

## ESTUDO DE VIABILIDADE DO SISTEMA DE FACHADA VENTILADA EM PRÉDIOS COMERCIAIS NA ZONA BIOCLIMÁTICA 1 DO BRASIL

CARLOS LEODÁRIO MONTEIRO KREBS<sup>1</sup>; PROF. DR. ANTÔNIO CESAR SILVEIRA BAPTISTA DA SILVA<sup>2</sup>; PROF. DR. EDUARDO GRALA DA CUNHA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – carlos.krebs@ufpel.edu.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – acsbs@ufpel.edu.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – eduardo.grala@ufpel.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

O Brasil experimenta um rápido crescimento no setor da construção civil impulsionado pela grande oferta de crédito público, permitindo a renovação nos estoques imobiliários do país. O governo federal tem atuado na promoção da construção industrializada e na capacitação da mão de obra. O cuidado com o desempenho das edificações e a busca de maior eficiência quanto ao consumo de energia podem ser apontadas como inovadoras para nossa realidade.

Entretanto, o foco está no produto habitacional, no atendimento de forma rápida e minimamente satisfatória da entrega de unidades para a parcela da população historicamente marginalizada do mercado. Entretanto, a questão econômica é uma barreira para a inserção de tecnologias com um viés inovador neste estrato de mercado. Assim, os prédios comerciais voltados para um segmento mais qualificado do mercado imobiliário poderiam prestar-se ao salto qualitativo que nos falta na área, com a inserção de novos materiais, equipamentos ou sistemas.

A vigência da Norma de Desempenho de Edificações e a futura obrigatoriedade de etiquetagem energética nas edificações, através do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, poderão reposicionar as relações entre fornecedores e consumidores em um novo patamar. A ideia de normalizar, tipificar e padronizar materiais, racionalizando meios e processos, em paralelo ao ajuste legal e a proposição de novas normativas para área, serão muito bem vindas. Neste cenário, a importância de estudos como este justifica-se pela exploração da viabilidade e correição no emprego de tecnologias ainda inexploradas em nosso contexto. Quando comparado ao convencional, as fachadas ventiladas oferecem uma redução de até 30% no consumo de energia, provêm ventilação natural e reduzem sensivelmente o desconforto provocado por fontes externas de ruído (ARONS, 2000). Além destas vantagens, a adoção deste sistema potencializa outros benefícios à indústria da construção, como a modularidade, a mecanização e o menor imprevisto em obras.

O objetivo principal deste trabalho está em averiguar possíveis vantagens no desempenho termoenergético ao empregar-se o sistema de fachada ventilada opaca sobreposta à vedação externa, em oposição ao uso de uma vedação tradicional – no caso, parede com bloco de concreto ou com tijolos de seis furos (quadrados).

### 2. METODOLOGIA

O método de construção da análise utilizado consiste em quatro etapas distintas:

### I. Definição do objeto de estudo:

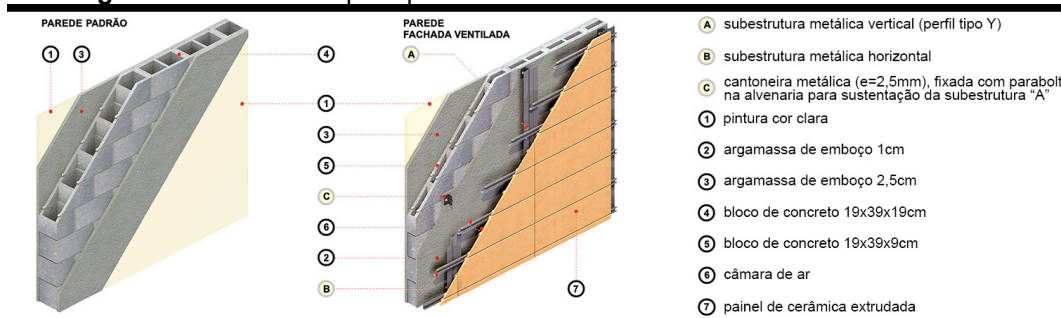
Realizaram-se estudos com simulações computacionais de apenas um pavimento-tipo com uso comercial, conformação regular, simétrica e axial, com distribuição em duas alas. Neste objeto há um núcleo de distribuição central, circulações centrais (longitudinais) e ocupação de uso distribuída de forma perimetral ao longo do polígono, seguindo as orientações apresentadas por LIU (2010) em suas diretrizes para projetos de edifícios de escritórios em situação de núcleo de serviços centralizados.

Conforme predito por BRAGANÇA (2007), há importância no efeito de empilhamento de pavimentos para o incremento de velocidade do fluxo ar na câmara interna para remoção da umidade e prevenção do contato direto desta com os materiais estruturais das paredes. Entretanto, as limitações técnicas encontradas no programa de simulação empregado permitiram apenas a análise das relações do tipo "Janela em Caixa", que segundo AKSAMIJA (2009), consiste em fachada seccionada por pavimentos, e a câmara de ar é selada horizontal e verticalmente, preferencialmente empregando-se a ventilação natural.

### II. Configurações da situação base e da situação proposta:

Quanto às vedações externas (envoltória), configurando-as de fora para dentro, tem-se para a situação base o arremate externo, blocos de concreto (14cm) e o arremate interno. Já para a situação proposta, na mesma ordem, tem-se a cerâmica extrudada, câmara de ar, arremate externo, bloco de concreto (9cm) e o arremate interno. A Fig. 1 ilustra este estudo comparativo na cidade de Curitiba, integrante da Zona Bioclimática Brasileira 1.

**Figura 1 – Envoltórias para parede tradicional e sistema de fachada ventilada.**



### III. Simulação das diferentes configurações:

Para as simulações foi empregado o programa Domus – PROCEL Edifica, patrocinado pela empresa Centrais Elétricas Brasileiras S. A. – ELETROBRAS, e desenvolvido pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Este programa determina o comportamento térmico de edificações sob condições dinâmicas de exposição ao clima. Auxiliando na minimização de eventuais distorções, empregou-se dados externos de contribuição da iluminação natural no cômputo da densidade de potência de iluminação, através do programa *Daysim*, via *plugin sd2rd*.

Como não seria possível a operabilidade da câmara de ar, optou-se por dividir a simulação em dois períodos: primeiro, com a câmara aberta no período mais quente do ano, e com ela fechada no período mais frio. Ademais, a temperatura interna foi analisada com uso de ventilação natural apenas, e, em outro momento, com condicionamento artificial.

### IV. Compilação dos dados:

Através de relatórios houve a compilação dos resultados, interpolando-se os valores obtidos em formato gráfico. Assim, foi possível mapear-se a demanda do pavimento de estudo em cinco situações considerando-se as mesmas características técnicas para população, equipamentos, iluminação e esquadrias.

Nas duas primeiras utilizou-se a envoltória tradicional com valores de transmitância  $U=2,02\text{W/m}^2\text{K}$  e  $U=1,93\text{W/m}^2\text{K}$ . Nas três seguintes, para a envoltória com o sistema de fachada ventilada, os valores de transmitância foram  $U=1,80\text{W/m}^2\text{K}$ ,  $U=1,10\text{W/m}^2\text{K}$  e  $U=0,56\text{W/m}^2\text{K}$  respectivamente.

Com isto, fez-se a análise gráfica em cada situação e quantificou-se o número anual de graus-hora de desconforto para os usuários e o consumo de energia. Além disso, buscou-se uma valoração para as envoltórias através de uma análise econômica preliminar, que considerou o custo da tarifa em Curitiba, o custo unitário básico (CUB/PR) daquele estado e valores combinados e estimados das vedações empregadas.

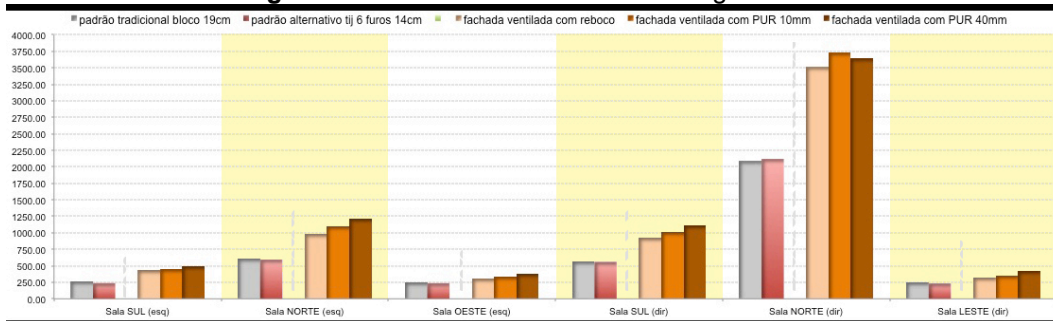
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentro da proposta de pesquisa, tem-se um recorte que analisa um pavimento-tipo de um prédio comercial em uma das oito zonas bioclimáticas brasileiras. Partiu-se de uma hipótese na qual uma vedação interna mais leve em relação a uma situação padrão, somada a uma segunda pele externa atendendo ao preceito da fachada ventilada tipo "Janela em Caixa", permitiria uma melhor performance termoenergética para edificação de uso comercial.

Conforme exposto por AKUTSU et al. (2012), pode-se calcular uma inércia característica de uma série de ambientes pelo amortecimento da amplitude da temperatura externa em relação à interna: quanto maior for a diferença apontada, melhor as propriedades do envelope.

Análise Gráfica – Conforme a **Fig. 2**, em todos os ambientes de permanência prolongada há incremento no consumo de energia com climatização artificial. Maiores valores de resistência ( $R_{value}$ ) da envoltória proposta em relação ao caso base dificultam a saída do calor da alta carga interna considerada, dificultando assim, o resfriamento da edificação durante suas horas de uso.

**Figura 2** – Gráfico do consumo de energia anual.



Análise Econômica – sem a possibilidade de estabelecer uma taxa de retorno do investimento, quantificou-se o incremento no custo do metro quadrado em comparação com o sistema tradicional. Desconsiderando-se os custos de capital e a possibilidade de economia com a diminuição no tempo do ciclo do empreendimento, chegou-se a um valor adicional de aproximadamente 11%.

### 4. CONCLUSÕES

As análises realizadas consideraram as condições climáticas da cidade de Curitiba (ZB1) ao longo de um ano e com a orientação das faces maiores do pavimento típico orientadas no eixo Norte-Sul. Elas indicam que, para as condições pré-estabelecidas, o emprego do sistema de fachadas ventiladas não justifica-se com base apenas em seu desempenho termoenergético.

Entende-se que o sistema de fachadas ventiladas seja uma vedação leve (tipo multicamadas), com diminuição nos valores de transmitância ( $U_{value}$ ) das paredes. Seu uso, entretanto, provocou aumento do consumo dos equipamentos de refrigeração, tanto quando consorciado a uma camada de material isolante, ou quando não.

Os dados apurados neste experimento indicam a necessidade de uma abordagem conceitual mais elaborada. Isto passa pela concepção básica, pela modelagem tridimensional, e pela opção por um programa de simulação com maior grau de controle sobre suas variáveis.

Assim, para a reedição destas simulações, seria necessária a análise com outras orientações de fachadas, uso de uma menor carga interna com equipamentos (segundo aquelas preconizadas pela ASHRAE), estabelecimento de rotinas de uso e ocupação mais detalhadas, e a inserção da variável "dimensão vertical". Acredita-se, inclusive, que o efeito "pilha" da sobreposição de pavimentos, ao incrementar a altura do conjunto, possa interferir na velocidade deste fluxo ascendente de ar e, conseqüentemente, ampliar seus efeitos positivos nos períodos mais quentes do ano (nesta e noutras zonas bioclimáticas).

Efetivamente, a mecanização de paredes é uma tendência tecnológica inovadora, confirmada pelo mercado internacional (GUARDIGLI, 2005) que apresenta-se com um potencial de uso muito grande no país. A abundância de matéria-prima para as peças cerâmicas, a possibilidade de ofertar um produto tecnologia nacional, e a necessidade de associar-se um maior conforto higrotérmico nos ambientes internos com a diminuição dos custos operacionais, favoreceriam essa disseminação tecnológica. Entretanto os ganhos termoenergéticos devem ser equivalentes aos ganhos de capital provocados pela agilidade na execução dos acabamentos das edificações. Ou seja, espera-se que o estudo futuro comprove que a sustentabilidade energética seja tão preponderante quanto a viabilidade econômica do seu uso.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKSAMIJA, A. *Context based design of double skin facades – Climatic considerations during the design process*, In: **Perkins + Will Research Journal**, vol 01.01, Atlanta, EUA, págs 54-69, 2009.
- AKUTSU, M.; BRITO, A. C. de; CHIEPE, C. P. O efeito da capacidade térmica e da resistência térmica de paredes no desempenho térmico de habitação na cidade de São Paulo, In: **XIV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, Juiz de Fora – MG, 2012, Anais do XIV ENTAC, Juiz de Fora – MG, 2012, p. 3220-3226.
- ARONS, D. M. M. *Properties and applications of double-skin facades*. 2000. *Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Masters of Science in Building Technology*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, EUA.
- BRAGANÇA, L. *Improving the Quality of Existing Urban Building Envelopes – Facades and Roofs*. In: **COST C16 – Research in Architectural Engineering Series**, vol. 5, IOS Press, Amsterdam, HOL, 190 págs, 2007.
- GUARDIGLI, L. *On environmental sustainability of ventilated façades in Italy*. In: **DELFT SEMINAR**, Bologna – ITA, 2005, PROCEEDINGS OF BOLOGNA – DELFT SEMINAR, Bologna, ITA, 2005, p. 59-72.
- LIU, W. L. **Diretrizes para Projetos de Edifícios de Escritórios**. 2010. 249 págs. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Urbana) – Curso de Pós-Graduação em Eng. Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.