

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

**Estudos Interdisciplinares
nas Ciências e da Terra
e Engenharias**


Ano 2019

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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)	
E82	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 1 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 1)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-621-8 DOI 10.22533/at.ed.218191109</p> <p>1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 016.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O livro “**Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**” de publicação da Atena Editora apresenta em seu primeiro volume 35 capítulos relacionados temáticas de área multidisciplinar associadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo então na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CHÁ DE BOLDO: O SABER POPULAR FAZENDO-SE SABER CIENTÍFICO NO ENSINO DE QUÍMICA	
Andressa da Silva Muniz	
Monique Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.2181911091	
CAPÍTULO 2	13
A ESTRATÉGIA REGIONAL DE INOVAÇÃO DA UNIÃO EUROPEIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SRIs NA AMÉRICA LATINA	
Guilherme Paraol de Matos	
Clarissa Stefani Teixeira	
Paulo Cesar Leites Esteves	
Solange Maria da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.2181911092	
CAPÍTULO 3	26
ENSINO DE TÉCNICAS LABORATORIAIS PELA ELABORAÇÃO DE SORVETE COM A FRUTA BERIBÁ/BIRIBÁ (<i>Annona hypoglauca</i>)	
Minelly Azevedo da Silva	
Alice Menezes Gomes	
Amanda Carolilna Cândido Silva	
Iasmim Moreira Linhares	
João Vitor Hermenegildo Bastos	
Mel Naomi da Silva Borges	
Rebeca da Costa Rodrigues	
Nilton Fagner de Oliveira Araújo	
Elza Paula Silva Rocha	
Cleber do Amaral Barros	
Jamile Mariano Macedo	
DOI 10.22533/at.ed.2181911093	
CAPÍTULO 4	37
A ETNOMATEMÁTICA COMO RECURSO METODOLÓGICO NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA: UMA INVESTIGAÇÃO NO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DA UNICESUMAR	
Eliane da Rocha Rodrigues	
Ivna Gurniski de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2181911094	
CAPÍTULO 5	52
USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA MAPEAMENTO EM ÁREAS AGRICULTÁVEIS	
Ana Paula Brasil Viana	
Railton Reis Arouche	
Pedro Henrique da Silva Sousa	
Edvan Carlos de Abreu	
Dheime Ribeiro de Miranda	
Lineardo Ferreira de Sampaio Melo	
DOI 10.22533/at.ed.2181911095	

CAPÍTULO 6 58

O USO DA CASCA DA BANANA COMO ADSORVENTE RENOVÁVEL DE ÍONS METÁLICOS TÓXICOS

Adriana O. Santos
Danielle P. Freitas
Fabiane A. Carvalho
Fernando S. Melo
Juliana F. C. Eller
Stéphanie Calazans Domingues
Boutros Sarrouh
Willian A. Saliba

DOI 10.22533/at.ed.2181911096

CAPÍTULO 7 76

STATIC MAGNETIC TREATMENT OF IRRIGATION WATER ON DIFFERENTS PLANTS CULTURES IMPROVING DEVELOPMENT

Yilan Fung Boix
Albys Ferrer Dubois
Elizabeth Isaac Alemán
Cristiane Pimentel Victório
Rosani do Carmo de Oliveira Arruda
Ann Cuyppers
Natalie Beenaerts
Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo

DOI 10.22533/at.ed.2181911097

CAPÍTULO 8 85

ANÁLISE DE ARQUITETURAS DE *DEEP LEARNING* APLICADO A UM BENCHMARK DE CLASSIFICAÇÃO

Henrique Matheus Ferreira da Silva
Max Tatsuhiko Mitsuya
Clayton André Maia dos Santos
Anderson Alvarenga de Moura Meneses

DOI 10.22533/at.ed.2181911098

CAPÍTULO 9 96

ANÁLISE DE VITAMINA C USANDO TÉCNICAS DE FLUORIMETRIA, CROMATOGRAFIA E ELETROFORESE

Luana Gabriela Marmitt
Sabrina Grando Cordeiro
Verônica Vanessa Brandt
Lucélia Hoehne

DOI 10.22533/at.ed.2181911099

CAPÍTULO 10 106

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE MATEMÁTICA NO CURSO TÉCNICO EM AGROPECUÁRIA DO IFC – *CAMPUS SANTA ROSA DO SUL*

Julian da Silva Lima
Cassiano Scott Puhl
Neiva Ignês Grando

DOI 10.22533/at.ed.21819110910

CAPÍTULO 11 116

A VISÃO DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS DE ARAPIRACA-AL SOBRE O ENSINO DE ASTROBIOLOGIA

Janaína Kívia Alves Lima
Elielma Lucindo da Silva
Lilian Nunes Bezerra
Janice Gomes Cavalcante
Luis Carlos Soares da Silva
José Edson Cavalcante da Silva
Jhonatan David Santos das Neves
Daniella de Souza Santos

DOI 10.22533/at.ed.21819110911

CAPÍTULO 12 125

APLICAÇÃO DA GESTÃO DO CONHECIMENTO PARA MELHORIA DO PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

André Felipe de Almeida Batista
Ricardo André Cavalcante de Souza

DOI 10.22533/at.ed.21819110912

CAPÍTULO 13 138

PRECIPITATION VARIABILITY ON THE STATE OF PARAÍBA IN ATMOSPHERIC CONDITIONS UNDER THE INFLUENCE OF UPPER LEVEL CYCLONIC VORTICES

André Gomes Penaforte
Maria Marle Bandeira
Magaly de Fatima Correia
Tiago Rocha Almeida
Flaviano Fernandes Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.21819110913

CAPÍTULO 14 148

AS CONTRIBUIÇÕES DO PLANETÁRIO E CASA DA CIÊNCIA DE ARAPIRACA PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA E CIÊNCIAS NATURAIS

Luis Carlos Soares da Silva
Janaína Kívia Alves Lima
Janice Gomes Cavalcante
Jhonatan David Santos das Neves
Lilian Nunes Bezerra
Daniella de Souza Santos
José Edson Cavalcante da Silva
Elielma Lucindo da Silva

DOI 10.22533/at.ed.21819110914

CAPÍTULO 15 157

POLÍMERO SULFONADO UTILIZADO COMO CATALISADOR HETEROGÊNEO NA REAÇÃO DE ESTERIFICAÇÃO

Victória Maria Ribeiro Lima
Rayanne Oliveira de Araújo
Jamal da Silva Chaar
Luiz Kleber Carvalho de Souza

DOI 10.22533/at.ed.21819110915

CAPÍTULO 16 167

ATIVIDADE CRIATIVA (AC): UM MODO ALTERNATIVO PARA MINISTRAR O CONTEÚDO DE UMA DISCIPLINA DO CURSO NOTURNO DE FARMÁCIA DA UFRJ

Aline Guerra Manssour Fraga
Viviane de Oliveira Freitas Lione

DOI 10.22533/at.ed.21819110916

CAPÍTULO 17 180

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS MULTIEXTUSADOS: SIMULAÇÃO DO REPROCESSAMENTO DO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD)

Fernando A. E Tremoço
Ricardo S. Souza
Valéria G. Costa

DOI 10.22533/at.ed.21819110917

CAPÍTULO 18 186

CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DE ARGILAS BENTONÍTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE NANOCOMPÓSITOS POLIMÉRICOS

Carlos Ivan Ribeiro de Oliveira
Nancy Isabel Alvarez Acevedo
Marisa Cristina Guimarães Rocha
Joaquim Teixeira de Assis
Alexei Kuznetsov
Luiz Carlos Bertolino

DOI 10.22533/at.ed.21819110918

CAPÍTULO 19 197

AVALIAÇÃO PELA MODA, MÉDIA OU MEDIANA?

Luiz Fernando Palin Droubi
Norberto Hochheim
Willian Zonato

DOI 10.22533/at.ed.21819110919

CAPÍTULO 20 221

COMPARAÇÃO ENTRE O MÉTODO DAS SOLUÇÕES FUNDAMENTAIS E O MÉTODO DOS VOLUMES FINITOS APLICADOS A UM PROBLEMA BIDIMENSIONAL DE DIFUSÃO DE CALOR

Bruno Henrique Marques Margotto
Carlos Eduardo Polatschek Kopperschmidt
Wellington Betencurte da Silva
Júlio Cesar Sampaio Dutra
Luiz Alberto da Silva Abreu

DOI 10.22533/at.ed.21819110920

CAPÍTULO 21 230

SINERGISMO DE MISTURAS DE COMPLEXOS ENZIMÁTICOS UTILIZADAS NA HIDRÓLISE DA CELULOSE EXTRAÍDA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR PRÉ-TRATADO COM H_2SO_4/H_2O_2 , EM MEIO ALCALINO

Leila Maria Aguilera Campos
Luciene Santos de Carvalho
Luiz Antônio Magalhães Pontes
Samira Maria Nonato de Assumpção
Maria Luiza Andrade da Silva
Heloise Oliveira Medeiros de Araújo Moura
Anne Beatriz Figueira Câmara

DOI 10.22533/at.ed.21819110921

CAPÍTULO 22	238
CONCEPÇÕES DE LINGUAGEM E SUAS IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DA LINGUAGEM MATEMÁTICA	
Cíntia Maria Cardoso	
DOI 10.22533/at.ed.21819110922	
CAPÍTULO 23	248
DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE SOFTWARE INTERATIVO PARA PROJETOS CONCEITUAIS DE AERONAVES	
Carlos Antonio Vilela de Souza Filho	
Giuliano Gardolinski Venson	
Jefferson Gomes do Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.21819110923	
CAPÍTULO 24	260
ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO: UM OLHAR PARA O PROCESSO FORMATIVO POSSIBILITADO POR OBSERVAÇÕES DE AULA	
Mariele Josiane Fuchs	
Cláudia Maria Costa Nunes	
Elizangela Weber	
Lucilaine Goin Abitante	
DOI 10.22533/at.ed.21819110924	
CAPÍTULO 25	269
OTIMIZAÇÃO DOS CUSTOS FINANCEIROS DE UMA MADEIREIRA UTILIZANDO PROGRAMAÇÃO LINEAR	
Brenno Souza de Oliveira	
Edson Patrício Barreto de Almeida	
Vitor Miranda Sousa Brito	
DOI 10.22533/at.ed.21819110925	
CAPÍTULO 26	280
ESTUDO ATUALIZADO E ABRANGENTE DAS APLICAÇÕES PRÁTICAS DE GEOPROSPECÇÃO ELÉTRICA	
Pedro Henrique Martins	
Antonio Marcelino da Silva Filho	
Kaiisson Teodoro de Souza	
Márcio Augusto Tamashiro	
Humberto Rodrigues Macedo	
DOI 10.22533/at.ed.21819110926	
CAPÍTULO 27	292
FIQUE SABENDO: PLATAFORMA ACADÊMICA DE COMUNICAÇÃO	
Marco Antônio Castro Martins	
Lúcio Flávio de Jesus Silva	
George Miler Gomes Farias	
Diego Lisboa Pires	
DOI 10.22533/at.ed.21819110927	

CAPÍTULO 28 300

INVESTIGAÇÃO ESTRUTURAL, MORFOLÓGICA E FOTOCATALÍTICA DE MICROCRISTAIS DE β -(Ag_{2-2x}Zn_x)MoO₄

Fabiana de Sousa Cunha
Francisco Henrique Pereira Lopes
Amanda Carolina Soares Jucá
Lara Kelly Ribeiro da Silva
Keyla Raquel Batista da Silva Costa
Júlio César Sczancoski
Francisco Eroni Paz dos Santos
Elson Longo
Laécio Santos Cavalcante
Gustavo Oliveira de Meira Gusmão

DOI 10.22533/at.ed.21819110928

CAPÍTULO 29 325

PRODUTOS QUÍMICOS PERIGOSOS: EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DA TEMÁTICA SANEANTES

Egle Katarinne Souza da Silva
Luislândia Vieira de Figueredo
Felícia Maria Fernandes de Oliveira
Luiz Antonio Alves Fernandes
Edilson Leite da Silva

DOI 10.22533/at.ed.21819110929

CAPÍTULO 30 339

INFLUÊNCIA DO SnCl₂ NA COPOLIMERIZAÇÃO DE NORBORNENO E ÁCIDO 5-NORBORNENO-2-CARBOXÍLICO VIA ROMCP CATALISADO POR RuCl₂(PCy₃)₂CHR

Sâmia Dantas Braga
Aline Aparecida Carvalho França
Vanessa Borges Vieira
Talita Teixeira da Silva
Aline Estefany Brandão Lima
Ravane Costa e Silva
Luís Fernando Guimarães Nolêto
Nouga Cardoso Batista
José Milton Elias de Matos
Benedito dos Santos Lima Neto
José Luiz Silva Sá
Geraldo Eduardo da Luz Júnior

DOI 10.22533/at.ed.21819110930

CAPÍTULO 31 347

MONITORAMENTO DE DESEMPENHO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE ELÉTRICA DO INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CAMPUS PAU DOS FERROS

José Henrique Maciel de Queiroz
José Flávio Timoteo Júnior
Rogério de Jesus Santos

DOI 10.22533/at.ed.21819110931

CAPÍTULO 32 357

REDE FEDERAL EM SANTA CATARINA: ORIGEM, TRAJETÓRIA E ASPECTOS GERENCIAIS

Sônia Regina Lamego Lino

DOI 10.22533/at.ed.21819110932

CAPÍTULO 33	371
SISTEMA DE EDUCAÇÃO CORPORATIVA: EXPERIÊNCIAS BRASILEIRAS E CHINESAS PARA A INOVAÇÃO	
Regina Wundrack do Amaral Aires	
Cleunisse Aparecida Rauen De Luca Canto	
Patricia de Sá Freire	
DOI 10.22533/at.ed.21819110933	
CAPÍTULO 34	385
VARIABILIDADE TEMPORAL DE COMPOSTOS FENÓLICOS EM FOLHAS DE <i>Eucalyptus microcorys</i>	
Gilmara Aparecida Corrêa Fortes	
Pedro Henrique Ferri	
Suzana da Costa Santos	
DOI 10.22533/at.ed.21819110934	
CAPÍTULO 35	397
OXIDAÇÃO SELETIVA DO METANOL A FORMALDEÍDO ASSISTIDA POR N ₂ O SOBRE CATALISADOR Co,Ce DERIVADOS DE HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMELARES	
Oséas Silva Santos	
Giulyane Felix de Oliveira	
Artur José Santos Mascarenhas	
Heloyza Martins. Carvalho Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.21819110935	
SOBRE O ORGANIZADOR	408
ÍNDICE REMISSIVO	409

MONITORAMENTO DE DESEMPENHO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE ELÉTRICA DO INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CAMPUS PAU DOS FERROS

José Henrique Maciel de Queiroz

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Departamento de Engenharias e Tecnologia
Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte

José Flávio Timoteo Júnior

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Departamento de Engenharias e Tecnologia
Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte

Rogério de Jesus Santos

Universidade Federal de Alagoas, Campus Sertão
Delmiro Gouveia, Alagoas

RESUMO: A utilização da energia solar em suas mais diversas formas vem crescendo rapidamente nos últimos anos e o território brasileiro é bastante favorável a essa nova tendência. Dessa forma, o enfoque desta pesquisa deu-se ao emprego da energia solar na geração de eletricidade, em escala de minigeração distribuída. Por dispor de uma usina de geração do tipo citado, o IFRN campus Pau dos Ferros foi escolhido como cenário principal do estudo. Realizou-se então, um monitoramento do desempenho e do rendimento que no primeiro mês foi 5,83 MWh em julho, no segundo 4,57 MWh e no terceiro mês foi de 17,05 MWh. Evidenciando assim a eficiência do sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Energia solar. Eletricidade. Minigeração. Rendimento.

PERFORMANCE MONITORING OF THE ON-GRID PHOTOVOLTAIC SYSTEM OF THE INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CAMPUS PAU DOS FERROS

ABSTRACT: The use of solar energy in its most diverse forms has been increasing rapidly in recent years and the Brazilian territory is very favorable to this new trend. Thus, the focus of this research was on the use of solar energy in the generation of electricity, on a distributed minigeneration scale. Having a generation plant of the type mentioned, the IFRN campus Pau dos Ferros was chosen as the main scenario of the study. A performance and yield monitoring was performed, which in the first month was 5.83 MWh in July, in the second 4.57 MWh and in the third month was 17.05 MWh. This demonstrates the efficiency of the system.

KEYWORDS: Solar energy. Electricity. Minigeneration. Yield.

1 | INTRODUÇÃO

A energia liberada pelo sol vem prometendo ser muito valiosa em termos de geração de eletricidade. Em meio a tantas crises energéticas, tem-se disponível uma fonte energética inesgotável para a escala de

tempo humana.

Essa energia pode ser aproveitada de diversas formas, no estudo aqui desenvolvido, o interesse volta-se à conversão da radiação solar em energia elétrica, através do fenômeno conhecido como efeito fotovoltaico. Tal solução vem ganhando popularidade nos dias de hoje devido, dentre outros fatores, à possibilidade de geração distribuída, onde o próprio consumidor possui o controle sobre as centrais de geração.

Com o constante crescimento da demanda energética mundial um dos grandes destaques dado a utilização da energia solar fotovoltaica é quanto à sustentabilidade, pois ela é considerada uma energia limpa e renovável e dessa forma é capaz de minimizar os prejuízos causados ao meio ambiente pelo homem no processo de obtenção de eletricidade. (FINDER, 2011; DUPONT; GRASSI; ROMITTI, 2015).

A região do alto oeste potiguar onde se situa a cidade de Pau dos Ferros está localizada em uma área que recebe alta incidência energética solar, devido a sua localização geográfica, próxima à linha do equador. Com isso espera-se que futuramente a energia solar fotovoltaica torne-se uma forte alternativa do mercado energético regional juntamente com a energia eólica que já é presente no estado. (RIO GRANDE DO NORTE, 2016).

Impulsionado por estes fatores, foi realizado este estudo de caso, tomando como objeto de estudo a central de mini geração de energia solar fotovoltaica do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) campus Pau dos Ferros, com os objetivos indicados adiante.

2 | OBJETIVOS

Frente aos fatos expostos até aqui, o presente trabalho tem como objetivo geral, realizar um monitoramento do desempenho do sistema fotovoltaico do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) campus Pau dos Ferros, destacando os períodos de maior e menor rendimento, para que se tenha uma ideia da competência da energia solar fotovoltaica na aplicação como geração distribuída de médio porte.

Como objetivos específicos, destacamos então os seguintes:

- Acompanhar a energia gerada pelo sistema fotovoltaico em cada mês observado.
- Mostrar o comportamento da geração e comparar os períodos de maior rendimento e de menor rendimento, indicando as possíveis causas das diferenças entre eles.
- Estimar a quantia em dinheiro economizada pelo campus em sua conta de energia elétrica a cada mês de estudo e com base na geração esperada inicialmente, fazer uma breve avaliação do tempo de retorno do investimento.

3 | ENERGIA SOLAR

A quantidade de radiação solar que chega ao solo terrestre, em um plano horizontal, depende muito da latitude do local e do período do ano. De toda a radiação que chega às camadas superiores da atmosfera, apenas uma parcela consegue chegar ao solo, isso se deve a interação que a radiação solar sofre com os elementos que compõem a atmosfera terrestre, tais como moléculas, gases, nuvens, aerossóis, etc., e também, com aqueles que estão sobre a superfície terrestre. Isto significa que quando a radiação solar viaja através da atmosfera até a superfície terrestre, sofre atenuações devidas às interações com estes elementos. (CORRÊA, 2008).

Ainda assim, o sol nos fornece um grande potencial energético continuamente, então uma ótima forma de usufruir deste potencial é convertendo-o em energia solar fotovoltaica. Segundo CRESESB (2014) a energia solar fotovoltaica é a energia obtida pelo efeito fotovoltaico, ou seja, pela conversão direta da luz solar em energia elétrica, sendo essa transformação realizada com o uso de um dispositivo composto por materiais semicondutores (célula fotovoltaica).

As células fotovoltaicas ou células solares são a unidade básica de um sistema fotovoltaico. É nelas que a conversão de energia luminosa em eletricidade realmente acontece, o processo com que isso ocorre é conhecido como efeito fotovoltaico. Uma única célula fotovoltaica retorna baixos valores de tensão e corrente para os circuitos, por esse motivo, faz-se necessário o agrupamento de várias delas, formando assim os módulos. Os módulos, por sua vez, são também agrupados formando painéis capazes de suprir grandes demandas energéticas. (SOUZA, 2012).

O desempenho dos módulos é influenciado principalmente pela intensidade luminosa que chega à superfície dos painéis e a temperatura de funcionamento das células. A corrente gerada aumenta com o aumento da luminosidade, porém com um acréscimo na temperatura, obtemos eficiências de valor mais baixo. (CRESESB, 2014).

4 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi desenvolvida como um estudo de caso, tomando como objeto de estudo a usina de minigeração de energia solar fotovoltaica do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), campus Pau dos Ferros. Na figura 01 a seguir, apresenta-se a vista superior do campus:



Figura 01: Vista superior do IFRRN campus Pau dos Ferros.

Fonte: Google Earth, 2016.

Foram realizadas visitas ao local, destinadas à coleta de informações a respeito do sistema como um todo, contando sempre com o auxílio dos engenheiros responsáveis pelo funcionamento do sistema. Os dados foram registrados por meio de anotações para serem discutidos e utilizados nas etapas seguintes da pesquisa.

No decorrer do estudo, que se estendeu de maio a outubro, preocupou-se em manter um acompanhamento diário do funcionamento dos painéis, principalmente com relação à potência gerada por eles. O banco de dados do site eletrônico Sunnyportal foi de grande importância no estudo, fornecendo informações essenciais como: potências, histórico de geração, dentre outros. Com base nas teorias existentes, pôde-se avaliar o sistema e seu desempenho.

5 | CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA

O sistema fotovoltaico instalado no IFRRN campus Pau dos Ferros foi projetado para operar conectado com a rede elétrica via rede doméstica, pois ele por si só, não possui capacidade de fornecer toda a demanda energética necessária aos prédios da instituição. E conexão com a rede dispensa a necessidade de armazenamento de energia.

Com uma potência instalada total de 144,400 kWp, o sistema fotovoltaico pertencente ao campus pode ser classificado quanto à capacidade de geração como sendo uma central de minigeração solar. De acordo com a resolução 482/12 da ANEEL esta conotação se atribui às centrais geradoras de energia solar fotovoltaica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW.

Por ser conectado à rede, o sistema fotovoltaico estudado possui uma estrutura semelhante à ilustrada na figura 02, contando com os mesmos componentes e organização.

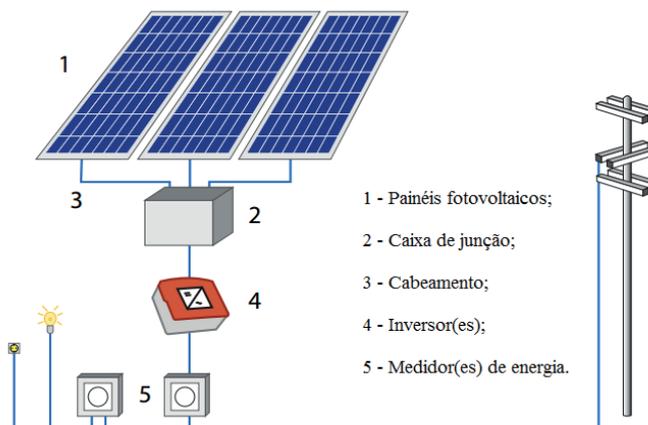


Figura 02: Componentes de um sistema fotovoltaico on-grid.

Fonte: Adaptado de SOUZA, 2012.

Os componentes representados na figura 02 podem ser identificados pela numeração que segue:

1 - Painéis Fotovoltaicos: Foram instalados ao todo 440 módulos de silício policristalino sobre os telhados de dois dos prédios da instituição, ocupando uma área de 707,74 m². O modelo de módulo escolhido para o projeto foi o CS6P-260P da empresa Canadian Solar Inc. com uma potência individual de 260 watts. Com isso atingiu-se a capacidade instalada desejada. A figura 03 mostra uma foto da etapa de montagem dos painéis a partir desses módulos.



Figura 03: Painéis do sistema do IFRN campus Pau dos Ferros.

Fonte: IFRN, 2016.

2 - Caixa de Junção do painel fotovoltaico: É nela que estão presentes o elemento de proteção das fileiras e módulos, tais como fusíveis, diodos, interruptores e outros. Está presente neste sistema 8 caixas de junção, das quais se direcionam cabos de transmissão para os inversores.

3 - Cabeamento: Responsável pela transmissão da corrente. Os cabos devem atender às especificações do projeto, sendo capazes de suportar a corrente que se deseja conduzir através deles. No IFRN campus Pau dos Ferros os cabos que

trabalham com corrente contínua (CC) possuem seção de 4 mm² de área, enquanto que os de corrente alternada (AC) possuem seção com área de 16 mm².

4 - Inversor Grid-Tie: os painéis fotovoltaicos geram corrente contínua (CC), enquanto que os aparelhos em geral costumam funcionar com corrente alternada (AC). Os inversores servem justamente para realizar a conversão de CC para AC. O sistema estudado dispõe de 4 inversores do modelo Sunny Tripower 25000TL-30 da empresa SMA cada um trabalhando com potência de até 25000 watts e com eficiência máxima de 98,4 %. Apenas um inversor não seria suficiente para atender ao sistema. A figura 04 mostra os 4 inversores do referido sistema fotovoltaico.



Figura 04: Inversores do sistema do IFRN campus Pau dos Ferros.

Fonte: Próprio autor, 2016.

5 – Medidor (es) de energia: os medidores são necessários para informar a quantidade de energia elétrica consumida proveniente da usina e a quantidade fornecida pela rede pública de abastecimento. Os medidores bidirecionais conseguem realizar essas duas aferições, dispensando outro adicional e é este o tipo empregado no sistema em questão.

6 | GERAÇÃO DE ENERGIA

Feitas as observações necessárias, serão expostos a seguir os dados referentes à geração no período estipulado para estudo. Para fins de análise deve-se levar em conta que o sistema iniciou suas atividades no mês de maio do ano de 2016 e que este primeiro mês de geração serviu apenas como uma etapa de testes para o sistema, e não teve como finalidade alcançar a máxima capacidade mensal. Sabe-se ainda que no mês de junho gerou-se somente a partir do dia 21 e em outubro ocorreu um problema com um disjuntor que causou interrupção no

funcionamento durante três dias.

Com relação à geração diária pode-se dizer que os valores são variáveis, indo de pouco mais de 200 kWh em alguns dias nublados de maio até 697 kWh no dia de maior rendimento em outubro. Observou-se que por ser ainda um mês chuvoso, com muitas variações climáticas, maio apresentou tanto dias de rendimento baixo, como outros que renderam acima do esperado. Já nos meses seguintes houve pouca variação diária de energia entregue, embora com leves aumentos no decorrer dos meses.

No gráfico 1 são mostrados os rendimentos acumulados em cada mês ao lado das estimativas previstas para cada um deles (prognósticos).

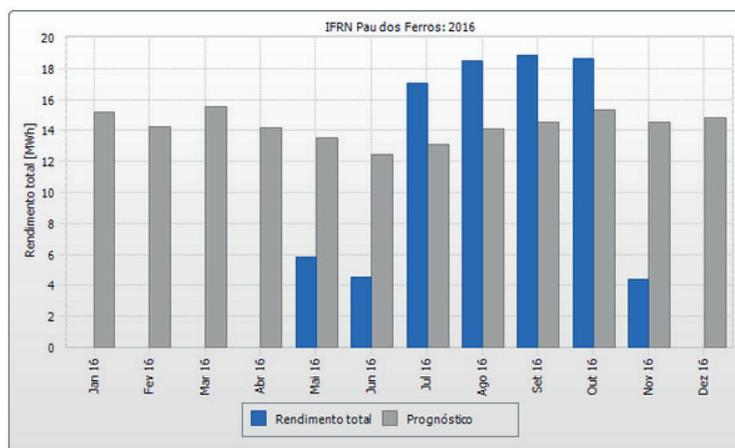


Gráfico 1: Rendimento total dos meses de funcionamento observados.

Fonte: Sunnyportal, 2016.

Os resultados mostram um crescimento mês a mês da quantidade de energia entregue pelo sistema. Esse acontecimento pode ser observado de forma clara entre os meses de julho, agosto e setembro, já que neles a geração aconteceu durante todos os dias. Provavelmente o mesmo teria ocorrido em outubro se não houvesse acontecido a pausa de 3 dias. Tal crescimento já era esperado pelo prognóstico, pois ele leva em consideração a radiação média que chega à localidade durante cada mês do ano e estes são justamente os meses que recebem maiores índices de insolação. Sobre a estimativa percebe-se também que após outubro é esperada uma redução nas potências alcançadas pelo sistema.

O rendimento total de maio foi de 5,83 MWh e ele ficou acima dos 4,57 MWh obtidos em junho, o que explica-se devido ao tempo de funcionamento do sistema. Nos meses seguintes obteve-se: 17,05 MWh em julho, 18,49 MWh em agosto e 18,85 MWh em setembro. Até o dia 16 de outubro rendeu-se ainda mais 18,60 MWh. Com isso têm-se que a geração do sistema do dia 04/05/2016 até o dia 30/10/2016 foi de 83,39 MWh.

Em termos percentuais temos que o mês de maio rendeu 6,99% do valor total

acumulado até o dia 30/10/2016, enquanto junho contribuiu com 5,48 %, julho com 20,45%, agosto com 22,17%, setembro com 22,60% e por último a parcela referente a outubro foi de cerca de 22,30%.

Devido aos 83,34 MWh de energia ativa produzidos através da conversão da energia solar na usina, o site Sunnyportal informa que houve uma redução de emissões de dióxido de carbono no meio ambiente de 7,2 toneladas. Este é com certeza um dado muito importante para a equipe do IFRN, pois torna a instituição de ensino um exemplo a ser seguido na região, além disso, fortalecendo o compromisso que toda a população precisa ter com o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

7 | SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A central de minigeração do IFRN aderiu ao sistema de compensação de energia elétrica proposto pela ANEEL na Resolução Normativa 482/2012 (posteriormente alterada pela Resolução Normativa 687/2015) e dessa forma, a usina não só contribui positivamente em termos de sustentabilidade, mas também no fator financeiro. Quando se trata de geração distribuída, a resolução citada estabelece: Os possuidores de centrais geradoras fotovoltaicas com potência instalada de até 3MW interessados no sistema de compensação elétrica poderão ser participar do mesmo, contanto que adequem suas instalações; A energia produzida na central pode então ser injetada na rede de distribuição na forma de empréstimo à distribuidora, tal que o consumidor adquira um saldo de energia ativa disponível para posterior consumo em até 60 meses.

Devido essa medida adotada, toda energia produzida na usina, independente do horário e da taxa com que está sendo gerada, poderá ser utilizada nas edificações do campus sem tributação da distribuidora e também sem necessidade de armazenamento. Sendo assim a energia elétrica utilizada proveniente da rede de distribuição será reduzida e irá pagar-se menos na conta de energia elétrica. O valor economizado na conta paga à distribuidora é o que faz com que o sistema de geração se torne economicamente viável, uma vez que o investimento inicial do sistema é alto e deve retornar de alguma forma ao consumidor. Neste caso quanto mais eficiente estiver sendo o sistema, mais rápido será dado esse retorno.

Segundo as estimativas informadas pela equipe do IFRN, o payback do sistema do campus será dado em cerca de 12 anos após a sua implantação, ou seja, neste tempo já terá sido gerado uma quantidade de energia suficiente para cobrir todos os custos relacionados à usina. Considerando que a vida útil dos componentes pode ultrapassar a marca dos 25 anos, pode-se afirmar o investimento será muito bem recompensado no futuro.

No quadro 1 abaixo são apresentados os valores em reais (R\$) economizados devido à geração fotovoltaica de acordo com a produção e a tarifa cobrada pela

distribuidora em cada mês observado, considerando que a distribuidora houvesse feito as leituras no contador exatamente no início e no fim do mês. Excluiu-se outubro devido à falta do valor da tarifa referente ao mês.

Mês	Energia ativa gerada (kWh)	Tarifa do mês (R\$/kWh)	Economia na conta (R\$)
Maio	5830	0,3193	1.861,55
Junho	4570	0,3206	1.465,18
Julho	17050	0,3204	5.462,77
Agosto	18490	0,3231	5.973,60
Setembro	18850	0,3247	6.120,73
Total	64790	-	20.883,82

Quadro 1: Relação de energia produzida e economia gerada pelo sistema fotovoltaico.

Fonte: Próprio Autor, 2016.

Nos meses completos de geração, a produção fotovoltaica chega a representar mais de 30% da energia consumida no campus e essa porcentagem vai para a conta de energia elétrica como uma redução direta no valor pago. Além disso, nos períodos de férias na instituição o consumo energético costuma ser bem menor e a usina consegue suprir até 70% da demanda.

8 | CONCLUSÕES

A energia solar fotovoltaica veio com o objetivo de auxiliar a matriz energética do setor elétrico mundial. Este tipo de energia tem se destacado devido às reduções dos seus custos nos últimos anos como também no incentivo de seu uso, baseando-se nas vantagens que apresenta, principalmente em relação à preservação do meio ambiente e sustentabilidade.

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou a realização de uma análise do funcionamento do sistema de minigeração fotovoltaica instalado no IFRN campus Pau dos Ferros, por meio do monitoramento diário da sua produção energética, destacando os fatores que contribuíram tanto positivamente como negativamente para o seu desempenho geral. Além disso, fez-se uma simplificada avaliação da questão econômica atrelada à implantação e eficiência da usina solar nas edificações estudadas.

Em se tratando do desempenho dos módulos fotovoltaicos, após a aquisição completa dos dados, notou-se que os primeiros meses de funcionamento do sistema foram os mais conturbados, isso porque além de compreender um período de testes, ainda houve uma maior intervenção das variações climáticas. Dessa forma, principalmente os dias do mês de maio apresentaram rendimentos diários abaixo da média. Nos meses seguintes, até outubro, constatou-se um crescimento progressivo

dos valores de energia entregue pelo sistema diariamente e também um padrão de geração mais consistente. Esta resposta dos módulos à radiação era realmente o esperado para a região.

Os rendimentos, no geral, estiveram acima dos valores previstos pela equipe responsável pelo sistema, o que pode proporcionar então, um tempo de payback menor que os 12 anos estimados por eles, tornando a solução energética ainda mais vantajosa. Outra informação relevante é que a geração da usina no momento corresponde a mais de 30% do consumo de energia elétrica no campus em seus períodos normais de atividade.

Sobre os resultados alcançados durante a pesquisa, conclui-se que foi obtido êxito quanto aos objetivos e foram geradas informações relevantes na área de energia limpa e renovável.

Com base no exposto pode concluir-se que a utilização da geração distribuída na forma de sistemas fotovoltaicos de médio porte mostra-se viável na cidade de Pau dos Ferros quando empregado de forma adequada, pois ficou confirmado que esta prática traz um bom retorno ao consumidor, apresentando desempenho satisfatório - no caso estudado, até mesmo superior ao esperado pelos projetistas – e contribuindo com uma sociedade mais consciente em relação ao uso dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Resolução Normativa 482/2012**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2015.

CORRÊA, M. P. **Radiação Solar e Terrestre**. Itajubá: Universidade Federal de Itajubá, 23 p. 2008.

CRESESB (Brasil). Grupo de Trabalho de Energia Solar Fotovoltaica (CRESESB/CEPEL) (Org.). **Manual de Engenharia Para Sistemas Fotovoltaicos**. Edição Revisada e Atualizada. 530 p. Rio de Janeiro, 2014.

DUPONT, F. H.; GRASSI, F.; ROMITTI, L. **Energias Renováveis: Buscando por uma Matriz Energética Sustentável**. Reget/usfm: revista eletrônica em gestão educação e tecnologia ambiental, Santa Maria, v. 19, n. 1, p.70-81, 18 ago. 2015.

FINDER. Findernet Componentes Ltda (Org.). **O Mundo Sustentável das Energias Renováveis**. São Caetano do Sul, São Paulo.: White Paper, 8 p.2011.

RIO GRANDE DO NORTE. Sedec/assecom. Secretaria do Desenvolvimento Econômico. **Energia Renovável**. 2016. Disponível em: <<http://www.sedec.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=15443&ACT;=&PGE=0&PARM;=&LBL=Energia>>. Acesso em: 31 jul. 2016.

SOUZA, R. **Os Sistemas de Energia Solar Fotovoltáica**. Livro Digital de Introdução aos Sistemas Solares. Ribeirão Preto: Bluesol, 114 p. 2012.

SOBRE O ORGANIZADOR

CLEBERTON CORREIA SANTOS- Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: cleber_frs@yahoo.com.br) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura 30, 38, 42, 43, 44, 45, 46, 52, 53, 56, 57, 77, 106, 110, 112, 141, 280, 281, 286, 287, 289, 333, 408

Agricultura de precisão 56, 289

Astrobiologia 116, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 124

Atividade fotocatalítica 301

B

Bagaço de cana 64, 230, 233

C

Campo magnético estático 77, 83

Catalisador ácido sólido 157, 159

Celulose 65, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236

Compostos fenólicos 36, 385, 386, 387, 393, 394

Copolímeros 339, 340, 341, 342, 343, 344

Cromatografia 96, 97, 100, 105, 233, 234, 387, 399

D

Desenvolvimento tecnológico 373

E

Educação 1, 11, 25, 28, 30, 35, 37, 39, 41, 49, 50, 51, 52, 106, 107, 108, 109, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 126, 137, 148, 149, 152, 153, 154, 155, 156, 168, 169, 177, 178, 179, 245, 246, 260, 261, 262, 263, 268, 290, 291, 325, 327, 328, 329, 337, 338, 356, 357, 358, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 380, 381, 382, 383, 384

Eletroforese 96, 97, 102

Energia solar 347, 348, 349, 350, 354, 355

Ensino de matemática 51, 114

Estratégias regionais de inovação 20, 21

G

Geotecnologias 52, 53, 56, 57

H

Hidrólise 96, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236

I

Íons metálicos 62, 64, 65, 69, 400

M

Metátese 339, 340, 341, 346

Minigeração 347, 349, 350, 354, 355

N

Nanopartículas 186

Norborneno 339, 340, 341

O

Oxidação seletiva de metanol 397, 399

P

Planejamento territorial 52, 53, 55

Planetário 116, 117, 118, 119, 122, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155

Poliméricas 157, 159, 161, 163, 183, 188

R

Resina polimérica 157, 159, 160, 163, 164

S

Saber popular 1, 3, 4

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-621-8

