta os elementos de proteção solar e que, portanto, não há necessidade de criar mais este pré-requisito. A realidade é bem diferente: poucos são os arquitetos que de fato possuem conhecimentos técnicos para empregar elementos de proteção solar de forma eficiente, e muitos deles os utilizam apenas por seu valor plástico, seja ele funcional ou não.

5. CONCLUSÕES

É evidente que o método prescritivo apresentado pelo RTQ-C é uma tentativa de simplificar o processo de avaliação da eficiência energética do edifício, possibilitando que o profissional arquiteto o utilize durante a concepção projetual. Inclusive, foi criada uma ferramenta disponível na internet – o WebPrescritivo – que simplifica ainda mais este processo, ao possibilitar a utilização do método prescritivo sem que seja necessário o uso de equações. Em poucos instantes, inserindo a zona bioclimática do projeto bem como os dados dimensionais da edificação e as características das aberturas, identifica-se a etiqueta obtida com a combinação daqueles parâmetros.

Essa simplificação é de fato importante para disseminar uma nova postura projetual e conscientizar os arquitetos dos principais parâmetros de projeto que influenciam no desempenho energético da edificação. No entanto, reduzir a uma equação e a poucos pré-requisitos questões tão complexas que envolvem cada uma das variáveis consideradas pode ser arriscado. Se o arquiteto não utilizar no projeto os princípios de conforto

ambiental, ainda que seja possível a obtenção de uma etiqueta de alta eficiência energética, o edifício poderá não apresentar efetivamente em seu funcionamento um alto desempenho energético, uma vez que os usuários poderão utilizar sistemas artificiais para garantir as mínimas condições de conforto no espaço, aumentando sua demanda de energia elétrica.

Recomenda-se, para trabalhos futuros, verificar se a simulação computacional é um método mais seguro, em comparação ao método prescritivo, para auxiliar na concepção de edifícios efetivamente eficientes do ponto de vista do consumo de energia. Deve-se analisar se, ao incluir nos cálculos uma quantidade maior de dados de entrada, a simulação é capaz de avaliar, por exemplo, a eficiência do sombreamento dos protetores solares e do aproveitamento da iluminação natural, mesmo no emprego de vidros com baixa transmissão do visível.

Recomenda-se também que, na aplicação do método prescritivo, sejam exigidas ao projetista a comprovações quanto a possibilidade de aproveitamento da iluminação natural e a eficiência do sombreamento das aberturas, a fim de que a eficiência energética possa ser garantida também na operação do edifício.

Uma das principais críticas feitas ao RTQ-C está no fato de ele se basear no Zoneamento Bioclimático (NBR 15220-3) para estabelecer as exigências para a eficiência energética da edificação. As falhas identificadas nesse artigo exemplificam as conseqüências de agrupar cidades tão distintas quanto às características climáticas e latitude em uma mesma zona bioclimática.

O processo de etiquetagem do Procel é de fato um passo importante e necessário para a mudança de postura dos arquitetos frente às questões ecológicas que permeiam o setor da construção civil. É fundamental, no entanto, que os profissionais deste setor avaliem criticamente o RTQ-C enquanto sua adesão é ainda de caráter voluntário, para que sejam feitas modificações que o tornem um instrumento efetivamente válido para garantia da eficiência energética das edificações do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 15220-3 - Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro, 2005.
- BEN. **Balanco Energético Nacional. 2008 - Ano Base 2007**. Rio de Janeiro: EPE, 2008.
- BRASIL. **Lei n. 10295, de 17 de outubro de 2001**. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Lex: Diário Oficial da União, Brasília, 2001a.
- _____. **Decreto n. 4.059, de 19 de dezembro de 2001**. Regulamenta a Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. Lex: Diário Oficial da União, Brasília, 2001b.
- _____. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Portaria 372 de 17 de setembro de 2010**. Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. Rio de Janeiro, 2010a. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/comercial/downloads>>. Acesso em: 30 de maio de 2011.
- _____. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações**. Rio de Janeiro, 2010b. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/comercial/downloads>>. Acesso em: 30 de maio de 2011.
- _____. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Manual para Aplicação dos Regulamentos: RTQ-C e RAC-C**. Rio de Janeiro, 2010c. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/comercial/downloads>>. Acesso em: 30 de maio de 2011.
- CARAM, R. M. **Caracterização Ótica de Materiais Transparentes e sua Relação com o Conforto Ambiental em Edificações**. 1998. 165p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.
- CASTRO, E. **Método de auxílio à concepção arquitetônica baseado na análise multicritério e em dados simulados dos comportamentos da edificação**. COPPE/UFRJ e INSA/LYON. Rio de Janeiro e Lyon: Universidade Federal do Rio de Janeiro e Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2005.
- CEBRACE. **Cebrace Vidros – vidros de controle solar**. Disponível em: <<http://www.cebrace.com.br/v2/produtos-aplicacoes/produtos>>. Acesso em: 30 de maio de 2011.

- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R.. **Manual do Conforto térmico**. 8ª edição. São Paulo: Studio Nobel, 2007.
- GIVONI, B.. **Man Climate and Architecture**. London: Applied Science Publishers, 1981.
- LAMBERTS, R., DUTRA, L., PEREIRA, F. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW Editores – PROCEL, 1998.
- MASCARÓ, L. E. R. **Energia na Edificação – Estratégias para Minimizar seu Consumo**. São Paulo: Projeto Editores Associados Ltda, 1985.
- MASCARÓ, L.R. e MASCARÓ, J.L. **Incidência das variáveis projetivas e de Construção no Consumo Energético dos Edifícios**. Porto Alegre:Sagra DC Luzzato,1992.
- OLGYAY, V. **Design with climate. Bioclimatic approach to architectural regionalism**. New Jersey: Princeton University Press, 1973.
- PEREIRA, E.; FERREIRA, R.. Caracterização ótica de vidros e películas de proteção solar utilizados na construção civil no município de Goiânia-GO e sua relação com o conforto térmico. In: **Anais do IX Encontro Nacional e V Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**. Ouro Preto, 2007.
- SANTA MARINA. **O Vidro na Arquitetura**. São Paulo, 1992.
- TIBA, C. et al. **Atlas Solarimétrico do Brasil: Banco de Dados Terrestres**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000.