

ESTUDO E PROJETO DE UMA PLANTA PILOTO COM CONCEITOS DE ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

Gabriel da Silveira Espindola – gabriel_instu@hotmail.com

Mariana de Rezende Guerra – mari__guerra@hotmail.com

Roderval Marcelino – roderval.marcelino@ufsc.br

Giuliano Arns Rampinelli – giuliano.rampinelli@ufsc.br

Vilson Gruber – vilsongruber@msn.com

Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá

Resumo. *O crescimento contínuo e desordenado das cidades cada vez mais povoadas pelas edificações e a busca incansável do homem por melhorias na qualidade de vida, entre diversos efeitos, implicam em consumo crescente de energia a fim de garantir o conforto de cada indivíduo. Dentro deste cenário, visando o potencial de conservação de energia atrelado às edificações surge a arquitetura bioclimática com a proposta de edificações que priorizam os recursos naturais fazendo uso de estratégias que garantam uma maior eficiência energética. O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo e o projeto de uma planta piloto na cidade de Araranguá – SC, aplicando os conceitos de arquitetura bioclimática em edificações. Para tanto, os conceitos e estratégias de arquitetura bioclimática serão minuciosamente estudados e aplicados no desenvolvimento de uma planta piloto, visando à obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, com classificação de eficiência energética nível “A”.*

Palavras-chave: *arquitetura bioclimática, módulos fotovoltaicos, eficiência energética.*

1. INTRODUÇÃO

As edificações atuais têm como característica o consumo elevado de energia elétrica. Na maioria dos casos, a quantidade de equipamentos presentes na edificação, aliado ao seu uso indiscriminado acabam sendo os responsáveis por um grande desperdício energético, mas não são apenas os hábitos de consumo que afetam a eficiência energética de uma edificação. O projeto estrutural da edificação influencia diretamente na eficiência energética no interior da mesma. Quando projetada visando uma maior eficiência, recursos naturais podem ser aproveitados de modo a suprir parte das necessidades como iluminação, ventilação e temperatura ambiente, por exemplo, sem que haja o gasto de energia elétrica para o mesmo fim.

A proposta de construir a edificação de modo a priorizar os recursos naturais utiliza os conceitos de eficiência energética. A adequação da edificação a tais conceitos propõe a integração dos elementos arquitetônicos da mesma ao meio-ambiente do entorno e às necessidades energéticas dos ocupantes, atendendo assim parte do consumo fazendo uso de recursos disponíveis na natureza e diminuindo o consumo de energia elétrica proveniente da rede de distribuição.

Dentro deste cenário, visando o desenvolvimento de novas estratégias que culminem em um maior aproveitamento dos recursos naturais disponíveis no entorno das edificações, em especial o recurso solar, surge o conceito *Building Integrated Photovoltaics* (BIPV). Este conceito consiste na integração de sistemas fotovoltaicos em elementos arquitetônicos visando substituir materiais de construção civil convencionais nas partes externas dos edifícios, dando uma nova função para esses elementos. Com o intuito de desenvolver um produto que faça uso do conceito BIPV, surgem os revestimentos cerâmicos fotovoltaicos. Os mesmos, além de assumirem o seu papel principal de revestir edificações proporcionando conforto, proteção, acabamento, dentre outras funcionalidades, são capazes de gerar energia para suprir parte das necessidades energéticas da própria edificação.

Existem atualmente diversas iniciativas para certificação de edificações, sendo que uma das principais é a certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) que é um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações, criado em 2000 pelo USGBC – Conselho de Construção Sustentável dos EUA. A certificação LEED é utilizada em 143 países, sendo que o Brasil é o quarto no ranking das construções verdes. A certificação LEED possui o intuito de incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade de suas atuações. A Certificação internacional LEED possui 7 dimensões a serem avaliadas nas edificações, sendo que todas elas possuem pré-requisitos (práticas obrigatórias) e créditos, recomendações que quando atendidas garantem pontos a edificação (GBC Brasil, 2015).

O Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações tem por objetivo incentivar a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais nas edificações. No Brasil, o consumo de energia elétrica nas edificações residenciais e comerciais, de serviços e públicas, é bastante significativo. Entretanto, o potencial de economia de energia deste setor também é expressivo. Estima-se que edificações novas construídas de acordo com os padrões estabelecidos pela etiquetagem PBE Edifica podem reduzir o consumo de energia elétrica em até 50% enquanto que edificações existentes, se sofrerem reformas significativas, podem diminuir o consumo de energia elétrica em até 30% (PROCEL, 2015).

O PROCEL promove a avaliação da eficiência energética de edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas, em parceria com o INMETRO, que confere a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para as edificações, a Etiqueta PBE Edifica. O processo de etiquetagem de edificações no Brasil ocorre de forma distinta para edifícios comerciais, de serviços e públicos e para edifícios residenciais. A etiqueta é concedida em dois momentos: na fase de projeto e após a construção do edifício. Um projeto pode ser avaliado pelo método prescritivo ou pelo método da simulação, enquanto o edifício construído deve ser avaliado através de inspeção *in loco*. Nos edifícios comerciais, de serviços e públicos são avaliados três sistemas: envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Dessa forma, a etiqueta pode ser concedida de forma parcial, desde que sempre contemple a avaliação da envoltória. Nos edifícios residenciais são avaliados: a envoltória e o sistema de aquecimento de água, além dos sistemas presentes nas áreas comuns dos edifícios multifamiliares (PROCEL, 2015).

O Selo PROCEL Edificações, estabelecido em novembro de 2014, é um instrumento de adesão voluntária que tem por objetivo principal identificar as edificações que apresentem as melhores classificações de eficiência energética em uma dada categoria. Para obter o Selo PROCEL Edificações, recomenda-se que a edificação seja concebida de forma eficiente desde a etapa de projeto, ocasião em que é possível obter melhores resultados com menores investimentos. A metodologia de avaliação da conformidade está descrita no regulamento para concessão do Selo PROCEL de economia de energia para edificações, bem como nos critérios técnicos específicos e baseiam-se no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais (RTQ-R) do Programa Brasileiro de Edificações – PBE Edifica (PROCEL, 2015).

O presente trabalho é parte integrante de um projeto de pesquisa que propõe o desenvolvimento de um revestimento cerâmico fotovoltaico que será integrado a uma fachada ventilada de uma planta piloto. A planta é projetada utilizando estratégias bioclimáticas, visando priorizar o uso de recursos naturais e minimizar o consumo de energia proveniente da rede elétrica e não deixando de garantir o conforto de seus ocupantes. A planta piloto está em construção, sendo localizada na cidade de Araranguá, sul de Santa Catarina, e se situa a uma latitude de 28°56'05" sul e a uma de longitude 49°29'09" oeste.

2. ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS

O projeto arquitetônico da planta piloto que será executado apresenta diversas características de bioclimatologia. A bioclimatologia estuda as relações entre o clima e o ser humano. As principais variáveis climáticas são a radiação solar, a temperatura, a umidade e a velocidade de vento (LABEEE, 2007). As estratégias bioclimáticas se, corretamente utilizadas durante a concepção do projeto da edificação, podem proporcionar condições de conforto térmico adequadas e redução no consumo de energia. Os temas a respeito do ambiente, das alterações climáticas, dos limites ao uso de recursos não renováveis e das necessidades energéticas, tornaram-se centrais tanto ao nível internacional como na vida cotidiana das pessoas que cada vez mais preferem lugares para viver e trabalhar que sejam um modelo de sustentabilidade, bem-estar e eficiência energética.

Existem diversas estratégias bioclimáticas que comumente utilizam a carta psicrométrica como referência. A condição resultante da combinação das variáveis climáticas define a estratégia bioclimática adequada para proporcionar conforto térmico. A ventilação é uma estratégia de resfriamento natural da edificação, sendo que as soluções arquitetônicas comumente utilizadas são ventilação cruzada e ventilação da cobertura. A utilização desta estratégia reduz a necessidade da utilização do resfriamento artificial, ou seja, a utilização do sistema de condicionamento do ar e por consequência, a redução do consumo de energia elétrica. O resfriamento artificial deve ser utilizado quando as estratégias de ventilação, resfriamento evaporativo e massa térmica não são suficientes para proporcionar as condições desejadas de conforto térmico (LABEEE, 2007).

Para a condição de baixa temperatura do ar, pode-se adotar a estratégia de aquecimento solar passivo que pode ser conseguido a partir da orientação adequada da edificação. A cidade de Araranguá apresenta as quatro estações ao longo do ano e, portanto, o controle da entrada de radiação solar ao longo do ano pode ser obtido com a utilização de fachadas e brises adequados. O aquecimento artificial por meio do sistema de condicionamento de ar só deve ser utilizado quando a estratégia de aquecimento solar passivo não é suficiente para garantir as condições de conforto térmico desejadas.

3. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS APLICADOS EM ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

A indústria de revestimentos cerâmicos tem diversas soluções para satisfazer exigências estéticas e proporcionar conforto térmico a partir de aplicações específicas. Uma destas aplicações são as fachadas ventiladas com utilização de revestimentos cerâmicos. As fachadas ventiladas aumentam a eficiência energética da edificação proporcionando significativa redução no consumo de energia elétrica (Campos, 2011). A fachada ventilada consiste em um espaço entre a parede da edificação e o revestimento cerâmico que é suportado por um sistema de fixação. Este espaço cria uma câmara de ar e a melhora no conforto térmico é obtida a partir da circulação de ar que ocorre devido a diferença de densidade do ar (Fig. 1).

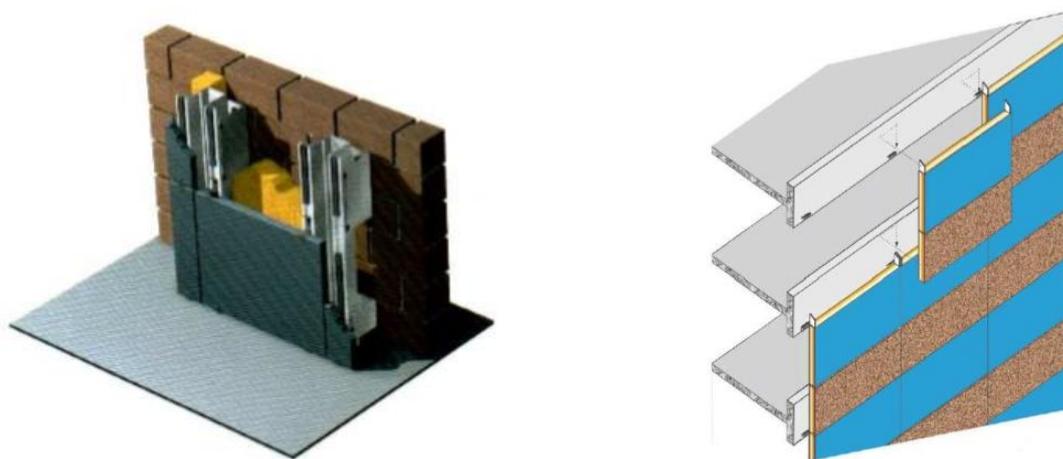


Figura 1 – Sistemas de fachadas ventiladas integradas em edificações (Campos, 2011).

A instalação da fachada ventilada pode ser executada em obras novas ou em reformas de edificações e sua execução é rápida, uma vez que os revestimentos cerâmicos e os sistemas de fixação e suporte são pré-fabricados. No Brasil a técnica de fachada ventilada ainda não é amplamente utilizada e há a necessidade de estudos, pesquisa e desenvolvimento tecnológico. O projeto da planta piloto prevê a instalação de uma fachada ventilada que terá a função de auxiliar no conforto térmico da edificação, mas também pretende-se integrar módulos fotovoltaicos à fachada ventilada para que esta apresente também a finalidade de fornecer energia elétrica. Para esta integração pretende-se utilizar módulos fotovoltaicos flexíveis.

Empreendimentos que buscam certificação sustentável no mercado normalmente optam por utilizar sistemas fotovoltaicos. A energia solar fotovoltaica tem atributos que a tornam única. O fato de ser possível incrementar a produção tão rapidamente e a tecnologia se desenvolver a partir de infraestrutura existente faz com que a taxa de inovação no segmento seja muito maior que nos demais setores de energia. Na realidade, esta taxa situa-se mais próxima de setores como TI, com suas mudanças constantes. Além de uma extensa variedade de pesquisa em novas tecnologias, há constantes inovações na indústria que vêm reduzindo significativamente o custo por unidade de energia assegurada das tecnologias disponíveis comercialmente via novos produtos e processos de produção, disposição, comercialização, financiamento e instalação (ABINEE, 2012). O Brasil tem procurado superar as barreiras do desenvolvimento e inserção da energia solar fotovoltaica a partir de conjunto de ações de diversos agentes institucionais no âmbito regulatório, normativo, tributário, de pesquisa e desenvolvimento e de fomento econômico.

4. MÉTODOS E MATERIAIS

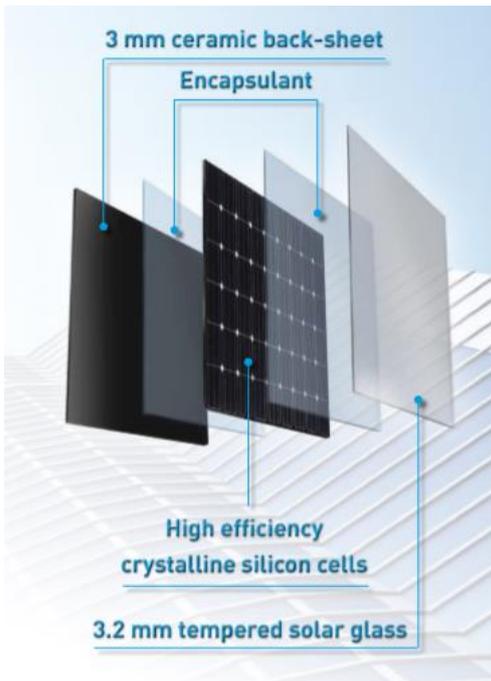
Os métodos e materiais dividem-se em dois grupos: conceitos de eficiência energética e estratégias bioclimáticas aplicados à uma planta piloto e integração de módulos fotovoltaicos em fachadas ventiladas. O projeto da planta piloto segue as normativas vigentes, recomendações e estratégias disponíveis na literatura.

4.1 PBE edifica – RTQ – C

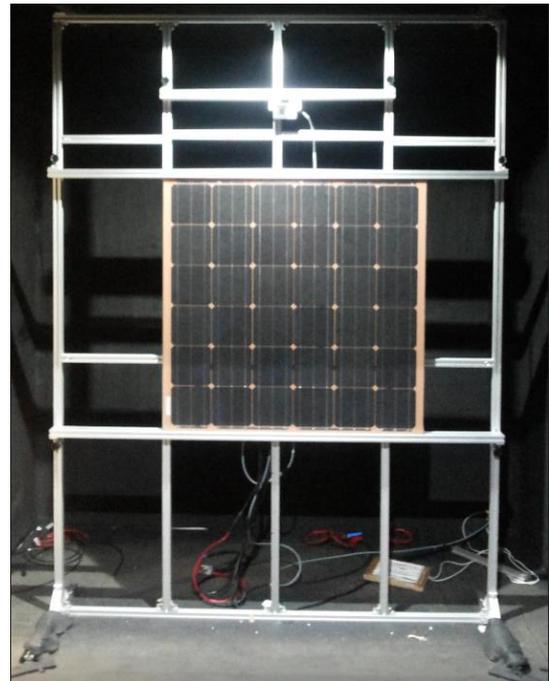
Fatores como o elevado consumo energético proveniente das edificações brasileiras e o potencial de conservação de energia presente nessas edificações culminaram na criação do Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações. O programa, instituído em 2003 pela ELETROBRAS/PROCEL em parceria com o INMETRO, surgiu com a finalidade de avaliar e classificar o nível de eficiência energética das edificações com relação à sua envoltória, seu sistema de iluminação e seu sistema de condicionamento de ar, classificando-os então entre “A” (mais eficiente) e “E” (menos eficiente). Após a avaliação a edificação recebe uma etiqueta classificatória do seu nível de eficiência energética. Os quesitos necessários de serem atendidos estão explicitados nos manuais “Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos” (RTQ-C) desenvolvidos pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, sendo esse o documento utilizado no desenvolvimento do presente projeto. (Lamberts e Fossati, 2010; INMETRO, 2010).

4.2 Módulo fotovoltaico integrado em base cerâmica

Há módulos fotovoltaicos disponíveis comercialmente que apresentam uma base em revestimento cerâmico. Os módulos fotovoltaicos são de tecnologia de silício cristalino e tem composição similar aos módulos convencionais. Os módulos fotovoltaicos proporcionam adequada integração à arquitetura e podem ser aplicados em fachadas ventiladas, apresentando diferentes potências e distintas colorações. A Fig. 2 apresenta os principais componentes constituintes do módulo fotovoltaico em base cerâmica (a) e o módulo fotovoltaico (modelo de teste) em ensaio de caracterização elétrica no Laboratório de Energia Solar da UFRGS (b).



(a)



(b)

Figura 2 – Principais componentes do módulo fotovoltaico montado sob base de revestimento cerâmico (a) e módulo fotovoltaico em ensaio (b).

5. RESULTADOS

O projeto da planta piloto, apresentado na Fig. 3, foi elaborado com o objetivo de obter o nível A de eficiência energética, de acordo com o Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE. A planta piloto se encontra na zona bioclimática 2, localizada na cidade de Araranguá-SC (NBR 15220-3). Para a determinação do nível de eficiência energética foi utilizado o método prescritivo, devido a determinação simplificada do nível de eficiência, e que apesar de suas limitações mostradas por Lamberts e Carlo (2010), se mostrou eficiente para este projeto.



Figura 3 – Vistas e perspectivas da planta piloto.

A NBR 152220-3 estabelece um zoneamento bioclimático brasileiro contemplando um conjunto de recomendações e estratégias construtivas. O projeto da planta piloto segue na medida do possível estas recomendações e

estratégias. As aberturas para ventilação permitem a entrada de radiação solar durante o inverno e foram dispostas para favorecer a ventilação cruzada de acordo com a incidência dos ventos predominantes na região. A face da edificação voltada para o norte é constituída por uma fachada ventilada e uma parede sombreada pela extensão do telhado. Nas faces leste e oeste da edificação foram projetados pergolados. De acordo com a NBR 15220-3 as estratégias de condicionamento térmico passivo para a zona bioclimática 2 são ventilação cruzada no verão e aquecimento solar e inércia térmica no inverno.

5.1 Nível de eficiência da envoltória

A planta piloto apresenta três tipos de parede e dois tipos de cobertura sendo:

- Parede tipo 1: Reboco externo com 2,5 cm de espessura + tijolo cerâmico de 9 furos de dimensões 14 x 19 x 24cm + Lã de viro com 7cm de espessura coberta por placa de gesso cartonado de 1cm de espessura.
- Parede tipo 2: Reboco externo com 2,5 cm de espessura + tijolo cerâmico de 9 furos de dimensões 14 x 19 x 24cm + reboco interno com 2,5cm de espessura.
- Parede tipo 3: Fachada ventilada com revestimento cerâmico + Reboco externo com 2,5 cm de espessura + tijolo cerâmico de 9 furos de dimensões 14 x 19 x 24cm + reboco interno com 2,5cm de espessura.
- Cobertura tipo 1: Vegetação + terra argilosa com 15cm de espessura + brita com 9cm de espessura + câmara de concreto com 7 cm de espessura + poliestireno expandido (EPS) com 10cm de espessura + laje pré-moldada com fechamento em EPS de 12 cm de espessura + reboco interno com 2,5cm de espessura.
- Cobertura tipo 2: Telha metálica com núcleo termo isolante em espuma rígida de poliuretano (PUR) + câmara de ar + laje pré-moldada com fechamento em EPS de 12 cm de espessura + reboco interno com 2,5cm de espessura.

A Tab. 1 apresenta a transmitância térmica para cada configuração de parede e cobertura. Seguindo o RTQ-C, a transmitância final é obtida pela média ponderada pela área de cada tipo de parede e cobertura que compõe a envoltória. A Tab. 2 apresenta a transmitância térmica média das paredes e coberturas. Conforme a Tab. 1, a transmitância térmica das paredes e cobertura atendem aos pré-requisitos específicos do RTQ-C. A Tab. 3 apresenta os valores utilizados para o cálculo do índice de eficiência energética da envoltória (I_c).

Tabela 1 – Transmitância térmica das paredes e coberturas calculadas segundo a NBR 15220-2.

TIPO	Transmitância (W/m ² K)
Parede 1	0,48
Parede 2	1,95
Parede 3	1,44
Cobertura 1	0,27
Cobertura 2	0,39

Tabela 2 – Transmitância térmica média das paredes e coberturas.

Envoltória	Transmitância (W/m ² K)
Parede (U_{Par})	0,95
Cobertura (U_{Cob})	0,32

Tabela 3 – Fatores e índice final de eficiência energética.

Dados da edificação						
A_{env}	A_{cob}	A_{pe}	A_u	A_{tot}	V_{tot}	AVS
193,31	75,52	75,52	63,37	75,52	190,11	29,00
Fatores Calculados						
FF	FA	FS	FC-AVS	I_c	I_{cmax}	I_{cmin}
1,02	1	0,6	21,75	411,11	425,17	413,09
Nível final de Eficiência						
Eficiência	A	B	C	D	E	
Lim Max		416,12	419,14	422,14	425,18	
Lim Min	416,11	419,13	422,15	425,17		

Como pode ser observado na tabela 3, o valor de I_c está acima do limite mínimo para o nível A de eficiência energética, sendo assim o nível de eficiência energética para a envoltória é A.

5.2 Nível de eficiência do sistema de iluminação

O nível de eficiência energética do sistema de iluminação da planta piloto foi avaliado segundo o método da área do edifício estabelecido pelo RTQ-C. Para o tipo de utilização da planta piloto o método da área estabelece um valor de densidade de potência de iluminação limite (DPIL – W/m^2) para o nível A de $9,7 W/m^2$.

O sistema de iluminação adotado no projeto foi de lâmpadas fluorescentes com eficiência de $92 Lm/W$ e luminárias com aletas de alto brilho com rendimento de 76%.

O DPIL médio calculado é de $8,63 W/m^2$, e como os pré-requisitos de desligamento automático do sistema de iluminação, contribuição da luz natural e divisão dos circuitos são respeitados, o sistema de iluminação atinge o nível A de eficiência.

5.3 Nível de eficiência do sistema de Condicionamento de Ar

O sistema de climatização da planta piloto consiste em condicionadores de ar do tipo Split, tendo cada cômodo seu aparelho.

Para a obtenção do nível A de eficiência energética do sistema de Condicionamento de Ar foram escolhidos aparelhos que possuam a mesma classificação, avaliada pelo PBE/INMETRO, garantindo assim o nível de eficiência energética desejado.

5.4 Caracterização do módulo fotovoltaico de teste

A caracterização do módulo fotovoltaico foi realizada através de um simulador solar (*indoor*). Os testes foram realizados no Laboratório de Energia Solar (LABSOL) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Vale ressaltar que os experimentos aqui citados não possuem como finalidade a caracterização de módulos fotovoltaicos para certificação do INMETRO, sendo que os testes, e consequentemente seus resultados, são puramente para fins de pesquisa científica.

O simulador solar é um equipamento que conta com lâmpadas especiais para emular as propriedades da radiação solar durante o ensaio da determinação da curva característica de dispositivos fotovoltaicos. A corrente e tensão do módulo sob teste, além da irradiância e da temperatura da célula são medidos e registrados através de um aparelho eletrônico específico. Características específicas sobre o simulador solar utilizado no ensaio podem ser encontradas em Peroza et. al. (2015).

Em um simulador solar o sistema de medição é composto por uma carga eletrônica e um conjunto de conversores analógico/digital que realizam a aquisição de variáveis. Os conversores recebem os sinais analógicos dos canais de entrada e transferem para o computador os respectivos valores digitais desses canais. Durante o flash, a carga eletrônica faz a varredura de tensão e o sistema de aquisição mede de forma simultânea os valores de corrente, tensão, irradiância e temperatura, podendo-se assim, determinar a curva I-V de módulos fotovoltaicos e consequentemente seu ponto de máxima potência (Mocelin, 2014). As medições e a visualização dos resultados de ensaios realizados no simulador solar são controladas por um microcomputador conectado à carga eletrônica. Por meio do software de operação do simulador é possível transferir a curva característica medida para as condições padrão de teste (Mocelin, 2014).

O módulo fotovoltaico de base cerâmica foi ensaiado nas condições padrão de teste, sendo que a Curva I-V e a Curva P-V são apresentadas na Fig. 4. O módulo é de silício cristalino composto por 36 células fotovoltaicas e a temperatura nominal de operação (NOCT) é de $44,5 ^\circ C$.

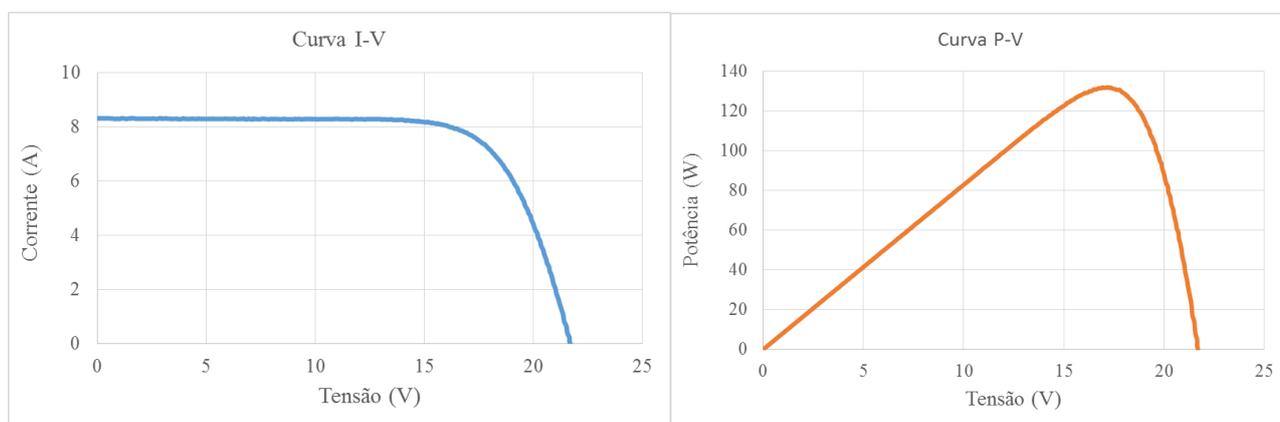


Figura 4 – Curva I-V e curva P-V do módulo fotovoltaico montado sob base cerâmica.

A Tab. 4 apresenta as principais características do módulo fotovoltaico em condições padrão. Os dados apresentados foram obtidos a partir do ensaio de caracterização e de informações de catálogo do fabricante. É importante destacar que o módulo fotovoltaico já havia sido anteriormente exposto a radiação solar, o que explica em parte as diferenças entre os dados experimentais e as informações de catálogo.

Tabela 4 – Características do módulo fotovoltaico de base cerâmica em condições padrão.

	Ensaio Experimental	Catálogo
Potência nominal (W)	131,8	135
Corrente de curto circuito (A)	8,3	8,1
Corrente do ponto de máxima potência (A)	7,7	7,7
Tensão de circuito aberto (V)	21,7	23,1
Tensão do ponto de máxima potência (V)	17,1	17,5
Eficiência do módulo (%)	13,4	13,5
Fator de Forma (%)	73,1	72,1

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou um estudo e projeto de uma planta piloto na cidade de Araranguá – SC, aplicando os conceitos de arquitetura bioclimática em edificações. Os conceitos e estratégias de arquitetura bioclimática foram minuciosamente estudados e aplicados no desenvolvimento da planta piloto, que visa à obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, com classificação de eficiência energética nível “A”. A Planta piloto apresenta fachada ventilada onde módulos fotovoltaicos serão integrados para geração de parte da energia elétrica demandada pela edificação. O trabalho também apresentou os ensaios de caracterização elétrica de um modelo de módulo fotovoltaico montado sob base cerâmica e que pode ser aplicado em fachadas ventiladas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o auxílio financeiro das empresas BAESA Energética Barra Grande SA e ENERCAN Campos Novos SA e ao Laboratório de Energia Solar (LABSOL) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) pela disponibilidade e auxílio nos ensaios do módulo fotovoltaico.

REFERÊNCIAS

- ABINEE, Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, 2012. Proposta para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira. Grupo Setorial de Sistemas Fotovoltaicos.
- CAMPOS, K. F., 2011. Desenvolvimento de Sistema de Fixação de Fachada Ventilada com Porcelanato de Fina Espessura. Dissertação (Mestrado) - Programa Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- GBC BRASIL, Green Building Council Brasil, 2015. Certificações Internacionais LEED. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/?p=certificacao>>.
- INMETRO, Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, 2010. Portaria 372, de 17 de setembro. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. Rio de Janeiro.
- LABEEE, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, 2007. Desempenho Térmico de Edificações. Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- LAMBERTS, R.; FOSSATI, M., 2010. Eficiência Energética da Envoltória de Edifícios de Escritórios de Florianópolis: Discussões sobre a Aplicação do Método Prescritivo do RTQ-C. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p.59-69.
- LAMBERTS, R.; CARLO, J. C., 2010. Parâmetros e Métodos Adotados no Regulamento de Etiquetagem da Eficiência Energética de Edifícios – Parte 1: Método Prescritivo. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p.7-26.
- MOCELIN, A. R., 2014. Qualificação Profissional e Capacitação Laboratorial em Sistemas Fotovoltaicos. 2014. 300 f. Tese (Doutorado) - Programa Pós-graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- NBR 15220-2: Desempenho Térmico de Edificações – Parte 2: Métodos de Cálculo da Transmitância Térmica, da Capacidade Térmica, do Atraso Térmico e do Fator Solar de Elementos e Componentes de Edificações. Rio de Janeiro, 2004.
- NBR 15220-3: Desempenho Térmico de Edificações – Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Estratégias de Condicionamento Térmico Passivo para Habitações de Interesse Social. Rio de Janeiro, 2004.
- PEROZA, J.; RAMPINELLI, G. A.; GASPARIN, F. P.; KRENZINGER, A., 2015. Ensaio de Módulos Fotovoltaicos de Distintas Tecnologias com Utilização de Simulador Solar. In: XXXVIII Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente y II Congreso Latinoamericano de Simulación de Edifícios. v. 3. p. 04.63-04.71.

PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. PROCEL EDIFICA: Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações. Disponível em: < <http://www.procelinfo.com.br/main.asp>>.

STUDY AND DESIGN OF A PILOT PLANT WITH BIOCLIMATIC ARCHITECTURE

Abstract. *The Economic growth of cities and the quality of life is resulting in an increase in energy consumption to ensure the comfort of each individual. From this scenario, there is the bioclimatic architecture with the proposed buildings that prioritize natural resources and the use of strategies to increase energy efficiency. This paper presents a study and design of a pilot plant in the city of Araranguá - SC. The pilot plant applies concepts and strategies of bioclimatic architecture.*

Key words: *Bioclimatic architecture, photovoltaic modules, energy efficiency.*