



## XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção  
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

# DIRETRIZES PARA INTERVENÇÕES NA ENVOLTÓRIA DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS NA ZONA BIOCLIMÁTICA 3 PARA OBTENÇÃO DO “NÍVEL A” PELO MÉTODO PRESCRITIVO DA CERTIFICAÇÃO PROCEL EDIFICA<sup>1</sup>

ELOY, Danielle (1); AKUTSU, Maria (2)

(1) IPT, e-mail: dany.elay@gmail.com; (2) IPT, e-mail: akutsuma@ipt.br

### RESUMO

Projetistas da construção civil lidam com um grande número de variáveis na realização de um projeto, dentre elas as relacionadas ao desempenho térmico e, por consequência, à eficiência energética da edificação. A etiqueta nacional de conservação de energia do PBE Edifica apresenta-se como uma opção para certificação de edifícios comerciais, em relação à sua eficiência energética. Este trabalho foi realizado com o objetivo de estabelecer diretrizes para que o profissional da construção civil possa intervir de forma eficiente sobre a envoltória da edificação e, dessa forma, atingir o “nível A” de classificação da etiqueta PBE Edifica, pelo método prescritivo. Os resultados obtidos foram organizados de forma a evidenciar os impactos das variáveis que influenciam o indicador de consumo de energia devido à envoltória da edificação. Dentre as conclusões, destacam-se: o “percentual de abertura na fachada” é a variável que mais impacta o resultado final do indicador de consumo da envoltória, seguida da variável “ângulo vertical de sombreamento”; variáveis como “fator de forma”, “fator de altura” e “ângulo horizontal de sombreamento” não interferem diretamente no resultado final do indicador de consumo; a combinação das variáveis, de forma adequada, possibilita a obtenção do “nível A” da certificação, conforme as características da edificação.

**Palavras-chave:** Procel Edifica. Método prescritivo. Envoltória da edificação. Eficiência energética.

### ABSTRACT

*Construction designers deal with a large number of variables in the realization of a project, among them those related to thermal performance and, consequently, the energy efficiency of the building. The national label energy conservation of PBE Edifica presents itself as an option for certification of commercial buildings in relation to their energy efficiency. This study was conducted in order to establish guidelines for the construction professional to intervene effectively on the building envelope and thus achieve the "Level A" rating PBE Edifica label, through the prescriptive method. The results were organized in order to highlight the impact of variables that influence the indicator of energy consumption due to the building envelope. Among the findings are: the "opening percentage on the facade" is the variable that most impacts the end result of the consumption indicator of envelopment, then the variable "vertical angle shading"; variables such as "form factor", "high factor" and "horizontal angle shading" not directly interfere with the outcome of the consumption indicator; the*

---

<sup>1</sup> AKUTSU, M; ELOY, D. Diretrizes para intervenções na envoltória de edifícios comerciais na zona bioclimática 3 para obtenção do “nível A” segundo o método prescritivo da certificação Procel Edifica. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2015, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

*combination of variables, accordingly, allows to obtain the "level A" accreditation, depending on the characteristics of the building.*

**Keywords:** Procel Edifica. Prescriptive method. Building envelop. Energy efficiency.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil e no mundo, tem-se observado um aumento na procura de certificações ambientais para edificações nos últimos anos. A etiqueta nacional Procel Edifica (RTQ-C, 2010) apresenta-se como uma opção para certificação de edifícios comerciais, em relação à eficiência energética.

A certificação Procel Edifica pode ser obtida por meio de duas formas: pelo método prescritivo ou pelo método de simulação. Em função da dificuldade em encontrar profissionais capacitados em elaborar tais simulações, o método prescritivo apresenta-se como uma alternativa mais acessível aos profissionais que hoje atuam no setor. Esta afirmação é baseada nas informações fornecidas pela própria etiqueta, onde a maior parte das certificações foi obtida pelo método prescritivo.

Diversos artigos foram publicados sobre o tema em questão, porém nenhum deles fornece os parâmetros específicos de utilização para cada uma das variáveis da equação do Indicador de Consumo da envoltória, visando obter o nível máximo de certificação em edifícios comerciais. (ENCAC 2011, Maciel e Carlo; ENTAC 2012, Pedrini et al; ENTAC 2012, Pacheco et al)

Diante desse contexto e também com a intenção de auxiliar os profissionais da construção civil a projetar adequadamente edificações mais eficientes energeticamente, foi desenvolvido este trabalho com base na análise de cada variável existente na equação do método prescritivo para classificação da envoltória, resultando nas diretrizes para se obter os melhores resultados do nível de eficiência energética da certificação Procel Edifica.

## 2 MÉTODO DE TRABALHO

O método empregado para o desenvolvimento deste trabalho consistiu em realizar uma análise estrutural na composição das variáveis da equação do Indicador de Consumo da envoltória do método prescritivo da certificação Procel Edifica. Como forma de atestar os resultados, foram elaboradas mais de 1.250 simulações por meio da aplicação do conjunto de possibilidades de combinações das variáveis na equação do Indicador de consumo da envoltória em projetos típicos de trinta edifícios comerciais situados na Zona Bioclimática 3, onde se insere a cidade de São Paulo. Para cada variável foram adotados três cenários, um pessimista, outro otimista e um intermediário. Os resultados obtidos foram organizados de forma a evidenciar os impactos das variáveis que compõem a equação do indicador de consumo de energia devido à envoltória da edificação, na classificação quanto à sua eficiência energética.

## 2.1 O método prescritivo – envoltória

O Procel Edifica exige o atendimento a alguns pré-requisitos específicos para a avaliação da envoltória, os quais não serão descritos por se tratar de exigências mínimas para obtenção da etiqueta, não impactando no resultado da equação do indicador de consumo da envoltória, descrita a seguir.

O método de classificação de eficiência da envoltória é determinado por um indicador de consumo (IC).

Para o método prescritivo, calcula-se o Indicador de Consumo referente à envoltória ( $IC_{env}$ ). Para se obter esse resultado, é necessária aplicação de equações empíricas, que variam conforme a Zona Bioclimática onde o edifício está inserido e sua respectiva área de projeção ( $A_{pe}$ ).

O método prescritivo Procel Edifica apresenta dez equações empíricas que são distribuídas sobre a metragem da área de projeção de cada edificação e também entre as oito Zonas Bioclimáticas do Brasil.

As duas equações a serem consideradas para a Zona Bioclimática 3, estão transcritas a seguir, sendo: uma para edifícios com área de projeção ( $A_{pe}$ ) menor que 500 m<sup>2</sup> (equação 1), e outra para edifícios com área de projeção maior que 500 m<sup>2</sup> (equação 2).

$$IC_{env} = -175,30.FA - 212,79.FF + 21,86.PAF_T + 5,59.FS - 0,19.AVS + 0,15.AHS + \\ + 275,19.\frac{FA}{FF} + 213,35.FA.FF - 0,04.PAF_T.FS.AVS - 0,45.PAF_T.AHS + 190,42$$

(equação 1)

$$IC_{env} = -14,14.FA - 113,94.FF + 50,82.PAF_T + 4,86.FS - 0,32.AVS + 0,26.AHS - \\ - \frac{35,75}{FF} - 0,54.PAF_T.AHS + 277,98$$

(equação 2)

Onde:

- $IC_{env}$  = Indicador de Consumo da envoltória (adimensional)
- AHS = Ângulo Horizontal de Sombreamento
- AVS = Ângulo Vertical de Sombreamento
- FF = Fator de Forma, ( $A_{env}/V_{tot}$ )
- FA = Fator Altura, ( $A_{pcob}/A_{tot}$ )
- FS = Fator Solar
- $PAF_T$  = Percentual de Abertura na Fachada total (adimensional, para uso na equação)
- $V_{tot}$  = Volume Total da Edificação (m<sup>3</sup>)
- $A_{tot}$  = Área total construída (m<sup>2</sup>)
- $A_{env}$  = Área da envoltória (m<sup>2</sup>)
- $A_{pcob}$  = Área de projeção da cobertura (m<sup>2</sup>)

O indicador de consumo resultante deve ser comparado a uma escala numérica dividida em intervalos que descrevem um nível de classificação de desempenho que varia de A a E. Quanto menor o indicador obtido, mais eficiente será a envoltória da edificação.

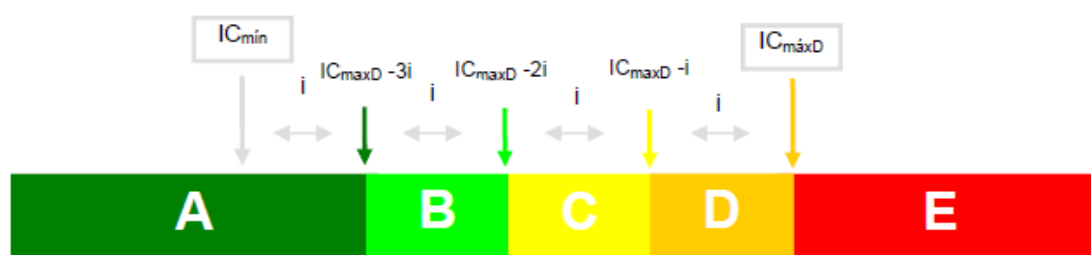
Primeiro calcula-se o indicador de consumo por meio da equação  $IC_{env}$  com os dados do projeto do edifício. Em seguida calcula-se o limite máximo do Indicador de Consumo ( $IC_{maxD}$ ) através da mesma equação; porém com a mudança de alguns parâmetros, conforme orientação do Procel Edifica (RTQC, 2010). Esse índice representa o indicador máximo que a edificação deve atingir para obter a classificação D. Acima desse valor, a envoltória é classificada como E, o que representa a pior eficiência energética.

Após o cálculo do  $IC_{maxD}$ , calcula-se o limite mínimo do Indicador de Consumo ( $IC_{min}$ ), também pela mesma equação, conforme parâmetros indicados pelo Procel Edifica (RTQ-C, 2010). Esse índice representa o indicador de consumo mínimo para a classificação A de um edifício. Abaixo desse valor, a envoltória é classificada como A, o que representa a melhor eficiência energética.

Os limites  $IC_{maxD}$  e  $IC_{min}$  representam o intervalo dentro do qual a edificação proposta será inserida. O intervalo é dividido em quatro partes, cada uma delas referindo-se a um nível de classificação que varia de A a E. A subdivisão  $i$  do intervalo é calculada conforme a equação fornecida pelo Procel Edifica. (RTQ-C, 2010, p. 35).

O valor de  $i$  e de seus múltiplos é subtraído de  $IC_{maxD}$  formando assim os quatro intervalos. A figura 1 mostra a abrangência do intervalo ( $i$ ) na escala de Indicadores de Consumo.

Figura 1 - Ilustração do cálculo de IC



Fonte: Manual RTQ-C, BRASIL/2013

De acordo com o Manual do RTQ-C (2013), o cálculo do indicador de consumo visa prever como a envoltória de um edifício vai impactar o seu consumo de energia. A envoltória protege o interior da edificação, portanto quanto mais exposto o interior da edificação, maior a troca térmica permitida entre o interior e o exterior.

### 3 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DA ENVOLTÓRIA APLICADA À ZONA BIOCLIMÁTICA 3

São seis as variáveis que compõem as equações relativas ao cálculo do Indicador de consumo da envoltória pelo método prescritivo da certificação Procel Edifica: "Fator de Forma (FF)", "Fator de Altura (FA)", "Percentual de Abertura da Fachada (PAF)", "Fator Solar (FS)", "Ângulo Vertical de Sombreamento (AVS)" e "Ângulo Horizontal de Sombreamento (AHS)".

Na equação do  $IC_{env}$ , para cada variável é atribuído um peso e a cada um deles um fator que pode influenciar positiva ou negativamente o resultado final da equação.

#### 3.1 Fator de forma - FF

FF é a relação entre a área de toda fachada da edificação dividida pelo volume total da mesma ( $A_{env}/V_{tot}$ ).

Para a Zona Bioclimática 3, quando a edificação possuir esse resultado com valor menor que o fator de forma mínimo (0,15), em edificações com área de projeção maior que 500 m<sup>2</sup>, deverá ser adotado FF mínimo de 0,15.

#### 3.2 Fator de altura - FA

FA é a relação entre a área da projeção da cobertura da edificação dividida pela área total do empreendimento ( $A_{p_{cob}}/A_{tot}$ ).

Para a avaliação da eficiência energética das edificações, o método prescritivo do RTQ-C propõe o cálculo do Índice de Consumo Mínimo ( $IC_{min}$ ) e Máximo ( $IC_{max}$ ) de energia para determinadas características dimensionais da edificação, definidas pelo seu Fator de Altura (FA) e Fator de Forma (FF).

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, fixando-se estes valores e alterados os parâmetros relativos ao tratamento das aberturas do edifício (PAF<sub>T</sub>, FS, AVS e AHS), modifica-se o desempenho energético da edificação, o que pode desencadear na mudança da classificação do edifício quanto à 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. Sendo assim, as variáveis fator de forma e fator de altura não refletem no resultado do Indicador de consumo da envoltória.

#### 3.3 Fator Solar - FS

FS é a parcela da energia solar diretamente transmitida e absorvida que penetra no ambiente através do vidro. Quanto maior o FS, maior o ganho de calor. Esse conceito é conhecido como SHGC (Solar Heat Gain Coefficient), na sigla em inglês. (GlassecViracon/2011)

Nesse sentido, pode-se afirmar, em princípio, que quanto maior o valor do FS do vidro, menos eficiente energeticamente será a edificação, consequentemente esta terá um menor nível de eficiência energética na certificação Procel Edifica.

Observando a equação 2, percebe-se que a variável FS apresenta um multiplicador pequeno (4,86%), mas de impacto positivo, aumentando o valor do resultado do indicador de consumo da envoltória, porém em menor proporção.

Para cada 10% de índice do valor do FS, é obtido 0,486 pontos no cálculo do Indicador de consumo da envoltória. Como essa variável apresenta-se na forma positiva, seu resultado aumenta o valor final do Indicador de consumo da envoltória, porém em menor proporção. A utilização dessa variável para melhorar a classificação do nível de eficiência energética somente é relevante quando o valor do Indicador de consumo da envoltória estiver próximo do valor limite de alteração de nível de classificação.

Através da análise da equação 2 é possível afirmar que quanto maior o valor utilizado no FS, maior será o resultado do Indicador de consumo da envoltória e consequentemente menor será sua classificação no nível de eficiência energética Procel Edifica.

Embora a variável FS aumente o valor do resultado do Indicador de consumo da envoltória, sua influência no resultado ainda é pequena frente à influência da variável PAF, que possui um impacto muito maior no resultado final do Indicador de consumo da envoltória.

A variação do FS somente demonstra eficiência quando o resultado do  $IC_{env}$  apresenta-se limitrofe à alteração do nível de eficiência. Nesse caso, a redução do valor do FS possibilita a melhora no nível de eficiência do edifício.

Para que haja alteração no nível de classificação de eficiência energética é preciso reduzir significativamente o valor do FS. Porém, seu uso isolado não é suficiente para se obter o "nível A" em edificações que apresentem PAF maior que 25%.

### 3.4 Percentual de abertura na fachada - PAF

O percentual de abertura na fachada representa a porcentagem de aberturas em toda a área de fachada.

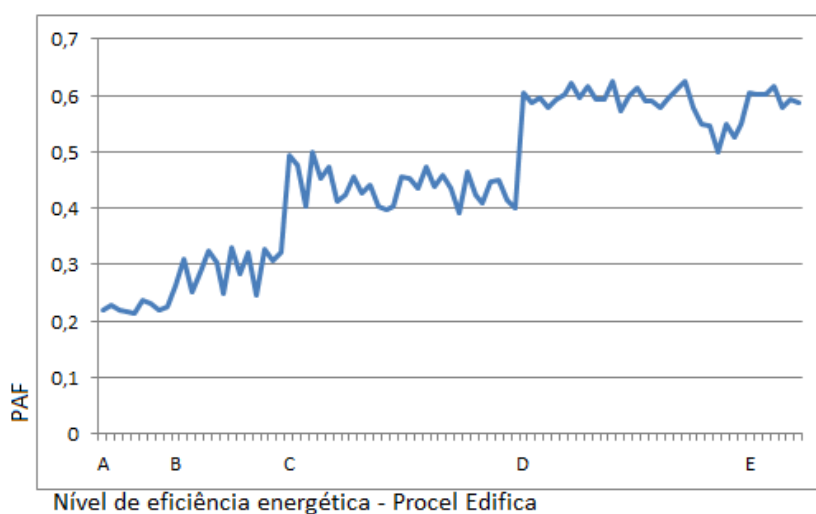
A orientação das fachadas não é considerada diretamente na equação do cálculo do IC, ela é apenas levada em consideração quando se tem um  $PAF_o$  (percentual de abertura na fachada oeste) significativamente maior que o percentual de abertura total das fachadas (mais de 20%). Nesses casos, o  $PAF_o$  é utilizado nas equações, em vez do  $PAF_T$ , aumentando o percentual a ser considerado nos cálculos.

A equação do cálculo do  $IC_{env}$ , (equação 2), indica que qualquer valor utilizado como PAF, terá seu peso multiplicado em mais de 50 vezes e seu

resultado será somado ao valor final do  $IC_{env}$ . Dessa forma, pode-se observar que essa variável é a que obtém maior impacto no resultado do Indicador de consumo da envoltória.

Utilizando-se como objetos de estudo 30 edifícios comerciais na cidade de São Paulo, foram aplicadas à equação de IC, mais de 1250 hipóteses de combinações das variáveis, alterando os percentuais de abertura da fachada, o índice de Fator solar e os ângulos de sombreamento. Parte dos resultados poderão ser observados nas figuras 2 e 3.

Figura 2 - Relação do PAF com a classificação do nível de eficiência Procel Edifica



Quanto maior for o valor do PAF, maior será o resultado do  $IC_{env}$  e consequentemente, menor será sua classificação no nível de eficiência energética da etiqueta PBE Edifica. A progressão dessa curva pode ser observada na figura 2.

### 3.5 Ângulos de sombreamento

Os ângulos de sombreamento podem ser horizontais ou verticais, sendo utilizados nas variáveis AVS e AHS.

As proteções solares são elementos de projeto que tem como principal função controlar a incidência da radiação solar sobre superfícies transparentes.

O método prescritivo não considera a orientação solar das fachadas do edifício onde os brises estão inseridos, trabalha com a média dos ângulos AHS e AVS dos dispositivos e limita esta média em até 45°, com exceção das zonas bioclimáticas 6 e 8, onde ele é ainda mais restritivo e limita-se em 25° o ângulo médio admissível. Este fato indica algumas distorções na avaliação do desempenho energético de edifícios com brises pelo método prescritivo, segundo Santos e Souza (2012, p. 227), que estudaram edifícios com área de projeção maior que 500 m<sup>2</sup>, localizados na ZB 3, onde puderam evidenciar a

necessidade de se considerar a geometria e a orientação solar dos brises na avaliação do IC.

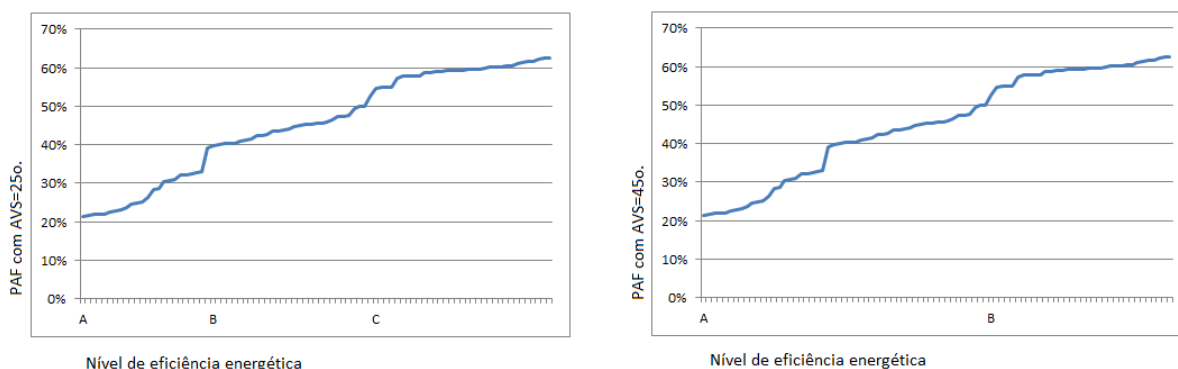
Na equação do  $IC_{env}$ , representada pela equação 2, a variável AVS aparece com simbologia negativa, isto indica que qualquer que seja o valor utilizado nesta variável, seu efeito irá reduzir o valor do resultado do  $IC_{env}$  e consequentemente melhorar o nível de classificação de eficiência energética. Mesmo tendo um multiplicador pequeno (0,32%), essa variável possui um indicador negativo, que impacta na redução do resultado final da equação.

Considerando que o valor máximo admitido para AVS é de  $45^\circ$ , observa-se que é possível reduzir no máximo 14,4 pontos o resultado do valor do  $IC_{env}$ , através de sua equação ( $0,32 \times 45 = 14,4$ ). Esse valor é bastante significativo na expectativa de melhorar o nível de classificação final.

Quanto maior o valor utilizado de AVS, menor será o resultado do  $IC_{env}$ . A utilização de proteção solar horizontal para a certificação Procel Edifica certamente melhora a classificação no nível de eficiência energética, através da equação do  $IC_{env}$ , porém seus recursos são limitados.

A evolução da classificação do nível de eficiência energética, através da utilização de AVS, pode ser observada na figura 3. Quanto maior o AVS melhor é o nível de classificação energética.

Figura 3 - Relação de AVS, com a classificação de nível de eficiência energética



Embora a variável AVS possibilite um valor significativo para a redução do  $IC_{env}$ , a mesma não é suficiente para atingir a categoria de nível A de forma isolada para todas as edificações. As edificações cujos PAF forem maiores que 29% anularão o ganho obtido pela utilização máxima de brises horizontais, tendo em vista o resultado da respectiva variável ( $50,82 \times 0,29 = 14,74$ ).

A variável AHS aparece de forma dúbia na equação: em um primeiro momento aparece com simbologia positiva, impactando o  $IC_{env}$  de maneira a aumentar seu resultado. Esse uso isolado reduziria a classificação de eficiência energética, piorando o resultado; em um segundo momento, a variável AHS aparece com indicador negativo e atrelado à variável PAF. O



sinal de subtração, indicado na fórmula, reduz o resultado final do  $IC_{env}$ , melhorando sua classificação no nível de eficiência energética. Embora tenha um multiplicador baixo (0,54%), o valor desse conjunto pode aumentar em função do valor atribuído à variável PAF. Quanto maior essa variável, maior será o impacto negativo no resultado final do  $IC_{env}$ .

É possível definir o valor limite de PAF onde o AHS passa a melhorar a classificação do nível de eficiência energética, conforme demonstrado na figura 4.

Quando o PAF for maior que 48,1%, a utilização de AHS passa a surtir o efeito desejado no resultado do  $IC_{env}$ , visando aumentar a classificação do nível de eficiência energética. Quando o valor da variável PAF for inferior a 48,1%, a utilização do AHS passa a aumentar o  $IC_{env}$ , reduzindo seu resultado no nível de eficiência energética. Esse efeito dúbio contradiz os efeitos práticos da utilização de proteções solares verticais.

Essa constatação indica uma necessidade de revisão da equação para cálculo do  $IC_{env}$  em relação à variável AHS, com o objetivo de dimensionar minimamente o efeito dessa variável em relação à sua real função prática.

Comparando as variáveis AVS e AHS isoladamente, pode-se observar na equação, que a utilização da variável AVS apresenta um melhor resultado no  $IC_{env}$  em relação à variável AHS, visto que a variável AVS possui um multiplicador maior que AHS, além de ter seu valor apropriado de forma negativa.

Figura 4 - Definição do limite de PAF visando benefício de AHS

$$IC_{env} = -14,14.FA - 113,94.FF + 50,82.PAF_T + 4,86.FS - 0,32.AVS + 0,26.AHS - \frac{35,75}{FF} - 0,54.PAF_T.AHS + 277,98$$

$$-0,54.PAF_T.AHS \quad + 0,26.AHS$$

$$\cancel{0,54.PAF_T.AHS} = \cancel{0,26.AHS}$$

$$PAFT = 0,26/0,54 = \mathbf{0,481}$$

Quando AVS e AHS forem utilizadas de forma conjunta, a variável AHS anulará o benefício obtido pelo uso de AVS, sempre que o percentual de abertura na fachada for inferior à 48,1%.

#### 4 DIRETRIZES PARA INTERVENÇÕES NA ENVOLTÓRIA DE EDIFICAÇÕES NA ZONA BIOCLIMÁTICA 3 VISANDO OBTENÇÃO DO “NÍVEL A” CONFORME MÉTODO PRESCRITIVO

De acordo com as normas do Procel Edifica, quanto menor o valor do  $IC_{env}$  maior é sua classificação de eficiência energética. Dessa forma, é possível estabelecer as seguintes orientações para a utilização adequada das variáveis que compõem a envoltória, com o objetivo de obter o “nível A” de classificação da certificação Procel Edifica:

- Edificações que apresentarem PAF de até 21,5%, conseguem obter o “nível A”, apenas com a utilização de vidros com FS no valor de 0,49.
- Edificações que apresentarem PAF entre 21,6% a 24%, podem obter o “nível A” sem realizar outras intervenções, além da utilização de FS de 0,25.
- Edificações com PAF entre 25% e 33%, obtém o “nível B” com a utilização de vidros laminados com FS de 0,25. Edificações com esse PAF necessitam de soluções alternativas para melhorar seu  $IC_{env}$ . Nesses casos, para as edificações com  $IC_{env}$  próximo ao limite de alteração de nível, a utilização de FS mais eficiente (0,17) é o suficiente para reduzir o  $IC_{env}$  e melhorar a sua classificação. Já para as edificações com PAF entre 25% e 31% que não apresentam o resultado de  $IC_{env}$  limítrofe, torna-se necessária a utilização de pequenos brises horizontais ( $AVS=10^\circ$ ), além do FS de 0,17. Edificações com esse perfil também poderão obter o mesmo resultado utilizando AVS de  $25^\circ$  e FS de 0,25.
- Edificações com PAF entre 31,5% e 40,5% poderão obter o “nível A”, com a utilização de brises médios de até  $25^\circ$  de AVS, além da utilização de vidros com FS de 17%.
- Edificações com PAF entre 41% e 50%, utilizando FS de 0,17, podem obter o “nível A”, com a utilização de brises horizontais, que gerem AVS de até  $45^\circ$ .
- Quanto maior o PAF, maior é a necessidade de adicionar outros elementos ao projeto, como a utilização de vidros mais eficientes energeticamente e principalmente considerando o uso de proteções solares.
- Não é possível obter nível máximo de certificação em edificações com PAF maior que 50%. Nem mesmo a utilização de brises com AVS de  $45^\circ$  e a utilização de vidros com FS baixo, possibilita a melhoria de eficiência energética da edificação.
- Para edificações com PAF de até 31%, a utilização de um pequeno brise horizontal com AVS de  $10^\circ$  é capaz de proporcionar o “nível A”. Para as edificações com PAF entre 31,5% e 40,5% é necessário aumentar o AVS para até  $25^\circ$  a fim de se obter o mesmo resultado.
- Para edificações com PAF entre 47% e 50%, a utilização de brises horizontais em seu potencial máximo (AVS de  $45^\circ$ ) faz com que seja

possível atingir a classificação de “nível A”.

- Edificações com PAF entre 51% e 55%, conseguem obter o “nível A” com a utilização de AVS máximo (45°) e AHS no valor de 25°, utilizados de forma conjunta. Já as edificações com PAF entre 56% e 57,7%, só conseguem atingir o “nível A”, caso utilizem ambas variáveis (AVS e AHS) no seu valor máximo de 45°, além de vidros com FS de 0,17.
- Para as edificações que apresentarem PAF acima de 58%, não é possível atingir o “nível A”, nem mesmo utilizando ambos ângulos de sombreamento e vidros com FS baixo.

## 5 CONCLUSÃO

O PAF é a variável que mais impacta no resultado final da classificação, seguida pela variável AVS. A variável FS possui uma pequena influência sobre o resultado. Sua utilização é relevante quando o valor do  $IC_{env}$  está próximo à alteração do nível de classificação. Somente torna-se viável a utilização da variável AHS em edificações cujos PAF estiverem entre 51% e 58% e ainda assim, de forma conjunta com a variável AVS em seu valor máximo de 45°.

Porém, a inconsistência da variável AHS nos resultados dos  $IC_{env}$  dos objetos estudados, não reflete seus reais benefícios na eficiência energética da edificação. A utilização da mesma na equação do  $IC_{env}$  pode induzir o profissional ao erro no desenvolvimento de um projeto.

Sugere-se a avaliação das demais equações de cálculo do  $IC_{env}$  para as outras zonas bioclimáticas brasileiras, verificando se há similaridades ou não entre as variáveis em função do zoneamento.

Considerando a dualidade apresentada pela variável AHS, apresentada na equação 2 do  $IC_{env}$ , sugere-se também, que sejam realizadas novas pesquisas sobre a equação do cálculo do  $IC_{env}$ , a fim de que o impacto da variável AHS seja de fato condizente com os benefícios reais que sua utilização causa no desempenho térmico das edificações. Desse modo, será possível realizar uma revisão no método prescritivo, adequando-o aos reais benefícios de cada variável da equação, melhorando assim, a certificação Procel Edifica.

## REFERÊNCIAS

ALVES, A; PEDRINI, A; LIMA, G. **Eficiência energética de edificações na zona bioclimática 08: Diretrizes de projeto a partir do método prescritivo do RTQ-R**. In ENTAC, 2012.

BRASIL. Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. Brasília, DF, 2001b. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/decreto4059.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2013.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial

(Inmetro). **Requisito técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos.** I. E. C. E. Ministério Do Desenvolvimento: INMETRO. Portaria n. 372: 87 p. 2010.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro). **Manual para Aplicação dos Regulamentos do RTQ-C.** I. E. C. E. Ministério Do Desenvolvimento: INMETRO 203 p. 2013.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro). **Retificações nos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C),** aprovados pela Portaria Inmetro nº 372, de 17 de setembro de 2010. I. E. C. E. Portaria n. 17: 3 p. 2012.

MACIEL, L; CARLO, J. **Análise de sensibilidade do indicador de consumo frente às variáveis das equações do RTQ-C.** In ENCAC 2011

PACHECO, G; OLIVEIRA, P; DIAS, A; HAZBOUN,V; MARTINS, M; PEDRINI, A. **Influência dos ângulos de sombreamento no resultado do indicador de consumo da envoltória através do método prescritivo do RTQ-C.** In ENTAC 2012.

PBE Edifica. **Programa Brasileiro de Etiquetagem em Edificações.** Disponível em: < <http://pbeedifica.com.br/>>. Acessado em: abril de 2014.

SANTOS, I.V ; SOUZA,R. V. G. **Proteções solares no Regulamento brasileiro de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.** In Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 227-241, jan./mar. 2012.