

# POTENCIAL DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO GERADOR DE ENERGIA EM COBERTURAS DE ESTACIONAMENTOS

*Mariela Camargo Masutti (1); Giceli Tabarelli (2); Ísis Portolan dos Santos (3)*

(1) Arquiteta e Urbanista, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Eng. Civil da UFSM,  
E-mail: <mariela.arq@gmail.com>.

(2) Arquiteta e Urbanista, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Eng. Civil da UFSM,  
E-mail: <giceli.t@gmail.com>.

(3) Arquiteta e Urbanista, Professora Doutora do Programa de Pós-graduação em Eng. Civil da UFSM,  
E-mail: <isisporto@gmail.com>.

## RESUMO

A conversão da energia solar em energia elétrica tem ganhado cada vez mais espaço no mercado, visto que é uma energia alternativa e renovável, contribuindo com a sustentabilidade. O mercado fotovoltaico, embora tenha sofrido uma explosão evolutiva nos últimos anos, ainda conta com pouco incentivo no país frente a outros nichos do setor energético. Considerando a ampla disponibilidade de radiação solar que o Brasil recebe devido a sua localização geográfica, estudos e projetos nesse âmbito se fazem pertinentes. A presente análise propõe a implantação de um sistema de captação de energia solar em uma área de estacionamento de uma Instituição de Ensino Superior do Rio Grande do Sul, a fim de cumprir dois usos, o papel de proteção aos veículos e usuários e também a geração de energia, minimizando os gastos de energia com a concessionária local. O sistema foi proposto em uma área já apropriada pela comunidade como sendo estacionamento, na qual possui baixo índice de sombreamento. De acordo com os dados de demanda da instituição, identificação do potencial de radiação solar do local e a proposta do sistema fotovoltaico, foi possível identificar que mesmo com o alto consumo da instituição, a geração mensal de energia fotovoltaica foi significativa e pode minimizar gastos financeiros. O que ficou mais visível nos meses de verão, período que a geração de energia solar é maior e coincide com a temporada de férias da Instituição, podendo suprir até mesmo a demanda total de energia.

**Palavras-chave:** Energia Solar Fotovoltaica. Integração fotovoltaica à arquitetura. Sustentabilidade.

## 1 INTRODUÇÃO

O conceito de edificação sustentável ainda é muito recente. Nas décadas de 1960 e 1970, ambientalistas começaram a esboçar esclarecimentos sobre o crescimento acelerado das cidades, das indústrias, e dos impactos que tais avanços trariam ao meio. Nessa época, já se falava em geoarquitetura, ecologia e autossuficiência (KEELER; BURKE, 2010).

Assim sendo, para entender o ciclo natural, é cabível analisar a força que move o mundo: a energia. Tudo na vida e no espaço é energia. Quando pensamos em energias renováveis, no entanto, podemos diagnosticar muitos exemplos como energia eólica, hidráulica, biomassa, energia das ondas; mas algo que nem sempre se leva em conta, é que a maioria das energias do planeta é proveniente do sol e de sua força gravitacional.

A energia disponibilizada pelo sol pode ser estudada através de medições de radiação em uma

rede ou por meio de fórmulas físicas e constantes. McVeigh (1977) explica que quando a radiação solar é direta, o fluxo de radiação é oriundo diretamente do disco solar e é medido em um plano perpendicular aos raios do sol. A radiação difusa, no entanto, atinge a superfície após passar por sucessivas refrações ocasionadas por sua passagem pela atmosfera. Já a radiação que inclui tanto a direta quanto a difusa que incidem em um plano horizontal é chamada radiação global. Segundo Machado e Miranda (2015), apesar do sol enviar em uma hora mais energia do que o planeta Terra consome em um ano, essa não é a fonte de energia mais importante do planeta, pois a instalação ainda é cara e a eficiência não ultrapassa os 15%.

Embora o mercado da energia solar venha se desenvolvendo exponencialmente, a energia solar é muito instável, sazonal, funciona apenas em períodos de sol e, em dias muito nublados, o sistema deixa de gerar energia. Por fatores como esse, a dependência exclusiva da geração de energia através do sol se torna inviável. Mas certamente a energia solar traz uma enorme contribuição energética nessa esfera, além de dar o suporte necessário para que cada vez menos se utilize dos recursos não renováveis. Além disso, Santos (2013), expõe que normalmente o maior problema é iniciar a tecnologia em um país, criando um mercado nacional e, para isso, geralmente é preciso que existam programas governamentais de incentivo, financiando e apoiando as primeiras instalações.

Quanto ao funcionamento de um sistema fotovoltaico, o sol gera eletricidade através de células fotovoltaicas fabricadas de um material condutor, como o silício, por exemplo, que ao entrar em contato com a radiação solar libera elétrons, responsáveis pela obtenção de energia elétrica. Isso ocorre devido a uma diferença de potencial, onde uma célula é prensada por duas camadas de material semicondutor e conectada a eletrodos metálicos, produzindo uma tensão elétrica. Havendo conexão entre os eletrodos, é originada uma corrente elétrica, o que permite a conversão direta da luz em eletricidade.

No tocante a materiais, existem muitos tipos de células no mercado. Os mais comuns atualmente são os módulos de silício cristalino e os de silício de película fina, ou silício amorfo. Keeler e Burke (2010) assinalam que, quando se trata em converter luz em eletricidade, os módulos de silício cristalino são mais eficientes. Entretanto, os

autores ainda destacam que nem sempre a escolha deve basear-se apenas na eficiência, já que as células de silício amorfo são menos afetadas pelos efeitos do sombreamento e são vendidas a um custo menor. Ainda sobre os tipos de células, duas outras merecem destaque no mercado emergente: as compostas por corantes e as células orgânicas, ambas consideradas de terceira geração por estarem ainda em pleno desenvolvimento. Ao passo que as células de corantes recebem os fótons de luz, o corante é recarregado com elétrons, fato este que a torna uma célula fotoeletroquímica, e não fotovoltaica. A respeito das células de corantes é interessante também observar o que defendem Pinho e Galdino (2014). Os autores mostram que os custos são baixos para se fabricar este tipo de célula, mas para uma produção em larga escala deverão ser desenvolvidos módulos com eficiências maiores do que 10% e, de acordo com alguns fabricantes, esses módulos podem ser instalados sem maiores preocupações com a sua inclinação, pois a estrutura tridimensional das células absorve perfeitamente a radiação difusa.

A ciência já conseguiu que células fabricadas a partir de corantes orgânicos como amora, uva e berinjela ultrapassassem eficiências de em torno de 10%, o que é considerado satisfatório. Porém, sua durabilidade ainda é baixa perante a vida útil exigida para esse tipo de investimento, o que não permite sua comercialização. A produção de células orgânicas consiste no depósito do material condutor em um substrato, que pode ser bem fino e até flexível, de modo similar à impressão com jato de tinta. Entretanto, Keeler e Burke (2010) alertam que seria um equívoco deixar de utilizar as tecnologias fotovoltaicas existentes, almejando novos produtos. A realidade é que, em termos de preço e aplicação, os avanços sejam mais evolucionários do que revolucionários.

Cabe ainda, analisar, que é preciso cuidado durante o projeto deste tipo de técnica, uma vez que existem muitas variáveis que podem afetar a captação de luz pelos módulos solares. Tais variáveis estão intimamente relacionadas com a inclinação do eixo de rotação da Terra, com o ângulo da altura solar, o ângulo de inclinação dos módulos e o ângulo azimutal do sol. Para evitar desperdícios é interessante que, caso haja a possibilidade, a face do módulo seja orientada para o norte geográfico, no caso do hemisfério sul, maximizando a produção diária de energia. Conco-

mitante a isso, deve-se ajustar o ângulo de inclinação do módulo em relação ao solo, em função do ângulo da latitude geográfica da localidade onde o sistema é instalado (VILLALVA; GAZOLI, 2012).

## 2 OBJETIVO

O presente estudo propõe cobrir com módulos fotovoltaicos um dos estacionamentos de uma Instituição de Ensino Superior, localizada no noroeste do Rio Grande do Sul, com objetivo de melhorar o conforto dos usuários do local, cobrindo seus veículos e seu deslocamento destes até as edificações, além de gerar economia através do aproveitamento da energia solar utilizando a tecnologia fotovoltaica.

## 3 JUSTIFICATIVA

No âmbito da construção civil, existem inúmeras definições para sustentabilidade, mas o que todos os profissionais da área concordam é que, para uma edificação ser considerada sustentável, deve solucionar não um, mas vários problemas ambientais. Nesse sentido, a geração fotovoltaica integrada à edificação prioriza a preservação dos bens naturais através da utilização de fontes alternativas renováveis. Para que isso ocorra, uma edificação deve ser pensada com este enfoque ainda em fase de projeto, o que envolve desde a demolição e limpeza do terreno, passando pela gestão de resíduos provenientes de sua construção, controlando desde os gases emitidos pelo transporte e fabricação de seus materiais construtivos, até sustentabilidade durante a vida útil do edifício.

A sustentabilidade tem tanta importância frente a atual situação mundial que deixou de ser um movimento sociopolítico e tornou-se uma necessidade. As estratégias de redução de consumo de fontes não renováveis podem ser executadas em edificações novas, mas também em prédios já existentes com objetivo de melhorar a sustentabilidade de seus serviços e minimizar a demanda da energia elétrica. Mediante as limitações enfrentadas em nosso país, ainda são poucos os incentivos para investimento em captação da energia proveniente do sol, o consumo total não poderia ser integralmente coberto pela nova geração, mesmo se tratando de uma Universida-

de de pequeno porte. Mas, há de se convir, todo e qualquer montante que represente uma economia mensal é absolutamente pertinente, visto que, em um panorama global de consumo, tal economia resultaria em investimentos em outros setores dentro da própria Instituição, além, é claro, dos ganhos ambientais que seriam alcançados com o projeto.

## 4 MÉTODO EMPREGADO

Inicialmente obtiveram-se os dados relativos ao consumo de energia elétrica durante os últimos dois anos através da própria Universidade, assim como a implantação dos edifícios e estacionamentos dentro do Campus. Após a definição da área e da demanda necessária, propôs-se a configuração arquitetônica, juntamente com a escolha dos módulos fotovoltaicos, seus arranjos e inversores. A partir disso, utilizou-se o programa Radiasol na obtenção de dados para os cálculos da geração mensal do sistema sugerido, a qual foi comparada com a demanda mensal da Universidade.

## 5 RESULTADOS OBTIDOS

### 5.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO ELÉTRICO

O local sugerido para instalação da cobertura fotovoltaica é a área usada atualmente como estacionamento de uma Universidade do interior do estado. A Instituição de Ensino é de natureza comunitária, sem fins lucrativos, atuando no desenvolvimento de Cruz Alta e demais municípios da região noroeste do Rio Grande do Sul. Conta com uma área construída de aproximadamente 36 mil metros quadrados em seu Campus Universitário, abrigando nesse espaço cursos de graduação, de especialização, laboratórios, hospital veterinário, estúdio de televisão, ginásio poliesportivo, biblioteca, centro de convivência e estrutura administrativa. Quanto ao público flutuante da Instituição, destacam-se os mais de 2.600 alunos distribuídos entre graduação e pós-graduação, e em torno de 400 profissionais entre professores e funcionários técnico-administrativos.

Para atender a demanda energética gerada por toda essa estrutura mencionada, a Univer-

cidade dispõe de um grande consumo mensal, como se pode verificar nos dados obtidos dos anos de 2013 e 2014 em kWh (Tabela 01). A partir desses dados, obteve-se a média mensal, levando

em consideração os 24 meses, obtendo-se uma demanda mensal média de  $E = 61.159 \text{ kWh}$ .

Tabela 01 – Consumo de energia elétrica em 2013 e 2014.

	Janeiro	Fev.	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Set.	Outubro	Nov.	Dez.
2013	38.400	26.400	48.400	63.200	65.600	66.400	66.400	66.400	64.000	60.800	65.600	73.600
2014	44.000	52.800	54.500	68.800	63.724	65.604	70.633	62.423	70.322	65.384	73.613	70.810

Fonte: Instituição de Ensino em estudo (2015).

## 5.2 ORIENTAÇÃO GEOGRÁFICA DOS PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Para a disposição dos módulos fotovoltaicos, buscou-se manter a disposição das vagas de estacionamento da forma como estão atualmente, visto que é um local já apropriado por todos e com acessos bem definidos. Dessa forma, a inclinação do estacionamento em relação ao norte é de  $51^\circ$ , correspondentes ao ângulo horizontal. Em relação ao ângulo vertical, utilizou-se a mesma inclinação da latitude da cidade que é de  $28^\circ$ , de modo a se obter uma melhor eficiência energética. A proposta de orientar os módulos pelo desenho do terreno, porém direcioná-los para a inclinação ideal, é uma das características do BIPV, ou seja, atende parte da necessidade arquitetônica e parte da geração de energia.



Figura 01 – Localização do estacionamento dentro do Campus da Universidade.

Fonte: Google Earth (2015).

## 5.3 RADIAÇÃO SOLAR DIÁRIA

Partindo dos dados conhecidos através do consumo geral da Universidade, utilizou-se *software* Radasol para a obtenção da intensidade da radiação solar em superfícies inclinadas. O Radasol é um programa desenvolvido pelo Laboratório de Energia Solar (LABSOL) da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, o qual emprega modelos matemáticos através de rotinas que determinam o efeito da inclinação da superfície receptora de radiação solar direta e

difusa. Para o cálculo em questão, selecionou-se no mapa apresentado pelo próprio Radasol o estado do Rio Grande do Sul e, em seguida, o ponto representativo à cidade de Cruz Alta. No campo do desvio azimutal utilizaram-se os  $51$  graus de inclinação em relação ao norte e no campo de inclinação do módulo utilizaram-se  $28$  graus. Após solicitar ao programa dados de radiação inclinada, gerou-se uma tabela de dados, na qual se obteve a Irradiação Média ( $\text{kWh}/\text{m}^2/\text{dia}$ ) abaixo:

Mês	Ir. Inclinada ( $\text{kWh}/\text{dia}$ )
Janeiro	5,95
Fevereiro	5,91
Março	5,35
Abril	4,77
Mai	3,64
Junho	3,36
Julho	3,34
Agosto	3,73
Setembro	4,57
Outubro	5,13
Novembro	5,48
Dezembro	6,21
Média anual	4,79

Tabela 02 – Irradiação média inclinada (G<sub>poa</sub>).

Fonte: *Software* Radasol (2015).

## 5.4 POTÊNCIA NOMINAL NECESSÁRIA PELA INSTITUIÇÃO

A potência nominal diz respeito à potência necessária para suprir a demanda energética da Instituição (MARINOSKI; SALAMONI; RUTHER, 2004) e é calculada a partir da equação abaixo:  $Pot = E / G_{poa} \times N \times R$

Onde:  $E$  = consumo médio diário durante o ano ( $\text{kWh}/\text{dia}$ );  $G_{poa}$  = ganho por radiação solar: média diária anual ( $\text{kWh}/\text{m}^2/\text{dia}$ );  $N$  = número de dias do mês (30);  $R$  = rendimento (80%).



O resultado obtido foi de 532 kWp, adotando-se um  $E = 61.159 \text{ kWh/dia}$ ,  $G_{\text{poa}} = 4,79 \text{ kWh/m}^2/\text{dia}$  e  $N = 30$  dias. Com isso, confirma-se a hipótese de que a área sugerida para a instalação de módulos fotovoltaicos como cobertura do estacionamento local não é suficiente para sanar toda a demanda da Instituição, já que a mesma necessita de uma quantidade muito superior de geração de energia. Mesmo que a energia solar não supra toda a demanda, o objetivo é diminuir a fatura do consumo de energia elétrica da Universidade, além de proporcionar sombreamento e proteção aos veículos e usuários.

### 5.5 CONFIGURAÇÃO ARQUITETÔNICA

Frente à disposição atual das vagas (figura 02), a proposta visa cobrir com painéis de módulos fotovoltaicos, fundamentados em estruturas metálicas, nas principais sequências de estacionamentos, dispostas em duas faixas de dez metros de largura cada e 30 colunas de dois metros e meio, totalizando um comprimento de 75 metros, abrangendo 60 vagas em cada faixa. A cobertura é proposta em dois seguimentos inteiros de vagas e inclinada conforme a latitude. A área de cada sequência é de  $750,00 \text{ m}^2$ , o que totalizaria uma área coberta de  $1.500,00 \text{ m}^2$ , equivalente a 120 vagas de estacionamento.

Este estacionamento dá suporte hoje a todo o Centro de Ciências Humanas e Sociais da Universidade e, por se tratar de um espaço totalmente asfaltado e sem quaisquer espécies arbóreas, existe um descontentamento enorme por parte dos usuários principalmente nas estações mais quentes do ano.

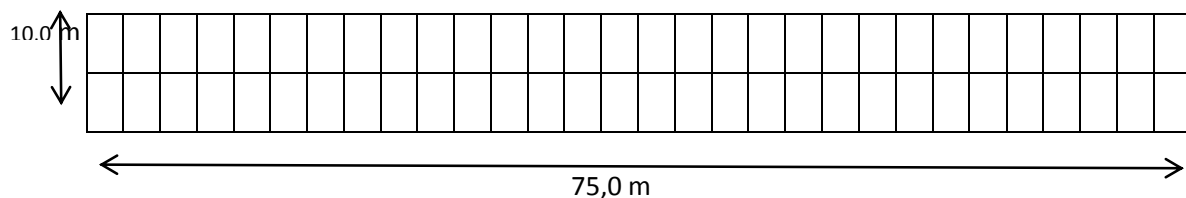


Figura 04 – Esquema de configuração das vagas de estacionamento.  
Fonte: elaborado pelas autoras (2015).



Figura 02 – Imagem da configuração do estacionamento atual demarcando as duas sequências de vagas.

Fonte: Google Earth (2015).

No que tange ao sombreamento do estacionamento, o mesmo encontra-se em uma posição privilegiada, totalmente livre de estruturas vizinhas muito próximas que venham a sombrear os painéis solares entre os horários de maior radiação (entre 09h e 15h), como se pode observar nas Figuras 02 e 03, evitando esse tipo de perda de eficiência energética.



Figura 03 – Imagem do estacionamento em estudo, conforme ângulo relacionado na Figura 03.

Fonte: Arquivo pessoal (2015).



Figura 05 - Exemplo de tipologia a ser proposta no presente estudo: Estacionamento de estação de tramway da aglomeração de Montpellier, França.

Fonte: ofrioquevemosol.blogspot.com.br (2015).

## 5.6 ESCOLHA DO MÓDULO FOTOVOLTAICO

A escolha de um módulo fotovoltaico deve se basear em diversos fatores como custo, durabilidade, qualidade do fabricante, etc. Em princípio, a eficiência não deve nortear a escolha do módulo a não ser que a área disponível seja um fator restritivo (PINHO; GALDINO, 2014). Para fins de cálculo, o módulo fotovoltaico elencado para a presente análise baseou-se puramente em características intrínsecas como potência, tensão e corrente, sendo o escolhido: KYOCERA KD315GH – 4FB (até 1000 W/m<sup>2</sup>). As dimensões retangulares dos módulos também contribuiram para a modulação necessária nas duas áreas das faixas de vagas de estacionamento, conforme descrito no próximo item. Seguem alguns dados do módulo: Potência = 315 W; Comprimento = 1662 mm; Largura = 1320 mm; Peso = 27,5 kg; Células por módulo = 80; Tecnologia multicristalina.

## 5.7 DEFINIÇÃO DE GRUPOS DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS DENTRO DO SISTEMA

A fim de se obter a quantidade de módulos utilizados na proposta, foi dividida a área descrita da configuração arquitetônica pelas dimensões do módulo escolhido. Já que cada sequência totalizou 330 unidades de módulos fotovoltaicos, decidiu-se criar grupos menores de módulos, dispostos a cada 30 unidades, que em número de 11 equivalem a uma sequência de estacionamentos, como cada qual com seu inversor, já que é inviável conectar todos os módulos a um só equipamento. A configuração dos grupos dos módulos segue abaixo.

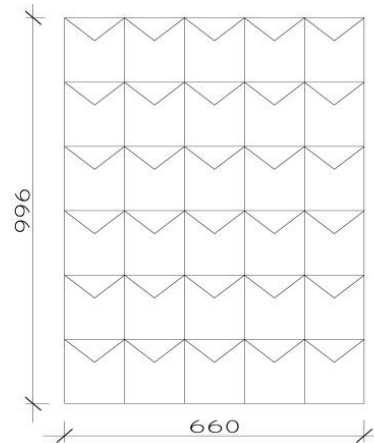


Figura 07 – Configuração de um grupo de módulos.

Fonte: elaborado pelas autoras (2015).

## 5.8 ESCOLHA DO INVERSOR

Um inversor é um dispositivo eletrônico que fornece energia elétrica em corrente alternada a partir de uma fonte de energia elétrica em corrente contínua (PINHO; GALDINO, 2014). De acordo com as configurações já mencionadas, serão necessários 22 inversores para a proposta, ou seja, um para cada grupo de módulos. Considerando que os 30 módulos de cada grupo estejam ligados em série a cada cinco unidades e em paralelo a cada seis unidades, tem-se a corrente de 42,5 A, tensão de 295,2 V e potência de 9,45 kWp. A partir destes valores, foi escolhido o inversor FRONIUS IG Plus 120 V- 3 por suas características principais.

## 5.9 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA PELO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Para a obtenção da potência total instalada pelo sistema fotovoltaico, multiplicou-se a potência dos grupos de módulos por sua quantidade, ou seja, a potência de 9,45 kWp por 22 grupos de módulos, o que totalizou uma potência de 207,90 kWp. Percebe-se que o valor obtido é menor que a metade quando comparado com a demanda total da universidade, calculada anteriormente como sendo de 532 kWp.

## 5.10 DISCUSSÕES

De acordo com a metodologia exposta, pode-se perceber que a potência instalada pela proposta não foi suficiente para atingir toda a de-

manda de consumo elétrico necessária pela universidade, como já era esperado. Dessa forma, a instalação do sistema de energia fotovoltaica visa diminuir o consumo usado por esta Instituição através da distribuidora local, devido à alta demanda e pouca área disponível para instalação do sistema fotovoltaico.

A partir dos dados obtidos, descritos nos procedimentos adotados, pode-se fazer uma estimativa da energia gerada pelos módulos fotovoltaicos mensalmente através da seguinte fórmula:

$$E = \text{Pot. inst.} \times \text{Gpoa} \times N \times R$$

Em que: E = energia mensal instalada (kWh/dia); Pot. Inst. = potência instalada pelos módulos fotovoltaicos (207,90 kWp); Gpoa = ganho por radiação solar: média mensal (kWh/m<sup>2</sup>/dia); N = número de dias do mês (30); R = rendimento (80%).

Fazendo o cálculo para todos os meses do ano, pode-se comparar a demanda média mensal com a potência instalada e, dividindo-se uma pela outra, obteve-se o percentual mensal que a energia solar pode suprir. Estes dados seguem na Tabela 03:

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Consumo médio (kWh)	41200	39600	51450	66000	64662	66002	68516,5	64411,5	67161	63092	69606,5	72205
Geração (kWp)	29688	29488	26694	23800	18162	16765	16665	18611	22802	25596	27343	30985
Percentual (%)	72,06	74,46	51,88	36,06	28,09	25,40	24,32	28,89	33,95	40,57	39,28	42,91

Tabela 03 – Porcentagem de economia gerada em relação ao consumo médio mensal.

Fonte: elaborado pelas autoras (2015).

A comparação dos dados pode ser visualizada também quando se compara a demanda dos anos de 2013 e 2014 com a potência instalada, conforme figura abaixo. Analisando o gráfico, percebe-se que os meses de verão, os quais a geração de energia solar é maior, coincidem com o período de férias da Instituição de Ensino, por isso a geração do sistema é bem mais significativo que em outros meses do ano.

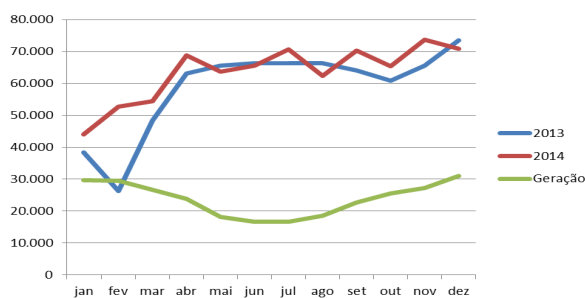


Figura 09 – Gráfico de Consumo x Geração.

Fonte: elaborado pelas autoras (2015).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho propôs uma cobertura para um dos estacionamentos existente em uma Instituição de Ensino Superior através da utilização de módulos fotovoltaicos, a fim de contribuir na geração de energia e conforto dos usuários do local. A utilização de BIPV na geração de energia é muito

interessante, pois, além do seu papel energético, os módulos fotovoltaicos servem também como revestimento arquitetônico. No caso sugerido, a cobertura de vagas de estacionamento permite que os módulos forneçam sombreamento aos veículos, proteção das precipitações para os veículos e pedestres, além da geração de energia.

Apesar da alta demanda mensal necessária pela Instituição, pode-se perceber que a cobertura sugerida com módulos fotovoltaicos contribui substancialmente para o decréscimo da demanda de energia elétrica, principalmente nos meses de férias de verão da faculdade, onde a geração de energia solar pode chegar a ser maior do que o consumo da Universidade, tal como no mês de fevereiro de 2013, demonstrado na figura 09. Outra alternativa para diminuir ainda mais a demanda de energia da rede elétrica seria instalar os módulos fotovoltaicos em outros estacionamentos da faculdade, ou até mesmo em outros locais convenientes, tais como coberturas de edifícios, fachadas, brises, entre outros. O uso do BIPV é amplo, assim como a área e a variedade de edificações e usos da Instituição. Portanto, a utilização do potencial energético solar para obtenção de energia elétrica apresenta-se como uma alternativa satisfatória na redução de custos junto à administração do Campus, além de ser uma forma sustentável de obtenção de energia.

De um modo geral, as edificações não residenciais possuem um número maior de usuários, o que, por si só, já eleva a demanda energética. Além disso, essa tipologia em especial costuma possuir muitos aparelhos que consomem eletricidade, como condicionadores de ar, computadores, motores, impressoras, refrigeradores, etc. Para atingir um consumo reduzido de energia elétrica, as fontes alternativas capazes de gerar de energia devem ser pensadas desde o princípio, ainda na concepção do projeto.

Antes de se falar em energia fotovoltaica, é necessário que algumas escolhas projetuais sejam inerentes a qualquer edificação, como iluminação zenital, ventilação natural, utilização de brises e outras estratégias de controle do conforto ambiental. Questões como estas ficam ainda mais evidentes durante um processo de estudo de aproveitamento energético, justamente porque se observa a importância da energia como um todo na vida útil de uma edificação e nos esforços que a ciência tem feito para minimizar as perdas no setor. Nesse sentido, de poder reverter parte do que deixou de ser planejado por qualquer razão que seja, é que a energia solar traz um grande suporte à vida humana.

de Doutorado. Orientador: Ricardo Rütther. PPGEC, 2013. Florianópolis: UFSC.

VILLALVA, Marcelo Gradella; GAZOLI, Jonas Rafael. *Energia Solar Fotovoltaica: conceitos e aplicações*. 1. Ed. São Paulo: Érica, 2012.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KEELER, Marian; BURKE, Bill. *Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis*. Porto Alegre - RS: Bookman, 2010.

MACHADO, C.T.; MIRANDA, F.S. *Energia Solar Fotovoltaica: uma breve revisão*. Revista Virtual de Química, 2015. 7 (1), 126-143.

MARINOSKI, D.L.; SALAMONI, I. T.; RUTHER, R. *Pré-dimensionamento de Sistema Solar Fotovoltaico: Estudo de caso do edifício-sede do CREA-SC*. In: Conferência Latino-americana de Construção Sustentável, I.; Encontro de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo, 2004. I CLACS; X ENTAC, 2009.

MCVEIGH, J.C. *Energia Solar: introdução às aplicações de energia solar*. Edições Cetop. Lisboa - PT, 1977. PINHO, J.T., GALDINO, M.A. *Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos*. Rio de Janeiro: CEPTEL - CRESESB, 2014. Disponível em: [http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual\\_de\\_Engenharia\\_FV\\_2014.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf)

SANTOS, Ísis Portolan. *Desenvolvimento de ferramenta de apoio à decisão em projetos de integração solar fotovoltaica à arquitetura*. Tese



## ABSTRACT

The conversion of solar energy into electrical energy has gained more and more space in the market, since it is an alternative and renewable energy, contributing to sustainability. The photovoltaic market, although it has undergone an evolutionary explosion in recent years, also has little incentive in the country compared to other niches of the energy sector. Given the wide availability of solar radiation that Brazil receives due to its geographical location, studies and projects in this area are made relevant. This analysis proposes the implementation of a solar energy harvesting system in a parking area of an institution of higher of Rio Grande do Sul education in order to meet two uses, the role of protection to vehicles and users, and also the generation energy, minimizing energy costs with the local utility. The system has been proposed in an area already recognized by the community as parking, which has a low shading rate. According to the demand data of the institution, identification of the solar radiation potential of the site and the proposal of the photovoltaic system, it observed that even with the high consumption of the institution, the monthly photovoltaic power generation was significant and can minimize financial outlays. What was most noticeable in the summer months, a period that solar power generation is greater and coincides with the institution's holiday season, can meet even the total energy demand.

**Keywords:** Photovoltaic Solar Energy. Building Integrated Photovoltaic. Sustainability.