

Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

The background is a dark purple gradient with a white grid pattern. It is decorated with various white and light blue icons representing different fields: a compass and pencil, gears, a ruler and pencil, a network diagram, a calculator, a chemical structure, a magnifying glass, a graph of a bell curve, a graph of a sine wave with the equation  $y = \cos x$ , a graph of an absolute value function with the equation  $y = |x|$ , a book, and a graph of a hyperbola. The main title is enclosed in a white rounded rectangular frame.

Estudos (Inter)  
Multidisciplinares  
nas Engenharias

Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

# Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Engenharias

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Geraldo Alves  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
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. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E82	Estudos (inter) multidisciplinares nas engenharias 1 [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-697-3 DOI 10.22533/at.ed.973190910  1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. I. Silva, Helenton Carlos da.  CDD 658.5
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Engenharias*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 25 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da (inter) multidisciplinaridade nas engenharias.

O processo de aprendizagem, hoje em dia, é baseado em um dinamismo de ações condizentes com a dinâmica do mundo em que vivemos, pois a rapidez com que o mundo vem evoluindo tem como chave mestra a velocidade de transmissão das informações.

A engenharia praticada nos dias de hoje é formada por conceitos amplos e as situações a que os profissionais são submetidos mostram que esta onda crescente de tecnologia não denota a necessidade apenas dos conceitos técnicos aprendidos nas escolas.

Desta forma, os engenheiros devem, além de possuir um bom domínio técnico da sua área de formação, possuir domínio também dos conhecimentos multidisciplinares, além de serem portadores de uma visão globalizada.

Este perfil é essencial para o engenheiro atual, e deve ser construído na etapa de sua formação com o desafio de melhorar tais características.

Dentro deste contexto podemos destacar que uma equipe multidisciplinar pode ser definida como um conjunto de profissionais de diferentes disciplinas que trabalham para um objetivo comum.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados aos estudos da (inter) multidisciplinaridade nas engenharias, com destaque mais diversas engenharias e seus temas de estudos.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A IMPORTÂNCIA DA (INTER) MULTIDISCIPLINARIDADE NAS ENGENHARIAS PARA O DESENVOLVIMENTO E OPERAÇÃO DAS CIDADES INTELIGENTES	
Roberto Righi Roberta Betania Ferreira Squaiella	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9731909101</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
ANÁLISE DOS MÉTODOS DE ENSINO E AVALIAÇÕES UTILIZADOS NA GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL	
Elaine Cristina Lengowski Carla Cristina Cassiano	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9731909102</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE POSTO DE TRABALHO EM UM ATELIÊ DE SOUVENIRS COM USO DOS MÉTODOS OWAS E DE SUZANNE RODGERS	
Jordy Felipe de Jesus Rocha Maria Vanessa Souza Oliveira Leila Medeiros Santos Bento Francisco dos Santos Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9731909103</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>40</b>
AVALIAÇÃO ERGONÔMICA: ESTUDO DE CASO DE VIGILANTES	
Gustavo Francesco de Moraes Dias Diego Raniere Nunes Lima Renato Araújo da Costa Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho Fernanda da Silva de Andrade Moreira Hugo Marcel Flexa Farias Jessica Cristina Conte da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9731909104</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>53</b>
ESTILO DE LIDERANÇA QUE O ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO DEVE POSSUIR NA ÓTICA DOS ENGENHEIROS DE PRODUÇÃO DA FACULDADE PARAÍSO DO CEARÁ	
Emmanuela Suzy Medeiros José Valmir Bezerra e Silva Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9731909105</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>66</b>
EVOLUÇÃO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A INDÚSTRIA NO BRASIL	
Lídia Silveira Arantes Thales de Oliveira Costa Viegas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9731909106</b>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>80</b>
<b>GOVERNANÇA, RESPONSABILIDADE SOCIAL E SUSTENTABILIDADE: ENTENDENDO OS FENÔMENOS DE GESTÃO ORGANIZACIONAL</b>	
Leonardo Petrilli Denize Valéria dos Santos Baia Juliana Fernanda Monteiro de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9731909107</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>93</b>
<b>PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA ESCOLA DA REDE PÚBLICA MUNICIPAL DE PARAUAPEBAS</b>	
Diego Raniere Nunes Lima Renato Araújo da Costa Gustavo Francesco de Moraes Dias Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9731909108</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>105</b>
<b>ANÁLISE DO RISCO DE ACIDENTE CAUSADO PELA ALTA TEMPERATURA EM ALTO-FORNO SIDERÚRGICO NO MUNICÍPIO DE MARABÁ – PA</b>	
Diego Raniere Nunes Lima Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho Gustavo Francesco de Moraes Dias Renato Araújo da Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9731909109</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>120</b>
<b>CONFECÇÃO DE BANCADA DIDÁTICA PARA SIMULAÇÃO DE SISTEMAS HIDRELÉTRICOS COM PERSPECTIVA À INTEGRAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0</b>	
Kariston Dias Alves Gustavo Catusso Balbinot Artur Vitório Andrade Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.97319091010</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>131</b>
<b>DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DE TERMELÉTRICAS A BIOMASSA NO BRASIL</b>	
Beatriz Gabrielle de Carvalho Pinheiro Josiane do Socorro Aguiar de Souza Oliveira Campos Luciano Gonçalves Noleto Maria Vitória Duarte Ferrari Tallita Karolline Nunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.97319091011</b>	
<b>CAPÍTULO 12 .....</b>	<b>143</b>
<b>DESENVOLVIMENTO DE UM REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSÃO MICROCONTROLADO UTILIZADO EM GERADORES SÍNCRONOS ISOLADOS</b>	
Guilherme Henrique Alves Lúcio Rogério Júnior Antônio Manoel Batista da Silva Wellington Mrad Joaquim	

**CAPÍTULO 13 ..... 157**

**DESPACHO ÓTIMO DAS UNIDADES GERADORAS DA USINA HIDRELÉTRICA  
LUIS EDUARDO MAGALHÃES**

Henderson Gomes e Souza  
Brunno Henrique Brito  
Vailton Alves de Faria  
Jabson da Cunha Silva

**DOI 10.22533/at.ed.97319091013**

**CAPÍTULO 14 ..... 170**

**DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE ÓPTICA E TÉRMICA DE UM COLETOR  
PARABÓLICO COMPOSTO COM E SEM EFEITO ESTUFA**

Joaquim Teixeira Lopes  
Ricardo Fortes de Miranda  
Keyll Carlos Ribeiro Martins  
Camila Correia Soares

**DOI 10.22533/at.ed.97319091014**

**CAPÍTULO 15 ..... 177**

**EFEITOS DO TRATAMENTO TÉRMICO DE ENDURECIMENTO POR  
PRECIPITAÇÃO NA MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES MECÂNICAS EM  
LIGAS DE AL-SI-MG FUNDIDAS**

Albino Moura Guterres  
Daniel Beck  
Cláudio André Lopes de Oliveira  
Juliano Poleze

**DOI 10.22533/at.ed.97319091015**

**CAPÍTULO 16 ..... 186**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS  
FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A REDE PARA CONSUMIDORES DO GRUPO A**

Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho  
Murilo Miceno Frigo  
Gustavo Francesco de Moraes Dias  
Diego Raniere Nunes Lima  
Renato Araújo da Costa  
Timóteo Gonçalves Braga

**DOI 10.22533/at.ed.97319091016**

**CAPÍTULO 17 ..... 199**

**GESTÃO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS  
ELETRÔNICOS NA IMAGEM SOM ELETRÔNICA LTDA**

Carla Ruanita Pedroza Maia  
Leila Medeiros Santos  
Maria Vanessa Souza Oliveira  
Bento Francisco dos Santos Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.97319091017**



<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>212</b>
INDICADOR DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	
Jean Carlos da Luz Pereira Felipe Guimarães Ramos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.97319091018</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>225</b>
INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR DE MODIFICAÇÕES NA CÉLULA FOTOVOLTAICA MONOCRISTALINA DE SILÍCIO	
Marcus André Pereira Oliveira Ana Flávia de Sousa Freitas Thiago Barros Pimentel Adão Lincoln Montel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.97319091019</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>234</b>
UMA APLICAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E EFICIÊNCIA EXERGÉTICA DAS TURBINAS A VAPOR NAS INDÚSTRIAS SUCROALCOOLEIRAS	
Nancy Lima Costa Maria de Sousa Leite Filha Arthur Gilzeph Farias Almeida Jaciera Dantas Costa Antônio Daniel Buriti de Macêdo José Nunes de Oliveira Neto Jordany Ramalho Silveira Farias José Jefferson da Silva Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.97319091020</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>242</b>
THE STEAM GENERATION CENTERS AS A VECTOR FOR THE SUGARCANE MILLS EVOLUTION TO THE SUCRO-ENERGETICS PLANTS FORMAT	
Roque Machado de Senna Henrique Senna Rosimeire Aparecida Jerônimo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.97319091021</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>252</b>
ANÁLISE DE CERTIFICADOS DIGITAIS EM DOMÍNIOS BRASILEIROS	
Matheus Aranha Diogo Pereira Artur Ziviani Fábio Borges	
<b>DOI 10.22533/at.ed.97319091022</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>264</b>
ANÁLISE DO IMPACTO DO ROTEAMENTO ALTERNATIVO EM REDES ÓPTICAS ELÁSTICAS TRANSLÚCIDAS CONSIDERANDO DIFERENTES CENÁRIOS DE DEGRADAÇÃO DA QUALIDADE DE TRANSMISSÃO	
Arthur Hendricks Mendes de Oliveira Helder Alves Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.97319091023</b>	

<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>271</b>
SENSORIAMENTO ELETRÔNICO DE BAIXO CUSTO NO MONITORAMENTO HIDRÁULICO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS	
Lidiane Bastos Dorneles Samuel dos Santos Cardoso Samanta Tolentino Ceconello Jocelito Saccol de Sá	
<b>DOI 10.22533/at.ed.97319091024</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>283</b>
TUTORIAL SOBRE REPETIDORES DE DADOS MÓVEIS	
Carine Mineto Lyang Leme de Medeiros Helder Alves Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.97319091025</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>295</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>296</b>

## ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A REDE PARA CONSUMIDORES DO GRUPO A

### **Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho**

Professor EBTT, Instituto Federal do Pará

E-mail: roberto.filho@ifpa.edu.br

### **Murilo Miceno Frigo**

Professor EBTT, Instituto Federal do Mato Grosso do Sul

### **Gustavo Francesco de Moraes Dias**

Professor EBTT, Instituto Federal do Pará

### **Diego Raniere Nunes Lima**

Professor EBTT, Instituto Federal do Pará

### **Renato Araújo da Costa**

Professor EBTT, Instituto Federal do Pará

### **Timóteo Gonçalves Braga**

Diretor Administrador, Elétrica Solar

**RESUMO:** Desde que foi oficializada a microgeração de energia elétrica através da resolução ANEEL 482 de 17 de abril de 2012 muitos sistemas já foram instalados com boas expectativas em relação à viabilidade econômica da geração solar. Neste trabalho se discute a viabilidade da instalação de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede para um consumidor do grupo A. O Tocantins possui cerca de cinco horas de sol pleno de acordo com INMETRO, o que é excelente para o desenvolvimento de projetos em energia solar. O projeto estuda uma aplicação, desenvolvida em uma edificação de salas de aula, na Universidade Federal do Tocantins (UFT). Um

estudo de viabilidade foi feito e como resultados apresentamos alguns aspectos importantes de engenharia econômica, são estes o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), e o Payback. Será demonstrada assim a não viabilidade da implantação de Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Rede para consumidores do Grupo A e a necessidade de se estudarem novas formas de remuneração para investimentos em energia solar para os consumidores enquadrados nessa modalidade tarifária, uma vez que parte expressiva da demanda nacional está enquadrada nesse grupo. O trabalho apresenta algumas propostas de remuneração que viabilizariam o investimento de uma microgeração na situação deste consumidor em especial.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia Solar, Grupo A, Eficiência Energética.

### STUDY OF ECONOMIC FEASIBILITY OF PHOTOVOLTAIC SYSTEM IMPLEMENTATION CONNECTED TO THE NETWORK GROUP OF CONSUMERS

**ABSTRACT:** Since its micro-generation creation of electricity by ANEEL Resolution 482 of April 17, 2012 many systems have already been installed with good expectations regarding the economic viability of solar generation. This paper discusses the feasibility of installing a

Photovoltaic System Connected to the Network for consumers of group A. Tocantins has about five hours of full sun in according to INMETRO, which is great for the development of projects in solar energy. The project studies an application, developed in a building of classrooms at the Federal University of Tocantins (UFT). A feasibility study has been done and as a result we present some important aspects of economic engineering, are these the Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), and Payback. It will be demonstrated the non-viability of the deployment of Photovoltaic Systems Connected to Network in consumers of Group A and the need to consider new forms of remuneration for investments in solar energy to consumers classified in this tariff mode, since a significant portion of the consumption of electricity National is framed in that group. The paper presents some proposals for remuneration viabilizariam investment in a micro situation of consumers in particular.

**KEYWORDS:** Solar Energy, Group A, Energy Efficiency.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Brasil possui grande potencial para energia solar, pois possui um dos melhores índices de insolação do planeta (VILLALVA,2012); o país com maior utilização de energia solar fotovoltaica é a Alemanha, com capacidade instalada de 20 GW. Uma comparação de insolação entre a Alemanha e o Brasil apresenta um cenário mais favorável para exploração desse recurso. O melhor índice de insolação da Alemanha é de 3500 W h/m<sup>2</sup>, sendo que os índices brasileiros variam entre 4500 a 6000 W h/m<sup>2</sup>. Villalva (2012) estima que a capacidade de geração no Brasil seja 10 vezes maior que a da Alemanha, sendo isso o dobro de toda a energia elétrica produzida nacionalmente na atualidade (ENERGIA,2012).

Em relação a outros países com menor média de incidência solar o Brasil já se encontra favorecido como um todo, além disso em suas dimensões continentais há áreas com maior potencial de geração. O Tocantins apresenta um potencial extremamente favorável para geração fotovoltaica, de acordo com o Atlas Solarimétrico do Brasil (CHIGUERO, 2000) o estado tem 12 uma média anual de 6 horas de insolação plena diária.

Dessa forma, é essencial que se trabalhe essa tecnologia em um momento que as principais potências mundiais voltam seus olhos para as energias renováveis. Além disso, o valor da tarifa de energia que apresenta crescimento constante tem tornado atrativo a instalação de sistemas fotovoltaicos em muitos casos, no Tocantins a tarifa de energia elétrica é a quarta maior do país. Porém em muitas situações a instalação desses sistemas não apresenta um retorno econômico satisfatório.

É nesse cenário nacional onde a energia solar começa a dar seus primeiros passos, onde muito ainda tem que ser feito do ponto de vista tecnológico e regulatório; nesse contexto, esse trabalho visa estudar a viabilidade da microgeração de energia elétrica com fonte fotovoltaica em consumidores do Grupo A.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos normativos (resoluções 414/2010 e 482/2012)

Atualmente os consumidores de energia elétrica brasileiro são classificados em 2 grupos, Grupo A e Grupo B. O grupo A envolve todos aqueles que a tensão de fornecimento é superior ou igual a 2,3 KV ou que o seu atendimento seja feito via sistema subterrâneo em níveis de tensão secundária, sendo sua tarifa de cobrança binômica (consumo e demanda). O grupo B é composto por unidades consumidoras com fornecimento de tensão inferior a 2,3 KV, caracterizado pela tarifa monômica. A modalidade tarifária é o conjunto de tarifas que são cobradas aos consumidores devido à utilização e demanda elétrica disponível.

No Grupo B atualmente tem-se a modalidade tarifária convencional monômica, sendo que o valor da tarifa não muda ao longo do dia, recentemente foi implantado o sistema de bandeiras para os consumidores do grupo B, funcionando em 3 bandeiras: verde, amarela e vermelha, que funcionam da seguinte forma, Bandeira verde: condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo; Bandeira amarela: condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,025 para cada quilowatt-hora (kWh) consumidos; Bandeira vermelha: condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,045 para cada quilowatt-hora kWh consumido. (ANEEL, 2015).

O grupo A apresenta três enquadramentos para o consumidor. A modalidade tarifária convencional binômica, onde é cobrado uma tarifa pelo consumo de eletricidade e outra tarifa por uma demanda de potência, não havendo variação nos preços das tarifas com o decorrer do dia. No enquadramento horosazonal verde, sendo cobrado uma tarifa variável pelo consumo de eletricidade e outra tarifa fixa por uma demanda de potência. E o enquadramento horosazonal azul, sendo cobrada uma tarifa variável pelo consumo de eletricidade e uma outra tarifa também variável pela demanda de potência.

A resolução (ANEEL, 2012) também estabeleceu uma forma de regulamentar as concessionárias com relação ao horário de cobrança diferenciada. Determinando o conceito de posto tarifário, que é o período em horas para que a tarifa diferenciada seja aplicada para os consumidores, dividindo o dia em 3 períodos. Posto tarifário de ponta, período de 3 horas consecutivas diárias, escolhidas pela concessionária, mediante a aprovação da ANEEL com exceção nos dias de sábado, domingos, e outras datas citadas na resolução (feriados). Posto tarifário intermediário: Período de uma hora antecedente e sucessora ao posto tarifário de ponta, aplicado para consumidores do grupo B. Posto tarifário fora de ponta são os horários que completam o dia que não estão enquadrados nos outros postos tarifários.

Ficou determinado pela resolução normativa 482/2012 da ANEEL que a energia gerada passa a ser paga na forma de créditos, pelo sistema de compensação de energia elétrica, ou seja, o excedente de potência ativa gerada é injetado na rede de distribuição, e quando o consumo exceder a geração a concessionária fornecerá a energia ativa para o consumidor. No caso de saldo positivo ao fim do ciclo de faturamento o consumidor tem até 36 meses para consumir os créditos, podendo também ser utilizado no abatimento de faturas em outras unidades consumidoras desde que a titularidade seja a mesma pra todos, ou seja, mesmo CPF (Cadastro de Pessoa Física) ou CNPJ (Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica). A distribuidora cobrará um valor mínimo referente ao custo de disponibilidade ou demanda contratada dependendo do grupo ao qual o gerador está inserido. Para aqueles geradores que possuem postos tarifários, a energia excedente gerada em determinado posto poderá ser compensada em outros postos tarifários com a ressalva de ser observado a relação entre os valores diferentes das tarifas de energia.

## 2.2 Políticas públicas de incentivo

Ainda existem algumas barreiras que são obstáculos para a implantação da geração distribuída. Sendo que há a necessidade da participação do governo, através de políticas de incentivo, para tornar os empreendimentos viáveis economicamente aos investidores. Em diversos países é utilizada políticas de incentivos para viabilizar e encorajar a indústria fotovoltaica, e tornar a energia advinda dessa fonte economicamente competitiva entre as outras fontes tradicionais. Medidas governamentais, regulatórias, econômicas e de financiamento, foram adotadas para incentivar os investimentos em vários países. É importante ressaltar que na maioria dos países europeus as tarifas de geração fotovoltaica, apesar dos incentivos e políticas governamentais, as quedas dos preços na indústria, escalas produtivas e evolução dos processos produtivos, não conseguem ter um preço competitivo com as tarifas cobradas pelas concessionárias, que utilizam tipos tradicionais de geração de energia. Dentre os países europeus a Alemanha e Itália são os que possuem tarifa de fornecimento mais alta. Promovendo então a viabilidade da geração fotovoltaica distribuída. (GRIGOLEIT TOBIAS ROTHACHER, 2014).

## 2.3 Feed-in tariff (fit)

A ferramenta de feed-in tariff ou tarifa prêmio foi amplamente adotada como ferramenta para viabilizar o investimento, e tornou-se uma das principais no mundo para o incentivo a utilização de fontes renováveis de energia. Com a finalidade de acelerar os investimentos, é feito um contrato para a produção baseada nos custos da geração por aquela determinada fonte, podendo chegar a comprometer as tarifas, e distribuindo os custos extras gerados para todos os consumidores. No caso da geração fotovoltaica, aos geradores é oferecido um maior preço pelo *MWh* vendido,

compensando assim os maiores investimentos e custos de produção. Essa forma de incentivo fixa um valor pago pela energia gerada por fontes renováveis, de forma que esse valor torne viável o investimento de implantação do gerador. Sendo que o gerador esteja conectado a rede elétrica de distribuição, ficando a concessionária com a obrigação de comprar e remunerar a energia gerada, no mínimo pelo valor fixo comentado anteriormente, que em grande maioria é um valor maior do que o cobrado pela venda de energia elétrica aos consumidores.

Nesse modelo de incentivo a concessionária responsabiliza-se por administrar o pagamento e ratear os custos aos consumidores. Esse modelo deve ser pautado em três garantias básicas; deve ser garantido o acesso à rede, os contratos devem ser longos para venda da energia produzida e os preços devem levar em conta um valor que proporcione atração de investimentos por parte dos consumidores. Ou seja, deve superar valores mínimos de retorno de investimento quando comparados aos outros investimentos ou rendimentos de capital. Para cálculo do valor da tarifa FIT considerar o retorno sobre patrimônio, juros de capital de giro e empréstimo, depreciação de equipamento e despesas de manutenção e operação, garantindo a semelhante rentabilidade da utilização de fontes convencionais da matriz energética. (VILLIARINI,2011).

## 2.4 Netmetering

Uma outra política de incentivo é o Netmetering, que é adotada, no Brasil, através da resolução normativa 482/2012 da ANEEL, para sistemas de geração elétrica conectados a rede. Basicamente é um sistema de compensação, na qual a diferença entre a quantidade de energia gerada e a quantidade de energia consumida em um ciclo de faturamento é avaliada e o resultado ou é pago pelo consumidor no caso em que o consumo excedeu o consumo, ou para o caso em que a geração excedeu o consumo, o excedente é transformado em créditos, tendo o consumidor um prazo para consumo desse crédito. No Brasil o prazo é de até 3 anos. Quando não há diferença entre a geração e o consumo é zero, não há o faturamento da unidade, mas no Brasil paga-se apenas um valor para a distribuidora referente a disponibilidade de fornecimento de energia (ANEEL, 2012). Como essa metodologia é baseada em troca de energia, o custo de implantação da geração tem retorno mais rápido quando o valor da tarifa de energia cobrado é alto, nesse caso isso é um dos fatores que influenciam a viabilidade de investimentos.

Para tornar viável essa forma de comercialização os preços das tarifas de compra e venda devem ser similares para o consumidor, ou ao menos competitivo com as outras fontes geradoras convencionais. Para aferição das quantidades de geração e consumo, pode ser feito através de duas formas: utilizando apenas um medidor bidirecional, esse fornece a leitura da quantidade de energia injetada na rede bem como a quantidade de energia que a rede forneceu para o usuário, utilizado para

casos em que a tarifa produzida e consumida é idêntica; ou através de 2 medidores unidirecionais, um para cálculo da energia produzida e outro para cálculo da energia consumida, utilizados quando são valores diferentes de tarifas, faz-se necessário a utilização de dois medidores, sendo essa forma uma divergente do netmetering, chamada de netbilling.

O FIT e o Netmetering são os dois mecanismos mais comuns para o fomento a geração fotovoltaica, mas diversas outras ações podem ajudar conjuntamente a eles.

## 2.5 Indicadores de viabilidade

Os indicadores de rentabilidade têm como objetivos estudar os resultados esperados de certo investimento, baseado nos custos e receitas, determinando assim a capacidade de pagamento do projeto dentro do horizonte de planejamento estipulado como referência. Serão abordados nesse trabalho o Pay Back, o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Para analisar os indicadores é necessário determinar os limites da viabilidade dos projetos. Sendo que os resultados dos cálculos deverão superar os limites previamente estabelecidos. Os parâmetros de atratividade para este estudo são a Taxa Mínima de Atratividade que é limite de rentabilidade para o VPL e TIR e o Período Mínimo de Atratividade que é o tempo mínimo para que um projeto tenha seu investimento retornado.

## 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Valor presente líquido (vpl)

O valor presente líquido (VPL) ou Net Present Value (NPV) é um dos instrumentos mais utilizados para se avaliar propostas de investimentos de capital. Reflete a riqueza em valores monetários do investimento medida pela diferença entre o valor presente das entradas de caixa e o valor presente das saídas de caixa, a uma determinada taxa de desconto (KASSAI et al., 2000). O VPL é calculado através da seguinte fórmula:

$$VPL = \frac{FC_0}{(1+i)^0} + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n} \quad (1)$$

O conceito de VPL tem utilidade quando são analisadas diversas moedas que possuem poder aquisitivo diferente, ou seja, a moeda não tem o mesmo valor com o decorrer do tempo. Para que sejam somados esses valores, é necessário torna-los equivalentes. Quando um investimento apresenta VPL maior ou igual à zero, ele é considerado atraente.

### 3.2 Taxa interna de retorno (tir)

A TIR calcula a taxa para que o VPL seja igual a zero, sendo calculada através



de:

$$ZERO = \frac{FC_0}{(1-TIR)^0} + \frac{FC_1}{(1-TIR)^1} + \frac{FC_2}{(1-TIR)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1-TIR)^n} \quad (2)$$

A TIR quando é calculada através de valores descontados baseando-se em uma taxa de atratividade, quando o resultado encontrado é positivo ou zero a opção é atrativa para investimento. Existem algumas considerações sobre as análises da TIR, quando existem muitas inversões de sinais no fluxo de caixa (FC), o cálculo da TIR pode apresentar um ou mais valores, positivos ou negativos, também pode não ter solução.

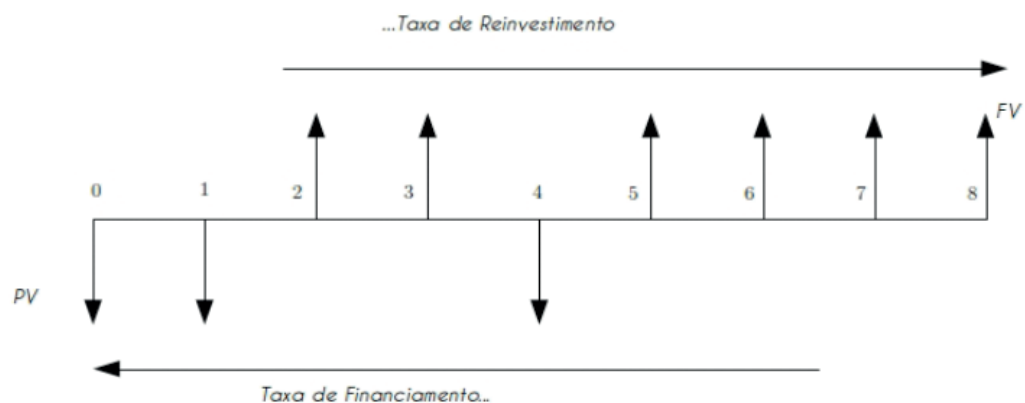


Figura 1: Fluxo de caixa com várias inversões.

Para solucionar esse cálculo é utilizado uma proposta diferente para calcular esse parâmetro, a TIRM (Taxa Interna de Retorno Modificada), nesse processo os valores do fluxo de caixa positivos são atualizados a uma taxa de reinvestimento obtendo um valor único para o Valor Futuro (FV) e os valores negativos são atualizados para o Valor Presente (PV) por uma Taxa de Financiamento.

$$FV = PV \cdot (1 + i)^n \quad (3)$$

Utilizando a fórmula de juros composto da equação 3, é obtido um novo fluxo de caixa, com apenas um valor PV e um valor FV, assim o fluxo de caixa possui apenas uma inversão. Utilizando a mesma fórmula de juros composto 3 é possível encontrar o valor para a TIRM.



Figura 2: Fluxo de caixa simples com valores atualizados.

### 3.4 Payback

Segundo KASSAI *et al.* (2000) o Payback é o período de recuperação de um investimento. Consiste na identificação do prazo em que o montante do dispêndio de capital efetuado seja recuperado por meio dos fluxos líquidos de caixa gerados pelo investimento. É o período em que os valores dos investimentos (fluxos negativos) se anulam com os respectivos valores de caixa (fluxos positivos), ou seja, o dinheiro investido foi reembolsado. Como para o cálculo do Payback não é considerado a variação da moeda no tempo, e para que seja levado em consideração o tempo é utilizado uma variação desse parâmetro, o Payback TIRM, que analisa o tempo de retorno do investimento considerando a TIRM para atualizar os valores. O Payback TIRM é calculado utilizando a Eq. 3 de juros composto, adotando os valores de  $FV = 2$  e  $PV = 1$ , resultando em:

$$2 = 1(1 + TIRM)^{\text{Payback TIRM}} \quad (4)$$

Em um trabalho recente KASSAI *et al.* (2000) afirmam que a medida mais conservadora é a apontada pelo método do Payback TIRM, e é uma ferramenta de análises com vantagens sobre a TIR tradicional.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Será utilizado como caso de estudo deste trabalho o dimensionamento de um SFCR (sistema fotovoltaico conectado à rede) para o Bloco J do campus da Universidade Federal do Tocantins. O projeto foi desenvolvido em um trabalho proposto recentemente por Braga (2014) para conclusão de curso, que fez o estudo de um sistema de  $69,6 \text{ kWp}$ , compreendendo 240 módulos de  $290 \text{ Wp}$  cada. Segundo Braga (2014) o valor do investimento para instalação do SFCR é de aproximadamente R\$ 9 para cada  $\text{Wp}$ , para os  $69,6 \text{ kWp}$  o gasto total para a instalação seria em torno de R\$ 626.400,00 reais. Considerando a garantia da fabricante de que em 25 anos de utilização do módulo o mesmo estará gerando no mínimo 80% da sua potência

nominal, e adotando o pior caso, 80% de geração aos 25 anos de vida útil é possível estimar a geração considerando o decréscimo. De acordo com o Inmetro, a geração de um módulo é dada pela seguinte equação:

$$E_g = \frac{P_n \cdot HSP \cdot 30 \text{ dias}}{1,2} \quad (5)$$

Utilizando as informações do Atlas Solarimétrico e a Eq.5, é possível estimar a geração mensal a qual está apresentada no gráfico a seguir:

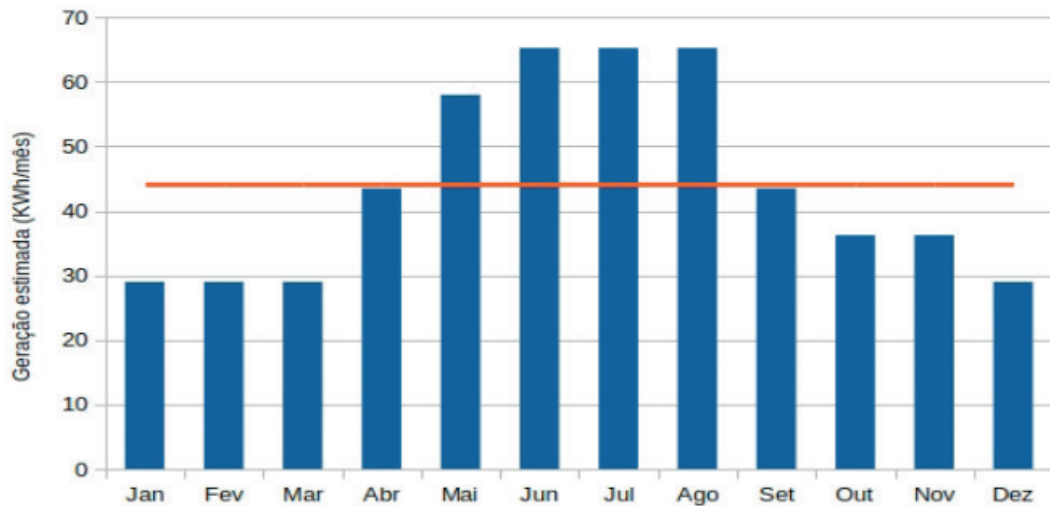


Figura 3: Estimativa de potência gerada - Inmetro.

O gráfico foi obtido utilizando uma planilha eletrônica, também foi calculada a média anual de insolação que fica em torno de 44,1 *KWh/mês* e uma geração anual de 127.020 *KW h/ano*. Considerando que essa seja a produção para o primeiro ano de implantação do sistema, e que existe um decréscimo de 20% na geração em um período de 25 anos, no pior caso. Analisando que esse decréscimo seja uniforme durante esse tempo, utilizando a Eq. 3 e adotando que  $FV = 80\%$  e  $PV = 100\%$  e o prazo como  $n = 25$  anos:

$$FV = PV(1 + taxa)^n \Rightarrow taxa = \sqrt[25]{0,8 - 1} \Rightarrow taxa = -0,889$$

Aplicando essa taxa de decréscimo à geração estimada são encontrados valores mais reais sobre como a geração de energia irá decair com o passar dos anos. Partindo do ano 0 em que a geração estimada foi de 127.020 *KW h/ano* e ao fim da análise, no ano 25 está gerando aproximadamente 101.606 *KW h/ano*.

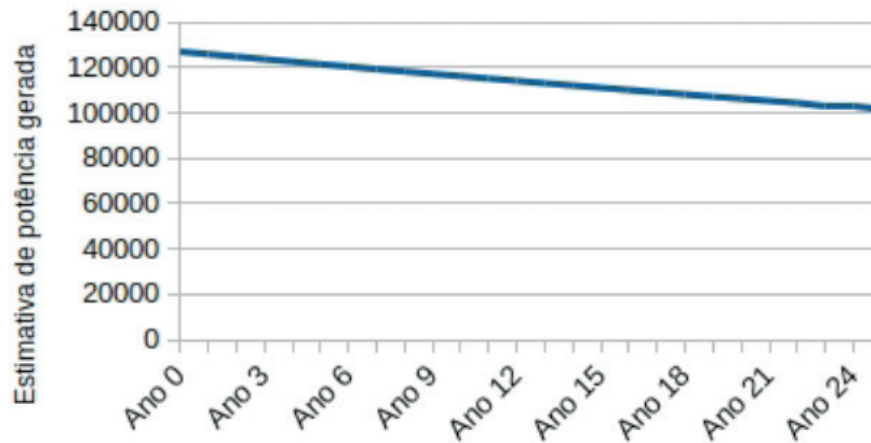


Figura 4: Estimativa de decréscimo de potência gerada.

Os inversores possuem vida útil de 14 anos em média, sendo necessário considerar os gastos da troca, pois o tempo de análise do projeto ultrapassa a vida útil do mesmo. Como já explicado anteriormente, será necessário estipular os valores de parâmetros de atratividade. Para esse trabalho será adotado como taxa de atratividade uma média dos últimos 10 anos dos juros da caderneta de poupanças (BRASIL, 2015), que é um parâmetro razoável para comparar, pois é considerada uma das menores taxas de remuneração de capital, e indica a situação em que o capital está parado.

A média encontrada foi de 0,5987% a.m., utilizando a técnica de equivalência de taxas, obtém-se aproximadamente 7,43% a.a. (BRASIL,2015). Outro fator relevante a ser considerado é o preço da energia elétrica. Em posse de uma conta do campus de Palmas da UFT, obtida por meio do DEINFRA (Departamento de Engenharia e Infraestrutura), constatando que a universidade paga R\$ 0,182756KWh no posto tarifário fora de ponta. O horário de geração fotovoltaica está totalmente compreendido nesse posto tarifário, então é considerado que a potência gerada é vendida a rede pelo preço citado acima. Estipulando que a cada 5 anos o preço da tarifa de energia elétrica seja atualizado com base na taxa de inflação, que foi obtida por meio de uma média dos valores nos últimos 10 anos, possuindo valor médio de 6,46% a.a., calculada através do IPCA (Índice de Preço ao Consumidor Amplo).

A receita será o valor em dinheiro, calculado através do preço da tarifa multiplicada pela geração estimada. Como saída está o valor do investimento para a implantação. Serão analisados dois casos, um em que o capital inicial já está disponível e outro em que é adquirido através de um financiamento, simulado pelo site do banco BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social). No ano 14 será feita a troca dos inversores, considerando o preço atual do inversor e que a troca seja feita por produto de valor compatível. Espera-se que com o tempo os preços dos equipamentos sofram redução. Mas como no decorrer do tempo também variam os preços da tarifa de energia, e o valor da moeda no tempo também vai variar, esses

dois fatores serão desconsiderados quando estimar os preços dos inversores, sendo mantido o mesmo valor inicial.

A partir do Fluxo de Caixa (FC), é possível calcular os parâmetros de viabilidade econômica (TIRM, VPL e PAYBACK TIRM). Utilizando para calcular a TIRM, a taxa de reinvestimento é o valor médio da caderneta de poupança citado anteriormente e a taxa de financiamento a média de valores da inflação dos últimos 10 anos, de acordo com dados obtidos (CALEIRO, 2014). Por meio de uma planilha eletrônica (Libre Office Calc) gratuita e de código livre e das equações apresentadas anteriormente, podemos construir todos os parâmetros para realizar as comparações, onde os resultados e comparações são apresentados nas tabelas 1 e 2.

Para efeito de comparações, serão estimadas situações que simulam a adoção de outras medidas de incentivo para consumidores do grupo A. Em primeiro caso será avaliado para o FIT, que basicamente consiste em remunerar a geração por um preço de tarifa que remunere o investimento realizado. Para remunerar o valor do investimento, faz-se necessário que o indicador do VPL seja maior do que zero. Através da ferramenta Solver da planilha eletrônica foi estipulado o valor de venda em R\$/KWh gerado, para quando o valor do VPL com financiamento se igualar a zero. Dessa forma o KWh deve ser vendido a no mínimo R\$ 0,49/KWh sem considerar impostos. Através desses valores calculados, podemos realizar a comparação dos incentivos e o tempo de retorno do capital:

TIRM C/Financiamento	2,07%
TIRM S/Financiamento	3,37%
VPL C/Financiamento	-R\$ 441.856
VPL S/Financiamento	-R\$ 406.165
PAYBACK TIRM C/Financiamento	33,89 anos
PAYBACK TIRM S/Financiamento	20,9 anos

Tabela 1: Parâmetros de Viabilidade - Netmetering

TIRM C/Financiamento	7,32%
TIRM S/Financiamento	7,65%
VPL C/Financiamento	R\$ 0
VPL S/Financiamento	R\$ 35.690
PAYBACK TIRM C/F	9,82 anos
PAYBACK TIRM S/F	9,41 anos

Tabela 2: Fluxo de Caixa – FIT

## 5 | CONCLUSÕES

No primeiro caso, em que é simulado o sistema de incentivo adotado no Brasil (Netmetering), o qual é adequado para mercados com valores de tarifa alto, observa-

se a incapacidade de remunerar o investimento inicial para o grupo de consumidores do grupo A o qual possuem uma tarifa de consumo baixa e tarifa de demanda alta. Nesse caso, analisando os resultados observa-se que o valor calculado para a TIRM não chega a ser o valor que o capital rendendo juros em uma poupança atingiria, sendo que uma aplicação em poupança possui uma das mais baixas taxas de remuneração no mercado.

Olhando para o VPL encontrou-se um valor negativo, demonstrando que em 25 anos o investimento inicial, corrigido no tempo, ainda não foi pago faltando todo o valor negativo (-R\$441,856 com financiamento e -R\$406,165 sem financiamento) para pagar o investimento inicial.

Por fim o parâmetro de Payback TIRM informa o tempo, em anos, necessário para que o investimento seja pago, que no caso analisado o tempo é de 33,89 anos, superior aos 25 anos estimados, quando o capital é financiado. Quando o capital não for financiado o tempo fica bem próximo ao tempo total de vida do projeto, sendo na ordem de 20,9 anos.

Na política FIT, em que um valor é estabelecido de forma a pagar o investimento inicial os resultados são mais satisfatórios, pois o valor da tarifa foi calculado para que o VPL com financiamento seja igual a zero.

Para o valor de tarifa calculado, de R\$ 0,49/*KWh*, torna o VPL favorável, e por consequência os outros parâmetros também são favoráveis ao investimento. O valor da taxa TIRM é bem próximo ao utilizada em aplicações de poupança, e conseguindo remunerar o capital investido. Sendo assim, o tempo de Payback TIRM encontrado reduziu consideravelmente, tornando o investimento vantajoso. Demonstrando que, de acordo com esses parâmetros essa política é mais viável do que o Netmetering. Podemos verificar que a diferença de valores de *KWh* em reais para que esse investimento seja atrativo é considerada alta, visto que o valor a ser vendido o *KWh* seria aproximadamente 2,7 vezes maior que o valor de compra do *KWh*.

Podemos concluir através desse estudo que o modelo de incentivo adotado no Brasil, o Netmetering, não é atrativo para investimento para consumidores do grupo A. Visto que o mesmo praticamente demoraria o tempo de vida útil dos equipamentos para o retorno do valor inicial investido. Essa política exclui um grupo que é responsável por consumir mais que 50% da energia produzida no país (ANEEL,2015). Através de dados da ANEEL, constata-se que no país e na região norte mais da metade da carga é consumida por unidades do grupo A. Esses dados demonstram a relevância em promover incentivos e viabilidade econômica para investimentos em geração fotovoltaica, por parte desses consumidores. A carga consumida no grupo A foi de 56,8%, já no grupo B teve-se um consumo de 43,2%.

Dessa forma, nota-se a necessidade de políticas complementares para atender a todos os grupos consumidores e fomentar os investimentos em energias renováveis. Apenas o Netmetering não consegue remunerar os diferentes tipos de consumidores.

Como solução poderia ser utilizada uma política de incentivo para cada grupo,

de forma que viabilizasse os investimentos. Pois pelo visto na figura 5, maior parte do consumo de energia elétrica brasileira é realizado pelo grupo A. Possuindo um consumo tão expressivo não pode deixar de ser contemplado pelos investimentos nacionais, e nem mesmo esquecido pelas políticas públicas.

## REFERÊNCIAS

CALEIRO, J. P. **Veja a trajetória da inflação nos últimos meses e anos**. 2014. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/noticias/veja-a-trajetoria-da-inflacao-nos-ultimos-meses-e-anos>>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa 414/2010**. Atualizada até a REN 499/2012. Brasília, ANEEL, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa 482/2012**. Brasília, ANEEL, 2012.

BRASIL, P. **Caderneta de Poupança**: Índices mensais. 2015. Disponível em: <[http://www.portalbrasil.net/poupanca\\_mensal.htm](http://www.portalbrasil.net/poupanca_mensal.htm)>.

ASSOCIATION, G. S. I. et al. **Statistic data on the German solar power (photovoltaic) industry**. [S.l.]: June, 2012.

CHIGUERO, T. **Atlas solarimétrico do brasil**: Banco de dados solarimetricos. Universitária da UFPE, 2000.

LANDEIRA, J. L. F. **Análise técnico-econômica sobre a viabilidade de implantação de sistemas de geração fotovoltaica distribuída no Brasil**. Dissertação (Mestrado) — COPPER-UFRJ, Rio de Janeiro, 2013.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alto forno 105, 108

### B

Bancada didática 120, 123, 129, 273, 274, 277, 281, 282

### C

Cartografia 131

Casca de arroz 131, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140

Cidades Inteligentes (CI) 1, 5, 7, 8

Comissionamento das unidades hidrelétricas 157, 165, 167

Concentrador solar 170

Conscientização ambiental 93

CPC 170, 171, 172, 175, 176

### D

Dimensionamento 170, 171, 175, 176, 193

### E

Educação ambiental 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104

Educação na escola 93

Energia solar 170, 171, 186, 187, 228, 233

Engenheiro de produção 53, 54, 55, 58, 59, 61, 62, 63, 64

Ensino universitário 13

Ergonomia 26, 27, 28, 35, 40, 41, 42, 51, 52, 58, 295

Estilo de liderança 53, 54, 55, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64

### F

Fenômenos organizacionais 80

Função de produção hidrelétrica 160, 169

### G

Gerador síncrono isolado 143

Governança corporativa 80, 82, 88, 89, 90, 91

### I

Índice de aproveitamento 13

Indústria 4.0 120, 122, 123, 125, 126, 128, 129, 130

Inovação 3, 6, 7, 8, 57, 66, 67, 68, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 281, 295

(Inter) Multidisciplinaridade 1, 2, 9



## L

Liderança 38, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65

## M

Método de Suzanne Rodgers 26, 28, 29, 34

Métodologias ativas 13

Método OWAS 26, 42, 44, 45, 50, 51

Microcontrolador PIC 143

Miniusinas 131, 139

## O

Óptica 170, 175, 264, 265, 266, 268, 282, 285, 286, 287

## P

Plano diretor 1

Política industrial 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79

Política pública 66

Prevenção a acidentes 105

Programação não-linear inteira-mista 157, 158, 162

Projetos urbanos 1

## Q

Questionário nórdico 26, 30, 34, 37

## R

Regulador automático de tensão 143, 144, 145, 149, 150

Responsabilidade social 58, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 200

## S

Saúde do colaborador 26

Segurança do trabalho 38, 40, 52, 58, 295

Sistema de excitação 143, 145

Sistemas hidrelétricos 120, 121, 123, 124, 129, 130, 157

Sustentabilidade 7, 10, 58, 71, 80, 82, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 104, 295

## T

Tecnologia da informação e comunicação (TIC) 1, 2, 3, 12

Temas transversais 93, 96, 98, 103, 127

Temperatura 36, 37, 105, 106, 107, 108, 109, 112, 116, 117, 118, 143, 147, 170, 172, 173, 174, 175, 179, 218, 220, 225, 226, 227, 229, 230, 231, 232, 233, 238, 282

## V

Vigilância 40, 45, 47, 50

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-697-3

