

Energia Solar e Eólica 2

Paulo Jayme Pereira Abdala
(Organizador)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

Paulo Jayme Pereira Abdala
(Organizador)

Energia Solar e Eólica 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Karine de Lima

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E56 Energia solar e eólica 2 [recurso eletrônico] / Organizador Paulo Jayme Pereira Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Energia Solar e Eólica; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-067-4

DOI 10.22533/at.ed.674192201

1. Energia – Fontes alternativas. 2. Energia eólica. 3. Energia solar. I. Abdala, Paulo Jayme Pereira.

CDD 621.042

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

As chamadas energias renováveis, também conhecidas como energias alternativas ou ainda energias limpas são três denominações possíveis para qualquer forma de energia obtida por meio de fontes renováveis, e que não produzem grandes impactos ambientais negativos. Atualmente, com a grande preocupação mundial em compensar as emissões de CO₂, o consumo deste tipo de energia tem sido o foco de governos e empresas em todo globo.

Neste sentido, o Brasil possui uma matriz energética bastante limpa, onde predomina o uso de hidrelétricas, apesar do crescimento do uso de termelétricas, as quais são abastecidas por combustível fóssil. No Brasil, o setor energético é responsável por grande parte das emissões de CO₂, ficando atrás somente do setor agrícola que reapresenta a maior contribuição para o efeito estufa brasileiro.

A energia proveniente do sol é a alternativa renovável mais promissora para o futuro e, por este motivo tem recebido maior atenção e também mais investimentos. A radiação solar gratuita fornecida pelo sol pode ser captada por placas fotovoltaicas e ser posteriormente convertida em energia elétrica. Esses painéis usualmente estão localizados em construções, como indústrias e casas, o que proporciona impactos ambientais mínimos. Esse tipo de energia é uma das mais fáceis de ser implantada em larga escala. Além de beneficiar os consumidores com a redução na conta de energia elétrica reduzem as emissões de CO₂.

Com relação à energia eólica, o Brasil faz parte do grupo dos dez países mais importantes do mundo para investimentos no setor. As emissões de CO₂ requeridas para operar esta fonte de energia alternativa são extremamente baixas e é uma opção atrativa para o país não ser dependente apenas das hidrelétricas. Os investimentos em parques eólicos vem se tornando uma ótima opção para neutralização de carbono emitidos por empresas, indústrias e etc.

Neste contexto, este EBOOK apresenta uma importante contribuição no sentido de atualizar os profissionais que trabalham no setor energético com informações extremamente relevantes. Ele está dividido em dois volumes contendo artigos práticos e teóricos importantes para quem deseja informações sobre o estado da arte acerca do assunto.

Paulo Jayme Pereira Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	10
ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS NOS CAMPI IFG ITUMBIARA E URUAÇU	
Sergio Batista da Silva Olívio Carlos Nascimento Souto Fernando Nunes Belchior Ghunter Paulo Viajante Elias Barbosa Macedo Vera Ferreira Souza	
DOI 10.22533/at.ed.6741922011	
CAPÍTULO 2	24
ESTUDO DE VIABILIDADE PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA PLANTA FOTOVOLTAICA INTEGRADA EM UM SHOPPING CENTER DE FORTALEZA - CE	
Sofia da Costa Barreto Paulo Cesar Marques de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.6741922012	
CAPÍTULO 3	41
ESTUDO DO COMPORTAMENTO E QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO ABACAXI SECADO EM SECADOR HÍBRIDO SOLAR-ELÉTRICO	
Raphaela Soares da Silva Camelo Juliana Lobo Paes Milena Araujo Silva Madelon Rodrigues Sá Braz Dhiego Santos Cordeiro da Silva Camila Lucas Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.6741922013	
CAPÍTULO 4	54
ESTUDOS TEÓRICOS E EXPERIMENTAIS SOBRE O CUIINSE ₂ E SUA APLICAÇÃO EM DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS	
Yuri Hamayano Lopes Ribeiro Denis Gilbert Francis David Marcus Vinícius Santos da Silva Jailton Souza de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.6741922014	
CAPÍTULO 5	66
EXPERIÊNCIA DE CURSO GRATUITO DE INSTALADOR DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE OFERECIDO PELO IFTO CAMPUS PALMAS	
Claudio Silva dos Santos Abimael Ribeiro Martins Adail Pereira Carvalho Brunno Henrique Brito	
DOI 10.22533/at.ed.6741922015	
CAPÍTULO 6	78
IMPACTO DA LEI PALMAS SOLAR NA ANÁLISE FINANCEIRA DA MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA EM PALMAS - TO	
Isamara Quirino de Castro Carlos Brunno Henrique Brito	

Felipe Tozzi Bittencourt
DOI 10.22533/at.ed.6741922016

CAPÍTULO 7 91

IMPACTOS DOS INCENTIVOS DOS GOVERNOS DO ESTADO E DO MUNICÍPIO NA MICROGERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA EM PALMAS - TO

Allan Carlos do Nascimento Silva
Brunno Henrique Brito

DOI 10.22533/at.ed.6741922017

CAPÍTULO 8 104

IMPLANTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE DOIS GERADORES FOTOVOLTAICOS CONECTADOS DIRETAMENTE NO BARRAMENTO C.C. DO LABORATÓRIO DE SISTEMAS HÍBRIDOS/MINIRREDES (GEDAE/UFPA)

Jorge Augusto Leal Corrêa
Claudomiro Fábio de Oliveira Barbosa
Marcos André Barros Galhardo
João Paulo Alves Veríssimo
Israel Hidai Lobato Lemos
Edinaldo José da Silva Pereira
João Tavares Pinho

DOI 10.22533/at.ed.6741922018

CAPÍTULO 9 121

INFLUÊNCIA DA SUJEIRA NA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA

Elismar Ramos Barbosa
Merlim dos Santos Ferreira de Faria
Fabio de Brito Gontijo

DOI 10.22533/at.ed.6741922019

CAPÍTULO 10 132

INFLUÊNCIA DO ESPECTRO SOLAR EM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS SOB CÉU LIMPO, CÉU PARCIALMENTE NUBLADO E CÉU NUBLADO

Guilherme Marques Neves
Waldeir Amaral Vilela
Enio Bueno Pereira
Luiz Angelo Berni

DOI 10.22533/at.ed.67419220110

CAPÍTULO 11 146

INTENSIFICAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM COLETOR SOLAR DE PLACA PLANA ATRAVÉS DE GERADOR DE VÓRTICE LONGITUDINAL DO TIPO DELTA

Felipe Augusto Santos da Silva
Leandro Oliveira Salviano

DOI 10.22533/at.ed.67419220111

CAPÍTULO 12 161

METODOLOGIA COMPUTACIONAL DE CONTROLE DE QUALIDADE DE DADOS DE IRRADIÂNCIA SOLAR

Marcus Vinícius Contes Calça
Matheus Rodrigues Raniero
Alexandre Dal Pai
Carlos Roberto Pereira Padovani
Domingos Mario Zeca Fernando

CAPÍTULO 13 174

PROJETO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABRIGOS DE PONTOS DE ÔNIBUS NA AV. ALMIRANTE BARROSO – BELÉM/PA

Ana Laura Pinheiro Ruivo Monteiro
Edinaldo José da Silva Pereira
Everton Leandro Santos Amaral
Ítalo de Sousa
Magda Tayane Abraão de Brito

DOI 10.22533/at.ed.67419220113

CAPÍTULO 14 191

PROJETO PRELIMINAR DE UM RADIÔMETRO ABSOLUTO PARA MEDIR A IRRADIÂNCIA SOLAR TOTAL

Franciele Carlesso
Jenny Marcela Rodriguez Gomez
Luiz Angelo Berni
Graziela da Silva Savonov
Luis Eduardo Antunes Vieira
Waldeir Amaral Vilela
Edson Luiz de Miranda

DOI 10.22533/at.ed.67419220114

CAPÍTULO 15 200

PROJETO, DESENVOLVIMENTO E TESTE DE FOGÕES SOLARES

Diego Lopes Coriolano
Erico Diogo Lima da Silva
Iraí Tadeu Ferreira de Resende
Vanina Cardoso Viana Andrade
Denilson Pereira Gonçalves
Renan Tavares Figueiredo
Odélsia Leonor Sanchez de Alsina

DOI 10.22533/at.ed.67419220115

CAPÍTULO 16 213

PROPOSTA DE RETROFIT NO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO E ESTUDO DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA EM UM DOS BLOCOS DA UTFPR EM CURITIBA

Larissa Barbosa Krasnhak
Jair Urbanetz Junior

DOI 10.22533/at.ed.67419220116

CAPÍTULO 17 229

PROPOSTA DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA OTIMIZAÇÃO DO GASTO PÚBLICO COM O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA UNIDADE DE ENSINO FEDERAL IMPLANTADA NA REGIÃO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

Adriano Moraes da Silva
Rebeca Lorena Santos Maia e Silva
Danielle Bandeira de Mello Delgado

DOI 10.22533/at.ed.67419220117

CAPÍTULO 18 246

PLATAFORMA PORTÁTIL E DE BAIXO CUSTO PARA A AQUISIÇÃO DA CURVA CARACTERÍSTICA

DE CÉLULAS SOLARES FOTOVOLTAICAS

Júlio César Madureira Silva
Augusto César da Silva Bezerra
Claudinei Rezende Calado
Ana Luiza F. Maia
Amanda Ribeiro Amorim

DOI 10.22533/at.ed.67419220118

CAPÍTULO 19 255

SISTEMA DE AQUISIÇÃO PARA PAINÉIS FOTOVOLTAICOS COM ARMAZENAMENTO DE DADOS EM SERVIDOR REMOTO UTILIZANDO PLATAFORMAS OPEN SOURCE RASPBERRY PI E ARDUINO

José Ilton de Oliveira Filho
Wilk Coelho Maia

DOI 10.22533/at.ed.67419220119

CAPÍTULO 20 263

SUJIDADE DEPOSITADA SOBRE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS INSTALADOS EM GOIÂNIA: MORFOLOGIA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Pedro Victor Valadares Romanholo
Bernardo Pinheiro de Alvarenga
Enes Gonçalves Marra
Sérgio Pires Pimentel

DOI 10.22533/at.ed.67419220120

CAPÍTULO 21 275

TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS SOLARIMÉTRICOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA EMC/UFG

Jéssica Alice Alves da Silva
Bernardo Pinheiro de Alvarenga
Sérgio Pires Pimentel
Enes Gonçalves Marra

DOI 10.22533/at.ed.67419220121

CAPÍTULO 22 290

TESTES DE SENSIBILIDADE PARA DIFERENTES PARAMETRIZAÇÕES CUMULUS DO MODELO WRF PARA MELHORAR AS ESTIMATIVAS DE VENTO

Lucia Iracema Chipponelli Pinto
Francisco Jose Lopes de Lima
Fernando Ramos Martins
Enio Bueno Pereira

DOI 10.22533/at.ed.67419220122

CAPÍTULO 23 303

O ENSINO SOBRE ENERGIAS RENOVÁVEIS NOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA NAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS

André Barra Neto
Ana Paula Pinheiro Zago
Márcia Helena da Silva
Mirian Sousa Moreira
José Eduardo Ferreira Lopes

DOI 10.22533/at.ed.67419220123

CAPÍTULO 24	317
POTENCIALIDADE DO BIOGÁS GERADO PELA CODIGESTÃO ENTRE DEJETO BOVINO E SUÍNO	
<ul style="list-style-type: none"> Juliana Lobo Paes Camila Ferreira Matos Gabriel Araújo e Silva Ferraz Giancarlo Bruggianesi Camila Kelly de Queiroz Caroline Stephanie Gomes de Castro Soares 	
DOI 10.22533/at.ed.67419220124	
CAPÍTULO 25	333
SIMULAÇÃO DE UMA PLANTA OTEC DE CICLO FECHADO OPERANDO NO BRASIL	
<ul style="list-style-type: none"> Marcus Godolphim de Castro Neves Hélio Henrique Rivabene Ferreira Dias Cassio Roberto Macedo Maia Ricardo Alan Verdú Ramos 	
DOI 10.22533/at.ed.67419220125	
CAPÍTULO 26	344
ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE 24 MESES DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE NO ESTADO DO TOCANTINS	
<ul style="list-style-type: none"> Brunno Henrique Brito Thálisson Câmara Belém Márcio Serafim de Almeida Felipe Tozzi Bittencourt 	
DOI 10.22533/at.ed.67419220126	
CAPÍTULO 27	359
ESTUDO TECNOLÓGICO DE SISTEMAS DE CULTIVO DE MICROALGAS	
<ul style="list-style-type: none"> Robson de Souza Santiago Bruno Lindbergh Sousa Yordanka Reyes Cruz Estevão Freire Suely Pereira Freitas Gisel Chenard Díaz 	
DOI 10.22533/at.ed.67419220127	
CAPÍTULO 28	376
INFLUÊNCIA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM AEROPORTOS SOBRE A SEGURANÇA DAS OPERAÇÕES AERONÁUTICAS	
<ul style="list-style-type: none"> Francisco Wilson Falcão Júnior Paulo Cesar Marques de Carvalho Wilson Cabral de Sousa Júnior 	
DOI 10.22533/at.ed.67419220128	
SOBRE O ORGANIZADOR	390

ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS NOS CAMPI IFG ITUMBIARA E URUAAÇU

Sergio Batista da Silva
Olívio Carlos Nascimento Souto
Fernando Nunes Belchior
Ghunter Paulo Viajante
Elias Barbosa Macedo
Vera Ferreira Souza

RESUMO: O presente trabalho apresenta uma análise de viabilidade técnica e econômica para a instalação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica nos campi do Instituto Federal de Goiás - IFG, nos municípios de Itumbiara-GO e Uruaçu-GO, com o objetivo de atender ao consumo total de energia das referidas instituições. A partir das faturas de energia elétrica referentes ao ano de 2016, obteve-se os dados de consumo que propiciaram as análises realizadas neste trabalho, baseado nas resoluções normativas 482/2012 e 687/2015 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Os cálculos foram efetuados empregando-se o programa computacional PVSyst 6.6.4, que permite dimensionar a potência mínima de um sistema fotovoltaico, a fim de garantir o autoconsumo da instituição e, por consequência, redução significativa nos valores pagos com energia elétrica. Os resultados apontaram uma economia anual de energia para o campus Itumbiara de R\$ 168.474,41, equivalente a uma redução de 93,51% no valor faturado. Já para

o campus Uruaçu a economia anual chegou ao valor de R\$ 202.140,13 alcançando uma redução de 99,94% nos gastos com energia elétrica. A avaliação econômica foi realizada utilizando o *Payback* descontado, onde os resultados sinalizaram a viabilidade econômica do projeto, com um retorno financeiro do empreendimento em cerca de 11 anos para ambos os campi.

PALAVRAS-CHAVE: Viabilidade Econômica, Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede, Compensação de Energia.

ABSTRACT: This paper presents an economic feasibility study for the installation of photovoltaic systems connected to the grid on the campuses of the IFG in the municipalities of Itumbiara and Uruaçu - Goiás, aiming to make up for all the energy demand of these institutions. The study was carried out using data on energy consumption, referring to rates for the year 2016, and all the analysis regarding the electric energy compensation system was based on normative resolutions 482/2012 and 687/2015 of ANEEL. Featuring the electricity monthly consumption were carried out the way of calculations to obtain the scaling of minimum power for compensation of all consumption, given that energy bills are one of the biggest expenses in most public institutions of higher education. The results indicated an annual energy savings for the Itumbiara campus of R\$

168,474.41, equivalent to a reduction of 93.51% in the amount billed. For the Uruaçu campus, the annual savings reached R\$ 202,140.13, represented a reduction of 99.94% in the energy bill. The economic valuation was performed through discounted Payback and Net Present Value (NPV) methods, which signaled the economic viability of the project with a financial return of the project in about 11 years for both campuses. **KEYWORDS:** Economic viability, Photovoltaic systems, Energy Compensation.

1 | INTRODUÇÃO

Diante da crescente necessidade de minimizar os impactos prejudiciais ao meio ambiente e também de racionalização de custos, a busca por meios alternativos de produção de energia tem sido bastante elevada nos últimos anos (Silva, *et al*, 2013). Entre todas as fontes renováveis de energia, a geração solar fotovoltaica (FV) é a que mais tem se destacado no contexto da Geração Distribuída (GD). Esta, tem por característica principal, produzir energia no local de consumo, bem como ao próximo dos centros de consumo. Com o aumento do interesse em sistemas de energia renováveis, esse tema tem sido incluído em programas de financiamento, sendo também implementadas políticas energéticas como forma de incentivo ao uso de fontes renováveis de energia. Esta estratégia tem sido utilizada nos países desenvolvidos (IRENA, 2017).

No Brasil, em 17 Abril de 2012, a ANEEL publicou a RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 482 (RN482), a qual estabelece as condições gerais para a implantação de sistemas de microgeração e minigeração distribuída conectados aos sistemas de distribuição de energia elétrica. A energia elétrica produzida além do consumo da unidade consumidora por ser compensado, criando créditos para o consumidor (ANEEL, 2012).

Em novembro de 2015, foi publicada a RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 687 (RN687) a qual fez uma revisão na RN482, e entre outras alterações, normalizou as categorias de micro e minigeração distribuídas, referindo-se a microgeração distribuída a uma central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW, enquanto que a minigeração distribuída diz respeito às centrais geradoras com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW, para a fonte hídrica, ou 5 MW para as demais fontes (ANEEL, 2015). A classificação da minigeração ainda sofreu nova alteração com a publicação da RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 786 de outubro de 2017, o qual altera os limites, isto é, superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras (ANEEL, 2017).

No primeiro semestre de 2016, foi aberto pelo Instituto Federal Sul de Minas Gerais (IFSuldeMinas), por meio da Comissão Especial de Licitação, designada pela portaria número 796 de 20/04/16 um edital de licitação para aquisição de microgeração

solar fotovoltaica, o qual previa a contratação de empresa para a instalação de 82 sistemas fotovoltaicos conectados à rede, com capacidade instalada de 70,2 kWp espalhadas em diversos campi de diferentes institutos federais do país. Neste mesmo edital, dois campi do Instituto Federal de Goiás (IFG) foram contemplados, sendo eles, o campus de Itumbiara e o campus de Uruaçu (IFSULDEMINAS, 2016).

Diante deste contexto, a proposta de trabalho é realizar um estudo sobre o potencial para instalação de um sistema de energia solar fotovoltaica em dois campi do IFG (Itumbiara e Uruaçu), visando dimensionar sua capacidade de modo a suprir e compensar o consumo de energia dos respectivos campi. A Fig.1 apresenta a distribuição dos 14 campi do IFG, destacando a localização dos campi Uruaçu (4) ao norte do estado e Itumbiara (5) ao sul, divisa com o estado de Minas Gerais.

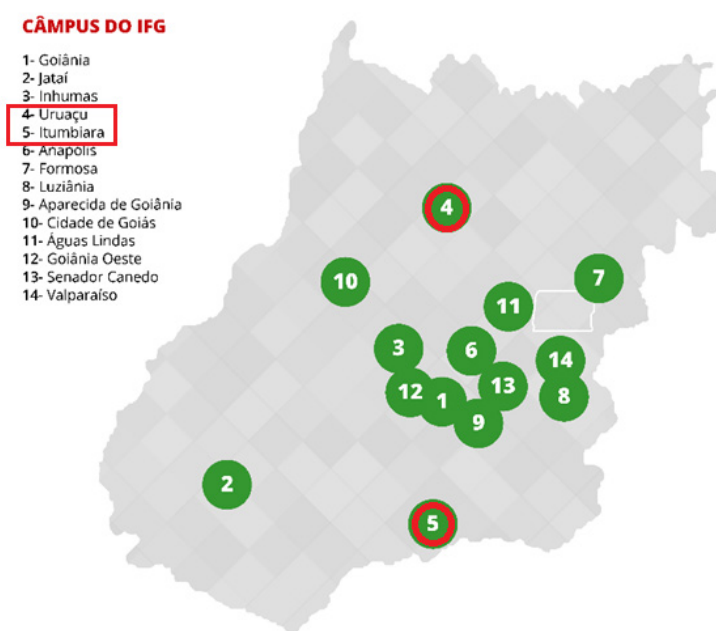


Fig. 1 - Localização dos Campi do IFG no estado de Goiás – destaque para os campi 4 e 5, Uruaçu e Itumbiara.

Neste estudo, as faturas de energia, referente ao ano de 2016, são avaliados, visando criar uma metodologia para classificar qual ou quais as melhores opções para instalação destes sistemas, considerando fatores como: potência instalada; inclinação e orientação dos arranjos FV e contratos de energia junto à CELG-D pertencente ao grupo ENEL Distribuição Brasil. Buscando sempre, maximizar os benefícios da redução das faturas de energia, bem como, avaliar a viabilidade econômica de ambos os projetos com melhores ganhos financeiros quando levado em consideração o tempo de retorno de cada projeto.

2 | METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

Com vistas a proceder ao dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos de ambos

os campi para que sejam realizados os estudos de viabilidade econômica, faz-se necessária identificar as principais informações, tais como: radiação solar, consumo de energia, demanda, etc.

2.1 Irradiação Solar e Potencial de Geração FV no Brasil

O conceito de irradiação solar é definido como a energia incidente por unidade de superfície de um dado plano, obtida pela integração da irradiância durante um intervalo de tempo, normalmente uma hora ou um dia (Pinho e Galdino, 2014). A disponibilidade de radiação solar é determinada tanto por condições atmosféricas (nebulosidade, umidade relativa do ar, etc.) quanto dependente da latitude local e da posição no tempo (hora do dia e dia do ano) (ANEEL, 2008).

Devido à sua localização, sendo a maior parte na região intertropical, o Brasil é dotado de grande potencial para o aproveitamento de energia solar durante todo o ano. Essa característica permite traçar um panorama futuro de inúmeros benefícios, dentre eles o desenvolvimento de regiões remotas onde há um elevado custo para a instalação de redes elétricas convencionais, comparando-se ao retorno do investimento, além de proporcionar a oferta regular de energia em períodos de estiagem.

A irradiação média brasileira sob o plano horizontal é de 4,96 kWh/m²/dia, com média mínima de 4,53 kWh/m²/dia na região sul do país, e média máxima de irradiação de 5,49 kWh/m²/dia localizado na região nordeste (Pereira et al., 2017).

A Fig. 2 ilustra a distribuição de radiação solar mensal em todas as regiões do país. Pode-se observar que a região central se destaca como aquela de maior incidência de radiação solar nos meses de agosto a fevereiro.

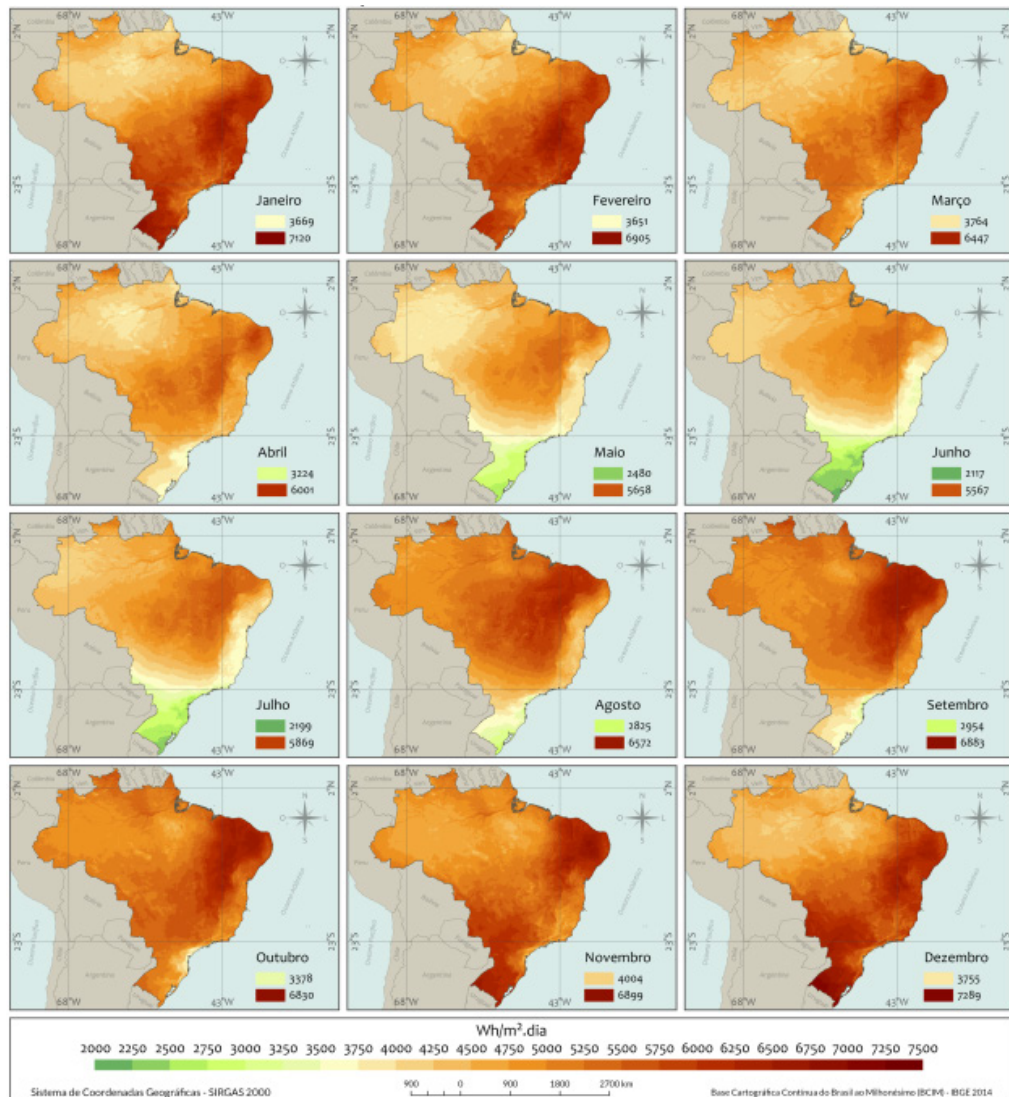


Fig. 2 - Total da irradiação solar global horizontal – médias mensais
(Pereira et. al., 2017)

2.2 Caracterização dos Campi

O campus Itumbiara está localizado na região sul do estado de Goiás, cujas coordenadas geográficas são: latitude $18^{\circ} 26'$ ao Sul e longitude de $49^{\circ} 13'$ a Oeste. Os telhados que permitem receber máxima radiação solar devem possuir desvio azimutal de 50° (Noroeste) e ângulo de inclinação de aproximadamente 10 graus. O campus Uruaçu encontra-se localizado ao norte do estado, sendo sua Latitude $14^{\circ} 31' 29''$ ao Sul e na Longitude $49^{\circ} 08' 27''$. Desta forma, os telhados com orientações Leste/Oeste e desvio azimutal de 7° (Nordeste) proporcionam recebimento de máxima radiação solar. Ambos os campi estão enquadrados na modalidade tarifária A4 horo sazonal verde. De acordo com a RN 687, a potência máxima do sistema de geração distribuída de uma unidade consumidora enquadrada na modalidade tarifária A4 está limitada à demanda contratada.

2.3 Irradiação Solar nos Municípios de Itumbiara-GO e Uruaçu-GO

De acordo com dados do Atlas Brasileiro de Energia Solar a irradiação solar na região onde se localiza o município de Itumbiara, apresenta um valor diário médio anual no plano horizontal de 5,24 kWh/m²/dia (Pereira et. al., 2017). A maior média diária mensal é de 5,77 kWh/m²/dia e ocorre no mês de dezembro. Já a menor média é de 4,39 kWh/m²/dia e acontece no mês de junho coincidindo com o período do solstício de inverno.

Para o município de Uruaçu-GO, o valor diário médio anual no plano inclinado é 5,31 kWh/m²/dia, sendo encontrado a maior média diária mensal de 5,74 kWh/m²/dia no mês de agosto. Já a menor média mensal é de 4,67 kWh/m²/dia registrada no mês junho. O gráfico da Fig. 3 apresenta o perfil de irradiação para o plano horizontal para as regiões avaliadas neste trabalho.

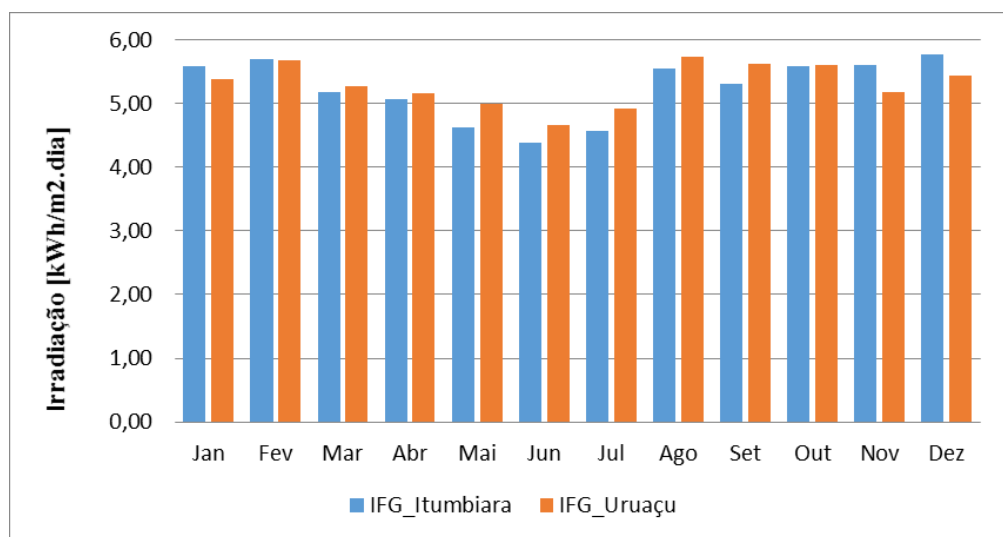


Fig. 3 - Irradiação solar diária mensal no plano horizontal para as localidades avaliadas.

2.4 Características do Consumo de Energia

O período de análise do consumo de energia no campus Itumbiara se restringiu, para este trabalho, ao ano de 2016. Importante ressaltar que sendo uma unidade consumidora do grupo A4 horo sazonal verde, o consumo é faturado considerando tarifas diferenciadas em dois postos horários diferentes, ou seja, consumo fora ponta e de ponta (18:00 e as 21:00 hrs).

No horário de ponta não há radiação solar suficiente para geração de energia pelo sistema fotovoltaico conectado à rede (SFCR), portanto a produção fica restrita ao horário fora de ponta. De acordo com a curva de carga da edificação e da potência instalada do sistema fotovoltaico poderá haver excedente de energia a qual será injetado na rede elétrica e, conseqüentemente, gerar créditos a serem compensados em faturas subsequentes.

A partir das faturas mensais de energia dos meses de janeiro a dezembro de 2016, obteve-se os valores de consumo conforme Tab. 1:

Mês	Consumo Fora de ponta [kWh]	Consumo Ponta [kWh]	Total [kWh]
jan/16	31.406,40	4.338,79	35.745,19
fev/16	9.568,80	721,65	10.290,45
mar/16	21.124,80	2.958,55	24.083,35
abr/16	25.963,20	4.448,30	30.411,50
mai/16	22.053,60	3.686,68	25.740,28
jun/16	17.388,00	2.971,29	20.359,29
jul/16	13.543,20	2.405,37	15.948,57
ago/16	10.454,40	1.504,44	11.958,84
set/16	16.977,60	3.051,00	20.028,60
out/16	22.356,00	3.692,52	26.048,52
nov/16	25.228,80	3.938,11	29.166,91
dez/16	22.356,00	3.692,52	26.048,52
Total	238.420,80	37.409,22	275.830,02

Tab. 1 - Consumo de energia no campus Itumbiara ano 2016

Para o campus Uruaçu a análise também foi baseada nas faturas referentes ao ano de 2016 conforme a metodologia utilizada para o campus Itumbiara. Na Tab. 2, estão registrados os dados de consumo para os meses de janeiro a dezembro do ano supracitado:

Mês	Consumo Fora de ponta [kWh]	Consumo Ponta [kWh]	Total [kWh]
jan/16	11.106,90	1668,77	12.775,67
fev/16	22.158,45	4.335,53	26.493,98
mar/16	17.908,79	2.879,33	20.788,12
abr/16	22.834,94	4.366,19	27.201,13
mai/16	23.975,77	4.984,51	28.960,28
jun/16	21.881,7	4.853,27	26.734,97
jul/16	18.093,29	4.091,84	22.185,13
ago/16	15.633,29	2.923,12	18.556,41
set/16	24.018,82	4.532,27	28.551,09
out/16	26.315,84	5.175,5	31.491,34
nov/16	23.360,77	4.528,64	27.889,41
dez/16	20.384,17	4.076,37	24.460,54
Total	247.672,73	48.415,34	296.088,07

Tab. 2 - Consumo de energia no campus Uruaçu ano 2016

Uma vez que ambas as unidades consumidoras possuem tarifas diferenciadas, de acordo com a legislação vigente, a energia gerada pelo sistema deve ser prioritariamente utilizada para abater o consumo mensal no mesmo período em que foi

gerada, ou seja no período fora de ponta. Caso a geração de energia seja maior que o consumo para este posto horário, haverá um excedente na produção mensal (crédito) o qual deve ser utilizado para compensar o consumo no horário de ponta aplicando-se um fator de ajuste (ANEEL, 2016).

Quanto aos sistemas fotovoltaicos a serem instalados nas unidades consumidoras, de acordo com a RN687, a potência nominal está limitada à demanda contratada de 250 kW para o campus Itumbiara e 180 kW para o campus Uruaçu, conforme os respectivos contratos de demanda. Os valores supracitados definem a potência nominal dos inversores fotovoltaicos o que não impede que a potência total dos módulos fotovoltaicos possa ser superior ao dos inversores. Importante observar que deve-se respeitar as condições mínimas da capacidade dos inversores, como os limites de tensão e corrente.

O dimensionamento do SFCR foi realizado tendo por objetivo garantir o auto consumo das unidades consumidoras tanto para o horário fora de ponta como para o horário de ponta conforme apresentados nas Tabs. 1 e 2. Conforme supracitado, para compensação da energia consumida no horário de ponta, deve-se aplicar um fator de ajuste à energia excedente no horário fora de ponta, para correção dos valores.

O fator de ajuste tem por objetivo diferenciar a compensação de energia para o horário de ponta tendo em vista que a produção pelo sistemas fotovoltaicos ocorrem no período fora de ponta, conforme Eq. 1 (ANEEL, 2016):

$$F_c = \frac{TE_{fp}}{TE_p} \quad (1)$$

Onde TE_{fp} é a tarifa da energia consumida no período fora de ponta e TE_p a tarifa praticada no horário de ponta. As tarifas estão descritas na Tab. 3 e correspondem aos valores praticados para modalidade horo sazonal verde do ano de 2016.

Modalidade Tarifária Verde			
	kWh Ponta (R\$)	kWh Fora de ponta (R\$)	kWh HR (R\$)
TE	0,363720	0,229290	0,229290

Tab. 3 - Tarifas de energia / Modalidade tarifária verde (CELG) - ano 2016

2.5 Critérios de Dimensionamento dos SFCRs

Dispondo da energia total consumida durante o ano de 2016 no campus e, considerando a irradiação média diária para cada mês do ano, torna-se possível estimar a energia mensal produzida pelo SFCR. Para isso é necessário calcular a potência de pico do painel fotovoltaico (P_{FV}) por meio da Eq. 2 (Pinho e Galdino, 2014):

$$P_{FV}(Wp) = \frac{E/TD}{HSP_{MA}} \quad (2)$$

Onde:

E (Wh/dia) - Consumo diário médio anual da edificação ou fração deste;

HSP_{MA} (h) - Média diária anual das horas de sol pleno (HSP) incidente no plano do painel FV;

TD - Taxa de desempenho (adimensional).

Para uma análise mais precisa os resultados foram realizadas simulações com o programa *PVsyst* versão 6.64. Para ambos os SFCRs, a inclinação dos telhados foram as mesmas, isto é, 10° (Fig. 4.a). O desvio azimutal para o campus de Itumbiara é único, cerca de 50° a oeste (Fig. 4.b). Já para o campus de Uruaçu, devido as características do telhado, foi necessário orientar os módulos para a posição leste-oeste, conforme apresentados na Fig. 4 (c) e (d).

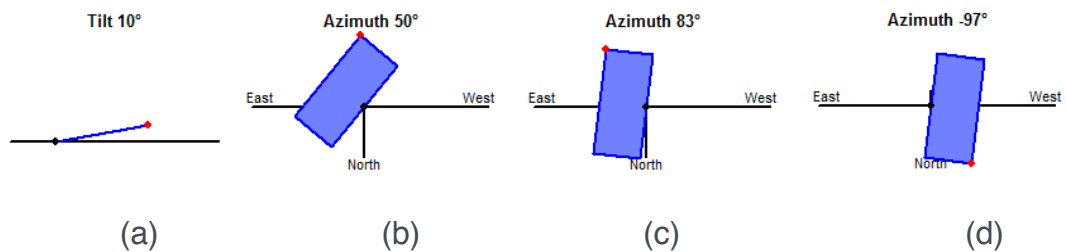


Fig. 4 - (a) Ângulo de Inclinação dos módulos; (b) Azimute para o telhado do campus de Itumbiara; (c) e (d) Azimute múltiplo para o telhado no campus de Uruaçu.

Os SFCR foram simulados utilizando módulos do fabricante *Canadian Solar*, modelo CS6K-270P, de 270 Wp cada.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o objetivo de avaliar qual a potência do SFCR necessária para garantir o autoconsumo de cada unidade consumidora, aplicou-se o fator de ajuste nos valores de consumo registrado para o horário de ponta resultantes das tabs. 1 e 2.

3.1 Dimensionamento dos SFCRs

De acordo com a Tab. 3 e aplicando-se os valores à Eq. 1 o fator de ajuste para a presente análise é igual a 0,630403 que será utilizado para a correção da energia excedente a ser compensada no horário de ponta.

Após a aplicação do fator de ajuste nos valores de consumo na ponta, o consumo total anual corrigido para o campus Itumbiara resultou em cerca de 297 MWh. Espera-se, portanto que o SFCR dimensionado produza energia suficiente para garantir o

autoconsumo da unidade consumidora. O valor do consumo total corrigido para o campus Uruaçu apresentou para o ano de 2016 o valor de 324,5 MWh.

A partir da energia total consumida (corrigida) durante o ano de 2016, da irradiação média diária a cada mês do ano, calculou-se a potência de pico do painel FV (PFV) por meio da Eq. 2 em ambos os campi. Foi considerando uma taxa de desempenho de 0,75 e a média diária anual das horas de sol pleno (HSP) incidente no plano dos módulos fotovoltaicos igual a 5,34 kWh/m².dia para o campus Itumbiara e igual a 5,33 kWh/m².dia para o campus Uruaçu (obtida por simulação no programa PVSyst).

Aplicando os valores resultantes na Eq. 2, obteve-se a potência de pico do SFCR no valor de 203,5 kWp para o campus Itumbiara-GO e 222,38 kWp para o campus Uruaçu-GO

Conforme estabelece a RN687 faz-se necessário a alteração do contrato de demanda do campus de Uruaçu-GO pois a potência do sistema FV para garantir o autoconsumo (compensar todo o consumo de energia requerida pela unidade consumidora) é superior à demanda contratada de 180 kW.

3.2 Simulação dos SFCR no PVSyst para os Campi do IFG, Itumbiara-GO e Uruaçu-GO

A Tab. 4 apresenta as descrições dos componentes utilizados na simulação, com o PVSyst além da potência nominal resultante da simulação para ambas unidades consumidoras.

Descrição	Itumbiara [Quant.]	Uruaçu [Quant.]	Unidade
Módulos <i>Canadian Solar</i> - CS6K-270P	720	800	un.
Inversor ABB - PRO-33.0-TL-OUTD-400	6	-	un.
Inversor ABB - TRIO-27.6-TL-OUTD	-	6	un.
Módulos em série	24	20	un.
<i>Strings</i> em paralelo	5	5	un.
Potência nominal FV	194,4	216	kWp

Tab. 4 – Características dos componentes utilizados na simulação no PVSyst

Após a simulação dos SFCR, os resultados foram tabulados e apresentados, conforme a Tab. 5.

Mês	ITUMBIARA					URUAÇU				
	Glob _{Hor}	T _{Amb}	Glob _{Inc}	E _{Prod}	Prod. Esp.	Glob _{Hor}	T _{Amb}	Glob _{Inc}	E _{Prod}	Prod. Esp.
	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh	kWh/kWp	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh	kWh/kWp
Jan	173,2	25,8	167,8	25548	131,42	166,8	25,0	165,5	27750	128,47

Fev	159,5	25,9	158,3	23979	123,35	159,1	25,4	157,8	26518	122,77
Mar	160,5	25,4	161,9	24637	126,73	163,6	25,3	162,4	27541	127,5
Abr	151,9	23,8	159,6	24622	126,66	155,1	24,9	154,2	26001	120,38
Mai	143,3	22,4	152,5	23794	122,4	154,6	23,8	153,5	26281	121,67
Jun	131,6	21,5	142,8	22346	114,95	140	23,4	139	23848	110,41
Jul	141,6	22,9	152	23601	121,4	152,8	24,5	152	25877	119,8
Ago	172	24,6	184	28116	144,63	177,8	25,8	177,1	29798	137,95
Set	159,2	25,8	164,1	24846	127,81	168,9	26,1	168	28064	129,93
Out	173	26	172,6	26154	134,54	173,6	25,6	172,7	29033	134,41
Nov	167,9	25,7	163,7	25001	128,61	155,3	25	154,1	26238	121,47
Dez	179	25,1	171,3	26072	134,12	168,9	25,0	167,6	28429	131,62
TOTAL	1912,7	24,6	1950,5	298718	1536,62	1936,5	25	1923,9	325378	1506,38

Tab. 5 – Resultados da Simulação

É possível observar que os valores calculados pela Eq. 2, diferem dos valores resultantes da simulação no *PVSyst*. Para o campus Itumbiara, o valor passou de 203,5 kWp para 194,4 kWp, e para o campus Uruaçu, o valor passou de 222,38 para 216 kWp. Consequentemente, o resultado da taxa de desempenho simulada pelo programa resultou em um valor superior, resultando em uma taxa de 0,78 e 0,77 para os campi Itumbiara e Uruaçu respectivamente.

De acordo com dados da tabela, é possível perceber um pequeno ganho de desempenho para o SFCR simulado no campus Itumbiara, cerca de 2% apenas, mesmo com o dimensionamento dos SFCR ligeiramente menores, comparados aos resultados da Eq. 2.

3.2 Análise da Economia de Energia com o SFCR

A análise foi realizada considerando o consumo de energia por posto horário (Ponta e Fora de Ponta), considerando suas respectivas tarifas para o ano de 2016, incluindo os impostos (ICMS, PIS e COFINS). Os valores médios das tarifas aplicados pela concessionária local no período foram de R\$ 1,7474 para o horário ponta e R\$ 0,48151 para o horário fora de ponta. Considerando os valores encontrados nas tabs. 3 e 5, a comparação entre a energia faturada com e sem o SFCR é apresentado na Tab. 6 para o IFG campus Itumbiara.

Mês	Fatura sem SFCR ponta (R\$)	Fatura sem SFCR fora de ponta (R\$)	Fatura com SFCR ponta (R\$)	Fatura com SFCR fora de ponta (R\$)	Diferença entre as faturas (R\$)
jan/16	7.581,60	15.122,50	7.581,60	3.612,94	11.509,56
fev/16	1.261,01	4.607,47	-	-	5.868,48
mar/16	5.169,77	10.171,80	-	-	15.341,57
abr/16	7.772,96	12.501,54	-	-	20.274,50
mai/16	6.442,10	10.619,03	501,92	-	16.559,21

jun/16	5.192,03	8.372,50	-	-	13.564,53
jul/16	4.203,14	6.521,19	-	-	10.724,33
ago/16	2.628,86	5.033,90	-	-	7.662,76
set/16	5.331,32	8.174,88	-	-	13.506,20
out/16	6.452,31	10.764,64	-	-	17.216,95
nov/16	6.881,45	12.147,92	-	-	19.029,37
dez/16	6.452,31	10.764,64	-	-	17.216,95
Total	65.368,87	114.802,00	8.083,53	3.612,94	168.474,41

Tab. 6 - Energia faturada nos postos fora de ponta e na ponta antes e após a compensação para o campus Itumbiara

A análise das diferenças obtidas entre o valor pago pelo consumo sem o SFCR e o valor obtido com a operação do mesmo, permite deduzir que poderá ser alcançada uma economia anual de 93,51% sob o valor faturado. Considerando condições de geração semelhantes ao longo dos anos esse resultado seria mantido caso o SFCR permaneça funcionando normalmente.

Para o IFG campus Uruaçu, foram aplicados os mesmos critérios, e os resultados apresentados na Tab. 7 apontaram uma expressiva economia quando se considera o SFCR dimensionado para garantir o autoconsumo do campus.

Para o horário fora de ponta foi possível abater completamente o valor da fatura a pagar. Porém, para o horário de ponta, apenas o mês de dezembro não foi possível atingir a compensação total do consumo do mês. Mesmo assim, a economia anual estimada foi de R\$ 202.140,13 o que representa uma redução de 99,94% sob a fatura anual referente a energia consumida.

Mês	Fatura sem SFCR ponta	Fatura sem SFCR fora de ponta	Fatura com SFCR ponta	Fatura com SFCR fora de ponta	Diferença entre as faturas
jan/16	R\$ 2.893,51	R\$ 5.305,77	-	-	8.199,28
fev/16	R\$ 7.517,46	R\$ 10.585,09	-	-	18.102,55
mar/16	R\$ 4.992,53	R\$ 8.555,03	-	-	13.547,56
abr/16	R\$ 7.570,62	R\$ 10.908,25	-	-	18.478,88
mai/16	R\$ 8.642,74	R\$ 11.453,23	-	-	20.095,97
jun/16	R\$ 8.415,18	R\$ 10.452,89	-	-	18.868,07
jul/16	R\$ 7.094,92	R\$ 8.643,16	-	-	15.738,09
ago/16	R\$ 5.068,46	R\$ 7.468,02	-	-	12.536,48
set/16	R\$ 7.858,59	R\$ 11.473,79	-	-	19.332,38
out/16	R\$ 8.973,90	R\$ 12.571,08	-	-	21.544,98
nov/16	R\$ 7.852,30	R\$ 11.159,44	-	-	19.011,74
dez/16	R\$ 7.068,10	R\$ 9.737,52	R\$ 121,46	-	16.684,16
Total	R\$ 83.948,33	R\$ 118.313,26	R\$ 121,46	R\$ 0,00	202.140,13

Tab. 7 - Energia faturada nos postos fora de ponta e na ponta antes e após a compensação para o campus Uruaçu

3.3 Análise da Viabilidade Econômica com a Implantação do SFCR

Os campi de Itumbiara e Uruaçu foram contemplados com sistemas de geração fotovoltaica de potência igual a 70,2 kWp através de edital público do IFSuldeminas. Para estes sistemas o custo de instalação (mão-de-obra e material) foi da ordem de R\$ 6.657,14 por kWp instalado. Este valor médio foi empregado para estimar o custo de implantação considerando as potências determinadas para ambos os campi. Vale ressaltar que, diferentemente do setor privado, a administração pública os custos de serviços para a realização das obras, apresentam custo mais elevado, resultando também em um maior tempo para retorno dos investimentos.

Neste sentido, para o campus Itumbiara, a estimativa do custo total do projeto é de R\$ 1.294.148,02 sendo que a aquisição dos módulos representa a maior porcentagem dos gastos. Para o campus de Uruaçu a estimativa de custo total do projeto resultou em R\$ 1.437.942,24.

O tempo de vida útil do sistema é estimado em 25 anos, sendo que a cada ano devem ser consideradas as despesas com manutenção e por volta do décimo e do vigésimo ano é necessário considerar a troca dos inversores. Considerando o montante economizado todos os anos pelo sistema.

Para avaliar a viabilidade econômica da implantação dos sistemas fotovoltaicos tendo por meta a compensação total do consumo das unidades consumidoras utilizou-se o método do *Payback* descontado. Os resultados apontaram para o retorno do investimento de 11 anos, ou seja, apresenta viabilidade por estar dentro do período de vida útil dos módulos.

4 | CONCLUSÕES

A análise desenvolvida neste trabalho teve por objetivo dimensionar a capacidade de geração para possíveis sistemas fotovoltaicos conectados à rede (SFCR) a serem instalados no IFG nos campi Itumbiara e Uruaçu, e apresentar um panorama da viabilidade e do retorno econômico dos referidos sistemas. Para tal, foi realizada a avaliação dos dados relativos ao potencial solar das regiões onde estão localizados os campi, e ao consumo de energia para o ano de 2016, das respectivas instituições de ensino.

A partir dos cálculos de dimensionamento da capacidade de geração de energia de ambos os SFCRs foram obtidos os valores de 181,43 kWp para o campus Itumbiara e 222,4 kWp para o campus Uruaçu, sendo que para a instalação deste último seria necessária a solicitação do aumento da potência disponibilizada para a instituição uma vez que o valor calculado é superior ao da demanda contratada.

Ambos os sistemas foram modelados no PVSyst, apresentando

valores ligeiramente diferente aos valores calculados, sendo eles, 194,4 kWp para o campus Itumbiara e 216 kWp para o campus Uruaçu. Diferença que está ligada às características mais completas e detalhadas no programa, como as perdas do sistema.

Os resultados das análises apontaram uma economia anual de energia para o campus Itumbiara de 93,51% no valor faturado referente ao consumo de energia. Já para o campus Uruaçu a economia anual chegou ao valor de R\$ 202.140,13 alcançando uma redução de 99,94% nos gastos com o consumo de elétrica. A avaliação econômica foi realizada utilizando o método de *Payback* descontado, o qual sinaliza a viabilidade econômica do projeto com um retorno financeiro do empreendimento em cerca de 11 anos para ambos os campi.

REFERÊNCIAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 3. ed. Brasília: ANEEL, 2008. Disponível em: <<http://www.ANEEL.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>>. Acesso em: 28 de agosto de 2018.

_____. “RESOLUÇÃO NORMATIVA N_482”, de 17 de abril de 2012. Brasília, DF, 2012.

_____. “RESOLUÇÃO NORMATIVA N_687”, de 24 de novembro de 2015. Brasília, DF, 2015.

_____. Caderno Temático ANEEL: Microgeração e Minigeração Distribuída. Sistema de Compensação de Energia Elétrica. 2^a edição, 2016.

_____. “RESOLUÇÃO NORMATIVA N_786”, de 17 de outubro de 2017. Brasília, DF, 2017.

PINHO, J.; GALDINO, M. Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos. Rio de Janeiro: Cepel-Cresesb, 2014.

IFSULDEMINAS. “RDC 01/2016 - SRP - Placas Fotovoltaicas”, 2016. DISPONÍVEL em:<<https://portal.ifsuldeminas.edu.br/pro-reitoria-administracao/compras-e-licitacoes/241-regimediferenciadodecompras>> Acesso em: 21 agosto de 2018.

IRENA INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY. “*Rethinking Energy 2017*”. Disponível em: <http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_REthinking_Energy_2017.pdf> Acesso em 28 de agosto de 2018.

MONTEIRO JR, A; SOUZA, M.S; ALBUQUERQUE, F.L.; SOUTO, O.C.N.; SILVA, S.B. “Análise de viabilidade econômica de sistema fotovoltaico conectado à rede em prédios públicos: um estudo de caso comparativo nos estados de Goiás e Tocantins”. XIV, CEEL,2016. Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

PEREIRA, E.B; MARTINS, F.R; GONÇALVES, A.R; COSTA, R.S.; LIMA, F.J.L; RÜTHER, R.; ABREU, S.L; TIEPOLO, G.M; PEREIRA, S.V; SOUZA, J.G. Atlas Brasileiro de Energia Solar, 2º edição. São José dos Campos. Brasil, 2017.

SILVA, S.B., SILVA, M. M., SEVERINO, OLIVEIRA, M.A.G., “A stand-alone hybrid photovoltaic, fuel cell and battery system: a case study of Tocantins, Brazil” *Renewable Energy*, 57 (2013), pp. 384-389

SOBRE O ORGANIZADOR:

Paulo Jayme Pereira Abdala possui graduação em Engenharia Eletrônica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - RJ (1988), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2005) e pós-graduação em Gestão de Aviação Civil pela Universidade de Brasília (2003). Entre 1989 e 2008 foi Chefe do Laboratório de Ruído Aeronáutico e Emissões de Motores do DAC/ANAC, tendo desenvolvido centenas de estudos sobre poluição sonora e atmosférica oriundas da atividade aeronáutica. Foi representante oficial do Brasil em diversos Fóruns Internacionais sobre meio ambiente promovidos pela Organização de Aviação Civil Internacional OACI - Agência da ONU. Foi Coordenador dos Cursos de Engenharia de Produção, Elétrica, Civil e Mecânica na UNOPAR/PG entre 2013 e 2018. Atualmente é Consultor Independente para a AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, OACI e INFRAERO. Tem experiência na área de Engenharia Eletrônica, atuando principalmente nos seguintes temas: acústica, meio ambiente e pedagogia (metodologia TRAINAIR/OACI).

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-067-4



9 788572 470674