

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	
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	
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	
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	
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	
Francisco Wilson Falcão Júnior	
Paulo Cesar Marques de Carvalho	
Wilson Cabral de Sousa Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.67419220128	
SOBRE O ORGANIZADOR	390

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

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Paulo Afonso Bahia

Rebeca Lorena Santos Maia e Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Paulo Afonso Bahia

Danielle Bandeira de Mello Delgado

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Paulo Afonso Bahia

RESUMO: A geração distribuída traz em seu escopo um conceito inovador e bastante aplicável em projetos de eficiência energética. Entretanto, a possibilidade de gerar energia para o próprio consumo, bem como injetar excedentes na rede, requer estudos mais aprofundados de viabilidade técnica a fim de estabelecer uma melhor relação custo-benefício na utilização de energia elétrica. Em vista disso, este trabalho analisa o consumo de eletricidade do IFBA Campus de Paulo Afonso, avaliando o impacto que o Sistema Fotovoltaico instalado provoca no consumo de energia elétrica da instituição, bem como apresenta uma proposta de sistema para composição de um plano de eficiência energética no Campus. Utilizam-se como procedimentos técnicos a pesquisa

bibliográfica, exploratória, capaz de subsidiar a análise dos dados. Quanto aos resultados verifica-se que a instituição precisa de um sistema fotovoltaico de 101,4 kWp para reduzir a demanda no período fora de ponta e reduzir o impacto que este período causa nos custos com energia elétrica. Afora, este trabalho contribui ainda com estudos sobre o tema abordado, além de subsidiar a análise crítica sobre o programa “Desafio da Sustentabilidade” e ampliar o debate a cerca da geração distribuída e eficiência energética no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência Energética, Geração Distribuída, Energia Solar, Sistemas Fotovoltaicos.

ABSTRACT: Distributed generation is an innovative and quite applicable practice in energy efficiency projects. Therefore, self-generating electricity and injecting surpluses in the electrical network require further studies related to the technical feasibility aiming to establish a better cost-benefit ratio in the use of electricity. The purpose of this paper is to analyse the electricity consumption of a public higher education institution (IFBA/Campus de Paulo Afonso), evaluating the impact that the photovoltaic system installed causes in the electricity consumption, as well as to present a system proposal for the composition of an energy efficiency plan in that institution. Regarding the

methods, it was conducted a bibliographical and exploratory research to support the data analysis. Our results show that the institution needs a photovoltaic system of 101.4 kWp to reduce demand in the off-peak period and to reduce the impact that this period causes on electricity costs. In addition, this paper also contributes with studies about photovoltaic systems, subsidizing the critical analysis of the program “Challenge of Sustainability” and broadening the debate about distributed generation and energy efficiency in Brazil.

KEYWORDS: Energy Efficiency, Distributed Generation, Solar Energy, Photovoltaic Systems.

1 | INTRODUÇÃO

A implantação de sistemas de geração fotovoltaica tem sido uma alternativa promissora quando se discute soluções energéticas sustentáveis (Silva, et. al, 2017). O Brasil, ao final de 2016, gerava cerca de 81 MWp de energia solar fotovoltaica, representando 0,05% da capacidade instalada total do país. Do total de 81 MWp existentes em 2016, 24 MWp correspondiam à geração centralizada e 57 MWp à Geração Distribuída (GD) (MME, 2017).

Geração Distribuída define-se como o uso integrado ou isolado de recursos modulares de pequeno porte por concessionárias, consumidores e terceiros em aplicações que beneficiam o sistema elétrico e/ou consumidores específicos (Barbosa; Azevedo, 2013). Esses microssistemas de geração apresentam fácil instalação, manutenção simplificada e redução considerável de perdas elétricas por estarem localizadas próximo da carga de consumo, além das vantagens socioeconômica e ambientais, com a redução da emissão de gases do efeito estufa, geração de empregos locais, aumento da arrecadação e aumento de investimentos (Silva, et. al, 2017; Absolar, 2016; Barbosa; Azevedo, 2013).

O conceito da GD traz em seu escopo possibilidades inovadoras onde pessoas físicas e jurídicas, consumidoras de energia elétrica, podem não apenas gerar energia para seu próprio consumo, como também injetar eletricidade na rede. Esse conceito tem sido amplamente discutido nos últimos anos e se tornado tendência evidente em diversos países. No Brasil, foi aberta essa possibilidade em 17 de abril de 2012, com a publicação da Resolução Normativa (RN) N° 482/2012, um elemento concentrado com abordagem administrativa e técnica (ANEEL, 2012).

As normas, em seu escopo, trazem conceitos mais técnicos e específicos do processo de implantação de micro e minissistemas de geração de energia. Com isso, as normas são mais difundidas no meio comercial e especializado, tais como entre as distribuidoras e empresas responsáveis pela implantação de sistemas fotovoltaicos. Verifica-se que, não existe ainda uma difusão social, o que dificulta muitas vezes a participação mais ampla do consumidor no contexto institucional da GD (Gonçalves,

2018). Entretanto, o Brasil tem apresentado uma evolução considerável, pois tem buscado a partir de uma norma específica, detalhar os requisitos necessários para a implantação da microgeração ou minigeração distribuída, estabelecendo as condições tanto para o consumidor quanto para a empresa distribuidora de energia, além de oferecer meios econômicos facilitadores para este processo.

O potencial brasileiro de geração de energia fotovoltaica é superior ao dobro do consumo residencial do país. Este fato está associado ao capacidade de ampliação da GD, a partir da instalação de painéis fotovoltaicos em telhados residenciais, sobretudo nas as regiões mais povoadas (Nascimento, 2017; Santos; Conti, 2017). Além disso, meios autônomos e sustentáveis de geração de energia tem sido um recurso bastante procurado por apresentam atualmente um caminho pouco agressivo ao meio ambiente e economicamente viável.

Posto isso, verifica-se que a preocupação com o desenvolvimento sustentável e ações de gestão ambiental é uma tendência evidente e vem ganhando um espaço crescente no âmbito das Instituições de Ensino Superior (IES). Isto tem se revelado a partir da abordagem educacional, na preparação de estudantes e no fornecimento de informações e conhecimentos sobre gestão ambiental e nos exemplos práticos incorporados na operação de seus campi (Tauchen; Brandli, 2006; Senna Et. Al, 2013; Ruscheinsky; Medeiros, 2016).

À luz disso, o Ministério de Educação lançou em 2014 o programa “Desafios da Sustentabilidade” um programa de inovação do Ministério da Educação desenvolvido através da identificação de soluções inovadoras recomendadas aos Institutos Federais de Educação (IFEs), onde implementam projetos com soluções de alto impacto para a eficiência do gasto público. Nesse sentido destacam-se a criação de usinas de minigeração fotovoltaica com capacidade aproximada de 5MWh, capazes de reduzir em até 100% os custos dos IFEs com energia elétrica (MEC, 2017).

Nesse contexto, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Campus de Paulo Afonso, foi contemplado com um sistema on-grid com a capacidade de geração de 10.000 Watts-pico (Wp), através da Comissão Interna de Sustentabilidade Ambiental do IFBA do Campus Salvador (CISA), a fim de otimizar os custos com as contas de energia, que nos últimos anos fugiu do planejamento orçamentário da instituição.

Maia (2017) evidenciou no consumo do IFBA-Campus de Paulo Afonso que o período fora de ponta nos últimos anos teve o maior impacto nas faturas de energia, condicionando a instituição a tomar medidas de racionamento. Os estudos demonstraram que a mudança da modalidade tarifária na qual o IFBA em Paulo Afonso se enquadra atualmente não é viável, bem como o aumento do valor da demanda contratada. Posto isso, Moraes e Farias (2017), verificaram que o microssistema de 10.000 Wp instalado na instituição não atende a realidade de consumo, bem como não contribui para redução da demanda no horário fora de ponta.

Este estudo é uma extensão do trabalho realizado por Moraes *et al* (2018), no

qual busca apresentar uma proposta de um sistema fotovoltaico capaz de reduzir a demanda no período fora de ponta, bem como o impacto negativo que esse horário causa nas faturas de energia, de modo que atenda a real necessidade da instituição atualmente, que é ampliar seu consumo de energia provendo recursos energéticos.

Em relação à estrutura deste trabalho, além desta seção introdutória, a próxima seção aborda os métodos utilizados para se chegar à proposta ideal de um sistema fotovoltaico para IFBA-Campus Paulo Afonso. Na sequência, tem-se o referencial teórico, que discute os aspectos relacionados com a geração distribuída e o Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR), além da reflexão acerca da importância e da necessidade de implantação de um sistema fotovoltaico eficiente. Em seguida, apresentam-se os resultados e, por fim, as considerações finais.

2 | MÉTODOS

É realizado o levantamento detalhado das faturas de energia elétrica da instituição entre abril e dezembro de 2017, a fim de obter as informações sobre demandas, tarifação e consumo de energia elétrica nos horários na ponta e fora de ponta. A partir disso, é delineado o perfil de consumo do Instituto e identificadas as demandas energéticas das atividades desenvolvidas no campus. Também está inserida nesta etapa, a avaliação do sistema fotovoltaico implantado, tal como o estudo sobre os dados de geração fornecidos pelo sistema de supervisão de geração da unidade solar fotovoltaica, através da plataforma [server.growatt](http://server.growatt.com) (2017), disponibilizada pelo a Growatt®.

Verificado que a alteração da modalidade tarifária, bem como o aumento da demanda ativa contratada não seriam as medidas ideais para o atual comportamento de consumo, buscou-se estudar meios de eficiência do gasto de energia elétrica.

Para tanto, foram revisada na literatura o que há de mais recente sobre eficiência energética, bem como os principais meios normativos tais como as RN N° 414/2010 que estabelece as condições gerais para o fornecimento de energia elétrica e informações sobre o faturamento para consumidores do grupo A.; RN N° 687/2015 que é a norma mais atual pautada na geração distribuída e compensação de energia, além de alterar a RN N° 482/2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição (PRODIST).

Na sequência é proposto um sistema ideal para o IFBA-Campus de Paulo Afonso a partir do estudo sobre os níveis de radiação solar, considerando fator de depreciação das placas solares e consumo médio no horário fora de ponta, sendo este o período da geração e compensação de energia. Busca-se nessa etapa, encontrar um SFCR capaz de reduzir o consumo no período fora de ponta, bem como, a diminuição dos custos da instituição com as contas de energia, tendo em vista que o campus é recente, está em fase de expansão e que o racionamento de energia pode prejudicar o desenvolvimento das atividades acadêmicas.

3 | MICROGERAÇÃO NO IFBA-PAULO AFONSO

O desenvolvimento de atividades voltadas à gestão energética requer o conhecimento não somente sobre a problemática, mas também sobre os meios de regulação do fornecimento de energia elétrica. Nesse sentido, este item abordará dois aspectos importantes: o IFBA-Campus de Paulo Afonso; bem como os processos de tarifação de energia, por meio da Resolução Normativa vigente da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) N° 414, de 9 de setembro de 2010; os conceitos sobre GD e o sistema de compensação de energia serão apresentados na sequência através da RN N° 687/2015, que altera a RN N° 482, de 17 de abril de 2012.

3.1 IFBA Campus Paulo Afonso

O IFBA, criado pela Lei n° 11.892/2008, surge como resultado das mudanças promovidas no antigo Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia (CEFET - BA). É uma instituição comparada às universidades, porém mais ampla porque oferta a formação básica em cursos de nível médio, além da graduação e pós-graduação. Em Paulo Afonso, o instituto foi inaugurado em 2010 ofertando 3 cursos técnicos na modalidade integrada e subsequente, e com a abertura do curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica em 2012 a instituição demandou uma maior infraestrutura, inaugurando assim o prédio anexo em 2015, considerada assim uma instituição recente e ainda em fase de expansão. O IFBA Campus de Paulo Afonso está enquadrado como consumidor do grupo A, com nível de tensão entre 2,3 e 25 kV classificado como Poder Público Federal. A demanda contratada da instituição são de 80kW, permitindo variações para até 84kW sem que haja cobrança da parcela de ultrapassagem, pois o limite de tolerância segundo a ANEEL (2010) é de 5%, sendo este um item importante também para a determinação no custo de disponibilidade no processo de compensação de energia.

O contrato do campus para o fornecimento de energia elétrica e demanda de potência ocorre com a Coelba que fornece tensão de 13,8 kV. Considerando que o IFBA Paulo Afonso se encontra em processo de expansão e seus hábitos de consumo e carga instalada estão sofrendo alterações, é eminente a necessidade de estudos que otimizem a utilização do Sistema de geração fotovoltaica atualmente instalado na instituição.

3.2 SFCR e a Compensação de Energia no Brasil

O sistema de compensação é difundido no mundo de duas formas, o feed-in-tariff

e o net metering, este último adotado no Brasil através da ANEEL. Neste método foge das questões tributárias, o cliente deposita a energia excedente na distribuidora que a devolve em outro horário, a conta mensal é calculada sobre a diferença entre consumo e geração (Rauschmayer; Galdino, 2014).

A RN ANEEL nº 687/2015 traz a compensação de energia como um sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa (ANEEL, 2015).

Segundo as regras do Art. 7 da RN ANEEL nº 482/2012, é apurada a diferença entre consumo bruto da rede e a injeção na rede, isto é, o consumo líquido. Se o consumo líquido for negativo, ou seja, se houver mais energia injetada do que consumida, haverá crédito para compensação nos meses subsequentes. Se a diferença for negativa ou inferior ao custo de disponibilidade, então este será cobrado pela concessionária ao consumidor. Se a diferença for maior do que o custo de disponibilidade, esta diferença aparece na conta como base de faturamento e impostos (Rauschmayer; Galdino, 2014).

Para consumidores do grupo A o custo de disponibilidade é o valor mínimo cobrado de qualquer consumidor, independentemente se ele gera energia ou não. Nesses termos, do ponto de vista normativo, verifica-se que é mais interessante gerar energia em quantidade inferior ao custo de disponibilidade, não produzindo crédito. Este fato é desvantajoso e desmotivante para o gerador porque limita seu potencial de geração. Nesses termos, verifica-se também que o custo de disponibilidade é o principal parâmetro para se estabelecer um sistema de compensação de energia eficiente (Rauschmayer; Galdino, 2014).

Todavia, a GD com o SFCR trazem vantagens consideráveis para o consumidor, tais como, a economia nos custos de consumo, e como consequência a redução do preço da eletricidade, a partir da possibilidade de diferenciar o preço da energia ao longo do dia e informar ao cliente em tempo real as mudanças de preço e o seu consumo, e, ainda, controlar a carga dos clientes em caso de aumento excessivo da demanda (Câmara; Castro, 2016; Lopes et. al, 2015; Matos; Catalão, 2013).

4 | RESULTADOS

Esta seção apresenta e discute os resultados encontrados a partir da caracterização do IFBA Campus Paulo Afonso como consumidor e cliente da Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (Coelba), avalia o acompanhamento da geração do sistema fotovoltaico implantado no IFBA, e apresenta um sistema capaz de atender satisfatoriamente a demanda da instituição, de tal modo que contribua com a aplicação de uma gestão energética pautada na sustentabilidade.

4.1 Consumo de Energia Elétrica do IFBA Campus Paulo Afonso

Projetos de eficiência energética geralmente são elaborados a partir da análise dos parâmetros de consumo de eletricidade do cliente a fim de nortear decisões importantes para a melhoria do uso de eletricidade. Nesse sentido, as faturas de energia elétrica se destacam por ser um recurso de análise simples e didático, que geralmente em seu escopo informações importantes, capazes de fundamentar medidas importantes para execução de projetos de eficiência energética. A luz disso foram avaliadas as faturas de consumo de energia do IFBA-Campus Paulo Afonso durante o ano de 2017, a fim de delinear e compreender o perfil de consumo da instituição.

A partir do levantamento dos dados, verificou-se que o Instituto adicionou novas cargas em suas instalações relacionadas principalmente com a climatização de laboratórios e da biblioteca, esse fato por sua vez, segundo a Comissão de Gestão Energética do campus (2017), implicou em 2017 um aumento no consumo de 8,11% relação ao ano de 2016, destacando-se nesse cenário o horário fora de ponta (Figura 1) que tem se apresentado maior do que o horário na ponta durante todos os meses do ano, inclusive entre fevereiro e abril, meses comumente mais quentes na região.

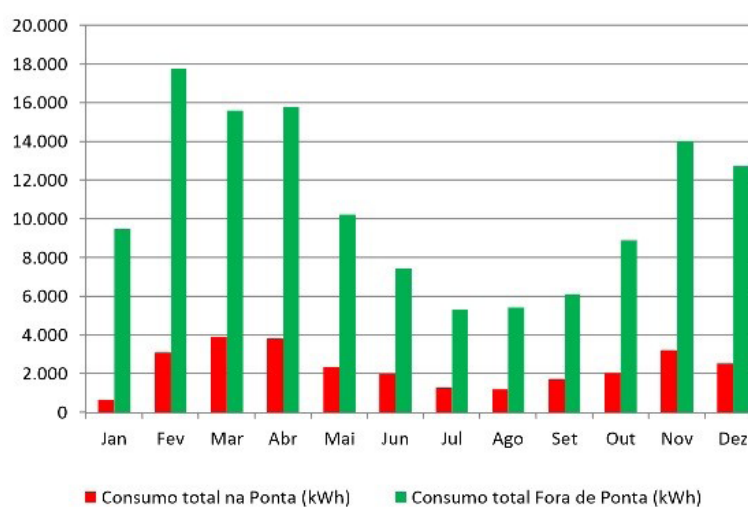


Figura 1. Consumo do IFBA Campus Paulo Afonso no Período de Ponta e Fora de Ponta em kWh (IFBA, 2017)

O IFBA possui suas atividades acadêmicas e administrativas concentradas no horário fora de ponta. Com isso, o aumento nas faturas de energia elétrica é resultado do consumo intenso neste horário, o que provocou em alguns meses a cobrança de multas pela ultrapassagem da demanda contratada. Diante disso, a instituição passou a limitar o consumo, tendo em vista que o planejamento orçamentário não supriria o gasto com energia.

Nesse aspecto, destaca-se o consumo ativo no período fora de ponta porque é nesse horário que é através de um SFCR é possível implantar um sistema compensação de energia elétrica, capaz de reduzir o consumo nesse período. A compensação de

energia ocorre na relação do consumo ativo com a energia gerado e injetada na rede. Trata-se do consumo direto, também classificado na literatura como consumo próprio, que é a relação existente entre a energia ativa gerada e a compensada diretamente pela unidade consumidora (Coelba, 2014; Rauschmayer, 2014; Vecchia, 2016).

A tarifação no horário na ponta e fora de ponta é diferente para consumidores do grupo A (Coelba, 2017). Nesse sentido, quando são analisadas as faturas sob o ponto de vista financeiro, percebe-se que é o horário na ponta responsável pela maior parcela do valor pago no consumo de eletricidade (Figura 2). O valor tarifário varia de acordo com as bandeiras, nos meses de agosto e setembro, por exemplo, possuem os maiores valores porque são tarifados na bandeira amarela e vermelha, as mais caras segundo as regulamentações normativas brasileiras (ANEEL, 2015).

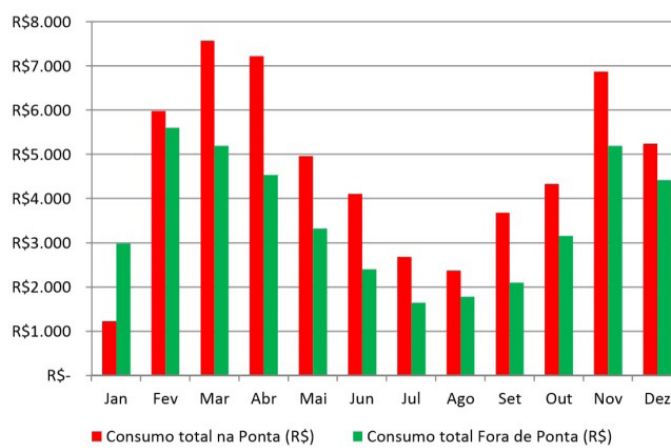


Figura 2. Consumo do IFBA Campus Paulo Afonso no Período de Ponta e Fora de Ponta em R\$ (IFBA, 2017)

Verifica-se que o horário de Ponta é o mais representativo no custo total das faturas, correspondendo a 12,5% do período faturado (IFBA, 2017). Entretanto, é durante o dia que a compensação de energia acontece, com isso um SFCR impacta na redução do consumo fora de ponta e conseqüentemente na demanda consumida desde horário. Diante disso, foi verificado também que parte do valor pago nas faturas de eletricidade da instituição é proveniente de multas contratuais cobradas pelo excesso do consumo no horário fora de ponta, o que elevou o valor das faturas, como pode ser observado na Figura 3.

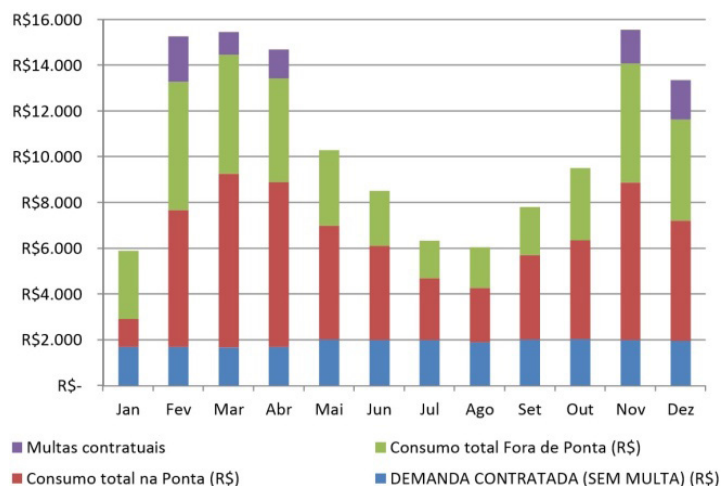


Figura 3. Composição das Faturas do IFBA Campus Paulo Afonso no Período de Ponta e Fora de Ponta em R\$ (IFBA, 2017).

Nesses casos, o excesso é adicionado ao faturamento regular à cobrança pela ultrapassagem, isto ocorre porque a energia elétrica é faturada pelo valor consumido, porém o faturamento da demanda se dar pelo valor contratado, que é a referência para a realização da cobrança. (ANEEL, 2010). Várias medidas foram tomadas, entre elas o desligamento dos condicionadores de ar durante o horário fora de ponta, entretanto esta medida não é mais adequada durante o verão devido às condições climáticas da região, evidenciado assim a necessidade de construção de um plano de eficiência energética para o campus.

A diferença entre o que é cobrado nos períodos de ponta e fora de ponta é pequeno diante das multas cobradas sobre o excesso de consumo no horário fora de ponta. Entretanto, foi verificado que a mudança da modalidade tarifária na qual o IFBA se enquadra atualmente não é viável, bem como o aumento do valor da demanda contratada (MAIA, 2017). Nesse sentido, a utilização de um sistema fotovoltaico para compensação de energia no período fora de ponta é a medida mais viável porque além de contribuir com a redução da demanda, diminuirá o impacto que esse período provoca nas faturas. O sistema também permitirá a redução do consumo e o desenvolvimento das atividades academia sem a influência de racionamento de energia, assim sendo oferecendo uma boa proposta de eficiência energética para o campus (Bueno et. al, 2017; Santos et. al, 2017; Maia, 2017; Keller; Carvelli, 2016).

4.2 Sistema Fotovoltaico instalado no IFBA Campus Paulo Afonso

Em março de 2017, duas centrais de geração solar fotovoltaica de 5 kWp cada foram implantadas no campus, totalizando uma potência instalada de 10kWp (Figura 4). O IFBA foi contemplado com o sistema on-grid através da Comissão Interna de Sustentabilidade Ambiental do IFBA do Campus Salvador (CISA), e por meio do Programa de inovação do Ministério da Educação em prol da eficiência do gasto público: “Desafio da Sustentabilidade”, cuja finalidade é reduzir o custo do gasto com

as contas de água e luz das instituições de ensino.



Figura 4. Sistema Fotovoltaico On-grid instalado no IFBA-Campus Paulo Afonso.

As informações necessárias para o acompanhamento da produção são adquiridas através de um servidor de dados disponibilizado pelo fabricante dos inversores na Rede Mundial de Computadores. Estes dados são tratados posteriormente em planilha própria onde também são cruzados com informações das faturas da concessionária. O quadro 1, mostra um resumo do acompanhamento da produção no ano 2017, onde se pode visualizar a produção média diária em cada mês, a produção total mensal e anual, bem como o impacto financeiro correspondente:

O monitoramento da geração foi iniciado no mês de abril de 2017 por meio da plataforma [server.growatt](http://server.growatt.com) disponibilizada pelo a Growatt®, fabricante dos inversores de frequência do sistema. Os dados de geração foram confrontados com as informações de consumo no horário fora de ponta apresentadas nas faturas de energia a fim de verificar qual a contribuição que a geração do sistema fotovoltaico instalado no instituto tem sobre o consumo de eletricidade. A Tabela 1 seguinte, demonstra a geração mensal, bem como o impacto financeiro correspondente (Tabela 1).

Meses	Geração kWh	Custo do kWh	Valor R\$ Economizado
JAN	--	0,31	--
FEV	--	0,24	--
MAR	565,50	0,33	188,67
ABR	1.107,90	0,29	318,03
MAI	785,20	0,33	255,22
JUN	655,00	0,32	211,03
JUL	719,60	0,31	222,92
AGO	895,60	0,33	295,20
SET	1.191,70	0,34	408,94
OUT	1.526,50	0,35	541,40

NOV	1.579,90	0,37	586,16
DEZ	1.427,60	0,35	496,55

Tabela 1. Impacto Financeiro da Geração no Horário Fora de Ponta no IFBA-Campus Paulo Afonso

Verifica-se que utilização da geração de energia proveniente do sistema solar fotovoltaico instalado no IFBA Campus Paulo Afonso, não implica em uma redução considerável do impacto que o período fora de ponta causa nos custos de energia. Nesse sentido, para fins de eficiência é necessário aumentar a capacidade de geração instalada no campus, pois o atual sistema com 10 kW, tem uma participação discreta com cerca de 5,5% do que é consumido (Moraes, et al, 2018). Diante disso, evidencia-se a eminente necessidade de elaboração de uma proposta que ofereça a instituição um sistema fotovoltaico que contribua efetivamente com a eficiência energética no consumo de eletricidade no campus.

4.3 Sistema Fotovoltaico ideal para eficiência dos gastos com consumo de eletricidade no IFBA Campus Paulo Afonso

O sistema de compensação de energia deve ser planejado baseado em uma potência de sistema fotovoltaico que possibilite o abatimento total dos custos mensais com consumo de energia elétrica (LASTE et. al, 2015). Entretanto, como o IFBA é um consumidor do grupo A e nesse caso o consumo do horário na ponta é mais caro que o no horário fora da ponta (COELBA, 2017), o sistema fotovoltaico deverá ser projetado para atender ao eminente problema de excesso da demanda contratada provocado pelo o horário fora de ponta, que ao longo de 2017 representou 82,72% do consumo total da instituição.

Para o dimensionamento do sistema fotovoltaico foi considerado o método adotado pelo Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos, compilado pelo Centro de Referencias para Energia Solar e Eólica Sergio de Salvo Brito (CRESESB), criado para ampliar o conhecimento, bem como implementar estudos e pesquisas ao que concerne à energia solar e eólica no Brasil (Cresesb, 2008). O Manual é um material didático, concentrado e traz em seu escopo subsídios que auxiliam do ponto de vista técnico projetos de sistemas fotovoltaicos (Cresesb, 2014).

Diante disso, para se calcular a potência necessária do sistema fotovoltaico, foi considerado o consumo médio de 10.472,26 kWh durante o horário fora de ponta ao longo de 2017. A partir do consumo médio é encontrada a energia consumida diariamente no mês (de 349,07 kWh. Após esta etapa, é verificado a quantidade de horas de sol pleno no plano do painel fotovoltaico (, que segundo dados do Cresesb (2018), a região de Paulo Afonso Bahia possui um 5,39 kWp. Dois fatores de redução são considerados nesse contexto, o fator de redução (derating) da potência dos módulos fotovoltaicos (, no qual o acúmulo de sujeiras, degradação física e perdas de

desvio de temperatura. A este fator atribue-se o valor de 0,75. Outro fator de redução considerado é (derating) da potência devido as perdas no sistema, tal como fiação, controladores, diodo entre outros, para este o valor considerado é de 0,9 (Cresesb, 2018). Aplicando os respectivos valores na formula que se segue, o IFBA deverá contar com um sistema de com potencia de 95,94 kWp.

$$P_m = \max_{i=1}^{12} \left(\frac{L_i}{(HSP_i \times Red_1 \times Red_2)} \right) \quad (1)$$

Todavia, é comum encontrar no mercado sistemas tabelados cuja o valor agregado está definido de acordo com a potência, nesse caso deve-se buscar o sistema que atenda a potência calculada. Para fins práticos, é considerado a tabela disponibilizada pela PHB Solar, empresa brasileira e pioneira com a fabricação de inversores, bem como com soluções para geração distribuída no país (PHB, 2018). Nesse aspecto, considerando a tabela de preços disponibilizada em dezembro de 2017, o IFBA campus Paulo Afonso deveria ter um sistema de 101,4 kWp para solucionar os atuais problemas de consumo e demanda da instituição, esse sistema está avaliado em 269.749 reais e 81 centavos (PHB, 2017).

Quanto as condições de geração do sistema, considera-se que o IFBA Campus Paulo Afonso está inserido no contexto climático do bioma da Caatinga, que apresenta os maiores valores de radiação solar global. Nesse cenário, com destaque para a região do vale do rio São Francisco, espaço geográfico propício para a geração de energia proveniente de sistemas fotovoltaicos (EPE, 2012). Nesse contexto, a região apresentou ao longo de 2017 radiação solar média de 5,39 kWh/m², superior a média nacional (CRESESB, 2018; LABSOL, 2017). Com isso, se um sistema de 101,4 kWp estivesse em pleno funcionamento, a geração de energia teria o comportamento disposto na Figura 5, diante do consumo no horário fora de ponta da instituição.

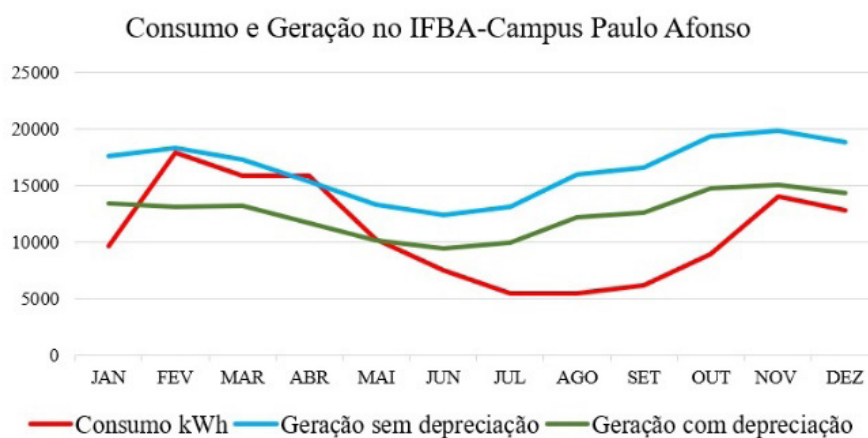


Figura 5. Consumo no Horário fora de Ponta e Geração de um sistema de 101,4 kWp para o IFBA Campus Paulo Afonso.

O gráfico demonstra que o sistema dimensionado atende bem o consumo no horário fora de ponta, verificando que ao longo do ano o consumo está predominantemente

abaixo da energia gerada, o que é ideal em sistema de compensação de energia para geração de créditos. No período onde o consumo está entre os índices de geração com e sem depreciação, foram justamente os meses que houve a cobrança de multas pelo excesso de consumo, verifica-se então que mesmo nesse período o sistema atenderia a demanda, pois o consumo é variável dentro do intervalo da geração nos aspectos considerados. O fator de depreciação representa possíveis condições desfavoráveis para o desempenho da geração fotovoltaica, tais como sujeira nas placas, inclinação e orientação dos painéis, sombra projetada na área da face frontal, possíveis correntes de fuga além dos fatores climáticos (Alcy Junior; Santana, 2017; Correia; Urbanetz Junior, 2015; Pinho; Galdinho, 2014).

O funcionamento eficiente de um sistema fotovoltaico depende de manutenções preventivas e preditivas respectivamente, que consiste em um trabalho de antecipação dos possíveis problemas e em monitorar as condições e o desempenho do sistema. Onde a escolha do local e o modo de instalação desde que bem feitas, possibilitará escoamento da água e a limpeza dos módulos (Lucrecio; Dullius, 2015).

5 | CONCLUSÃO

A partir dos resultados conclui-se que o IFBA Campus Paulo Afonso apresenta bom potencial para o desenvolvimento de uma política de gestão onde o consumo de eletricidade esteja pautado na eficiência energética. Ao longo de 2017 a instituição apresentou excessos no consumo de eletricidade no qual provocaram a cobrança de multas das quais fugiram do plano orçamentário, implicando na tomada de medidas emergenciais de racionamento de energia. Vale destacar que o Campus se encontra em processo de expansão e tanto seus hábitos de consumo quanto a carga instalada estão sofrendo alterações.

Nesse cenário, foi visto que a mudança da modalidade tarifária na qual o IFBA se enquadra atualmente não é viável, bem como o aumento do valor da demanda contratada não seria a medida mais eficaz. Este fato evidencia a eminente necessidade de um projeto fotovoltaico que contribua com a eficiência energética do campus a partir da redução do consumo no período fora de ponta, este responsável pelos problemas que a instituição tem apresentado com os gastos com o consumo de eletricidade.

Verificou-se que o sistema fotovoltaico instalado no IFBA Campus Paulo Afonso não possui uma potência adequada ao perfil de consumo da instituição, cabendo nesse aspecto a avaliação do “Programa Desafio da Sustentabilidade”, que neste caso, não atinge seu objetivo que é otimizar o gasto público com o consumo de eletricidade, implicando na ineficiência do sistema de compensação de energia. Diante disso, considera-se então que o IFBA apesar de contemplado com a central geradora fotovoltaica, não existiu antes um estudo prévio a respeito da realidade de consumo do instituto. Entretanto, considera-se que o sistema fotovoltaico no campus

tem contribuições significativas no desenvolvimento de atividade de ensino, pesquisa e extensão.

De acordo com o exposto, e a partir do estudo realizado sobre o consumo de eletricidade da instituição, verificou-se que para o IFBA ter um sistema de compensação energia eficiente, deverá implantar um sistema fotovoltaico capaz de gerar 95,94 kWp, potência necessária para suprir o consumo da instituição no horário fora de ponta, no mercado o sistema encontrado é de 101,4 kWp. Para se ter um sistema de compensação de energia eficiente a potencia do SFCR deve estar alinhado com o comportamento do consumo da unidade consumidora.

O Sistema de geração distribuída é ideal para unidades consumidoras que desenvolvem a maior parte de suas atividades no período diurno, ou seja, no horário fora de ponta. Diante disso, o SFCR adequado à realidade do consumo do IFBA Campus Paulo Afonso e aplicável para solucionar os problemas que a instituição vem passando com o consumo de eletricidade durante o período fora de ponta, concretizando-se como uma boa proposta de eficiência energética para o campus.

6 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro fornecido pelo Programa Institucional de Bolsa de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBIT/IFBA).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional De Energia Elétrica - Aneel. Resolução Normativa N° 414. Brasil, 2010.

Agência Nacional De Energia Elétrica - Aneel. Resolução Normativa N° 482, De 17 De Abril De 2012. Estabelece as Condições Gerais Para o acesso de Microgeração e Minigerção Distribuída Aos Sistemas De Distribuição De Energia Elétrica, O Sistema De Compensação De Energia Elétrica, E Dá Outras Providências. Disponível Em <[Http://Www.Aneel.Gov.Br/Cdoc/Ren2012482.Pdf](http://www.aneel.gov.br/cdoc/ren2012482.pdf)>. Acesso Em 17 Mar, 2018.

Agência Nacional De Energia Elétrica. Resolução Normativa N°687, De 24 De Novembro De 2015. Altera A Resolução Normativa N° 482, De 17 De Abril De 2012, E Os Módulos 1 E 3 Dos Procedimentos De Distribuição – Prodist. Disponível Em:< [Http://Www.Bioenergiaengenharia.Com.Br/Resolucao%20normativa%20ren%20687_2015.Pdf](http://www.bioenergiaengenharia.com.br/resolucao%20normativa%20ren%20687_2015.pdf)>. Acesso Em 18 . 2017.

Alcy Júnio, M; Santama, K. G. S; Desempenho de sistemas FV de acordo com a inclinação e azimute. Revista Fotovolt, n. 8, Janeiro 2017. Disponível em:<http://www.arandanet.com.br/revista/fotovolt/materia/2017/02/21/desempenho_de_siste_mas_fv.html>. Acesso em 08 Nov. 2017.

Associação Brasileira De Energia Solar Fotovoltaica - ABSOLAR. Geração Distribuída Solar Fotovoltaica. Encontro Nacional dos Agentes do Setor Elétrico – ENASE. Rio de Janeiro, 2016.

Bueno, B. G; Vier, L. C; Moura, J; Rossi, C. T; Estudo De Viabilidade Para Utilização De Placas Fotovoltaicas Em Habitações Populares. In: XXVII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnologia em Engenharia, 2017.

Câmara, L. S. C; Castro, N; Universidade Federal Do Rio De Janeiro, Projeto De Dissertação. Uma

Análise Regulatória Do Impacto Da Difusão Da Geração Distribuída Fotovoltaica De Pequeno Porte Sobre As Distribuidoras De Energia Elétrica No Brasil, 2016. 25p, Il. Tcc (Graduação)

Centro De Referências Para Energia Solar E Eólica Sergio De Salvo Brito (CRESESB). Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>>. Acesso em: 20 Mar. 2018.

Centro De Referencias Para Energia Solar E Eólica Sergio De Salvo Brito (CRESESB). Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&cid=o_cresesb. Acesso em: 20 Mar. 2018.

Centro De Referencias Para Energia Solar E Eólica Sergio De Salvo Brito (CRESESB). Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro, 2014.

Companhia De Eletricidade Do Estado Da Bahia - Coelba. Conexão De Microgeradores Ao Sistema De Distribuição Em Baixa Tensão. Disponível Em: <File:///C:/Users/Adria/Appdata/Local/Packages/Microsoft.Microsoftedge_8wekyb3d8bbwe/Tempstate/Downloads/Sm04.14-01.011.Pdf>. Acesso: 10 De Set. 2017.

Companhia De Eletricidade Do Estado Da Bahia. Opções Tarifárias. Disponível em: <<http://servicos.coelba.com.br/residencialrural/Pges/Alta%20Tens%C3%A3o/opcoes-tarifarias.aspx>>. Acesso em: 05 Jan. 2018.

Correia, K. S. V. M; Urbanetz Junior, J; Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Departamento Acadêmico De Eletrotécnica. Análise Do Desempenho De Sistemas Fotovoltaicos Conectados À Rede Elétrica Em Curitiba, 2015. 64p, Il. Tcc (Graduação)

Empresa De Pesquisa Energética (EPE). Análise Da Inserção Da Geração Solar Na Matriz Elétrica Brasileira. Rio De Janeiro, 2012.

Gonçalves, W. J; Geração Distribuída: conhecimento das normativas regulatórias. Revista das Engenharias, Arquitetura e Urbanismo, Geografia, Gestão, Decisão e Memória, ano I, n. 1, 2018.

Growatt. Sistema Online De Monitoramento. Disponível Em: <<Http://Server.Growatt.Com/>>. Acesso Em 31 De Out. 2017

Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Da Bahia (IFBA) – Campus Paulo Afonso. Relatório Anual 2017 – Comissão de Gestão Energética. Paulo Afonso, 2017.

Keller, C. R; Carvelli, E; Análise De Um Sistema Fotovoltaico Instalado Em Uma Edificação Comercial. Revista UNINGÁ, v.28, n.3, p.43-50, 2016.

Laboratório De Energia Solar - Labsol. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul. Porto Alegre, 2017.

Laste, J. M. D; Sakaguti, E. M; Romani, M; Análise de Faturamento de Energia Elétrica de uma Instalação de Armazenagem de Grãos com Net Metering Via Geração Fotovoltaica. In: 10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rura. São Paulo, 2015

Lopes, Y; Fernandes, N. C; Saade, D. C. M; Geração Distribuída De Energia: Desafios E Perspectivas Em Redes De Comunicação. In: Xxxiii Simpósio Brasileiro De Redes E Comptadores E Sistemas Distribuídos. Vitória, 2015

Lucrecio, Willian; Dullius, Alexandre. Universidade Federal Do Paraná, Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias. Dimensionamento e Retorno De Investimento De Geração De Energia Solar Residencial: Um Estudo De Caso No Município De Araranguá SC, 2015. 37P, il. TCC (Especialização).

Maia, Rebeca; Delgado, Danielle. Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Da Bahia, Coordenação De Engenharia Elétrica. Estudo De Adequação Técnica e Tarifária de uma Unidade Consumidora do Poder Público – Ifba – Campus De Paulo Afonso, 2017. 64p, il. TCC (Graduação).

Matos, D.M.B; Catalão, J.P.S; Geração Distribuída E Os Seus Impactes No Funcionamento Da Rede Elétrica: Parte 1. In: International Conference On Engineering. Covilhã, Portugal, 2013.

Ministério Da Educação. Desafio da Sustentabilidade: Programa de Inovação do Ministério da Educação em prol da Eficiência do Gasto Público. Disponível em: <<http://desafiodasustentabilidade.mec.gov.br/>>. Acesso em 01 Mar. 2018.

Ministério De Minas E Energia - MME. Boletim mensal de monitoramento do setor elétrico – dezembro de 2016. Brasília: MME, 2017.

Moraes, A. S; Delgado, D. B. M; Alves, S. F; Análise Do Impacto Da Geração Fotovoltaica Na Redução Do Consumo De Energia Elétrica De Uma Instituição De Ensino Federal No Sertão Baiano. In: VII Congresso Brasileiro de Energia Solar. Gramado, 2018.

Moraes, Adriano; Farias, Saulo. Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Da Bahia, Coordenação De Engenharia Elétrica. Análise Do Impacto Da Geração Fotovoltaica Na Redução Do Consumo de Energia Elétrica Fora de Ponta no IFBA Campus Paulo Afonso, 2017. 58p, il. TCC (Graduação).

Nascimento, R. L; Energia Solar No Brasil: Situação E Perspectivas. Estudo Técnico. Câmara Dos Deputados. Brasília, 2017

PHB Solar. Disponível em: < <https://www.energiasolarphb.com.br/quem-somos.php>>. Acesso: 20 Mar 2018.

PHB Solar. Kits Fotovoltaicos. Disponível em: <<https://www.energiasolarphb.com.br/kits-fotovoltaicos.php>>. Acesso: 20 Mar 2018.

Pinho, J. T; Galdinho, K. S; Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: < http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf>. Acesso em 08 de Nov, 2017

Rauschmayer, H; Galdino, M. A; Os Impactos da Regulamentação Aneel/482 e da Legislação Tributária no Retorno Financeiro de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede. In: V Congresso Brasileiro de Energia Solar. Recife, 2014.

Ruscheinsky, A; Medeiros, M. F. S; A Gestão De territórios sustentáveis e as ações estratégias das universidades. Guaju, Matinhos, v.2, n.2, p. 125-160, 2016.

Santos, D. R. C. G; Nascimento, G. F; Xavier, V. L. C; Costa, J. F; Energia Solar Fotovoltaica: Um Estudo De Caso Da Aplicação No Sistema De Iluminação Em Uma Instituição De Ensino Profissionalizante. Revista GEINTEC. v.7, n.2, p.3859-3875, 2017.

Santos, E. P; Conti, T. N; Mercado profissional para a área de energia e eficiência energética no Brasil. Revista Internacional de Ciências, v. 07, n. 02, p. 142 - 158, 2017.

Senna, A. J. T Et. Al; Em Busca de uma Universidade Mais Sustentável: Identificação e Análise dos Aspectos Ambientais de uma Unidade de uma Instituição Federal Multicampi de Ensino Superior. In: IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Salvador, 2013.

Silva, C. F; Chaves, P. R; Barbosa, G. S; Energia solar como Solução Energética Sustentável em Cidade Compactas. V.5, n.31, p. 68-77, 2017.

Tauchen, J; Brandli, L. L; A Gestão Ambiental Em Instituições de Ensino Superior: Modelo para Implantação em Campus Universitário. Revista Gestão & Produção, v.13, n.3, p.503-515, 2006.

Vecchia, N. A. D; Geração Distribuída Para Compensação De Energia Elétrica. In: Conferência Internacional De Energias Inteligentes. Curitiba, 2016.

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