

ESTUDO SOBRE A PARIDADE ECONÔMICA ENTRE FACHADA COM VEDAÇÃO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS E FACHADA REVESTIDA COM PLACAS DE ALUMÍNIO COMPOSTO (ACM) EM MODELO DE EDIFÍCIO COMERCIAL EM PELOTAS/RS

LÍVIA BENDER¹; EDUARDO GRALA²; ISABEL SALAMONI³

¹*Universidade Federal de Pelotas/PROGRAU – liviabender@hotmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas/PROGRAU – eduardo.grala@ufpel.edu.br*

³*Universidade Federal de Pelotas/PROGRAU – isalamoni@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem em sua base energética elétrica as hidrelétricas, o que já fez o país enfrentar grandes apagões. Segundo o Balanço Energético de 2015¹, houve uma redução da oferta de energia hidráulica, em função das condições hidrológicas desfavoráveis dos últimos anos, acarretando em um decréscimo na participação das fontes renováveis na matriz elétrica brasileira e em uma maior utilização das termoelétricas, fonte altamente poluente.

Entretanto, ainda segundo o BEN 2015, o consumo final de energia no Brasil aumentou 2,9%, em 2014, e os setores que mais contribuíram com o crescimento da demanda foram o residencial (+5,7%) e o comercial (+7,4%).

Muito deste consumo pode ser atribuído às edificações. Isto ocorre porque conforme expõem LAMBERTS et al (2006) cada região do Brasil, pela diversidade climática, apresenta necessidades construtivas específicas e o desconhecimento destas possibilita o crescimento desenfreado nos centros urbanos de edificações com desempenho térmico reduzido, consequentemente, gerando um elevado consumo de energia.

Isso poderia ser evitado na construção destas edificações, porém, os custos finais têm grande impacto nas escolhas, principalmente, de tecnologias e materiais a serem empregados na construção civil.

Atualmente, este é o caso da energia solar fotovoltaica, que por desconhecimento de muitos, no que diz respeito ao seu potencial, benefícios e viabilidade, acaba por não ser considerada como alternativa construtiva e de geração de energia limpa nos projetos arquitetônicos. Esta fonte renovável de energia faz a conversão direta da luz solar em energia elétrica, através da utilização de módulos solares fotovoltaicos, que são formados por células fotovoltaicas conectadas entre si. Estes módulos podem sobrepor (BAPV²) ou substituir (BIPV³) elementos construtivos (CHIVELET; SOLLA, 2010), aliados a vantagem de gerar energia.

Neste contexto, os edifícios de escritórios são uma ótima opção para integrar os sistemas fotovoltaicos, pois apresentam um elevado consumo de energia elétrica, em função da iluminação e do condicionamento de ar, associado a isso, existe uma sincronicidade entre geração de energia e consumo. De acordo com KIM; FERREIRA (2008), nos períodos em que o sistema de ar condicionado é mais

¹ BEN 2015 - Ano base 2014, feito pela Empresa de Pesquisa Energética.

² BAPV – Building Applied Photovoltaics (Módulos aplicados à edificação)

³ BIPV – Building Integrated Photovoltaics (Módulos integrados à edificação)

utilizado apresentando uma demanda maior de energia, a disponibilidade do recurso solar também é mais elevada.

Os edifícios de escritório geralmente são verticais, com pouca área de cobertura (local mais apropriado para a instalação dos sistemas solares fotovoltaicos no quínto rendimento, em latitudes baixas), para muitas unidades consumidoras independentes. Sendo assim, as áreas de cobertura disponíveis não seriam capazes de abrigarem sistemas muito grandes. Em contrapartida, para SANTOS (2015), “as fachadas aparecem como oportunidade para geração de eletricidade, através da tecnologia fotovoltaica integrada na arquitetura (BIPV)”. Entretanto, é importante salientar que, esta não é a melhor opção de geração de energia, pois não possibilita o máximo de desempenho que os sistemas podem oferecer, isso em função do sombreamento do entorno (em centros muito densos), da orientação solar (ideal para o norte – no hemisfério sul) e da inclinação (ideal inclinados de acordo com a latitude do local). Porém, mesmo não alcançando o melhor desempenho, ainda assim, a energia é gerada. De acordo com HAAS (1995), os módulos podem substituir os revestimentos (um dos itens mais caros no orçamento de uma obra), sendo assim, isto já seria uma economia de investimentos, além do benefício da energia gerada.

Segundo ECHEGARAY (2014) “os custos de instalação de equipamentos solares estão diminuindo rapidamente, enquanto os custos dos efeitos externos do uso de fontes convencionais (ou seja, usinas hidrelétricas de grande escala, como Belo Monte ou a exploração de petróleo da camada pré-sal) continuam a aumentar”. De acordo com o BOLETIM (2014), na década de 50, os painéis fotovoltaicos, “convertiam apenas 4,5% da energia solar em eletricidade, o que correspondia a 13 Wp/m², a um custo de US\$ 1.785/Wp. Hoje em dia a eficiência média mundial triplicou para 15% (143 Wp/m²), a um custo 1.370 vezes mais barato, de US\$ 1,30/Wp”.

Com isso, este estudo inicial apresenta uma análise de paridade econômica, utilizando um modelo de prédio comercial, entre duas fachadas equivalentes, onde uma delas apresenta vedação de painéis fotovoltaicos e a outra envoltória com revestimento de um material com custo elevado e, atualmente, bastante utilizado em edificações comerciais. O objetivo principal é demonstrar que os painéis fotovoltaicos podem ser substitutos de alguns materiais nobres de revestimentos, com custos finais equivalentes, e com a vantagem de gerar uma energia renovável no ponto de consumo.

Foi utilizado, para este teste-piloto, o modelo desenvolvido por CARLO (2008) denominado “representativo de grandes escritórios”. Os fatores da escolha por edifícios de escritórios foram os mesmos de SANTOS (2015): “(1) grande disponibilidade de área nas fachadas para geração; (2) consumo elevado de energia por metro quadrado e (3) maior disponibilidade de capital para investimento em geração fotovoltaica, quando comparado com o setor residencial”.

Assim, para a comparação com a vedação fotovoltaica foi escolhido, para o teste-piloto, o ACM (alumínio composto): (1) por seu caráter de inovação; (2) por sua grande demanda de aplicação em espaços comerciais; (3) custo elevado. Este material de fechamento é utilizado em fachadas como vedação vertical externa, sem função estrutural e constituído por elementos modulados, tal como o sistema fotovoltaico.

2. METODOLOGIA

Para este estudo, foi necessária a escolha do software para simular o modelo e suas distintas configurações. Conforme ARA (2010) coloca, o software *EnergyPlus* foi escolhido pela “facilidade de aquisição, adequabilidade à simulação térmica de edifícios, pela sua disseminação no ambiente acadêmico e empresarial e também pela facilidade de acesso às informações”. Assim, a modelagem foi feita no programa *SketchUp* versão 8, com o plugin *OpenStudio* versão 8.1, do programa *EnergyPlus* versão 8.1.

De acordo com CARLO (2008), a maior fachada foi orientada para o norte-sul, apresentando três zonas térmicas (Figura 01), onde zona central não é condicionada, e os seguintes parâmetros: Dimensões retangulares de 27 x 7,8 m; 05 pavimentos; Percentual de área de janela ponderado (PJFP) de 25%; Vidros com Fatos Solar (FS) de 0,83 e espessura 3mm; Transmitância térmica das paredes de 2,39 W/m²K e da cobertura de 1,17 W/m²K, formada por um sanduíche de fibrocimento com poliestireno expandido; Absortância das paredes de 0,35 e da cobertura de 0,60; Ocupação média de 19,57m²/pessoa; Densidade de carga interna de iluminação de 6,7 W/m² e de equipamentos de 9,6 W/m²; Padrão de uso de ocupação das 8h às 12h e das 14h às 18h, de iluminação das 8 às 22h e de equipamentos das 8h às 18h; Taxa de infiltração de 0,5 trocas/h; Temperaturas de setpoint de 18º para aquecimento e 24º para resfriamento; Dimensionamento do sistema de condicionamento de ar feito com o comando *autosize* do programa; Contato do piso com o solo é isolado (subsolo); o entorno urbano não foi considerado devido ao seu aspecto dinâmico e variável. Para este estudo, foram feitas paredes equivalentes, porém, apresentam a mesma capacidade térmica de 100 kJ/m²K de CARLO (2008).



Figura 01: Zonas térmicas.
Fonte: CARLO (2008)

Como a cidade de Pelotas não apresenta o seu arquivo climático TRY, foi utilizado o de Camaquã, pelas semelhantes características. Já, o sistema fotovoltaico foi configurado no *EnergyPlus* no modo simples, que é voltado para fases iniciais de projeto e, segundo GRIFFITH; ELLIS (2004), este modo permite “estimar a produção anual e pico de potência sem ter que especificar (ou determinar) os coeficientes de desempenho detalhados de um módulo fotovoltaico particular”.

Logo depois da simulação com o sistema fotovoltaico, será feita a simulação com o modelo que terá revestimento com placas de ACM. Após a etapa de simulação e comparação entre os modelos, uma análise da viabilidade financeira entre estes sistemas será desenvolvida, buscando uma paridade econômica entre as tecnologias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este é um estudo piloto, onde, até o momento, foi feita a construção e as configurações do modelo com sistema fotovoltaico. Logo será desenvolvido o

modelo com as placas de ACM. Ambos os modelos serão configurados para que gerem o consumo da edificação com os respectivos materiais de vedação. O modelo com os painéis fotovoltaicos apresentará ainda a produção de energia da fachada, visando testar o método e verificar sua viabilidade. Além de contribuir com a energia gerada, espera-se poder comparar as tecnologias empregadas quanto ao seu custo final.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARA, P.J.S. **Desempenho de sistemas de condicionamento de ar com utilização de energia solar em edifícios de escritório.** Dissertação, 2010. Mestrado em Engenharia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

BEN. **Balanço Energético Nacional 2015 – Ano base 2014: Relatório Síntese.** EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, 2015.

BOLETIM. **Energia Solar no Brasil e Mundo – Ano de Referência – 2014.** Ministério de Minas e Energia. Núcleo de Estudos Estratégicos de Energia, 2014.

CARLO, J.C. **Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envoltório de Edificações Não-residenciais.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFSC. Florianópolis, 2008.

CHIVELET, N.M.; SOLLA, I.F. **Técnicas de vedação fotovoltaica na arquitetura.** Tradução: Alexandre Salvaterra - Porto Alegre: Bookman, 2010.

ECHEGARAY, F. Understanding stakeholders' views and support for solar energy in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v.63, p.125-133, 2014.

GRIFFITH, B. T.; ELLIS, P. G. Photovoltaic and Solar Thermal Modeling with the EnergyPlus Calculation Engine: Preprint. **World Renewable Energy Congress VIII and Expo Denver.** Colorado, 2004.

HAAS, R. The value of photovoltaic electricity for society. **Solar Energy**, v. 54, p. 25-31, 1995.

KIM, D.S.; FERREIRA, C.A.I. Solar refrigeration options – a state-of-the-art review. **International Journal of Refrigeration**. Review. v.31, p.3-15, 2008.

LAMBERTS, R., GUISI, E., RAMOS, G. **Impactos da adequação climática sobre a eficiência energética e o conforto térmico de edifícios de escritórios no Brasil.** LabEEE, Florianópolis, 2006.

SANTOS, A. H. C. **Avaliação técnica e financeira da geração fotovoltaica integrada à fachada de edifícios de escritórios corporativos na cidade de São Paulo.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Energia do Instituto de Energia e Ambiente da USP. São Paulo, 2015.