

## **FACHADA VENTILADA: IMPACTO NO COMPORTAMENTO TÉRMICO DE UM AMBIENTE RESIDENCIAL**

**Roberta Mulazzani Doleys Soares (1); Joice E. Wille (2); Fernanda C. Bruinsma (3);  
Francine de A. Pedroso (4); Liége Garlet (5)**

- (1) Mestra, doutoranda Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSM. Prof.<sup>a</sup> do Curso de Arquitetura e Urbanismo – URI Campus Santo Ângelo. roberta.doleys@gmail.com  
(2) Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo – URI Campus Santo Ângelo. joice.wille@outlook.com  
(3) Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo – URI Campus Santo Ângelo. fernandaekelly@hotmail.com  
(4) Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo – URI Campus Santo Ângelo. francinearqui@gmail.com  
(5) Arquiteta, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Eng. Civil e Preservação Ambiental, UFSM. liegeg9@gmail.com

### **RESUMO**

As fachadas ventiladas são alternativas válidas para a composição arquitetônica, por serem extremamente flexíveis quanto à escolha do material e, primordialmente, por tratar-se de uma estratégia que visa à eficiência energética, pois elas atuam nas trocas térmicas, melhorando as condições internas da edificação. O objetivo desta pesquisa é avaliar a influência da fachada ventilada em um ambiente de permanência prolongada de uma habitação social, localizada na Zona Bioclimática Brasileira 2, analisando o graus-hora para resfriamento ( $GH_R$ ), consumo de energia para aquecimento e refrigeração ( $C_A$  e  $C_R$ ). A habitação é térrea, com área de 67,84m<sup>2</sup>, possui características formais peculiares, estratégias sustentáveis e materiais tradicionalmente usados na construção civil. O ambiente avaliado é um dormitório de 9,36m<sup>2</sup>, com uma face voltada para o norte, onde há a janela, e a outra face orientada a oeste, sem nenhuma abertura. Esta face é a que recebeu a fachada ventilada, composta de peças cerâmicas e afastada da alvenaria de tijolos, a fim de reduzir os ganhos térmicos no fechamento. Para isso, realizaram-se simulações computacionais com o software *DesignBuilder e EnergyPlus*, baseado nas especificações do método de simulação do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). Os resultados mostraram que a fachada ventilada reduziu em até 17% das horas em desconforto por calor e em 61% o consumo de energia para refrigeração. Sendo assim, considerando o caso avaliado, observou-se que a fachada ventilada melhorou as condições internas, reduzindo de forma significativa o consumo de energia.

Palavras-chave: fachadas ventiladas, simulação computacional, eficiência energética.

### **ABSTRACT**

Ventilated facades are valid alternatives for the architectural composition, because they are extremely flexible in the choice of material and, mainly, because it is a strategy that aims at the energy efficiency, since they act in the thermal exchanges, improving the internal conditions of the building. The objective of this research is to evaluate the influence of the ventilated facade in an environment of prolonged residence of a social dwelling, located in the Brazilian Bioclimatic Zone 2, analyzing the degrees-hour for cooling ( $GH_R$ ), energy consumption for heating and cooling ( $C_A$  e  $C_R$ ). The housing is one-story, with an area of 67,84m<sup>2</sup>, has peculiar formal characteristics, sustainable strategies and materials traditionally used in construction. The environment evaluated is a 9,36m<sup>2</sup> dormitory, with one side facing north, where there is the window, and the other facing west, with no opening. This face is the one that received the ventilated facade, composed of ceramic pieces and away from the brick masonry, in order to reduce the thermal gains in the closing. For this, computational simulations were carried out through the software *DesignBuilder and EnergyPlus*, based on the specifications of the simulation method of the Technical Regulation of Quality for Energy Efficiency Level in Residential Buildings (RTQ-R). The results showed that the ventilated facade reduced in up to 17%

of the hours in heat discomfort and in 61% the energy consumption for cooling. Thus, considering the evaluated case, it was observed that the ventilated facade improved the internal conditions, significantly reducing energy consumption.

Keywords: ventilated facades, computer simulation, energy efficiency.

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, constatou-se que a população humana se tornou mais exigente em relação às condições de conforto ambiental e bem-estar no interior dos edifícios, o que levou a um aumento do consumo de energia e dos recursos naturais no setor da construção (AMADO; FERREIRA, 2010). Em contrapartida, está a pressão da opinião pública, de órgãos e ONGs para que se reduza o consumo de energia, atendendo a regulamentações ambientais cada vez mais exigentes que colocam progressivamente a questão do desempenho energético e ambiental dos edifícios, cada vez mais na agenda da construção dos edifícios, bem como os materiais utilizados na sua construção e a sua relação com o espaço envolvente.

Aliado a isso, a construção civil está em constante evolução pela busca ao atendimento destes novos padrões, possibilitando uma diversidade de materiais e técnicas que venham a contribuir com as soluções para uma arquitetura mais sustentável.

Esta evolução constante influencia, por exemplo, na maneira como é dado o tratamento da envoltória dos edifícios, principalmente no que compete à sua fachada, os revestimentos e esquadrias nela inseridos.

Para Oliveira (2009), a fachada é um subsistema de extrema relevância de uma edificação, responsável pelas condições de habitabilidade do mesmo, podendo ser pensada e projetada para contribuir na eficiência energética. Ela é por excelência um elemento de valorização do edifício e está além de ser somente parte de sua envoltória, pois representa a “imagem”, o primeiro impacto, a primeira impressão.

Dessa forma, a fachada ventilada surgiu como uma inovação construtiva, apresentando-se como um fator diferenciado para a estética e economia de projeto, correspondendo a uma face levemente afastada do corpo do edifício, cujas trocas de energia (luz e calor) entre os meios exteriores e interiores das edificações dependem, fundamentalmente, da envoltória construtiva e de suas propriedades termofísicas, pois, quando se afasta a face do corpo do edifício, também se distanciam as trocas de energias, favorecendo o conforto ambiental interno (SANTOS, 2013).

Neste contexto, trata-se de um sistema construtivo constituído por uma camada de material de revestimento (cerâmico, placas de pedra natural, metal, entre outros), separado do corpo do edifício por meio de perfis metálicos, formando assim, uma camada de ar entre o revestimento e a parede externa do edifício, possibilitando o efeito chaminé.

Esse sistema tem como principal função colaborar na melhoria do isolamento higratérmico da fachada da edificação. Podendo assim, obter-se redução do consumo de energia envolvido na utilização de equipamentos de refrigeração ou aquecimento para a busca do conforto térmico.

No Brasil, esse tipo de fachada ainda é recente e pouco conhecido, não havendo uma normativa que a trate especificamente, somente a NBR 10821 (ABNT, 2011) atenta para a definição do deslocamento máximo da estrutura secundária (perfis). Entretanto, não existem normas ou manuais brasileiros que especifiquem critérios para os componentes de fechamento (OLIVEIRA, 2009).

Para fins desta pesquisa, avaliou-se mediante simulação computacional o impacto da fachada ventilada em um dos ambientes de permanência prolongada de uma residência de cunho social, localizada na Zona Bioclimática Brasileira 2 (ZB 2). A residência caracteriza-se por ser térrea, possuir volumetria diferenciada das tradicionais habitações sociais, área de 67,84m<sup>2</sup>, dois dormitórios, sala e cozinha integradas, um banheiro, área de serviço e uma varanda. O ambiente selecionado para a avaliação é o dormitório de 9,36m<sup>2</sup>, que possui uma face com janela voltada a norte e outra face voltada a oeste, esta última, recebeu a fachada ventilada, a fim de reduzir os ganhos térmicos no fechamento.

Sendo assim, compreendendo que se trata de um sistema inserido nas edificações com o objetivo de melhorar as condições internas, verificou-se a necessidade de estudos que gerem resultados concretos relacionados aos benefícios de sua inserção no projeto, obtendo a real comprovação de que a fachada ventilada pode ser um meio de melhorar o desempenho térmico e a qualidade de habitabilidade de um edifício.

## 2. OBJETIVO

Avaliar o impacto da fachada ventilada nas condições internas de um ambiente de permanência prolongada presente em uma habitação social localizada na Zona Bioclimática Brasileira 2, a partir de dados de graus-

hora de resfriamento, consumo de energia para aquecimento e refrigeração, obtidos por simulação computacional.

### 3. MÉTODO

A pesquisa foi dividida em três etapas, sendo elas: apresentação da edificação objeto de estudo, dados para a simulação e avaliação da influência da fachada ventilada no ambiente interno.

#### 3.1 Edificação objeto de estudo

A residência objeto de estudo, é uma casa térrea, possui uma área de 67,84m<sup>2</sup>, distribuídos em uma varanda, sala de estar, sala de jantar e cozinha integradas, dois dormitórios, um banheiro e área de serviço (Figura 1).

Na Tabela 1 estão dispostos os materiais que compõem a residência e suas propriedades termofísicas, cuja escolha foi embasada pelas diretrizes de atendimento ao desempenho térmico mínimo da NBR 15220 (ABNT, 2005) e NBR 15575 (ABNT, 2013) para a ZB 2, assim como optou-se por materiais costumeiramente utilizados na construção civil.

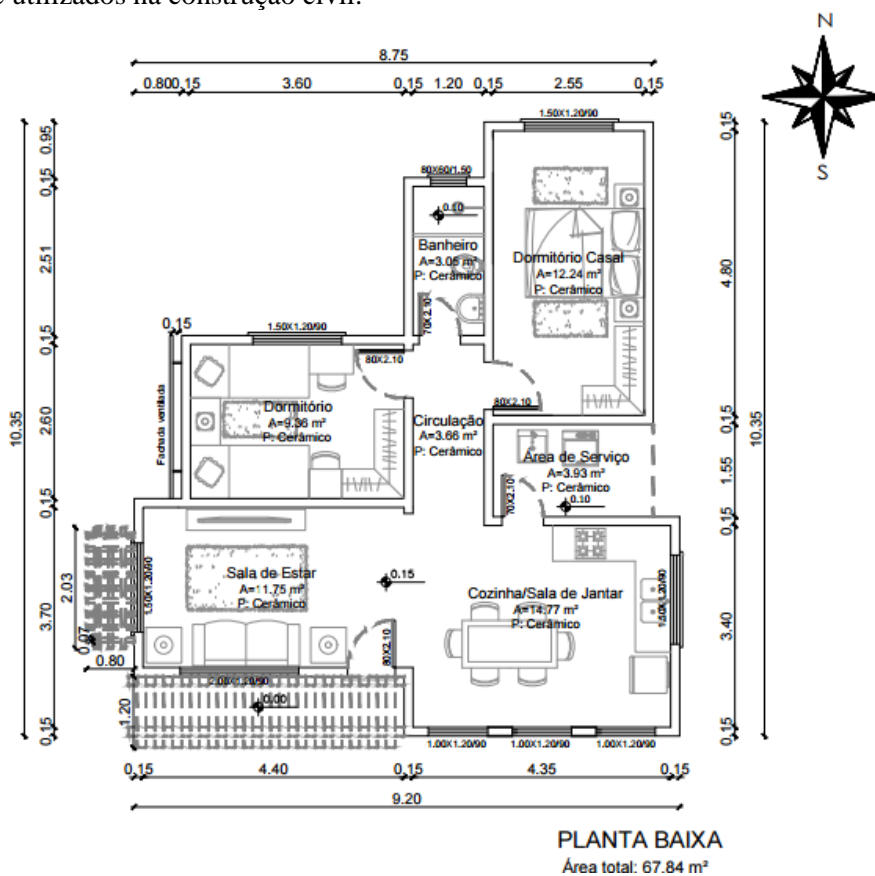


Figura 1 – Planta baixa

Tabela 1 – Materiais componentes da residência e suas características térmicas

| Componentes                        | Materiais utilizados                                                        |                      | Características Térmicas                        |                                                |                              |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------|
|                                    | Composição dos materiais                                                    | Espessura total (cm) | Transmitância Térmica - U (W/m <sup>2</sup> .K) | Capacidade Térmica – CT (kJ/m <sup>2</sup> .K) | Absortância Solar - $\alpha$ |
| <b>Paredes externas e internas</b> | Bloco cerâmico (9,0 x 19,0 x 29,0 cm), argamassa interna e externa (2,5 cm) | 15                   | *2,43                                           | *152,00                                        | **0,33 (Pérola)              |
| <b>Fachada ventilada</b>           | Perfis metálicos (fixação) e piso cerâmico (40x40cm)                        | 0,5                  | 4,43                                            | 7,36                                           | **0,33 (Pérola)              |
| <b>Cobertura</b>                   | Telha de fibrocimento 8mm e forro de PVC 1cm                                | Variável             | *1,76                                           | *16,00                                         | **0,158 (Branco)             |
| <b>Janela</b>                      | Vidro simples                                                               | 0,3                  | 5,75                                            | -                                              | -                            |
| <b>Porta</b>                       | Madeira maciça                                                              | 4                    | 2,70                                            | -                                              | -                            |

\* As paredes atendem as especificações (ZB 2) da NBR 15575 (ABNT, 2013), pois a  $U \leq 2,5$  (W/m<sup>2</sup>.K) e  $CT \geq 130$  (kJ/m<sup>2</sup>.K) e a NBR 15220 (ABNT,2005), com  $U \leq 3,0$  (W/m<sup>2</sup>.K). A cobertura atende as especificações (ZB 2) da NBR 15575 (ABNT, 2013), pois a  $U \leq 2,3$  (W/m<sup>2</sup>.K) e da NBR 15220 (ABNT, 2005), com  $U \leq 2,0$  (W/m<sup>2</sup>.K).

\*\* Valores obtidos de Dornelles (2008).

A Figura 2 apresenta de forma esquemática a fachada ventilada, inserida na parede oeste do dormitório de 9,36m<sup>2</sup>, afastada 15cm da alvenaria de tijolos e fixada por perfis metálicos.

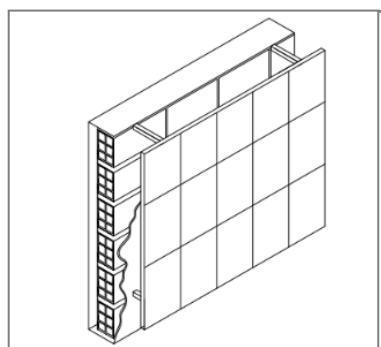


Figura 2 – Representação esquemática da fachada ventilada



Figura 3 – Vista superior

Observa-se na Figura 3, a localização do coletor solar na cobertura, assim como é possível verificar que o modelo de residência apresenta volumetria diferenciada das tradicionais casas populares, a partir de subtrações realizadas no volume. O detalhe na platibanda em tijolo de demolição, a adição do pergolado e as manipulações formais, resultaram em uma composição interessante, além de possibilitar maior área de superfícies expostas ao meio exterior e flexibilidade na localização das aberturas nos ambientes.

### 3.2 Dados para a simulação

Baseado nas especificações do método de simulação do RTQ-R (INMETRO, 2012), utilizou-se o programa computacional *Designbuilder* versão 2.4.2.016 para a modelagem da edificação e obtenção dos dados da condição real do modelo. Contudo, para a simulação da residência com a fachada ventilada, foram exportadas todas as informações na extensão IDF para o *software Energyplus*, propiciando a implementação do modelo com a inserção do sistema.

O regulamento estabelece alguns parâmetros importantes para a modelagem do sistema de ventilação natural da edificação, como o coeficiente de rugosidade do entorno, os coeficientes de pressão superficial, o coeficiente de descarga para janelas e portas e o coeficiente do fluxo de ar por frestas.

O coeficiente de rugosidade do entorno é baseado na *ASHRAE Handbook of Fundamentals* (2009) que deve ser de 0,33, o qual representa um terreno de centro urbano.

O RTQ-R (INMETRO, 2012, p.7) aponta que “o coeficiente de pressão superficial (CP) é um número adimensional que indica as relações entre as pressões em diferentes pontos das superfícies externas de um sólido”, portanto, os valores de  $C_P$  dependem da forma da edificação, da direção do vento e da influência de obstruções como edificações vizinhas, vegetação e características locais do terreno.

O coeficiente de descarga para janelas e portas retangulares deve ser de 0,60. O coeficiente do fluxo de ar por frestas deve ser de 0,001 kg/s.m e o expoente do fluxo de ar deve ser 0,65 (INMETRO, 2012, p. 68).

Segundo o RTQ-R (INMETRO, 2012) determinou-se o indicador de graus-hora de resfriamento ( $GH_R$ ), considerando-se a temperatura base de 26°C e a temperatura operativa horária ( $T_o$ ), obtida por meio da simulação computacional (Equação 1).

$$GH_R = \sum(T_o - 26^\circ C) \quad \text{Equação 1}$$

Para o cálculo do consumo de energia para aquecimento e refrigeração, considerou-se o consumo relativo anual para aquecimento ( $C_A$ ) e consumo relativo anual para refrigeração ( $C_R$ ) obtidos na simulação computacional. Vale ressaltar que o  $C_R$  é calculado somente para o dormitório.

O regulamento estabelece condições para  $GH_R$  (Tabela 2),  $C_A$  (Tabela 3) e  $C_R$  (Tabela 4), para que se determine o nível de eficiência energética.

Tabela 2 - Equivalente numérico da envoltória do ambiente para resfriamento – Zona Bioclimática 2

| Eficiência | EqNumEnvAmbResfr | Condição                  |
|------------|------------------|---------------------------|
| A          | 5                | $GH_R \leq 2.310$         |
| B          | 4                | $2.310 < GH_R \leq 4.396$ |
| C          | 3                | $4.396 < GH_R \leq 6.481$ |
| D          | 2                | $6.481 < GH_R \leq 8.567$ |
| E          | 1                | $GH_R > 8.567$            |

Fonte: INMETRO (2012, p. 43).

Tabela 3 - Equivalente numérico da envoltória do ambiente para aquecimento – Zona Bioclimática 2

| Eficiência | EqNumEnvAmb | Condição (kWh/m <sup>2</sup> .ano) |
|------------|-------------|------------------------------------|
| A          | 5           | $C_A \leq 15,591$                  |
| B          | 4           | $15,591 < C_A \leq 31,182$         |
| C          | 3           | $31,182 < C_A \leq 46,772$         |
| D          | 2           | $46,772 < C_A \leq 62,363$         |
| E          | 1           | $C_A > 62,363$                     |

Fonte: INMETRO (2012, p. 43).

Tabela 4 - Equivalente numérico da envoltória do ambiente condicionado artificialmente para refrigeração – Zona Bioclimática 2

| Eficiência | EqNumEnvAmbRefrig | Condição (kWh/m <sup>2</sup> .ano) |
|------------|-------------------|------------------------------------|
| A          | 5                 | $C_R \leq 5,849$                   |
| B          | 4                 | $5,849 < C_R \leq 11,288$          |
| C          | 3                 | $11,288 < C_R \leq 16,727$         |
| D          | 2                 | $16,727 < C_R \leq 22,166$         |
| E          | 1                 | $C_R > 22,166$                     |

Fonte: INMETRO (2012, p. 57).

### 3.2.1 Padrão de uso da ventilação natural e do condicionamento artificial

Neste trabalho, a edificação objeto de estudo foi analisada utilizando o padrão de uso da ventilação natural com controle automático por temperatura, para a obtenção da  $T_o$  inserida no cálculo de  $GH_R$ , ou seja, a janela abre quando a temperatura do ar do ambiente ( $T_{int}$ ) é igual ou superior à temperatura do termostato ( $T_{int} \geq T_{termostato}$ ), e também quando a temperatura do ar do ambiente é superior à temperatura externa ( $T_{int} \geq T_{ext}$ ), a temperatura de *setpoint* é de 20°C.

Para a determinação dos dados de consumo, considerou-se climatização artificial das 21h às 8h e o restante do período com ventilação natural. A temperatura do termostato de refrigeração é de 24°C e de aquecimento é de 22°C. (INMETRO, 2012)

### 3.2.2 Atividade

Os valores recomendados para as taxas metabólicas são baseados na ASHRAE *Handbook of Fundamentals* (2009), considerando uma área de pele média de 1,80m<sup>2</sup>, equivalente à área de pele de uma pessoa média (Tabela 5).

Tabela 5 - Taxas metabólicas para cada atividade

| Ambiente   | Atividade                | Calor produzido (W/m <sup>2</sup> ) | Calor produzido para área de pele = 1,80 m <sup>2</sup> (W) |
|------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Sala       | Sentado ou assistindo TV | 60                                  | 108                                                         |
| Dormitório | Dormindo ou descansando  | 45                                  | 81                                                          |

Fonte: Adaptado INMETRO (2012, p. 70).

### 3.2.3 Padrão de ocupação

O padrão de ocupação é de duas pessoas por dormitório, sendo que a sala é um ambiente usado por todos os usuários dos dormitórios (INMETRO, 2012, p. 68). Na Tabela 6 é apresentado o padrão de ocupação em função da porcentagem das pessoas disponíveis no horário.

Tabela 6 – Padrão de ocupação

| Hora    | Dormitório         |                     | Hora    | Sala               |                     |
|---------|--------------------|---------------------|---------|--------------------|---------------------|
|         | Dias de Semana (%) | Final de Semana (%) |         | Dias de Semana (%) | Final de Semana (%) |
| 1h-7h   | 100                | 100                 | 1h-10h  | 0                  | 0                   |
| 8h-9h   | 0                  | 100                 | 11h     | 0                  | 25                  |
| 10h     | 0                  | 50                  | 12h     | 0                  | 75                  |
| 11h     | 0                  | 0                   | 13h     | 0                  | 0                   |
| 12h     | 0                  | 0                   | 14h     | 25                 | 75                  |
| 13h     | 0                  | 0                   | 15h-17h | 25                 | 50                  |
| 14h     | 0                  | 0                   | 18h     | 25                 | 25                  |
| 15h-20h | 0                  | 0                   | 19h     | 100                | 25                  |
| 21h     | 50                 | 50                  | 20h-21h | 50                 | 50                  |
| 22h-24h | 100                | 100                 | 22h-24h | 0                  | 0                   |

Fonte: Adaptado INMETRO (2012, p. 69).

### 3.2.4 Padrão de uso da iluminação

São adotados dois padrões de uso da iluminação: um para os dias de semana e outro para os finais de semana, conforme apresentado na Tabela 7. Ainda, segundo o RTQ-R (INMETRO, 2012, p. 82), “os ambientes de permanência prolongada devem ser modelados com densidade de potência instalada de iluminação de 5,0W/m<sup>2</sup> para os dormitórios e 6,0W/m<sup>2</sup> para a sala.

Tabela 7 – Padrão de uso da iluminação

| Hora    | Dormitório         |                     | Hora    | Sala               |                     |
|---------|--------------------|---------------------|---------|--------------------|---------------------|
|         | Dias de Semana (%) | Final de Semana (%) |         | Dias de Semana (%) | Final de Semana (%) |
| 1h-6h   | 0                  | 0                   | 1h-10h  | 0                  | 0                   |
| 7h      | 100                | 0                   | 11h-12h | 0                  | 100                 |
| 8h      | 0                  | 0                   | 13h     | 0                  | 0                   |
| 9h      | 0                  | 100                 | 14h     | 0                  | 0                   |
| 10h-20h | 0                  | 0                   | 15h-16h | 0                  | 0                   |
| 21h-22h | 100                | 100                 | 17h-21h | 100                | 100                 |
| 23h-24h | 0                  | 0                   | 22h-24h | 0                  | 0                   |

Fonte: Adaptado INMETRO (2012, p. 71).

### 3.2.5 Temperatura do solo e arquivo climático

Definiu-se a temperatura do solo utilizando o programa computacional *Slab*, que é um programa auxiliar do software *EnergyPlus*, para o cálculo da temperatura média mensal do solo, baseando-se nos valores médios de temperaturas internas e externas da edificação para o clima simulado.

Para representar a ZB 2, usou-se o arquivo climático de Santa Maria/RS, possuindo os dados horários desenvolvidos por *Solar and Wind Energy Resource Assessment* (SWERA), obtidos em um projeto juntamente com o INPE e LABSOLAR/UFSC, financiado pelo Programa Ambiental das Nações Unidas, que disponibilizou arquivos climáticos TMY para 20 cidades brasileiras.

### 3.2.6 Configuração da fachada ventilada

Editou-se a extensão IDF exportada para o software *EnergyPlus*, em que foi configurado o sistema ventilado por meio do objeto *Surface Property: Exterior Natural Vented Cavity*, associado ao *Surface Property: Other Side Conditions Model*, que de forma conjunta possibilitam o cálculo das trocas de calor ocorridas na câmara ventilada, admissão da ventilação natural e o efeito chaminé. Esse objeto é configurado no *Building Surface: Detailed*, além de realizar o ajuste das paredes externas como *Other Side Conditions Model*. O *Surface Property: Exterior Natural Vented Cavity*, permite a configuração do  $C_v$ , sendo um dado relacionado com a eficiência das aberturas (*Effectiveness of the Openings*),  $C_D$  coeficiente de vazão (*Discharge Coefficient*) e o  $\Delta H_{NPL}$  (*Height for Buoyancy Driven Ventilation*) ponto neutro de pressão, inserido em metros e resulta a altura do ponto neutro de pressão na envoltória.

## 3.3 Avaliação da influência da fachada ventilada no ambiente interno

Nesta etapa avaliou-se o dormitório de 9,36m<sup>2</sup>, por este possuir uma face com janela à norte e a outra orientada a oeste, sem nenhuma abertura. Esta última face é a que recebeu a fachada ventilada, composta de revestimento cerâmico da mesma cor da casa ( $\alpha=0,33$ ) e afastada 15 cm da parede e do chão.

Na primeira simulação foram obtidos os resultados de  $G_{HR}$ ,  $C_A$  e  $C_R$  do ambiente sem a fachada ventilada e na segunda simulação com a presença do sistema.

## 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Realizado o processo de modelagem (Figura 4) e a configuração do modelo conforme as diretrizes do RTQ-R, obtiveram-se os primeiros resultados de  $G_{HR}$ ,  $C_A$  e  $C_R$ . Posteriormente, estes foram relacionados com as Tabelas 2, 3 e 4 a fim de determinar o nível de eficiência energética.

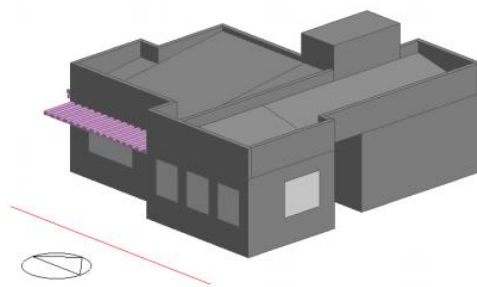
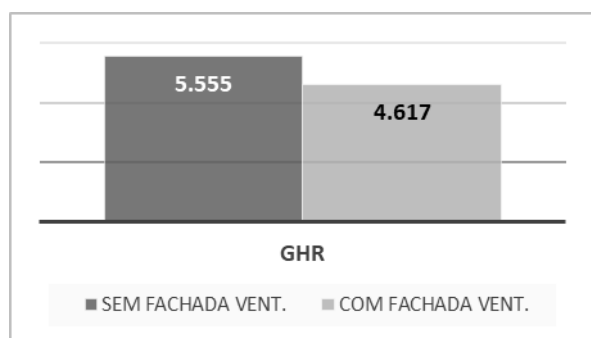


Figura 4 – Vista isométrica da residência no Programa *DesignBuilder*

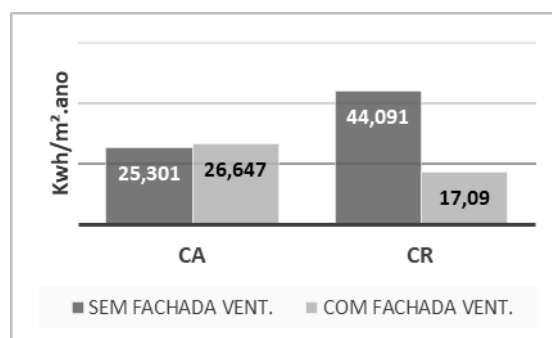
Dessa forma, observa-se por meio da Tabela 8, que sem a fachada ventilada, o ambiente avaliado obteve nível C no número de horas em desconforto por calor, nível B no consumo de energia para aquecimento e nível E no consumo de energia para refrigeração. Porém, com a aplicação da fachada, constata-se uma redução no  $GHR$ , mas este não foi suficiente para o aumento do nível de eficiência energética. O  $C_A$  apresenta um pequeno aumento, não influenciando no nível, já a diminuição do  $C_R$  promoveu a obtenção de nível D.

Tabela 8 –  $GHR$ ,  $C_A$  e  $C_R$  sem e com a fachada ventilada

| VARIÁVEL                        | SEM FACHADA VENTILADA | NÍVEL DE EFIC. ENERGÉT. | COM FACHADA VENTILADA | NÍVEL DE EFIC. ENERGÉT. |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| $GHR$                           | 5.555                 | C                       | 4.617                 | C                       |
| $C_A$ (Kwh/m <sup>2</sup> .ano) | 25,301                | B                       | 26,647                | B                       |
| $C_R$ (Kwh/m <sup>2</sup> .ano) | 44,091                | E                       | 17,09                 | D                       |



(A)



(B)

Figura 5 – Gráfico do  $GHR$  sem e com a fachada (A) e Gráfico dos consumos sem e com a fachada (B)

O gráfico (Figura 5) mostra a variação do  $GHR$ ,  $C_A$  e  $C_R$ , a partir da inserção do sistema na parede do dormitório. Diante disso, é possível observar que há uma redução de aproximadamente 17% do número de horas em desconforto por calor no ambiente. Ainda, analisando o gráfico, verifica-se certa estabilidade no  $C_A$  e uma redução de 61% no  $C_R$ , ou seja, resultando em uma considerável diminuição do consumo de energia para refrigeração.

## 5. CONCLUSÕES

A pesquisa proporcionou a obtenção de dados concretos da eficácia da fachada ventilada como um sistema que atua além da estética, mas como uma alternativa para a economia de energia e contribuição do conforto térmico.

Os resultados alcançados revelaram que o sistema possibilita uma redução expressiva no consumo de energia para refrigeração, 61%, e em torno de 17% do grau-hora de resfriamento, equivalendo a níveis de eficiência energética D e C, respectivamente.

Considerando a condição real da residência avaliada, verifica-se desconforto térmico principalmente no período de verão, deste modo, a fachada ventilada promoveu de forma eficaz a diminuição do  $GHR$  e  $C_R$ , sem influenciar consideravelmente no consumo de energia para aquecimento, melhorando as condições internas da edificação.

Por fim, a consecução de dados que mensuram o impacto da fachada ventilada, estimularam a continuidade nas pesquisas deste elemento, tanto na inserção de outros materiais, como também estudos vinculados ao modelo avaliado, a fim de aprimorá-lo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMADO, M. P., FERREIRA, B. A. **Construção do edifício sustentável - Contribuição para o processo operativo**. Congress of Innovation on Sustainable Construction CINCOS'10, Curia, Portugal, p. 297-312, 2010.
- ASHRAE - AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **ASHRAE Handbook – Fundamentals**. Atlanta, 2009.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**. Desempenho térmico de edificações - Parte 1, 2 e 3 –. Brasil. Rio de Janeiro, 2005.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15575**. Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- \_\_\_\_\_. **NBR 10821**. Esquadrias externas para edificações. Rio de Janeiro, 2011.
- DORNELLES, K. A. **Absortância solar de superfícies opacas: métodos de determinação e base de dados para tintas látex, acrílica e PVA**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- INMETRO - INSTITUTO DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Requisitos Técnicos da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Residenciais – **RTQ-R**. Brasil. Rio de Janeiro, 2012.
- OLIVEIRA, L. A. **Metodologia para desenvolvimento de projeto de fachadas leves**. Tese de doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em Engenharia Civil, 2009.
- SANTOS, E.I. **Comparação de métodos para a medição de absortância solar em elementos opacos**. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.