



Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a
Economia e o Meio Ambiente

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

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
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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.^a Dr.^a 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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

E57 As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente
[recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. –
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Engenharias Frente
a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente; v. 1)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7247-429-0
DOI 10.22533/at.ed.290192506

1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos
econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique
Ajuz. II. Série.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2019

APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente Volume 1, 2, 3 e 4 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 31 capítulos, com assuntos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 32 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção civil de baixo impacto.

O Volume 3 apresenta estudos de materiais para aplicação eficiente e econômica em projetos, bem como o desenvolvimento de projetos mecânico e eletroeletrônicos voltados a otimização industrial e a redução de impacto ambiental, sendo organizados na forma de 28 capítulos.

No último Volume, são apresentados capítulos com temas referentes a engenharia de alimentos, e a melhoria em processos e produtos.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CIDADES SUSTENTÁVEIS: PRÁTICAS PARA A RECUPERAÇÃO DAS ÁGUAS	
Aline Pereira Gaspar Karen Niccoli Ramirez	
DOI 10.22533/at.ed.2901925061	
CAPÍTULO 2	14
APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM EMPREENDIMENTOS RURAIS: CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E UTILIZAÇÃO	
Natalia da Rocha Pinto Elfride Anrain Lindner	
DOI 10.22533/at.ed.2901925062	
CAPÍTULO 3	31
PURIFICAÇÃO DE ÁGUA DOMÉSTICA UTILIZANDO PROCESSOS DE FILTRO BIOLÓGICO, FOTOCATÁLISE DE TiO ₂ E ADIÇÃO DE MORINGA	
Maria Marcyara Silva Souza Francisco Wellington Martins da Silva Antônia Mayara dos Santos Mendes Quezia Barboza Rodrigues Juan Carlos Alvarado Alcócer	
DOI 10.22533/at.ed.2901925063	
CAPÍTULO 4	41
DETERMINAÇÃO DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA UTILIZANDO BOMBA DE ÁGUA COM ENERGIA MOLECULAR E TUBOS DE BOROSSILICATO	
Igor José Langer Luis Eduardo Palomino Bolivar	
DOI 10.22533/at.ed.2901925064	
CAPÍTULO 5	47
CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO E REVISÃO DAS TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DA ÁGUA PRODUZIDA NOS CAMPOS MADUROS DA BACIA DO RECÔNCAVO	
Thaís Freitas Barbosa Victor Menezes Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.2901925065	
CAPÍTULO 6	60
CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DE QUATRO SUB-BACIAS DE DRENAGEM DE PONTA GROSSA-PR	
Rafaela Paes de Souza Barbosa Gustavo Forastiere Simoneli Maria Magdalena Ribas Döll Mayra Alves Donato	
DOI 10.22533/at.ed.2901925066	

CAPÍTULO 7	73
VERIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE HÍDRICA DA LAGOA COSTEIRA DE JACAREPAGUÁ NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
Ana Carolina Silva de Oliveira Lima Ana Cláudia Pimentel de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2901925067	
CAPÍTULO 8	77
POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E TOXICIDADE DE PRODUTOS COMERCIAIS À BASE DE FUMO (<i>NICOTIANA TABACUM</i>) UTILIZADOS EM AGRICULTURA ORGÂNICA	
Magda Regina Santiago Lígia Maria Salvo	
DOI 10.22533/at.ed.2901925068	
CAPÍTULO 9	85
CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL E GEOTÉCNICA: CARTILHA INFANTIL E O PROJETO GEOPREVENÇÃO	
Carla Vieira Pontes Talita Gantus de Oliveira Vitor Pereira Faro Roberta Bomfim Boszczowski	
DOI 10.22533/at.ed.2901925069	
CAPÍTULO 10	95
AVALIAÇÃO DO EFEITO DA CAMADA DE COBERTURA NA ESTABILIDADE EM ATERROS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	
Alison de Souza Norberto Rafaella de Moura Medeiros Maria Odete Holanda Mariano	
DOI 10.22533/at.ed.29019250610	
CAPÍTULO 11	104
AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS) DE UM HOSPITAL MATERNIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
Leonardo de Lima Moura Claudio Fernando Mahler	
DOI 10.22533/at.ed.29019250611	
CAPÍTULO 12	117
UM ESTUDO SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA USINA DE RECICLAGEM DE PAPEL PARA UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR EM MANHUAÇU	
Millena Gabriela Gualberto de Souza Nandeyara de Oliveira Costa Glaucio Luciano de Araujo Marcela Moreira Couto	
DOI 10.22533/at.ed.29019250612	
CAPÍTULO 13	126
BIOGÁS: O APROVEITAMENTO ENERGICO DO GÁS METANO GERADO EM ATERROS SANITÁRIOS	
Daniela Cristiano Rufino	
DOI 10.22533/at.ed.29019250613	

CAPÍTULO 14	138
PRODUÇÃO DE BIOETANOL UTILIZANDO HIDROLISADO CELULÓSICO DE BIOMASSA	
Cristian Jacques Bolner de Lima	
Francieli Fernandes	
Charles Souza da Silva	
Juniele Gonçalves Amador	
Charles Nunes de Lima	
Monique Virões Barbosa dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.29019250614	
CAPÍTULO 15	146
PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE DEJETOS DE SUÍNOS PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM PROPRIEDADES RURAIS DA REGIÃO DE CANOINHAS-SC	
Bruna Weinhardt da Silveira	
Leila Cardoso	
Olaf Graupmann	
DOI 10.22533/at.ed.29019250615	
CAPÍTULO 16	150
MODELAGEM DE BIORRETORES EM SÉRIE E COM RECICLO PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL ATRAVÉS DE UM ESTUDO DE CASO INDUSTRIAL	
Guilherme Guimaraes Ascendino	
Juan Canellas Bosch Neto	
Laura de Oliveira Martins Torres	
DOI 10.22533/at.ed.29019250616	
CAPÍTULO 17	166
O USO DO HIDROGÊNIO EM MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA	
Gustavo Destefani Picheli	
Luiz Carlos Vieira Guedes	
DOI 10.22533/at.ed.29019250617	
CAPÍTULO 18	183
ENERGIA SOLAR: PANORAMA BRASILEIRO	
Douglas Mito Cerezoli	
Leonardo Vinhaga	
Camila Ricci	
DOI 10.22533/at.ed.29019250618	
CAPÍTULO 19	195
ECONOMIA DE ENERGIA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL – ESTUDO DE CASO NO BLOCO I DO UNIPAM	
Daniel Marcos de Lima e Silva	
Maísa de Castro Silva	
Marcelo Ferreira Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.29019250619	

CAPÍTULO 20	211
USINAS SOLARES FLUTUANTES EM RESERVATÓRIOS DE HIDRELÉTRICAS: UMA SOLUÇÃO ALTERNATIVA PARA AUMENTAR A DEMANDA DE GERAÇÃO DE ENERGIA NA REGIÃO NORDESTE	
Jéssica Beatriz Dantas Antonio Ricardo Zaninelli do Nascimento Thayse Farias de Barros	
DOI 10.22533/at.ed.29019250620	
CAPÍTULO 21	222
CÉLULAS SOLARES SENSIBILIZADAS POR CORANTES NATURAIS	
José Waltrudes Castanheira Pereira Márcio Cataldi	
DOI 10.22533/at.ed.29019250621	
CAPÍTULO 22	238
AVALIAÇÃO ANALÍTICA DAS EFICIÊNCIAS TÉRMICAS E ELÉTRICAS DE UM MÓDULO FOTOVOLTAICO ACOPLADO A UM COLETOR SOLAR DE PLACA PLANA	
Maxwell Sousa Costa Anderson da Silva Rocha Lucas Paglioni Pataro Faria	
DOI 10.22533/at.ed.29019250622	
CAPÍTULO 23	252
ESTUDO DO POTENCIAL EÓLICO NAS REGIÕES NOROESTE E SUL DO ESTADO DO CEARÁ NO PERÍODO DE 2013 À 2016	
Amanda Souza da Silva Rejane Félix Pereira Umberto Sampaio Madeiro Junior Guilherme Geremias Prata Ivandro de Jesus Moreno de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.29019250623	
CAPÍTULO 24	258
INVESTIGAÇÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA E UTILIZAÇÃO DE PAPEL RECICLADO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR EM MINAS GERAIS	
Nandeyara de Oliveira Costa Millena Gabriela Gualberto de Souza Glaucio Luciano de Araújo Marcela Moreira Couto	
DOI 10.22533/at.ed.29019250624	
CAPÍTULO 25	270
UTILIZAÇÃO DA CINZA RESULTANTE DA INCINERAÇÃO DOS RESÍDUOS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PAPEL	
Olaf Graupmann Susan Hatschbach Graupmann	
DOI 10.22533/at.ed.29019250625	
CAPÍTULO 26	273
PRODUÇÃO DE LUMINÁRIAS A PARTIR DE RESÍDUOS DE MADEIRA	
Ana Luiza Enders Nunes Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.29019250626	

CAPÍTULO 27	279
REAPROVEITAMENTO DE MATERIAL FRESADO EM CAMADAS DE BASE DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS FLEXÍVEIS	
<p>Marcos Túlio Fernandes Jouséberon Miguel da Silva Henrique Lopes Jardim Alaor Afonso Ramos Soares Glaucimar Lima Dutra</p>	
DOI 10.22533/at.ed.29019250627	
CAPÍTULO 28	289
NOVA PROPOSTA DE ANTENA TÊXTIL COM SUBSTRATO BIODEGRADÁVEL PARA COMUNICAÇÕES SEM FIO	
<p>Matheus Emanuel Tavares Sousa Humberto Dionísio de Andrade Samanta Mesquita de Holanda Idalmir de Souza Queiroz Júnior</p>	
DOI 10.22533/at.ed.29019250628	
CAPÍTULO 29	296
RISCOS DE INCÊNDIO ASSOCIADOS AO USO DE LÍQUIDOS IÔNICOS EM DIFERENTES PROCESSOS	
<p>Milson dos Santos Barbosa Isabela Nascimento Souza Juliana Lisboa Santana Isabelle Maria Duarte Gonzaga Lays Carvalho de Almeida Aline Resende Dória Luma Mirely Souza Brandão Débora da Silva Vilar Priscilla Sayonara de Sousa Brandão</p>	
DOI 10.22533/at.ed.29019250629	
CAPÍTULO 30	307
CENÁRIO DAS PESQUISAS SOBRE IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DE IMPLANTAÇÃO OU DUPLICAÇÃO DE RODOVIAS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA	
<p>Zeferino José Alencar Bezerra Emerson Acácio Feitosa Santos João Gomes da Costa Thiago José Matos Rocha Aldenir Feitosa dos Santos Jessé Marques da Silva Júnior Pavão</p>	
DOI 10.22533/at.ed.29019250630	
CAPÍTULO 31	323
A MECÂNICA DOS AGENTES IMPONDERÁVEIS: UMA PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO PARA AS DISCIPLINAS DE QUÍMICA E MECÂNICA NO ENSINO TÉCNICO	
<p>Maria Lia Scalli Fonseca Felipe de Lucas Barbosa José Otavio Baldinato</p>	
DOI 10.22533/at.ed.29019250631	
SOBRE O ORGANIZADOR	341

USINAS SOLARES FLUTUANTES EM RESERVATÓRIOS DE HIDRELÉTRICAS: UMA SOLUÇÃO ALTERNATIVA PARA AUMENTAR A DEMANDA DE GERAÇÃO DE ENERGIA NA REGIÃO NORDESTE

Jéssica Beatriz Dantas

Centro Universitário Tiradentes- UNIT
Maceió – AL

Antonio Ricardo Zaninelli do Nascimento

Centro Universitário Tiradentes- UNIT
Maceió – AL

Thayse Farias de Barros

Centro Universitário Tiradentes- UNIT
Maceió- AL

RESUMO: Devido à crise hídrica atualmente enfrentada precisa-se buscar novas alternativas para a geração de energia, uma vez que a Região Nordeste do Brasil vem recebendo energia da região Sul e Centro-Oeste e não há uma produção nos estados dessa região, já que a água, em algumas regiões, é comprometida. Uma solução seria a implantação de usinas solares flutuantes nos reservatórios das hidrelétricas, visto que no exterior os resultados vêm sendo positivos. O objetivo do presente trabalho é apresentar uma solução alternativa para a geração de energia nas usinas hidrelétricas localizadas na região Nordeste do país. De acordo com os resultados obtidos tal alternativa, consegue suprir a carência energética da região Nordeste, com uma área de ocupação das placas solares de aproximadamente 418045,1093 m².

PALAVRAS-CHAVE: Usinas fotovoltaicas flutuantes; Usinas solares em hidrelétricas; Aumento de geração de energia.

ABSTRACT: Due to the current water crisis, there is a need to seek new alternatives for energy generation, since the Northeast Region of Brazil has been receiving energy from the South and Center-West regions and there is no production in the states of this region, since water in some regions, is compromised. One solution would be the implantation of floating solar power plants in the hydropower reservoirs, since the results abroad have been positive. The objective of the present work is to present an alternative solution for the generation of energy in the hydroelectric power plants located in the Northeast region of the country. According to the obtained results, to become superior to a region of the northeast region of the Northeast, with an area of occupation of solar plates of approximately.

KEYWORDS: Floating photovoltaic plants; Solar power plants in hydroelectric plants; Increased power generation.

1 | INTRODUÇÃO

O Rio São Francisco vem enfrentando uma grave crise hídrica, e por este motivo houve a

necessidade de diminuir a vazão de água liberada nas usinas, afetando a geração de energia. Atualmente a região nordeste está recebendo energia do Sudeste e Centro-Oeste para conseguir atender a demanda local. Hoje o sistema elétrico é interligado e controlado pela ONS (Operador Nacional de Sistemas), a energia gerada nas usinas, independente de sua fonte, é enviada para as redes de transmissão e a ONS é a responsável em realizar a distribuição para todo o país, energia não se acumula, gerou tem que usar, sendo assim todo o investimento em energia é um investimento nacional, como exemplo pode-se citar a hidrelétrica visitada, Xingó. A energia gerada nesta determinada hidrelétrica não abastece apenas os estados de Alagoas e Sergipe, mas sim vários estados do país e isso se aplica a todas as outras usinas geradoras de energia.

Pesquisas vêm sendo realizadas a fim de aumentar a geração de energia sem haver a necessidade de construção de mais hidrelétricas, um método que já começou a ser utilizado em alguns países e recentemente foi implantado no Brasil, mais precisamente no estado de São Paulo, é a implantação de usinas fotovoltaicas no reservatório de hidrelétricas. Este método aproveita as áreas alagadas dos reservatórios e lagos das hidrelétricas para a instalação do sistema flutuante, onde é composto por placas fotovoltaicas instaladas em flutuadores compartilhando a estrutura já existente das linhas de transmissão.

“A aplicabilidade dessa tecnologia no Brasil se mostra extremamente favorável face ao grande número de represas que se estendem por todo o território nacional, à enorme extensão de seus lençóis d’água e à disponibilidade de linhas de transmissão que lhe estão adjacentes, além de não demandar ocupação de novos espaços. Frisa-se a vantagem da utilização das linhas de transmissão disponíveis, pois, como amplamente noticiado, vários conjuntos eólicos construídos no país permanecem inoperantes, embora com os aerogeradores, por falta dessas linhas, cujas construções esbarram na dificuldade em conseguir os terrenos necessários às suas instalações e até em autorizações ambientais” (NETTO, 2016).

Fontes, 2016 explica que:

“A agência de preservação dos Estados Unidos estima que 1 bilhão de metros cúbicos de água, quase 6% da corrente do rio Colorado, é evaporada da superfície do lago Mead durante o ano pelo sol forte. As perdas do lago Powell estão entre 1,06 bilhões de metros cúbicos, por evaporação e infiltração no lençol. Como os sistemas flutuantes podem reduzir a evaporação em climas secos em até 90%, cobrir partes desses dois corpos d’água com painéis solares pode resultar em significantes economias de água”.

Com base no exemplo acima explicado por Fontes, consegue-se perceber que o sistema ajudaria a controlar o nível dos reservatórios nos períodos de estiagem, pois o sombreamento causado pelas placas diminuiria a evaporação, evitando assim o comprometimento no abastecimento de água, “outros impactos ainda necessitam de estudos, como, por exemplo, o que pode acarretar para a oxigenação da água, as consequências para os microrganismos, peixes pequenos e cadeia alimentar” (BUZATTO, 2016).

A usina hidrelétrica de Xingó não possui reservatório, pois se trata de uma usina

fio d'água (Não possui reservatório de água), a água liberada pela UHE de Sobradinho é quem controla o lago formado em Xingó, logo neste caso, a usina solar não poderia ser instalada em tal UHE, já no caso de Sobradinho, Luiz Gonzaga (Itaparica), Paulo Afonso e Moxotó, que possuem reservatório, a usina fotovoltaica poderia ser implantada sem problemas.

“De acordo com a pesquisa da matemática Karina Maretti Strangueto, no Departamento de Energia da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM) da Unicamp, é possível aumentar em pelo menos 70% a geração energética brasileira usando apenas 8% da área total dos reservatórios hidrelétricos. Seria um ganho de 444.333 GWh anualmente. Caso esse cenário acontecesse, não seria necessário construir mais nenhuma hidrelétrica. Os cálculos foram baseados no consumo de energia elétrica no Brasil em 2014, que chegou a 624.254 GWh” (BUZATTO, 2016).

O efeito fotovoltaico consiste na transformação de energia luminosa em energia elétrica a partir de células fabricadas com materiais semicondutores. Pinho; Galdino explicam quais são os materiais semicondutores:

“As principais tecnologias aplicadas na produção de células e módulos fotovoltaicos são classificadas em três gerações. A primeira geração é dividida em duas cadeias produtivas: Silício Monocristalino (m-Si) e silício policristalino (p-Si), que representam mais de 85% do mercado, por ser considerada uma tecnologia consolidada e confiável, e por possuir a melhor eficiência comercialmente disponível. A segunda geração, comercialmente denominada de filmes finos, é dividida em três cadeias produtivas: silício amorfo (a-Si), disseleneto de cobre e índio (CIS) ou disseleneto de cobre, índio e gálio (CIGS) e telureto de cádmio (CdTe). Esta geração apresenta menor eficiência do que a primeira e tem uma modesta participação no mercado, competindo com a tecnologia c-Si3. Existem dificuldades associadas à disponibilidade dos materiais, vida útil, rendimento das células e, no caso do cádmio, sua toxicidade, que retardam a utilização em maior escala. A terceira geração, ainda em fase de pesquisa e desenvolvimento (P&D), testes e produção em pequena escala, é dividida em cadeias produtivas: célula fotovoltaica multijunção e célula fotovoltaica para concentração (CPV-Concentrated 6Y TGB Photovoltaics), células sensibilizadas por corante (DSSC- Dyesensitized solar cell) e células orgânicas ou poliméricas (OPV- Organic Photovoltaics). A tecnologia CPV, por exemplo, demonstrou ter um potencial para produção de módulos com altas eficiências, embora o seu custo ainda não seja competitivo com as tecnologias que atualmente dominam o mercado” (PINHO; GALDINO, 2014).

A quantidade de energia gerada depende diretamente da quantidade de energia solar que incide sobre a região e a área com painéis instalados.

“A primeira usina fotovoltaica flutuante do Brasil está sediada no estado de São Paulo, na cidade de Rosana, situada a 755 km da capital paulistana, a unidade utiliza a tecnologia de placas flexíveis e rígidas em sistema flutuante, gerando de 101.522 kWh. Isso é suficiente para abastecer mais de mil casas, cujo consumo mensal chegue a 100 kWh” (GOVERNO DE ESTADO DE SÃO PAULO, 2016).

O governo do estado de São Paulo explica ainda que:

“O projeto foi iniciado em maio de 2014, e consiste na instalação de duas plantas com painéis solares rígidos de 250 kW em terra e 25 kW em sistema flutuante, além de outras duas plantas com painéis solares flexíveis com 250 kW em terra e 25 kW em sistemas flutuantes. Também foram instalados 100 painéis rígidos flutuantes de 250 watts cada um e 180 flexíveis flutuantes de 144 watts cada. A área ocupada pelas placas flutuantes é de aproximadamente 500m². O reservatório possui 2.250 km². O projeto recebeu investimento de R\$23 milhões da Companhia Energética de

Todo sistema tem vantagens e desvantagens, principalmente se instalados no meio ambiente. No caso da usina solar, além do alto investimento inicial para aquisição das placas fotovoltaicas, “Pesam os custos dos painéis, dos suportes e dos inversores responsáveis pela conversão da corrente contínua em alternada, utilizada na rede de transmissão. Além do que a energia apenas pode ser gerada em parte do dia” (NETTO,2016).

De acordo com Netto, uma forma de contornar a problemática exposta acima é:

“As empresas produtoras de energia elétrica deveriam partir para instalações de pequeno porte para aprender a manusear o sistema e dimensionar seu potencial. Essas iniciativas levariam progressivamente ao aumento da demanda por equipamentos e possibilitaria maior consumo de painéis e o desenvolvimento de empresas brasileiras que fabriquem flutuadores e inversores, o que levaria ao barateamento das instalações” (NETTO, 2016).

Outro problema são os possíveis impactos ambientais, pois ainda não se sabe ao certo o que vai acontecer com os peixes, oxigenação da água e microrganismos “A região de sombra pode contribuir para diminuição de aguapés e outras plantas aquáticas que, ao morrerem, vão ao fundo dos reservatórios e sofrem biodigestão, produzindo ácido sulfídrico que provoca corrosão nas turbinas. Mas tudo isso precisa ser estudado e verificado através do acompanhamento de sistemas montados, pois teoricamente é difícil fazer previsões seguras”.

“Há desequilíbrios que são imprevisíveis. Na usina de Balbina, a quantidade de peixes menores reduziu-se bastante devido à ação dos peixes predadores, que passaram a caçar em águas paradas. O desequilíbrio levou ao desenfreado aumento de tucunarés, hoje encontrados para consumo até no Sudeste, e aumentou a população de larvas de mosquito, que serviam de alimentos aos peixes pequenos. É grande o número de casos insólitos, impossíveis de serem previstos, ligados a alterações no meio ambiente” (NETTO, 2016).

Em pesquisa realizada pela FEM (Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp) concluiu-se que utilizando apenas 8% da área total do reservatório é possível aumentar em pelo menos 70% a geração de energia no país sem a necessidade de construção de novas hidrelétricas. Esses problemas podem ser contornados ou até mesmo solucionados no futuro com o desenvolvimento de novas pesquisas aprimorando a devida técnica, pois como se trata de um sistema novo é normal que ainda não haja respostas para algumas dificuldades encontradas no meio do caminho.

2 | METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho inicialmente houve a necessidade de realizar estudos bibliográficos pertinentes ao assunto abordado, seguido de pesquisas in loco, na Usina Hidrelétrica de Xingó, se pôde assim entender melhor como funciona a geração de energia não apenas na região Nordeste, mas no país.

Para o dimensionamento de projeto primeiro calcula-se a eficiência de um painel

solar. O portal solar (2015) explica que para calcular a eficiência de um painel solar é necessário saber altura e largura exata da placa, como também a potência. Dessa forma, para o nosso cálculo consideramos um painel solar de 270 Watts de potência, com altura de 1,658m e largura de 0,99, (área de 1,6414 m²).

2.1 O cálculo para a determinação do rendimento de um painel solar que a empresa citada acima utiliza é seguindo a equação:

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{corrente máxima} \times \text{tensão máxima}}{\text{irradiância solar} \times \text{área do painel}} \times 100 \quad (1)$$

Logo:

$$\frac{270}{1000 \times 1,64142} = 0,1644 \times 100 = 16,44\% \quad (2)$$

Obs 1: A empresa em questão cita que a irradiância é de 100 W/m². As variáveis corrente e tensão no divisor da equação faz referência a potência da placa, e células fotovoltaicas a 25°C.

2.2 Média do consumo por mês dos últimos 12 meses

Abaixo apresenta-se um gráfico da ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico), o qual apresenta o consumo energético mensal do Nordeste durante o período de 12 meses, sendo estes, de janeiro de 2017 a dezembro de 2017, onde a partir dos valores demonstrados no gráfico obtém-se a média anual.

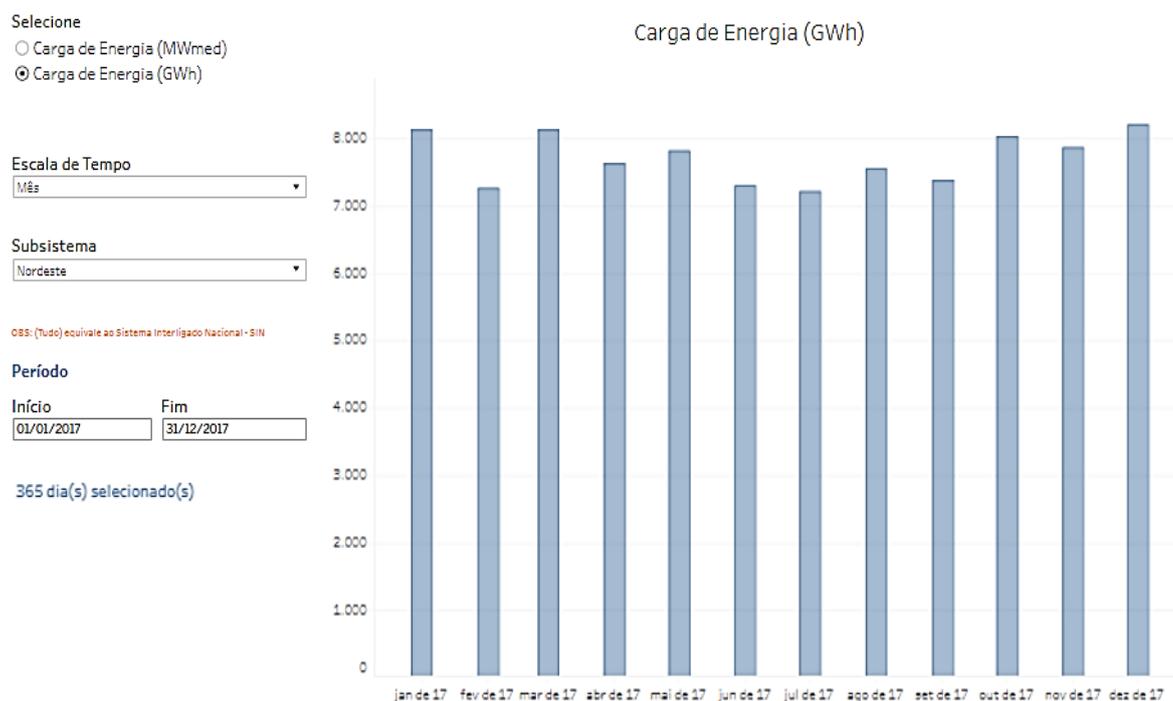


Figura 1 - Gráfico do Consumo por mês entre janeiro de 2017 e dezembro de 2017. (Fonte: ONS- Operador Nacional do Sistema elétrico)

Média de 774166667 kWh.

2.3 Informações básicas para dimensionamento

- Índice Solarimétrico= 5,9 kWh/m²/ dia (Strangueto, 2016).
- Consumo médio referente aos últimos 12 meses = 7741666667 kWh/ mês;
- Dias do mês considerados = 30 dias;
- Inferência padrão (perdas na geração e transmissão de potência) = 83,56%.

2.4 Transformando o dimensional (kWh/mês) para (Wh x mês)

$$741\ 666\ 667\ \text{kWh/mês} \rightarrow 7\ 741\ 666\ 667\ 000\ \text{Wh/mês} \quad (3)$$

2.5 Transformação do consumo médio em um mês para consumo médio em um dia

$$7416\ 667\ 000\ \text{Wh} \div 30 = 2,580 \times 10^{11}\ \text{Wh/dia} \quad (4)$$

2.6 Potência de placa necessária

O consumo médio em um dia é de $2,580 \times 10^{11}$ Watts, então, a quantidade de placas solares será necessária para suprir a demanda energética de um lugar com índice de 5,9 será de:

$$2,580 \div 5,9 = 4,37 \times 10^{10}\ \text{Watts} \quad (5)$$

Sabendo que a eficiência da placa ao qual foi exemplificado no presente trabalho é de 16,44%, este valor faz referência aos 100% de aproveitamento da placa (16,44% = 100% de aproveitamento). O painel solar nem sempre terá seu potencial máximo, pois os dias não são sempre ensolarados e a incidência de raios solares não são iguais aos dias ensolarados. Dessa forma não se pode considerar que a eficiência do sistema seja de 100% por conta dessas variáveis. Então, a eficiência do sistema considerada nesse trabalho é de 83,56% da inferência padrão- perdas na geração e transmissão de potência).

- Considerando a eficiência do sistema de 83,56%:

$$2,580 \times 0,8356 = 5,234 \times 10^{10}\ \text{Watts} \quad (6)$$

- Definição da quantidade de placas necessárias considerando que estas sejam de 270 Watts

$$5,234 \times 10^{10} \div 270 = 193\,864\,819,9 \text{ placas de 270 Watts} \quad (7)$$

- Considerando que as placas possuem 1,658 m de altura e 0,99 m de largura, então cada placa possui 1,64142 m², logo:

$$193\,864\,819,9 \text{ placas} \times 1,64142 \text{ m}^2 = 318\,213\,592,7 \text{ m}^2 \text{ ou } 318,2136 \text{ km}^2 \quad (8)$$

Logo, para suprir a demanda do Nordeste com consumo de energia a ocupação com placas fotovoltaicas na barragem seria de 318,2136 km² (isso desconsiderando os outros tipos de fontes de energia).

Dessa forma, para suprir a demanda total de energia da região Nordeste precisaria-se de uma área de 318213593,7 m² = 318,2136 km², o que é aproximadamente a área da cidade de Rio Largo, que possui 309 km².

O Nordeste possui uma geração aproximada de 6962 MW e consome 8 68505 MW, sendo necessário receber dos outros estados 1723,08 MW de energia, logo:

- Transformando o dimensional (MWh/mês para Wh/mês)

$$1723,8 \text{ MW/h} \rightarrow 1723800000 \text{ Wh}$$

Logo,

$$172380000 \text{ Wh} \div 30 = 57460000 \text{ Wh/dia} \quad (9)$$

Quantidades de placas necessárias para suprir a carência energética do Nordeste em energia (ou seja, a energia recebida de outros estados = 1723,8 MW/h).

- Potência de placas necessária

$$57\,460\,000 \div 5,9 = 9\,738\,983,051 \text{ Watts} \quad (10)$$

- Considerando a eficiência de 83,56% (checar obs2, cuidado para não confundir com os 83,56% da inferência padrão)

$$57\,460\,000 \div 0,8356 = 68\,764\,959,31 \text{ placas de 270 Watts} \quad (11)$$

- Sabendo que a área das placas consideradas neste trabalho é de 1,64142 m²

$$254685,0345 \text{ placas de 270 W} \times 1,64142 \text{ m}^2 = 418045,109 \text{ m}^2 \text{ ou } 0,42 \text{ Km}^2 \quad (12)$$

Ou seja, ocupando apenas 8,75% do reservatório da UHE de Paulo Afonso I o Nordeste se torna autossuficiente em energia, pois a quantidade de energia gerada das outras unidades geradoras da qual já possuímos torna-se suficiente para suprir o consumo de energia do Nordeste.

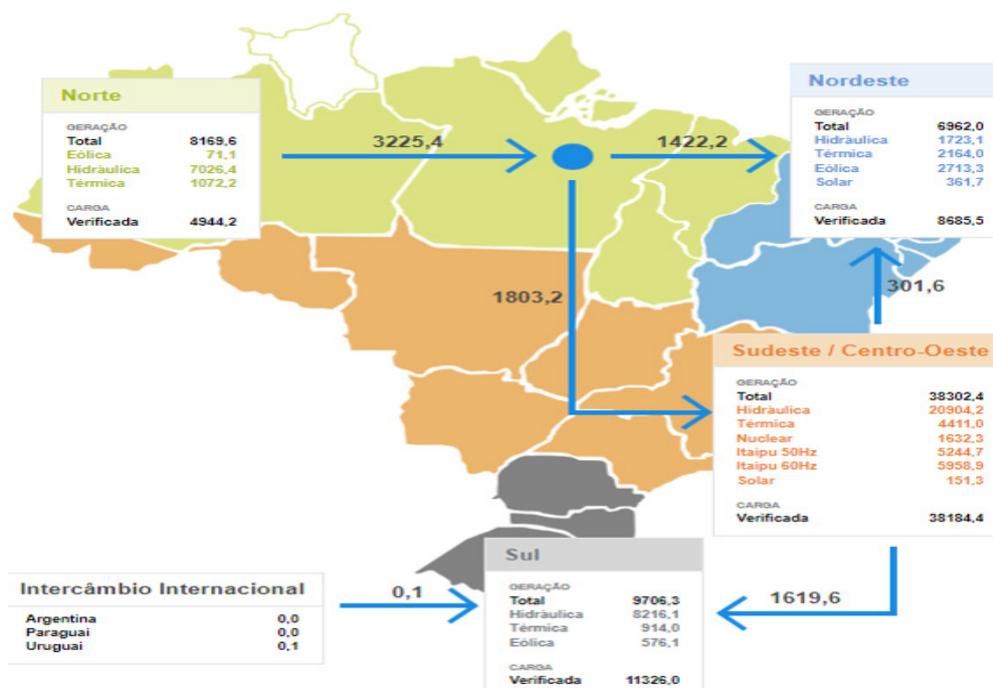


Figura 2 – Mostra do balanço de consumo e geração de energia em MW (Fonte: ONS- Operador Nacional do sistema elétrico)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente trabalho traz a proposta de construir Usinas solares em reservatórios de hidrelétricas para aumentar a geração de energia no Nordeste do país, para tal fez-se necessário a implantação de placas fotovoltaicas sob flutuadores. Logo para este trabalho propõe-se a placa de silício policristalino “Nesse tipo de painel as células são formadas por diversos cristais. Também contém silício em sua composição, mas sua produção é feita a partir da fundição dos cristais do elemento em blocos, proporcionando a formação de inúmeros cristais. O custo de sua fabricação é inferior ao do painel monocristalino, pois isso decorre da menor quantidade de energia requerida para sua criação, conseqüentemente há um barateamento desse tipo de painel. Sua forma é quadrada, com as células fatiadas em formato retangular. No quesito eficiência, o painel policristalino fica em segundo lugar, com cerca de 13% a 16%. Desta forma, é uma das tecnologias mais vantajosas e adotadas por novos usuários, trazendo rentabilidade na relação custo-benefício. Além disso, compartilha da mesma vida útil do painel monocristalino, 25 a 30 anos” (Enel Soluções, 2016).

“Os painéis policristalinos são ideais para instalações com área horizontal quase ilimitada, eles também são uma boa opção para os proprietários que procuram minimizar os custos de instalação inicial. Por outro lado, os painéis monocristalinos são ideais para telhados menores ou propriedades com limitação de espaço, como a tecnologia monocristalino produz células de eficiência mais elevada de modo a obter mais poder de geração de energia para a mesma área de superfície. Painéis monocristalinos também apresentam um coeficiente de temperatura mais baixo, o que significa que os painéis tendem a ficar mais quente do que o normal,

superando os seus homólogos policristalinos” (SANTOS, 2015).

De acordo com os cálculos realizados descobriu-se que para suprir 100% da demanda energética do Nordeste precisaria de uma área de 318,2136 km² coberta com placas solares (2540685,0345 placas de 270 W), o que seria aproximadamente a área da cidade de Rio Largo – Localizada em Alagoas (que possui 309 km²), sabendo que a região Nordeste possui uma área de 1.558.000 km², a área que seria ocupada por painéis solares seria de apenas 2% do território nordestino. Mas como já há usinas geradoras de energia, sendo em sua maioria usinas hidrelétricas, ao invés de causar desmatamentos em larga escala para instalar uma usina solar se pode aproveitar uma grande área horizontal, que já se encontra ocupada e nesta mesma área instalar os painéis solares, construindo uma usina solar. Observa-se, portanto, outro ponto relevante, a área necessária para ser ocupada pelas placas seria bem menor que 318,2136 km² pois de acordo com a Fig. 1 apresentada anteriormente (dados obtidos pela ONS), existe um déficit de 1723,8 MW de energia na região em questão. Sendo assim, para que o Nordeste se torne autossuficiente em energia precisar-se-ia gerar apenas tal quantidade a mais de energia, para gerar tamanha quantidade faz-se necessário uma área de 418045,1093 m², o equivalente a 0,42 km², então ocupando apenas 8,75% do reservatório de apenas uma usina hidrelétrica (Paulo Afonso I) o Nordeste já se tornaria autossuficiente em energia.

Sabe-se que a região em questão possui 15 hidrelétricas, que são: Paulo Afonso I, II, III e IV, Sobradinho, Apolônio Sales, Boa Esperança I e II, Funil, Pedra, Araras, Curemas, Piloto e Luiz Gonzaga. Se forem utilizados apenas as 7 principais usinas hidroelétricas e forem ocupadas 8,75% do reservatório de cada uma delas a quantidade de energia obtida iria ser muito maior do que o país todo realmente utiliza. Dessa forma o Brasil poderia chegar a exportar energia, como mostra o quadro. 1.

Geração de energia usando placas solares em 8,75% do reservatório				
UHE's	Área do reservatório	Área de 8,75% do reservatório	Quantidade de placas solares de 270W	Geração de energia em MWh/mês
Paulo Afonso I	4,8 km ²	0,42 km ²	254 685, 0345	1 723,8
Paulo Afonso II	4,8 km ²	0,42 km ²	255 685, 0345	1 723,8
Paulo Afonso III	4,8 km ²	0,42 km ²	256 685, 0345	1 723,8
Paulo Afonso IV	4,8 km ²	0,42 km ²	257 685, 0345	1 723,8
Apolônio Sales	98 km ²	8,575 km ²	5 224 135,2	35 194,25
Sobradinho	4.214 km ²	368,725 km ²	224 637 813,6	1 513 352,75
Luiz Gonzaga (Itaparica)	828 km ²	72,45 km ²	44 138 611 ,64	297 355,5
TOTAL				1 852 797,7

Quadro 1: Geração de energia solar utilizando apenas 8,75% da área dos reservatórios listados

Fonte: Autor, 2018

Outro aspecto bastante relevante que também deve ser levado em consideração no projeto é a relação entre a inclinação dos painéis, tal inclinação ocasiona uma melhor incidência da luz sobre a superfície do painel fotovoltaico, recomenda-se ainda que a inclinação seja aproximada a latitude do local, como também que todas as placas sejam colocadas de forma alinhada e com as faces voltadas para o norte (no caso do Brasil). Essa inclinação acarreta um sombreamento, dessa forma deve-se haver um certo distanciamento entre uma placa e outra (Strangueto, 2016).

4 | CONCLUSÕES

Diante dos fatos mencionados, é notável o potencial de tal produção de energia através de sistemas fotovoltaicos flutuantes em reservatório. Uma vez implantada tal técnica na Região Nordeste do Brasil, onde existe predominância do clima tropical, se mostra uma alternativa eficaz para a independência energética do Nordeste, assim como possível solução para os problemas com a geração de energia travados pela crise hídrica. Os resultados obtidos nos mostram que tal sistema, além de solucionar tais problemas citados, ainda torna possível a hipótese do país se tornar exportador de energia, trazendo assim um crescimento no desenvolvimento e uma melhoria no estado econômico do mesmo.

Dessa forma ratifica-se que para auxiliar a aplicabilidade do sistema fotovoltaico, é necessário um estudo mais elaborado das incertezas sobre o impacto ambiental, pois sabendo-se que o sombreamento das placas diminui a evaporação da água, não se sabe ao certo se a mesma pode ou não acarretar consequências na vegetação ou até mesmo na cadeia alimentar, precisaria de estudos futuros para desenvolver tal hipótese. A grande viabilidade do método abordado nas entrelinhas do presente trabalho foi muito satisfatória, percebendo que era somente necessário ocupar 8% da usina de Paulo Afonso I para suprir a demanda de energia que era fornecida para o Nordeste, mostrando que economicamente, a longo prazo, é viável e de grande riqueza para tal região.

REFERÊNCIAS

NETTO, Carmo Gallo. **Tese analisa viabilidade de energia solar flutuante**: Estudo avalia prós e contras de instalação de painéis em represas de usinas hidrelétricas. Jornal da Unicamp. Campinas, 01 de agosto de 2016 a 08 de agosto de 2016- Ano 2016- Nº 663

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **São Paulo abriga a primeira usina solar flutuante do país: Unidade funciona há um mês e produz energia capaz de abastecer mais de mil casas com consumo de 100 KW/h**, 2016. Fonte: <http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/lenoticia2.php?id=247880&c=5349&q=sao-paulo-abrigaprimeira-usina-solar-flutuante-do-brasil>. Acesso em: 17 de outubro de 2016.

BUZATTO, Victor Hugo. **Pesquisa da Unicamp aponta potencial de geração das usinas flutuantes**, 2016. Disponível em: <http://www.sunvoltenergia.com.br/pesquisa-da-unicampaponta-potencial-de-geracao-das-usinas-fotovoltaicas-flutuantes-em-reservatorios/>. Acesso

em: 17 de outubro de 2016.

FONTES, Ruy. **Usinas solares flutuantes são uma vantajosa solução energética para os lagos americanos atingidos pela estiagem**, 2016. Disponível em: <http://bluesol.com.br/usinas-solaresflutuantes-sao-uma-vantajosa-solucao-energetica-para-os-lagos-americanos-atingidos-pelaestiagem/>. Acesso em: 18 de outubro de 2016.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antônio. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**, Grupo de Trabalho de energia solar- GTES. Editora CEPTEL- CRESESB. Edição Revisada e atualizada. Rio de Janeiro- Março- 2014.

NASCIMENTO, R. L. **Energia solar no Brasil: Situações e Perspectivas**, 2017. Câmara dos Deputados.

ONS, Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Balanco de energia**, 2018. Disponível em: <http://ons.org.br/pt/paginas/energia-agora/balanco-de-energia>. Acesso em: fevereiro de 2018.

STRANGUETO, K. M. **Estimativa do potencial brasileiro de produção de energia elétrica através de sistemas fotovoltaicos flutuantes em reservatórios de Hidrelétricas**, 2016. Tese de Doutorado apresentada à faculdade de engenharia mecânica de Campinas.

ENEL SOLUÇÕES. **Tudo sobre energia: Painéis Fotovoltaicos policristalino e monocristalino**, 2016. Disponível em: <https://www.enelsolucoes.com.br/blog/2016/04/tudo-sobre-energia-paineisfotovoltaicos-monocristalino-e-policristalino/>. Acesso em: fevereiro de 2018.

SANTOS, A. **Painel solar: Qual a melhor escolha?**, 2015. Disponível em: <http://energiatecsolar.com.br/painel-solar-qual-a-melhor-escolha/#comments>. Acesso em: fevereiro de 2018.

PORTAL SOLAR. **Tudo sobre a eficiência do painel solar**, 2015. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/tudo-sobre-a-eficiencia-do-painel-solar.html>. Acesso em: 02/ 2018.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-429-0

