

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

The background is a dark purple gradient with a white, wavy, mountain-like shape across the middle. It is filled with various white and light blue line-art icons representing different fields: gears, a compass, a pencil and ruler, a scale, a network diagram, a calculator, a chemical structure, a magnifying glass, a graph, a book, and mathematical symbols like pi (3.14), y = cos x, and y = |x|. A central white-bordered box contains the title text.

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
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
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
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

CAPÍTULO 1	1
A IMPORTÂNCIA DA (INTER) MULTIDISCIPLINARIDADE NAS ENGENHARIAS PARA O DESENVOLVIMENTO E OPERAÇÃO DAS CIDADES INTELIGENTES	
Roberto Righi Roberta Betania Ferreira Squaiella	
DOI 10.22533/at.ed.9731909101	
CAPÍTULO 2	13
ANÁLISE DOS MÉTODOS DE ENSINO E AVALIAÇÕES UTILIZADOS NA GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL	
Elaine Cristina Lengowski Carla Cristina Cassiano	
DOI 10.22533/at.ed.9731909102	
CAPÍTULO 3	26
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	
DOI 10.22533/at.ed.9731909103	
CAPÍTULO 4	40
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	
DOI 10.22533/at.ed.9731909104	
CAPÍTULO 5	53
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	
DOI 10.22533/at.ed.9731909105	
CAPÍTULO 6	66
EVOLUÇÃO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A INDÚSTRIA NO BRASIL	
Lídia Silveira Arantes Thales de Oliveira Costa Viegas	
DOI 10.22533/at.ed.9731909106	

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

CAPÍTULO 18 212

INDICADOR DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Jean Carlos da Luz Pereira
Felipe Guimarães Ramos

DOI 10.22533/at.ed.97319091018

CAPÍTULO 19 225

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

DOI 10.22533/at.ed.97319091019

CAPÍTULO 20 234

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

DOI 10.22533/at.ed.97319091020

CAPÍTULO 21 242

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

DOI 10.22533/at.ed.97319091021

CAPÍTULO 22 252

ANÁLISE DE CERTIFICADOS DIGITAIS EM DOMÍNIOS BRASILEIROS

Matheus Aranha
Diogo Pereira
Artur Ziviani
Fábio Borges

DOI 10.22533/at.ed.97319091022

CAPÍTULO 23 264

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

DOI 10.22533/at.ed.97319091023

CAPÍTULO 24	271
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	
DOI 10.22533/at.ed.97319091024	
CAPÍTULO 25	283
TUTORIAL SOBRE REPETIDORES DE DADOS MÓVEIS	
Carine Mineto	
Lyang Leme de Medeiros	
Helder Alves Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.97319091025	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	295
ÍNDICE REMISSIVO	296

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DE TERMELÉTRICAS A BIOMASSA NO BRASIL

Beatriz Gabrielle de Carvalho Pinheiro

Universidade de Brasília
Brasília – Distrito Federal

Josiane do Socorro Aguiar de Souza Oliveira Campos

Universidade de Brasília
Brasília – Distrito Federal

Luciano Gonçalves Noletto

Universidade de Brasília
Brasília – Distrito Federal

Maria Vitória Duarte Ferrari

Universidade de Brasília
Brasília – Distrito Federal

Tallita Karolline Nunes

Universidade de Brasília
Brasília – Distrito Federal

RESUMO: O trabalho apresenta um estudo metodológico para implementar miniusinas Termelétricas a biomassa de geração distribuída de Casca de Arroz no Brasil. A proposta metodológica criada para mapear as possíveis localidades de miniusinas a casca de arroz de geração distribuída, teve como base a criação de critérios ambientais, sociais e econômicos e o sistema de informação geográfica com a utilização do software QGIS. A simulação gerou cartogramas que serviram de base para as tomadas de decisões, assim, com a construção do mapa de concentração

de casca, foi possível definir a localidade das usinas. O projeto viabiliza tecnicamente a implementação de 8 mini UTES a casa de arroz no Brasil, todas se localizam estrategicamente: próxima das biomassas, do sistema interligado nacional e das rodovias brasileiras, totaliza aproximadamente 40 MW de potência instalada no país. A metodologia desenvolvida foi eficaz e de extrema importância para que exista visibilidade desse setor energético, porque analisou a viabilidade técnica e pré-estabeleceu pontos de maiores oportunidades com o intuito de que novos empreendimentos sejam projetados e construídos no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: miniusinas, casca de arroz, cartografia.

DEVELOPMENT OF METHODOLOGY TO EVALUATE THE IMPLEMENTATION OF BIOMASS THERMELECTRIC IN BRAZIL

ABSTRACT: This work presents a methodologic study to implement mini biomass thermoelectric powerplants with distributed generation of Rice Husk in Brazil. The methodology created to identify the possible locations for the mini plants with distributed generation in Brazil was based on the creation of environmental, social and economic criteria and system of geographic information with the use of the software QGIS. The simulation create cartograms that served as

basis for decision making, thus, with the construction of the map of husk concentration, it was possible to define the location of the plants. The project guarantees both technical and economic viability the implementation of 8 mini thermoelectric powerplants with Rice Husk in Brazil, all of them located strategically: next to the biomasses, to the national integrated system and to the highways, and totalize approximately 40 MW of installed power in the country. The methodology developed was effective and extremely important so that there is greater visibility of this energy sector, because it analyzed the technical feasibility and pre-established points of greater opportunities with the aim of new projects being designed and built in Brazil.

KEYWORDS: mini thermoelectric, rice husks, cartography

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é um produtor agrícola, de pecuária e florestal, o que o coloca entre os principais atores no cenário internacional da bioenergia. Este fato é justificado pela quantidade significativa de resíduos de biomassa, com potencial para aplicação como fontes de energia em termoelétricas, gerada desde o cultivo até as etapas finais dos processos de transformação de produtos (PORTUGAL-PEREIRA et al, 2015; BRASIL, 2018).

Atualmente, a energia derivada de biomassa corresponde a 10% de toda energia consumida no mundo. Desse percentual cerca de dois terços é utilizada em países em desenvolvimento, principalmente no setor residencial. No Brasil, as biomassas, utilizadas como fontes de energia em termoelétricas, representam 8,83% da matriz energética (BRASIL, 2007; BRASIL, 2018; ANEEL/Banco de Informações de Geração, 2018).

O uso da bioenergia em larga escala vem crescendo rapidamente, movimentando os mercados locais e internacionais de biomassa em todo o mundo. Diante deste cenário, em 2018, o Ministério de Minas e Energia brasileiro publicou os cinco grupos de fatores que se apresentam como vantagens relevantes para a produção e desenvolvimento da bioenergia no país. Esses são: (i) a posição geográfica e as condições climáticas favoráveis do Brasil; (ii) o elevado patamar de desenvolvimento do mercado de produção e consumo do país; (iii) as pesquisas e a evolução das melhorias da produção e o aumento de produtividade da biomassa; (iv) a indústria de serviços para projetos de bioenergia; e (v) as políticas nacionais que tornam o tratamento e a destinação adequada de resíduos obrigatório (BRASIL, 2018).

Como é previsto um acréscimo da utilização de biomassa como fonte de energia e tem-se apresentado bons resultados diante das pesquisas de conversão em nível mundial, faz-se necessário estudos para viabilizar a implementação de termoelétrica à biomassa e definir estrategicamente as melhores tomadas de decisões em cada fase do projeto. Por esses motivos, esse trabalho desenvolveu uma metodologia para o Estudo de Viabilidade Técnica – EVT de termoelétricas a biomassa no Brasil,

capaz de validar projetos de geração de bioenergia no país. Apesar de desenvolvida a partir do resíduo do processo de beneficiamento do arroz, deseja-se que esta metodologia sirva como modelo para qualquer outro resíduo agrícola, florestal e/ou outros substratos que possam ser reaproveitados como biomassa no país.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, a produção brasileira de arroz foi analisada para destacar o posicionamento deste produto agrícola no mercado interno brasileiro. Em seguida, a composição do arroz e o principal resíduo do seu beneficiamento foram estudados para definir a casca de arroz como o principal resíduo do processo.

Para definir a quantidade de biomassa necessária, realizou-se o cálculo do potencial energético. Como base de cálculo, teve-se a Norma Técnica CGEI nº 01 /98 de 22 de setembro de 1998, que consiste em igualar a unidade das biomassas em toneladas equivalentes de petróleo por meio do poder calorífico inferior de cada biomassa e converter para kWh, usando uma aproximação de quanto seria capaz a geração de energia considerando as perdas associadas durante processo de transformação. Desse modo calcula-se a Tonelada Equivalente de Petróleo (TEP_{bio}) como:

$$TEP_{bio} = \frac{PCI_{biomassa}}{PCI_{petróleo}} \quad (1)$$

onde, $PCI_{biomassa}$ e $PCI_{petróleo}$ são o Poder Calorífico Inferior da biomassa e do petróleo, respectivamente.

Após isso, encontrou-se a geração de energia a partir do fator de conversão 0,29 TEP/MWh.

$$E_{bio} = \frac{TEP_{bio}}{0,29 \frac{TEP}{MWh}} \quad (2)$$

sendo E_{bio} é a Energia da biomassa.

Assim, para encontrar a quantidade de energia que pode ser gerada, o valor encontrado E_{bio} foi multiplicado pela quantidade de resíduo disponível e não aproveitado.

O desenvolvimento da metodologia para implementação das UTEs a biomassa iniciou na definição de critérios, a fim de servir como filtros, no Estudo de Viabilidade Técnica. Estes critérios foram definidos em: ambientais, econômicos e sociais. O Quadro 1 mostra a subdivisão desses critérios com seus respectivos tópicos para validação.

Critérios Ambientais	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de biomassa • Localidade da biomassa • Quantidade de biomassa não aproveitada • Época de colheita da biomassa
Critérios Econômicos	<ul style="list-style-type: none"> • Custo de investimento • Custo de operação e manutenção • Custo de transporte • Custo com combustível • Capacidade instalada • Proximidade da linha de transmissão e da malha rodoviária • Raio definido entre a biomassa e a usina
Critérios Sociais	<ul style="list-style-type: none"> • Consumidores • Demanda de Energia

Quadro 1 - Critérios utilizados no o Estudo de Viabilidade Técnica para implementação de UTEs a Biomassa.

Fonte: Autoria Própria, 2018.

Após levantamento de dados referentes aos critérios previamente estabelecidos, foi possível mapeá-los com o uso do QGIS e assim definir os prováveis locais de implementação. Para realizar esse mapeamento, os dados georreferenciados dos municípios brasileiros e suas respectivas quantidades de biomassa disponível foram comparados.

Após criar a camada de biomassa disponível, a etapa seguinte foi adicionar duas novas camadas no Brasil. A primeira estudou as linhas de transmissão existentes e a segunda analisou a malha rodoviária existente para determinar a proximidade da biomassa disponível com ambas.

3 | REFERENCIAL TEÓRICO

Até 2050, o setor agrícola brasileiro prevê uma tendência de alta para a produção de arroz, soja, trigo e cana de açúcar no país. Entre esses, a produtividade de arroz está estimada em aproximadamente 10 toneladas por hectare, o que significa em um aumento de 150% na produtividade do grão, por hectare, quando comparado ao ano de 2010. Essa previsão também indica que a área utilizada para plantio desse grão, em 2050, será aproximadamente 30% menor quando comparado com a área utilizada em 2010. Com isso, conclui-se que haverá um acréscimo significativo na eficiência do setor arroseiro, desde o plantio até o beneficiamento, o que motivará o cultivo de arroz no Brasil (BRASIL, 2018; CONAB, 2018).

O histórico de produção, consumo interno, exportação e estoque final da produção de arroz, de 2015/16 até 2018/19, na Argentina, no Brasil, no Paraguai, no Uruguai e em outros países do Mercosul é apresentado na Figura 1 (CONAB, 2018).

SAFRA	ATRIBUTOS	TERRITÓRIOS REGIONAIS				
		ARGENTINA	BRASIL	PARAGUAI	URUGUAI	MERCOSUL
2015/16	Produção	1.400,0	10.602,9	671,6	1.304,3	13.978,9
	Consumo	800,0	11.617,6	25,4	78,6	12.521,6
	Exportação	810,8	804,4	831,3	1.388,6	3.835,1
	Estoque Final	629,2	452,9	26,9	88,6	1.197,6
2016/17	Produção	1.327,7	12.327,9	749,3	1.410,0	15.814,9
	Consumo	769,2	11.764,7	25,4	78,6	12.637,9
	Exportação	603,1	873,5	746,3	1.501,4	3.724,3
	Estoque Final	667,7	698,5	7,5	62,9	1.436,5
2017/18	Produção	1.370,8	11.875,0	959,7	1.262,9	15.468,3
	Consumo	784,6	11.838,2	44,8	78,6	12.746,2
	Exportação	692,3	1.250,0	820,9	1.228,6	3.991,8
	Estoque Final	573,8	661,8	104,5	18,6	1.358,7
2018/19	Produção	1.300,0	11.800,0	1.006,0	1.267,1	15.373,1
	Consumo	769,2	11.911,8	59,7	85,7	12.826,4
	Exportação	615,4	1.029,4	970,1	1.142,9	3.757,8
	Estoque Final	501,5	550,0	83,6	57,1	1.192,3

Figura 1 – Histórico do Setor Arrozeiro nos países: Argentina, Brasil, Paraguai, Uruguai e outros países do Mercosul (em 10³ Tonelada), de 2015/16 até 2018/19

Fonte: CONAB, 2018.

Na observância da Figura 1 é possível perceber que a perspectiva para a safra de 2018/19 de arroz, no Brasil, será aproximadamente igual à safra de 2017/18 e equivalente à 11.800 mil toneladas do grão. A Figura 1 também mostra que o consumo de arroz, no mercado interno do Brasil, aumentará na safra 2018/19, resultando também em um acréscimo no beneficiamento do grão no mercado interno.

Entre as etapas de beneficiamento desse grão, a casca do arroz, que corresponde à aproximadamente 22% do grão bruto, apresenta dificuldade para descarte pelas empresas. Isto porque, a casca possui baixa massa específica e a produção geram um alto de volume para descarte. Então, as indústrias têm um custo elevado com o transporte da casca para descarte, atingindo negativamente a destinação adequada do resíduo (CARDOSO, 2012).

Na metodologia desenvolvida para o estudo de viabilidade técnica, os critérios ambientais utilizados formam: Tipo de biomassa, Localidade da biomassa, Quantidade de biomassa não aproveitada e Época de colheita da biomassa. O Quadro 2 apresenta os critérios ambientais para a casca de arroz, estudada tecnicamente como biomassa para instalação de termelétricas no Brasil.

Critérios ambientais	Dados
Tipo	Casca de Arroz
Quantidade de arroz com casca	Total de produção anual: 11.615.634,235 ton (IBGE, 2018)
Quantidade de casca de arroz	Total de geração de casca anual: 2.555.439,532 ton
Localidade	Principais estados: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Tocantins, Mato Grosso e Maranhão (IBGE, 2018)
Época de colheita da biomassa	Norte, Sudeste e Sul: Fevereiro, Março, Abril e Maio. Nordeste: Março, Abril, Maio, Junho e Julho. Centro-Oeste: Março, Abril e Maio. (ABIARROZ, 2019)

Quadro 2 - Critérios da análise ambiental para a casca de arroz.

Fonte: Autoria Própria, 2018.

O Quadro 2 indica que a época da colheita do grão se concentra nos meses de março, abril e maio. No entanto, o armazenamento do grão pode ser feito em longo prazo, desde que se armazena o arroz com a casca para controlar a umidade e preservar o *shelf-life* do produto. Para um período de até 6 meses, o teor máximo aceitável de umidade do grão é de 13%, de 6 meses a 12 meses esse teor cai para 12% e acima de 12 meses é necessário armazená-lo com no máximo 11% de umidade (Lazzari e Lazzari, 20--).

Pode-se afirmar que o período de biomassa disponível, o seja, casca de arroz para geração de energia pode se manter constante ao longo do ano, como mostra o Quadro 2. Para isto, é necessário que o grão de arroz seja armazenado de forma adequada com a casca.

Os critérios econômicos Capacidade instalada, Proximidade da linha de transmissão e da malha rodoviária e Raio definido foram decisivos para a elaboração da metodologia de viabilidade técnica. Os critérios econômicos relacionados aos custos, como custo de investimento e operação, podem ser usados futuramente para compor a análise de viabilidade econômica. As definições dos critérios analisados no EVT foram:

- I. Capacidade Instalada: quando escolhido o valor da potência instalada, é necessário avaliar a quantidade de biomassa necessária para gerar a energia em questão;
- II. Proximidade ao SIN e as Rodovias: essa característica otimiza o processo porque garante que a energia seja injetada ao SIN e que existe a possibilidade de a biomassa ser transportada até a usina sem investir em novas via;
- III. Raio definido: com a distância entre a biomassa e a usina geradora definida em um certo raio, a viabilidade técnica está assegurada, considerando proximidade e quantidade de biomassa suficiente para gerar a energia desejada.

Com base nisso, foi avaliado as formas de geração regularizadas disponíveis atualmente. Para caracterizar se um empreendimento é de micro ou de mini geração distribuída, o Caderno Temático da ANEEL descreve que os mesmos devem utilizar fontes renováveis de energia elétrica ou cogeração qualificada e ter potência instalada menor ou igual a 75 kW, para micro, e para mini geradoras devem ter potência instalada superior a 75 kW e serem menores ou iguais a 3 MW, para empreendimentos onde a fonte energética é hídrica. Já para as demais fontes, esse número aumenta para 5 MW (ANEEL, 2016). Então, como a fonte seria renovável e não hídrica, o empreendimento se enquadra na minigeração até 5MW de potência instalada.

Outro fator observado que impacta na escolha da minigeração distribuída foi a análise para viabilidade de interligar ao SIN diretamente. Afinal, no caso de maior potência instalada, seria necessário criar um sistema de transmissão, adicionando um custo ao projeto de acordo com a Resolução Normativa no 687/2015 da ANEEL.

Por conta disso, o Quadro 3 mostra critérios econômicos que servirão de base para o estudo.

Critérios econômicos	
Capacidade Instalada	Até 5MW
Raio de distância	O raio será definido cartograficamente

Quadro 3 - Dados econômicos.

Fonte: Autoria Própria, 2018.

Em relação à capacidade instalada, o sistema de compensação de energia é destaque na legislação brasileira. Esse sistema permite que a energia gerada por uma central geradora ultrapasse o consumido por uma unidade consumidora, com micro ou minigeração, e seja injetada na rede da distribuidora, de forma a armazenar o excedente e ser abatido posteriormente (ANEEL, 2016). O sistema de compensação de energia é separado da seguinte forma:

- I. Geração compartilhada: união de consumidores que se encontram na mesma área de concessão ou permissão. São compostas por pessoas físicas, por meio de uma cooperativa, ou jurídicas (consórcio), que tenham a unidade consumidora a partir de micro ou minigeração distribuída. A energia gerada é compensada nas unidades consumidoras cadastradas;
- II. Autoconsumo remoto: consumidores que se encontram na mesma área de concessão ou permissão e que tenha somente um titular, sendo pessoa Jurídica ou Física. A unidade consumidora deve ser obrigatoriamente a partir de micro ou minigeração distribuída;
- III. Empreendimento com múltiplas unidades consumidoras (condomínios): é de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento de micro ou minigeração distribuída. As unidades consumidoras devem estar localizadas na mesma propriedade ou propriedades contíguas.

A definição dos consumidores para compensar a energia gerada pela usina serviu de base para definir o critério social. Com a criação de uma cooperativa entre os produtores de arroz da mesma área de concessão, a geração de energia poderia ser utilizada como compensação de energia elétrica para os produtores associados.

A escolha da geração compartilhada foi considerada a ideal para o estudo porque atende dois requisitos obrigatórios: os produtores foram considerados como da mesma área de concessão e a área não deveria exceder o raio de distância estipulado entre os produtores e a minigeração distribuída.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Casca de arroz possui poder calorífico inferior de 3200 kcal/kg, isso equivale

aproximadamente 0,29 TEP (CARDOSO, 2012). Conforme a análise do potencial energético, foi definido que seria necessárias cerca de 35.040 toneladas de casca de arroz por ano, com a média de 3 mil toneladas por mês, para gerar 5MW mensalmente.

No software QGIS, foi criada uma camada onde evidência os pontos de maior concentração de casca de arroz no Brasil. Com os dados da quantidade de produção de arroz em cada município, estimou-se o quanto seria casca do peso total e assim construiu o mapa de concentração pelo software. A simulação feita resultou na Figura 2.

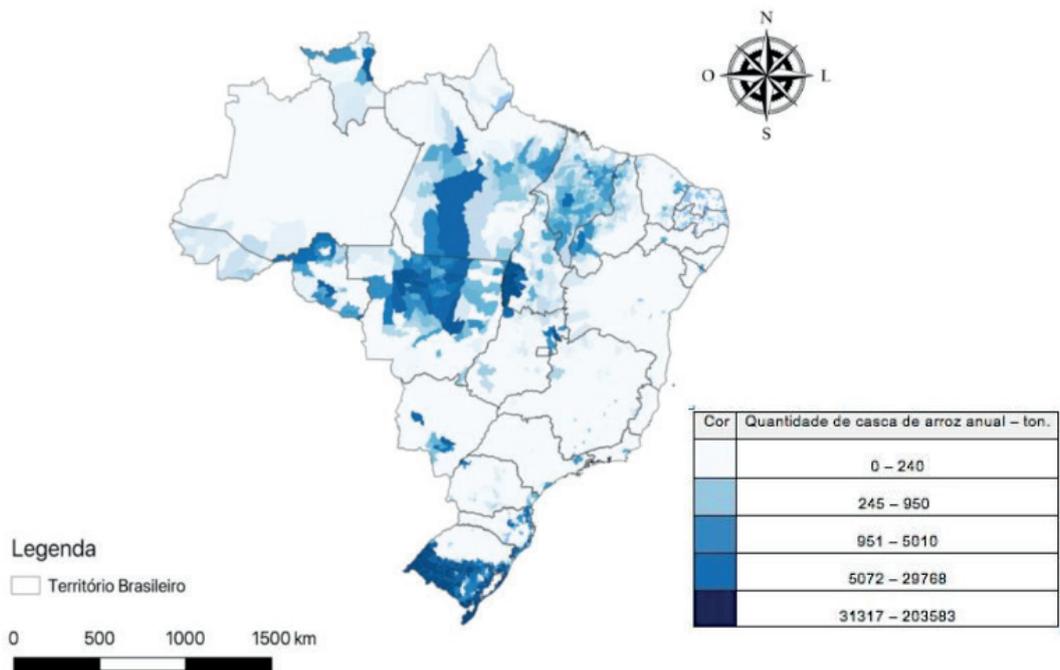


Figura 2 – Cartograma da concentração de casca de arroz no Brasil

Fonte: Autoria Própria, 2018.

Em posse do cartograma e da análise do potencial energético da casca de arroz, foi possível estimar o raio que atenderia as especificações imprescindíveis de projeto. Também foi necessário verificar a área aproximada que forneceria a quantidade de biomassa para gerar a energia de uma mini usina termelétrica. Com essa análise e as disposições geográficas das biomassas, o raio definido foi de em 150 km, considerando que garantiria com segurança a quantidade de toneladas de casca de arroz necessárias para produzir 5MW.

As camadas de linha de transmissão existentes e da malha rodoviária disponível no país foram avaliadas para espacializar a área selecionada para implementar usinas termelétrica a biomassa de casca de arroz. Nesse estudo usou-se o SIG, por meio das análises feitas com os dados georreferenciados, conforme mostra a Figura 3.

Então, para que pudesse ser feita a análise de possíveis UTE no Brasil, simulou-se ao mesmo tempo as três camadas, unindo a camada de linha de transmissão e da malha rodoviária e sobrepondo à camada de concentração de biomassa. O resultado da união dessas camadas se fez necessário para avaliar tecnicamente as melhores

localidades das Usinas.

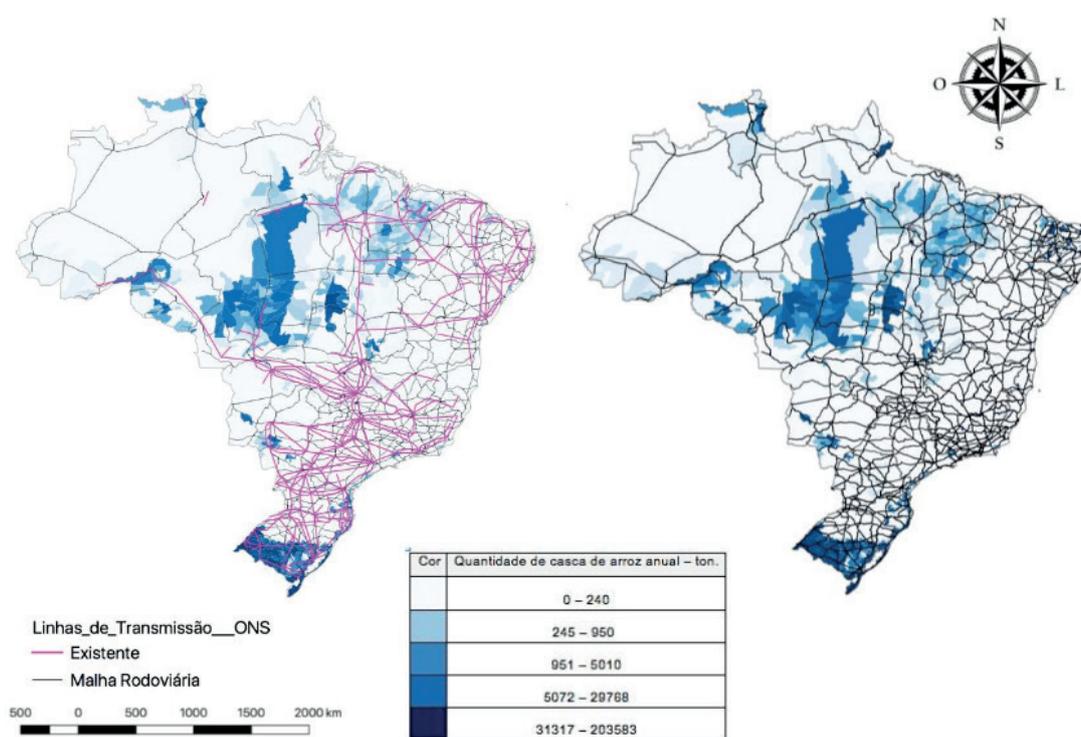


Figura 3 - Cartogramas comparativos da casca de arroz, considerando as linhas de transmissão e a malha rodoviária existentes.

Fonte: autoria própria, 2018.

Em seguida, a análise espacial foi a ferramenta utilizada para fazer o estudo de viabilidade técnica desenvolvida neste trabalho analisou cinco critérios: (i) Alta disponibilidade de biomassa; (ii) Proximidade da linha de transmissão; (iii) Proximidade da malha rodoviária; (iv) Raio de até 150 km de distância para os produtores de arroz; e (v) Não sobrepor usinas termelétricas movidas a casca de arroz já existentes no país. Na Figura 4 estão expostos os possíveis locais de implementação das UTEs a casca de arroz, com base na metodologia desenvolvida.

Todas as usinas dispostas cartograficamente na Figura 4, porque o QGIS possibilita esse tipo de geração de resultados. Infere-se que existe a viabilidade energética, de transmissão e de transporte da biomassa para implementar 8 miniusinas a biomassa de casca de arroz no Brasil, representando 40 MW de potência instalada no país e podendo ser ampliada em outras localidades. Contudo, as usinas propostas nesta metodologia seriam usinas inferiores a 5MW.

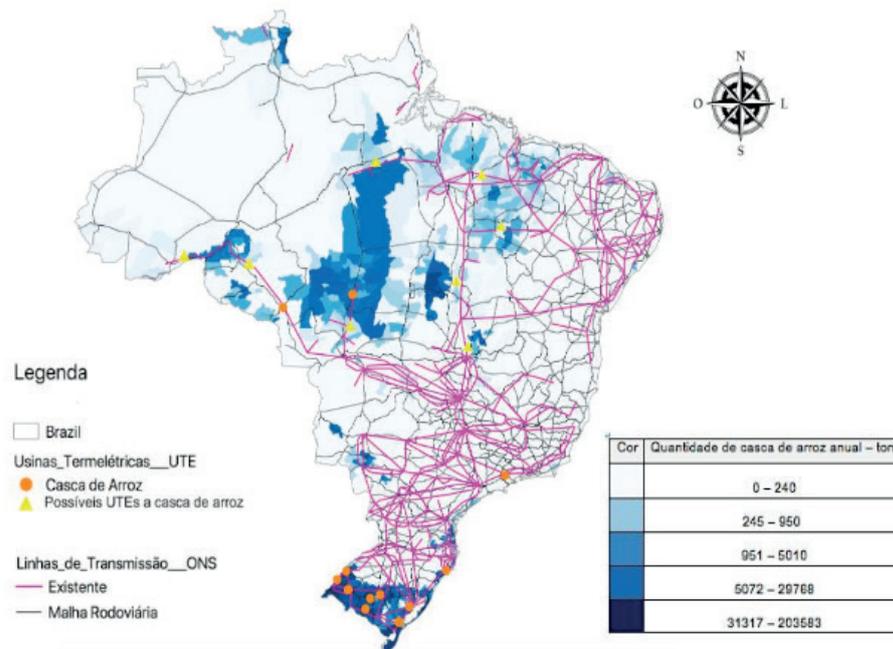


Figura 4 – Possíveis locais de implementar UTE a casca de Arroz.

Fonte: Autoria Própria, 2018.

Analisado a Figura 4 percebe também que existem duas regiões que concentram a casca de arroz. Uma delas é a região Sul, na qual já existe o aproveitamento da casca. Logo, o estudo se faz importante para explorar outras áreas do país, como a região norte, na qual pode-se reunir produtores e beneficiadores de arroz e gerar a capacidade instalada proposta.

Os aspectos relacionados ao critério social foram analisados dentro do raio limite de 150 km, garantindo que os proprietários de terras produtoras de arroz se filiem a uma cooperativa e tenham sua conta de energia reduzida com a geração a partir dos resíduos gerados em seus próprios empreendimento.

Desta forma, a relação criada nesse estudo entre os produtores de arroz mostrou-se vantajosa principalmente para os pequenos produtores. Isso porque, a união deles geraria no final um acúmulo maior de biomassa disponível concentrados na mesma região. Esse fato atinge diretamente o desenvolvimento social e econômico dos pequenos municípios e eleva a perspectiva de crescimento do setor arroseiro nessas localidades.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia desenvolvida para o estudo de viabilidade técnica de implantação de termoelétrica a biomassa foi baseada em critérios ambientais, sociais e econômicos e analisou a influência que um impacta sobre o outro. Os resultados se mostram interessantes já que a metodologia criada pode se estender a diversos países. Para isto, seria necessário somente adequar os critérios de análise e as camadas para cada nova localidade, sendo possível obter de forma objetiva os locais de maiores

rendimentos energéticos para implementação de UTEs a biomassa.

Além da diversidade de países, a metodologia aplica-se também à diversos tipos de biomassa. Podem ser utilizados para estudo de viabilidade técnica qualquer outro resíduo agrícola, florestal, da indústria madeireira, entre outros. Para isto a metodologia desenvolvida utilizaria os dados de geração do resíduo, a sua localidade e o seu potencial energético.

Outra facilidade que foi observada nessa metodologia é o auxílio direto na tomada de decisões para viabilizar tecnicamente a implementação das UTEs a Biomassa, já que a análise é feita em pontos estratégicos: proximidade e disponibilidade da biomassa, das linhas de transmissão e da malha rodoviária existente.

Por fim, pode-se afirmar que o desenvolvimento dessa metodologia foi eficaz e de extrema importância para que exista maior visibilidade desse setor energético. Afinal, com o método desenvolvido foi possível pré-estabelecer pontos de maiores oportunidades com o intuito de que novos empreendimentos sejam projetados e construídos no Brasil.

REFERÊNCIAS

ABIARROZ. Associação Brasileira da Indústria do Arroz (2019). **Sumário Executivo, Abril 2019.**

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Banco de Informações de Geração, 2015. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>> Acesso em 30 de maio de 2018.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica (2016). **CADERNOS TEMÁTICOS: MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA.** Sistema de compensação de energia elétrica. 2ª Edição

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030** / Ministério de Minas e Energia ; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME : EPE, 2007. 12 v.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Nota Técnica PR 04/18: Potencial dos Recursos Energéticos no Horizonte 2050;** colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: MME: EPE, 2018.

CARDOSO, Bruno Monteiro. **USO DA BIOMASSA COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA.** Dissertação de Graduação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento (2018). **PERSPECTIVA PARA AGROPECUÁRIA.** Volume 6 – Safra 2018/2019. Brasília.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética (2018). **Potencial dos Recursos Energéticos no Horizonte 2050,** Rio de Janeiro, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agro 2017. Disponível em:<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76424> Acesso em 2 de outubro de 2018.

LAZZARI, Flávio A. LAZZARI, Sonia M. N. (20--). **RECEBIMENTO, SECAGEM E ARMAZENAMENTO DE ARROZ EM CASCA.** Curitiba, 20--.

NOTA TÉCNICA CGEI nº 01 /98 de 22 de setembro de 1998. **ELETRICIDADE NO BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL - BEN**. Disponível em <<http://ecen.com/eee11/eletrben.htm>>. Acesso em 25 de maio de 2018.

PORTUGAL-PEREIRA, J.; SORIA, R.; RATHMANN R.; SHCHAEFFER, R.; SZKLO, A., 2015. **Agricultural and agro-industrial residues-to-energy: Technoeconomic and environmental assessment in Brazil**. Biomass and Bioenergy, v. 81, pp 521-533, Rio de Janeiro, outubro 2015.

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



9 788572 476973