

# 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](http://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 CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub>.

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 CO<sub>2</sub> 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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>10</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6741922011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>24</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6741922012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>41</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6741922013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>54</b>
ESTUDOS TEÓRICOS E EXPERIMENTAIS SOBRE O CUINSE <sub>2</sub> E SUA APLICAÇÃO EM DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS	
Yuri Hamayano Lopes Ribeiro Denis Gilbert Francis David Marcus Vinícius Santos da Silva Jailton Souza de Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6741922014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>66</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6741922015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>78</b>
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  
Odésia 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**



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

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

**Larissa Barbosa Krasnhak**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil  
Curitiba – Paraná

**Jair Urbanetz Junior**

urbanetz@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Programa de Pós Graduação em Sistema de  
Energia  
Curitiba – Paraná

these items, aiming to rationalize energy consumption on site with the installation of more efficient equipment. The study also shows a preliminary design of a photovoltaic solar system integrated with the I-J block, which is capable of generating electrical energy using photovoltaic modules, thereby increasing the energy efficiency of a building.

**KEYWORDS:** Photovoltaic solar energy, Sustainable constructions, Energy efficiency.

**RESUMO:** Este trabalho apresenta um levantamento dos equipamentos utilizados na iluminação do bloco I-J do campus Ecoville da UTFPR em Curitiba, propondo a alteração desses equipamentos, tendo como objetivo racionalizar o consumo energético no local com a instalação de equipamentos mais eficientes. O estudo ainda apresenta um pré-dimensionamento de um sistema solar fotovoltaico integrado ao bloco I-J, o qual é capaz de gerar energia elétrica com a utilização de módulos fotovoltaicos, aumentando assim, a eficiência energética do edifício.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia solar fotovoltaica, Construções sustentáveis, Eficiência energética.

**ABSTRACT:** This paper presents a survey of equipment used in the lighting of the I-J Block Ecoville UTFPR campus, proposing to change

### 1 | INTRODUÇÃO

A crescente demanda por energia elétrica exige novas alternativas que tragam resultados efetivos para reduzir os impactos ao meio ambiente e o consumo de matéria prima, haja vista que as fontes não-renováveis de energia são as mais utilizadas no mundo atualmente, o que vem causando grande preocupação, pois dentro de alguns anos a tendência é que as fontes de matéria prima se esgotem.

Diante desse cenário, vários estudos vêm sendo conduzidos com o intuito de solucionar essa problemática, buscando o desenvolvimento de fontes alternativas para geração de energia elétrica com uma cultura sustentável, não utilizando recursos esgotáveis e, conseqüentemente, causando menos

impacto ao meio ambiente.

Sendo assim, é possível citar diversas fontes renováveis, tais como: energia hídrica; energia eólica; energia solar; energia geotérmica; energia das ondas e marés; energia da biomassa, entre outras.

Dentre as referidas fontes renováveis, a energia solar fotovoltaica vem sendo cada vez mais utilizada nos países desenvolvidos, demonstrando ótimos resultados, pois sua geração é advinda do Sol, o qual é abundante e considerado inesgotável em nosso planeta.

Entretanto, a preocupação não pode centrar-se apenas com a forma de geração de energia, mas também com o consumo, buscando, para tanto, a utilização de equipamentos mais eficientes e edifícios com estratégias e modelos de funcionamento que visem a redução do consumo de energia, pois é mais vantajoso reduzir o desperdício de energia do que necessitar cada vez mais de uma maior geração de energia para o desenvolvimento das atividades.

O artigo apresenta alternativas de como reduzir o consumo de energia elétrica no bloco I-J do campus Ecoville da UTFPR em Curitiba, bem como implementar um pré-dimensionamento de um sistema para geração de energia elétrica no local, solucionando a problemática de limitação de oferta.

## 1.1 Construções sustentáveis

O alto crescimento populacional, a desigualdade social, a falta de planejamento das cidades, as mudanças climáticas, os desastres naturais, o alto consumo de recursos e a exploração desenfreada das florestas descrevem o modelo de crescimento atual, o qual desequilibra a relação entre o homem e o ambiente natural (LAMBERTS et al., 2007).

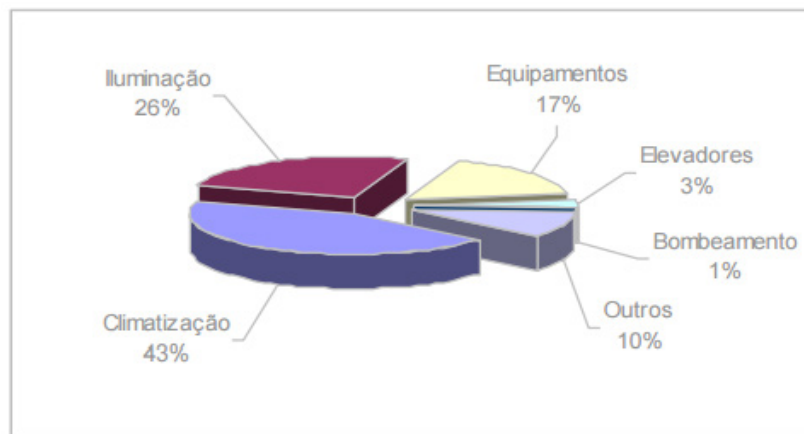
Segundo o Conselho Internacional da Construção (CIB), a indústria da construção é o setor que mais consome recursos naturais e energia, e o que mais contribui com a geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. A estimativa é que os resíduos sólidos gerados pelo setor equivalem a mais de 50% do total. Sendo assim, as edificações possuem grande potencial para trazer bons resultados no processo de recuperação do meio ambiente, trazendo para esse setor o grande foco da busca pelo desenvolvimento sustentável (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, n.d.).

Diante desse contexto, surgem as edificações sustentáveis, que promovem o uso racional de recursos naturais e a utilização de materiais ecologicamente corretos, minimizando assim, os efeitos no ambiente em que estão inseridas. A durabilidade e a capacidade de perdurar ao longo do tempo (a maneira como responde as condições de poluição do ar, da água e do solo e aos impactos ambientais) também estão diretamente ligadas ao conceito de sustentabilidade das edificações, sendo a durabilidade uma das principais questões, pois considera a qualidade do processo construtivo e dos materiais empregados (BLUMESCHEIN, 2004).

## 1.2 Sistemas de iluminação artificial

Na área de iluminação, a qualidade da luz é primordial, tanto no desempenho das atividades como na influência no estado emocional e no bem-estar das pessoas. Vários trabalhos realizados no Brasil apontam alguns problemas frequentes nos sistemas de iluminação, os quais geralmente estão fora dos padrões técnicos adequados. Os problemas mais recorrentes são: iluminação em excesso, falta de aproveitamento da iluminação natural, uso de equipamentos com baixa eficiência luminosa, falta de comandos (interruptores) nas luminárias, ausência de manutenção e hábitos de uso inadequados (RODRIGUES, 2002).

Segundo a Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de consumo realizada pelo Procel (2008), o sistema de iluminação artificial representa 26% do consumo de energia em Instituições de ensino, Gráfico 1. Por apresentar grande parte do consumo de energia, o sistema de iluminação possui grande potencial para aumentar a eficiência nessas edificações.



**Gráfico 1:** Consumo de energia em Instituições de Ensino

Fonte: PROCEL (2008)

A geração de energia elétrica convencional é centralizada e distante do ponto de consumo. Com a distribuição da energia ocorrem perdas que ocasionam o aumento nos custos de produção e causam danos às concessionárias e ao meio ambiente. Devido a esses fatores, uma boa estratégia para solucionar alguns dos problemas enfrentados pelas concessionárias e pelo meio ambiente é aumentar a eficiência energética, pois ela reduz a taxa de crescimento de demanda por energia sem diminuir os bens e serviços fornecidos (SALAMONI e RÜTHER, 2003).

A eficiência dos sistemas de iluminação artificial está diretamente ligada às características técnicas, ao rendimento e eficiência de um conjunto de elementos, dentre eles: lâmpadas, luminárias, reatores, circuitos de distribuição e controle, iluminação natural, cores das superfícies internas e mobiliário (RODRIGUES, 2002).

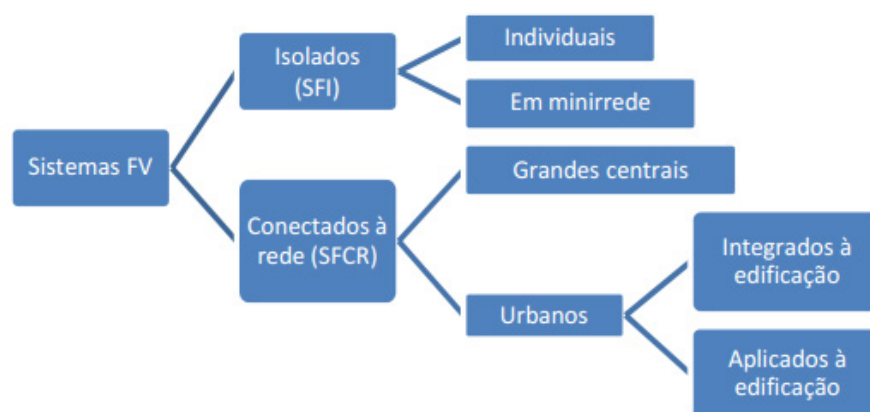


### 1.3 Energia Solar Fotovoltaica

Os raios solares além de trazerem a luz e o calor essencial para a vida na Terra podem gerar energia tanto na forma de calor como de eletricidade. A conversão direta de luz em eletricidade é chamada Energia Solar Fotovoltaica. Tal processo de conversão ocorre pelo efeito fotovoltaico, no qual as células fotovoltaicas, dispositivos fabricados com um material semicondutor, recebem os fótons (pequenos elementos provenientes da luz solar) despertando os elétrons. O movimento dos elétrons, presente no material semicondutor, gera corrente elétrica e consequentemente eletricidade (PINHO e GALDINO, 2014).

Sistema Fotovoltaico (SFV) consiste no conjunto de elementos necessários para converter diretamente energia solar em energia elétrica. O principal componente do SFV é o painel fotovoltaico e dependendo da aplicação inclui dispositivos para controle, supervisão, armazenamento e condicionamento da energia gerada. A fixação, estrutura de suporte e a fundação (quando necessária) fazem parte do SFV (LAMBERTS et al., 2010).

Os SFV podem ser classificados em duas categorias principais: sistemas isolados e sistemas conectados à rede, Fig. 1. Nos dois casos pode operar com apenas uma fonte energética (fotovoltaica) ou mais de uma fonte, denominado sistema híbrido que pode combinar energia fotovoltaica e eólica, por exemplo. Para definir qual sistema será utilizado, deve ser feito um estudo levando em consideração qual a aplicação, a disponibilidade de recursos, as restrições de cada projeto (investimento inicial, custo de manutenção, área ocupada pelo SFV, etc.), entre outros (PINHO e GALDINO, 2014).



**Figura 1:** Sistemas FV

Fonte: Urbanetz Junior (2010)

No aspecto ambiental, a cadeia produtiva dos painéis FV possui baixo impacto e, apesar de existirem rejeitos químicos (principalmente cádmio, arsênio e selênio) decorrentes da produção, o correto descarte desses produtos evita efeitos negativos.

A emissão de gases do efeito estufa dos painéis, em todo seu ciclo de vida, são extremamente baixas e a energia empregada na fabricação é compensada em alguns meses de funcionamento (GREENPEACE, 2010).

Além dos ganhos ambientais, a energia solar fotovoltaica permite a utilização em pequena escala e pode ser instalada próxima ao ponto de consumo (na forma distribuída), minimizando as perdas de energia na transmissão e distribuição da geração centralizada (SALAMONI e RÜTHER, 2003).

## 2 | METODOLOGIA

Para o caso de estudo foi realizado um levantamento visual e fotográfico in loco do sistema de iluminação artificial do bloco I-J, o qual foi verificado com os projetos de iluminação do bloco fornecidos pelo Departamento de Projetos e Obras (DEPRO) da UTFPR. Para o pré-dimensionamento do sistema fotovoltaico, além de uma inspeção visual, foi realizada a conferência de alguns dados como área disponível e as dimensões necessárias, mediante o projeto da planta de cobertura, também fornecido pela UTFPR - DEPRO.

Ainda no pré-dimensionamento do sistema fotovoltaico, as coordenadas geográficas do local foram encontradas no Google Earth, os valores típicos de irradiação solar foram retirados do Banco de dados de irradiação solar do Projeto SWERA, o qual tem como base o Atlas Brasileiro de Energia Solar. O programa Radasol foi utilizado para calcular a irradiação solar incidente no plano do painel FV, considerando seu ângulo de inclinação e desvio azimutal.

O presente estudo demonstra o quanto é possível reduzir o consumo de energia do sistema de iluminação utilizando equipamentos mais eficientes e, ainda, o quanto de energia um sistema fotovoltaico acoplado à edificação é capaz de gerar, priorizando a viabilidade técnica e com baixo custo. Também foram determinados e especificados alguns dos equipamentos e materiais necessários para o *retrofit* na iluminação e para a instalação do sistema fotovoltaico.

A escolha do bloco I-J deu-se pelo fato de ser utilizado pelos alunos e professores do Departamento de Construção Civil e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UTFPR. A edificação possui 4.646 m<sup>2</sup> de área construída e abrange 3 pavimentos: térreo, 1º andar e 2º andar. Destaca-se por ter salas e laboratórios multidisciplinares, salas para os professores, salas de aula e um terraço agradável. Foi inaugurado em 2011 e desde então comporta os usuários.

### 2.1 Caso de estudo referente ao sistema de iluminação

Na procura de mecanismos capazes de melhorar a eficiência energética do sistema de iluminação do bloco, foi priorizada a forma menos invasiva e que tenha

bons resultados e permita o uso de pouco recurso financeiro.

Partindo desse princípio, os pontos de destaque para atender o objetivo foram: identificar e quantificar os equipamentos de iluminação artificial existentes na edificação; realizar uma avaliação visual do atual estado de conservação do sistema de iluminação; identificar problemas recorrentes; sugerir o *retrofit* em equipamentos que tragam economia de energia; proporcionar um fluxo luminoso similar ao atual.

Com a leitura e interpretação dos projetos e o levantamento visual e fotográfico in loco, foi possível a identificação dos principais equipamentos de iluminação utilizados atualmente. Verificou-se que o bloco segue um padrão de iluminação. Dentro desse padrão, identifica-se a presença em todas as salas e áreas de circulação do bloco a luminária de sobrepor para 2 lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W com refletor e aletas refletivas fabricados em alumínio, sendo a luminária mais utilizada, Fig. 2.



**Figura 2:** Luminária de sobrepor

Fonte: Os autores

O conjunto que compõe a luminária de sobrepor possui 2 lâmpadas fluorescentes tubulares T8 com potência nominal de 32W e um reator eletrônico. O conjunto consome, conforme especificação dos fabricantes, 69 W e o fluxo luminoso corresponde a 4700 lúmens.

Outro equipamento de iluminação está presente nos maiores laboratórios multidisciplinar são os refletores de sobrepor orientáveis, dispostos na altura indicada de 4 metros. A Fig. 3 ilustra esse equipamento.



Figura 3: Refletor

Fonte: Os autores

Cada refletor é composto por uma lâmpada de vapor metálico com potência de 250W e por um reator. O conjunto consome 264W e fluxo luminoso de 18.000 lm.

Em todos os banheiros, a luminária circular de embutir para 2 lâmpadas fluorescentes compactas está presente, Fig. 4.



**Figura 4:** Luminária circular de embutir

Fonte: Os autores

As lâmpadas fluorescentes compactas utilizadas na luminária circular de embutir possuem potência de 20W e fluxo luminoso igual a 1.200 lm, totalizando 40W nessas luminárias.

A partir das luminárias e equipamentos auxiliares especificados anteriormente, foi possível elaborar uma tabela com a identificação do tipo e quantidade de luminárias existentes na edificação e estimar a potência total instalada.



	Luminária de sobrepor com 2 lâmpadas fluorescentes tubular de 32W cada e reator	Refletor com lâmpada de 250W e reator	Luminária circular com 2 lâmpadas fluorescentes compactas de 20W cada
Quantidade total	579	38	22
Potência unitária* (W)	69	264	40
Potência total (W)	39.951	10.032	880

**Tabela 1** – Quantidade de luminária por local.

Fonte: Os autores

Uma simples inspeção visual sobre a conservação e necessidade de manutenção foi de grande importância, haja vista que as luminárias se encontram em bom estado, a maioria não necessitando de substituição. Então a sugestão se baseia em manter as luminárias existentes e trocar somente as lâmpadas, tornando essa uma prática sustentável. Porém, apesar dos refletores não apresentarem maus sinais, a troca por equipamentos mais eficientes resulta na inutilização dos componentes do equipamento, como: refletor, lâmpada e reator.

Através da quantificação dos principais equipamentos de iluminação, chegou-se ao número total de luminárias existentes e a carga instalada. Com a identificação das principais características do sistema de iluminação artificial, iniciou-se a pesquisa para encontrar soluções que possam reduzir o consumo de energia para o sistema.

A fim de tornar o presente estudo mais prático e identificar a redução de consumo que o *retrofit* proporcionaria, foi criado um cenário de utilização do sistema de iluminação, pois não se teve acesso ao consumo da edificação, e o tempo para realização do estudo não foi suficiente para realizar esse tipo de medição. O cenário orienta que as salas de aula, demais salas e área de circulação utilizam 10 horas de iluminação diária e os laboratórios e banheiros 6 horas diárias. A consideração também define o uso em dias úteis, de segunda a sexta-feira e 22 dias úteis mensais.

Para as lâmpadas fluorescentes tubulares utilizadas nas luminárias de sobrepor, encontrou-se disponível no mercado lâmpadas LED que se encaixam perfeitamente na luminária e ainda, não necessitam de reator para o acionamento e nem alteração no sistema. A Fig. 5 ilustra a lâmpada LED, mais eficiente que as lâmpadas fluorescentes utilizadas atualmente. O fluxo luminoso passaria de 4.700 para 4.200 lúmens, podendo ser similar, porém necessita estudos *in loco* para avaliar.



**Figura 5:** Lâmpada tubular de LED

Fonte: Philips (2016)

O atual sistema consome 69W e com a substituição das lâmpadas por LED,

o sistema consumiria 40W. Com esses dados, fez-se uma tabela para demonstrar os benefícios do *retrofit* para o caso dessa luminária. Com redução de 42,03% no consumo de energia, a substituição por lâmpadas LED mais eficientes, além de ganho em durabilidade (as LED têm duração especificada em 40.000 horas e as fluorescentes 16.000 horas), garantem uma redução de 3,09 MWh no consumo mensal de energia.

Outra pesquisa foi realizada a fim de encontrar um equipamento que substitua os refletores utilizados. Chegou-se à conclusão que novamente a tecnologia LED é mais adequada para a situação. O refletor de LED encontrado, Fig. 6, apresenta menor consumo de energia e fluxo luminoso de 19.500 lúmens, superior ao fornecido pelo sistema atual, que é 18.000 lúmens. Além disso, a durabilidade da lâmpada de vapor metálico varia de 5.000 a 20.000 horas, já para o refletor a estimativa é 50.000 horas. A substituição traz uma economia de 321,02 kWh/mês e redução de 24,24% no consumo de energia.



**Figura 6:** Refletor de LED

Fonte: Boss computer (2016)

Por fim, para as luminárias circulares presentes nos sanitários encontrou-se uma lâmpada LED mais eficiente para substituir as existentes. A lâmpada fluorescente compacta utilizada atualmente possui 1.200 lúmens, porém, pelo fato da lâmpada de LED ser muito superior, considerou-se como substituta uma lâmpada de LED com potência de 9W e 900 lúmens, Figura 7.



**Figura 7:** Lâmpada de LED

Fonte: Taschibra (2016)

O *retrofit* propõe a substituição dos sistemas utilizados atualmente pela tecnologia LED. A Tab. 2 resume as diferenças de consumo no cenário do sistema atual e o proposto.

	Consumo estimado (kWh/mês)	
	Situação atual	Proposta de retrofit
Luminária de sobrepor	7.374,44	4.275,04
Refletor	1.324,22	1.003,20
Luminária circular	116,16	52,27
<b>RESULTADO</b>	<b>8.814,83</b>	<b>5.330,51</b>
<b>ECONOMIA DE ENERGIA</b>	<b>3.484,32 kWh/mês</b>	<b>39,53%</b>

**Tabela 2** – Redução no consumo de energia com o *retrofit* proposto.

Fonte: Os autores

A estimativa da proposta de *retrofit* é economizar aproximadamente 3.484 kWh/mês, uma redução de 39,53% no consumo de energia comparado ao sistema utilizado na edificação. Mas é possível melhor ainda mais esse cenário, aumentando a eficiência do sistema com a instalação de sensores de presença, equipamentos que detectam a presença dos ocupantes e acionam a iluminação.

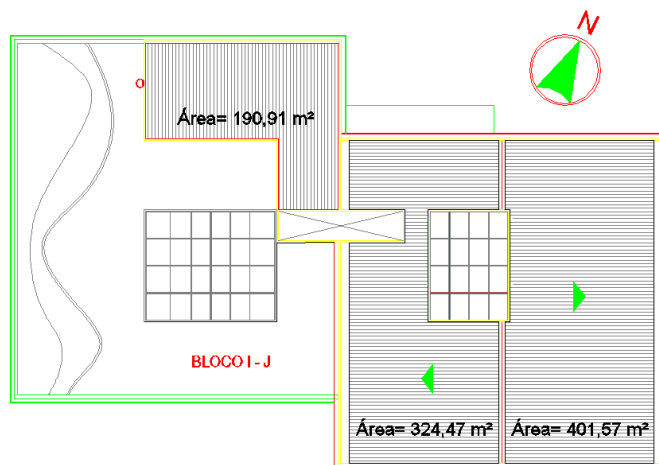
Além da redução no consumo de energia, a durabilidade também é outra grande vantagem, pois assim o custo de manutenção e operação reduziria, tendo em vista que as lâmpadas possuem vida útil muito superior as atuais, Tab. 3.

	Durabilidade especificada (horas)	
	Situação atual	Proposta de retrofit
Luminária de sobrepor	16.000	40.000
Refletores	20.000	50.000
Luminária circular	6.000	25.000

**Tabela 3** – Durabilidade das lâmpadas.

## 2.2 Caso de estudo referente ao sistema solar fotovoltaico

O ponto de partida para o estudo de pré-dimensionamento do sistema solar fotovoltaico conectado à rede foi identificar a cobertura do bloco I-J, a área disponível e as condições para instalação dos módulos. Com o projeto de Planta de Piso fornecido pela UTFPR através do DEPRO, foi possível verificar as dimensões da cobertura do bloco I-J e a posição que se encontra. Com uma medição angular realizada no software AutoCAD, detectou-se que a cobertura possui um desvio azimutal em relação ao Norte de  $64^\circ$  Leste. O telhado possui 3 águas e com o AutoCAD encontrou-se a área de cada água, conforme descrito na Fig. 8. As áreas obtidas referem-se somente ao espaço que no desenho estão indicadas como telhas, pois é a área considerada para a colocação dos módulos fotovoltaicos.



**Figura 8:** Planta de cobertura do bloco IJ

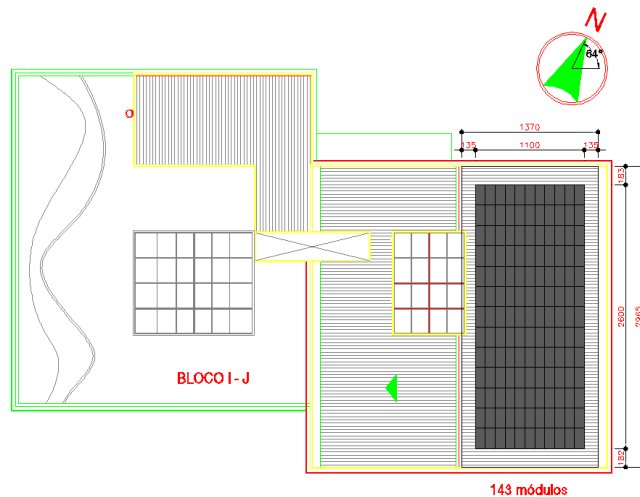
Fonte: Adaptado de UTFPR - DEPRO (2013)

A água do telhado escolhida para o pré-dimensionamento foi a de  $401,57 \text{ m}^2$ , pois é a mais favorável para a colação do painel, não possui sombreamento e conta com a maior área dentre as 3.

O módulo adotado para compor o sistema foi o HR-315P da marca ELCO, um modelo atualizado do módulo que está presente no SFV da sede Neville da UTFPR (URBANETZ JUNIOR *et al.*, 2016). Além disso, as células que compõe o módulo são de silício policristalino, tecnologia mais comercializada atualmente. O módulo possui potência especificada de  $315 \text{ Wp}$  e dimensões  $1952 \times 992 \times 40 \text{ mm}$ .

O painel compõe-se com 143 módulos, borda livre de  $1,35 \text{ m}$  e  $1,825 \text{ m}$ , Fig. 9.





**Figura 9:** Planta de cobertura do bloco IJ com módulos

Fonte: Adaptado de UTFPR - DEPRO (2013)

Então, foram encontradas as coordenadas geográficas do campus Ecoville com o auxílio do Google Earth para prosseguir o estudo de pré-dimensionamento do SFVCR. Com a coordenada do campus definida em (-25,44°, -49,35°), encontrou-se no banco de dados do Projeto SWERA a coordenada que mais se aproxima do local, a coordenada (-25,43°, -49,37°). A distância entre as duas coordenadas é aproximada em 2,22 km.

Da planilha global horizontal do Projeto SWERA retirou-se os dados de irradiação solar incidente na coordenada (-25,43°, -49,37°) e criou-se a estação UTFPRECOVILLE no programa Radiasol com esses dados. A próxima etapa foi encontrar os valores de irradiação no plano do painel fotovoltaico. Para isso, admitiu-se uma inclinação de 10° para a instalação do painel, mínima definida para autolimpeza através da chuva. No programa RADIASOL, na estação ECOVILLE UTFPR, colocou-se a inclinação de 10° e o desvio azimutal de 64° Leste em relação ao Norte. Com o uso do programa obteve-se os valores de irradiação no plano do painel FV, Tab. 4.

		Irradiação Solar Diária em kWh/m <sup>2</sup> .dia												
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
<b>H<sub>TOT</sub></b>	<b>=</b>	5,78	5,67	5,27	4,51	3,62	3,34	3,61	4,55	4,57	5,24	6,23	6,04	4,87

**Tabela 4** – Dados de irradiação solar no plano do painel FV.

Fonte: Os autores

Definida a quantidade de módulos do painel, calculou-se a potência do mesmo: 315 Wp X 143 módulos = 45.045 Wp. Baseado na potência de 45.045 Wp e uma taxa de desempenho de 75% do SFCR obteve-se os valores de energia que o SFVCR geraria, utilizando a Eq. 1.

$$E = \frac{P_{FV} \cdot H_{TOT} \cdot PR}{G} \quad (1)$$

Onde:

45,045	$P_{FV}$ - Potencia do painel FV (kW)
4,87	$H_{TOT}$ - irradiação solar incidente no plano dos módulos FV (kWh/m <sup>2</sup> .dia)
0,75	PR - Performance Ratio

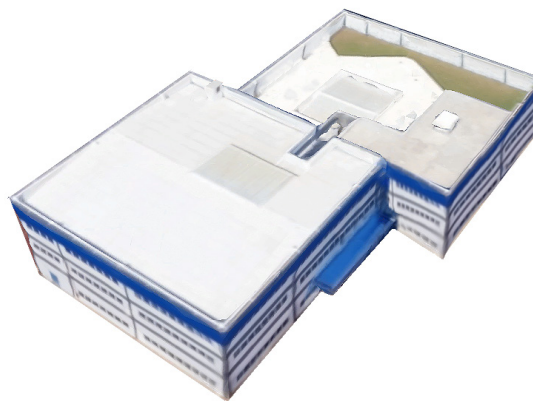
Encontraram-se então os dados de geração de energia mensal para o SFVCR, Tab. 5, sendo a média mensal 4.935,81 kWh e 60,05 MWh/ano.

ENERGIA em kWh/mês											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
6.053,37	5.363,51	5.519,25	4.570,94	3.791,21	3.385,13	3.780,74	4.765,20	4.631,75	5.487,83	6.314,18	6.325,67

**Tabela 5** – Geração de energia do SFVCR.

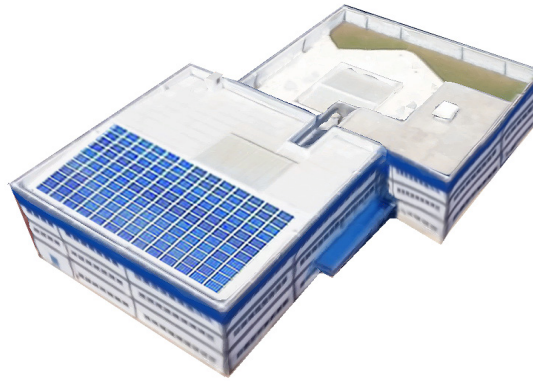
Fonte: Os autores

Por fim, para ilustrar o referido painel, criou-se uma imagem perspectiva com uma foto retirada do Google Earth. As Fig. 10 apresentam a situação atual da cobertura do bloco I-J e a Fig. 11 ilustra uma perspectiva da cobertura da edificação com o painel FV proposto.



**Figura 10:** Cobertura do bloco I-J

Fonte: Google Earth (2016)



**Figura 11:** Perspectiva da cobertura do bloco I-J com o painel FV

Fonte: Adaptado de Google Earth (2016)

### 3 | CONCLUSÕES E DISCUSSÕES

A iluminação artificial é responsável por grande parte do gasto energético das edificações, principalmente nas Instituições de Ensino. Diante disso, uma ótima alternativa para reduzir tais gastos com energia elétrica consiste em utilizar novas tecnologias de lâmpadas, as quais estão disponíveis com fluxo energético equivalente as utilizadas em grande parte dos edifícios, porém com menor consumo energético.

O presente estudo mostrou que a substituição das lâmpadas e refletores proporcionou para o cenário proposto uma redução de 39,53% no consumo energético do sistema de iluminação da edificação.

Além disso, outro aspecto relevante foi em relação a durabilidade das lâmpadas de LED propostas, no qual em determinado caso chega a ser 4 vezes mais durável que a lâmpada utilizada atualmente. Nesse sentido, vislumbra-se que os benefícios são diversos, dentre eles a redução de gastos com manutenção e reparo do sistema.

Ademais, visando diminuir ainda mais o consumo de energia na Universidade, foi proposta a instalação de um Sistema Solar Fotovoltaico na cobertura do bloco analisado, sendo esse, um Sistema Solar Fotovoltaico Conectado à Rede, nos moldes da Resolução Normativa nº 482 de 17 de abril de 2012 da ANEEL, utilizando-se o sistema de compensação de energia.

O Sistema Fotovoltaico projetado utiliza uma das águas da cobertura do bloco I-J, sendo esta a mais favorável em relação ao Norte. Nesta área elencada optou-se por uma disposição capaz de comportar 143 módulos de 315 Wp cada, totalizando 45,045 kWp.

Estima-se que o Sistema é capaz de gerar em média 4.935,81 kWh por mês, representando 60,05 MWh por ano, sendo que esta quantidade de energia representa 55,99% do cenário de consumo considerado para as lâmpadas existentes na edificação atualmente e, 92,60% do consumo de energia do cenário considerado com

as luminárias propostas no *retrofit*.

Com isso, quando se observa a composição do *retrofit* no sistema de iluminação artificial em conjunto com o SFVCR, verifica-se que eles representam 95,52% de economia de energia face a situação atual do sistema de iluminação, porém este percentual ainda poderia ser ampliado com a utilização de sensores de presença em mais ambientes analisados, haja vista que no levantamento in loco visualizou-se uma baixa utilização de tais equipamentos.

Ainda, por tratar-se de um ambiente universitário, com formadores de opinião, constata-se que além dos benefícios com a redução do consumo de energia elétrica, a inserção de equipamentos mais eficientes e a instalação de um SFVCR irão trazer benefícios de caráter intangível para todos, diante da otimização e efficientização do edifício público de maneira geral.

## REFERÊNCIAS

ANEEL. Resolução Normativa nº 482. Agência Nacional de Energia Elétrica. 2012. Brasil, 12p.

Blumenschein, R. N. A sustentabilidade na cadeia produtiva na indústria da construção. Tese de Doutorado. CDS, UnB, Brasília, 2004. Disponível em:< <https://rmdaveiga.files.wordpress.com/2011/01/tese-blumenschein.pdf>>. Acesso em: 31 de agosto de 2016.

Boss Computer. Refletor LED 200W Super Branco Bivolt. 2016. Disponível em:< <http://www.bosscomputer.com.br/refletor-led-200w-super-branco>>. Acesso em: 05 de outubro de 2016.

Google Earth. Programa Google Earth. 2016.

Greenpeace. Revolução energética: a caminho do desenvolvimento limpo. Brasil, 2010. 40 p.

Lamberts, R.; Ghisi, E.; Pereira, C. D.; Batista, J. O. Casa eficiente: consumo e geração de energia. Florianópolis: UFSC/LabEEE, 2010. 76 p.

Lamberts, R.; Triana, M.A.; Fossati, M.; Batista, J.O. Sustentabilidade nas Edificações: Contexto internacional e algumas referências brasileiras na área. Florianópolis, 2007. Disponível em:< <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/sustentabilidade-edificaco-es-contexto%20internacional-referencias-brasileiras.pdf>>. Acesso em: 31 de agosto de 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Brasil. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/construcao-sustentavel>>. Acesso em: 31 de agosto de 2016.

Philips. Catálogo de produtos. 2016. Disponível em:< <http://www.lighting.philips.com.br>>. Acesso em: 11 de setembro de 2016.

Pinho, J. T.; Galdino, M. A. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Grupo de Trabalho de Energia Solar – GTES, CEPEL - CRESESEB. 2014.

PROCEL. Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de consumo: ano base 2005. PROCEL – ELETROBRAS, 2008. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7B5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98%7D&Team=&params=itemID=%7B9B879391-1D29-4834-8554-34E61FBD1AA9%7D;&UIPartUID=%7B05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18%7D>>. Acesso em: 31 de agosto de 2016.

Rodrigues, P. Manual de Iluminação Eficiente. 1ª ed. 2002. Disponível em:< <http://arquivos>>.

portaldaindustria.com.br/app/conteudo\_18/2014/04/22/6281/Manual\_Iluminacao.pdf>. Acesso em: 04 de setembro de 2016.

Salamoni, I. T.; R  ther, R. Sistema fotovoltaico integrado   edificação e interligado à rede elétrica: Eficiência energética e Sustentabilidade. In: ENCAC – COTEDI 2003, Curitiba. 2003.

Taschibra. Catálogo de produtos. Santa Catarina, Brasil. 2016. Disponível em:< <http://www.taschibra.com.br>>. Acesso em: 04 de outubro de 2016.

UFRGS. Programa RADIASOL. Disponível em: <<http://www.solar.ufrgs.br/#softwares>>. Acesso em: 13 de agosto de 2016.

Urbanetz Junior, J. Sistemas fotovoltaicos conectados a redes de distribuição urbanas: sua influência na qualidade da energia elétrica e análise dos parâmetros que possam afetar a conectividade. Florianópolis, 2010. 189 p.

Urbanetz Junior, J.; Tiepolo, G. M.; Casagrande Junior, E. F.; Tonin, F. S.; Mariano, J. D. Geração Distribuída Fotovoltaica: O Caso dos Sistemas Fotovoltaicos da UTFPR em Curitiba. In: XCBPE 2016, Gramado. 2016.

UTFPR - DEPRO. Projeto Planta de piso Ecoville UTFPR. 2013.

## **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