

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

2

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

2

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Emely Guarez
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia: metodologias e práticas de caráter multidisciplinar 2 / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-561-7

DOI 10.22533/at.ed.617200911

1. Engenharia. 2. Metodologias e Práticas. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Um dos grandes desafios enfrentados atualmente pelos engenheiros nos mais diversos ramos do conhecimento, é de saber ser multidisciplinar, aliando conceitos de diversas áreas. Hoje exige-se que os profissionais saibam transitar entres os conceitos e práticas, tendo um viés humano e técnico.

Neste sentido este livro traz capítulos ligados a teoria e prática em um caráter multidisciplinar, apresentando de maneira clara e lógica conceitos pertinentes aos profissionais das mais diversas áreas do saber.

Para isso o mesmo foi dividido em dois volumes, sendo que o volume 1 apresenta temas relacionados a área de engenharia mecânica, química e materiais, dando um viés onde se faz necessária a melhoria continua em processos, projetos e na gestão geral no setor fabril.

Já o volume 2 traz, temas correlacionados a engenharia civil e de minas, apresentando estudos sobre os solos e obtenção de minérios brutos, bem como o estudo de construções civis e suas patologias, estando diretamente ligadas ao impacto ambiental causado e ao reaproveitamento dos resíduos da construção.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

PROPOSTA DE TELHA SOLAR PLANA INCORPORADA À CONSTRUÇÃO

Maria Magdalena Farina Martinez

Ronald Moises Hug Rojas

Matheus Vinicius Brandão

Oswaldo Barbosa Loureda

Oswaldo Hideo Ando Junior

DOI 10.22533/at.ed.6172009111

CAPÍTULO 2..... 15

APLICAÇÃO DE LAJES STEEL DECK EM EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS ANDARES

Elaine Garrido Vazquez

Renata Gonçalves Faisca

Stela Regina Magaldi Guimarães

DOI 10.22533/at.ed.6172009112

CAPÍTULO 3..... 26

ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UMA MARQUISE – ESTUDO DE CASO

Amanda de Moraes Alves Figueira

Carlos Fernando Gomes do Nascimento

Cynthia Jordão de Oliveira Santos

Débora Cristina Pereira Valões

Eliana Cristina Barreto Monteiro

Lucas Rodrigues Cavalcanti

Mariana Santos de Siqueira Bentzen

Paula Gabriele Vieira Pedrosa

Vanessa Kelly Freitas de Arruda

DOI 10.22533/at.ed.6172009113

CAPÍTULO 4..... 42

PROPOSIÇÃO DO PLANO DE MOBILIDADE URBANA AO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS – AMAZONAS, BRASIL

Iraúna Maiconã Rodrigues de Carvalho

Jussara Socorro Cury Maciel

DOI 10.22533/at.ed.6172009114

CAPÍTULO 5..... 53

ETANOL – COMBUSTÍVEL RENOVÁVEL EM MOTORES DO CICLO DIESEL – ESTUDO DE VIABILIDADE EM USINAS

Flávio Nunes do Prado

João Eduardo Rocha dos Santos

Edson Roberto da Silva

DOI 10.22533/at.ed.6172009115

CAPÍTULO 6..... 61

AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA DE METODOLOGIAS DE DESMONTE SECUNDÁRIO PARA UMA MINERAÇÃO DE AGREGADOS

Sílas Leonardo Dias Vasconcelos
Suelen Silva Rocha
Júlio César de Souza
Bruno Cordeiro Cerqueira das Neves

DOI 10.22533/at.ed.6172009116

CAPÍTULO 7..... 71

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE UM PROJETO DE MINERAÇÃO DE AGREGADOS ATRAVÉS DA TÉCNICA DE FLUXO DE CAIXA DESCONTADO

Raíza da Silva Juvenal
Jorge Luiz Valença Mariz
Artur Ângelo Alcântara de Assis
Suelen Silva Rocha
Júlio César de Souza

DOI 10.22533/at.ed.6172009117

CAPÍTULO 8..... 88

EQUAÇÕES PARA ESTIMATIVA DE VIDA ÚTIL DE PROJETOS MINEIROS EM FASE INCIPIENTE CONSIDERANDO A REGRA DE TAYLOR E SUA ADERÊNCIA ÀS MINAS BRASILEIRAS

Jorge Luiz Valença Mariz
Rodrigo de Lemos Peroni
Carlos Otávio Petter
Júlio César de Souza
Jorge Dariano Gavronski

DOI 10.22533/at.ed.6172009118

CAPÍTULO 9..... 103

PLANEJAMENTO DE LONGO PRAZO DE UMA MINERAÇÃO DE AGREGADOS EM JABOATÃO DOS GUARARAPES - PE

Andressa Ilana Soares Galdino
Jorge Luiz Valença Mariz
Márcio Luiz de Siqueira Campos Barros
Suelen Silva Rocha
Robson Ribeiro Lima

DOI 10.22533/at.ed.6172009119

CAPÍTULO 10..... 119

AVALIAÇÃO DO DESMONTE DE ROCHAS COM USO DE EXPLOSIVOS EM UMA MINA DE AGREGADOS ATRAVÉS DE ABORDAGEM SISTÊMICA

Jorge Luiz Valença Mariz
Willams Bernardo de Lima Souza
Iury Araújo da Costa Leite
Márcio Luiz de Siqueira Campos Barros
Marinésio Pinheiro de Lima

DOI 10.22533/at.ed.61720091110

CAPÍTULO 11..... 133

COMPARAÇÃO DE COORDENADAS DE PONTOS LEVANTADOS POR METODOS TOPOGRÁFICO E GEODÉSICOS

Claudia Regina Grégio d'Arce Filetti
Adriano Antonio Tronco
Bianca Ferraz
Pedro Lonnie Inácio Salvador
Roney Berti de Oliveira
Marcelo Luis Chicati

DOI 10.22533/at.ed.61720091111

CAPÍTULO 12..... 145

INFLUÊNCIA DO PORTE DA ESCAVADEIRA NA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA MINERAÇÃO DE AGREGADOS

Marília Silva Cavalcante
Jorge Luiz Valença Mariz
Artur Ângelo Alcântara de Assis
Suelen Silva Rocha
Júlio César de Souza

DOI 10.22533/at.ed.61720091112

CAPÍTULO 13..... 159

ELABORAÇÃO DE UM MAPA DE RISCO DO TRABALHO EM UMA MINA DE AGREGADOS

Débora Gomes Figueiredo
Jorge Luiz Valença Mariz
Robson Ribeiro Lima
Suelen Silva Rocha
Romildo Paulo Silva Neto

DOI 10.22533/at.ed.61720091113

CAPÍTULO 14..... 174

VIRTUALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO: APLICAÇÕES NA GESTÃO DE SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO

Adriano Macedo Silva
Carolina Martinez Vendimiati
Ricardo Egídio dos Santos Junior

DOI 10.22533/at.ed.61720091114

CAPÍTULO 15..... 196

ESTUDO DA VIABILIDADE DA ABERTURA DE UMA EMPRESA JÚNIOR NA ÁREA DE GEOTECNIA NO CEFET-MG UNIDADE VARGINHA

Emerson Ricky Pinheiro
Gustavo Ribeiro Paulino
Henrique Comba Gomes
Kezya Milena Rodrigues Pereira
Maria Rafaela da Silva

DOI 10.22533/at.ed.61720091115

CAPÍTULO 16.....	211
PRÁTICA PROFISSIONAL SUPERVISIONADA: FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO	
Érica de Oliveira Araújo Nélio Ranieli Ferreira de Paula José Elias de Almeida José Vanor Felini Catânio Wagner Viana Andreatta	
DOI 10.22533/at.ed.61720091116	
CAPÍTULO 17.....	223
UTILIZAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE EVENTOS EXTREMOS HIDROCLIMÁTICOS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO	
Maria Emanuela Lima Souza Cardoso Hernande Pereira da Silva Layane Maria Gomes de Lima Queylla Aparecida de Barros Oliveira Maria Aline Lopes da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.61720091117	
CAPÍTULO 18.....	237
SYSTEMS CONCURRENT ENGINEERING TECHNIQUES APPLIED TO MAP AND TO MONITOR BRAZILIAN SHORE CORAL REEF BY USING A SATELLITE MISSION	
Isomar Lima da Silva Geilson Loureiro José Wagner da Silva Andreia Sorice Genaro Samara de Toledo Damião	
DOI 10.22533/at.ed.61720091118	
CAPÍTULO 19.....	254
A ARTE DE ENGENHEIRAR NO PERÍODO DA PANDEMIA DE COVID-19	
Maria Aridenise Macena Fontenelle Vinícius Navarro Varela Tinoco Leonardo Morais Silva Leandro Nogueira Valente	
DOI 10.22533/at.ed.61720091119	
SOBRE OS ORGANIZADORES	265
ÍNDICE REMISSIVO.....	266

UTILIZAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE EVENTOS EXTREMOS HIDROCLIMÁTICOS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO

Data de aceite: 01/11/2020

Data da submissão: 03/09/2020

Maria Emanuela Lima Souza Cardoso

Instituto Federal de Pernambuco - Campos
Recife
<http://lattes.cnpq.br/8152470698609867>

Hernande Pereira da Silva

Instituto Federal de Pernambuco - Campos
Recife
Universidade Federal Rural de Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/180083510048634>

Layane Maria Gomes de Lima

Instituto Federal de Pernambuco - Campos
Recife
<http://lattes.cnpq.br/0690628026980815>

Queylla Aparecida de Barros Oliveira

Instituto Federal de Pernambuco - Campos
Recife
<http://lattes.cnpq.br/8332357312597639>

Maria Aline Lopes da Silva

Instituto Federal de Pernambuco - Campos
Recife
<http://lattes.cnpq.br/5805810329749762>

RESUMO: Nos dias atuais, percebe-se o importante papel das geotecnologias, ferramenta que tem se destacado para estudos de análises ambientais em diferentes escalas, devido ao baixo custo e alto nível de precisão nos dados coletados proporcionando uma maior viabilidade para a realização de estudos em locais de difícil

acesso e áreas de estudo mais extensas. Partindo desse pressuposto, esta pesquisa baseou-se nos conceitos de geotecnologias, sensoriamento remoto e suas aplicações na prática, com o objetivo de avaliar eventos extremos hídricos climáticos na região semiárida de Pernambuco. Com o uso de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar os eventos extremos no semiárido pernambucano em um espaço-temporal e seus efeitos nos recursos hídricos e quais as consequências para a população. Posto isto, para a realização desta pesquisa foi necessário o levantamento dos eventos extremos ocorridos entre os anos de 2003 a 2017 em todo o semiárido pernambucano, onde os estados de emergência e de calamidade pública contaram-se através de decretos e levantamento do volume dos recursos hídricos. Diante dos dados coletados, foi possível mapear os eventos extremos ocorridos em cada ano e como produto final um mapa temático mostrando os eventos extremos ocorridos a cada ano e a qual cada município foi atingido, possibilitando concluir que a seca é o grande vilão desta região, e que esse fenômeno influencia diretamente os níveis dos reservatórios.

PALAVRAS-CHAVE: Eventos extremos, Geotecnologias, Recursos hídricos, Semiárido.

ABSTRACT: Nowadays, it is possible to perceive the important role of geotechnologies, a tool that has stood out for studies of environmental analysis at different scales, due to the low cost and high level of precision in the data collected

providing a greater feasibility for carrying out studies in places difficult to access and more extensive study areas. Based on this assumption, this research was based on the concepts of geotechnologies, remote sensing and its applications in practice, with the objective of evaluating extreme water climatic events in the semiarid region of Pernambuco. Using geoprocessing and remote sensing techniques, this research aimed to assess extreme events in the Pernambuco semiarid in a space-time and their effects on water resources and what the consequences are for the population. That said, for the realization of this research it was necessary to survey the extreme events that occurred between the years 2003 to 2017 in the entire semiarid region of Pernambuco, where the states of emergency and public calamity were counted through decrees and volume survey of hydric resources. In view of the data collected, it was possible to map the extreme events that occurred in each year and as a final product a thematic map showing the extreme events that occurred each year and which each municipality was affected making it possible to conclude that drought is the great villain of this, region and that this phenomenon directly influences reservoir levels.

KEYWORDS: Extreme events, Geotechnologies, hydric resources, Semiarid.

1 | INTRODUÇÃO

Os efeitos das mudanças climáticas, já podem ser sentidas em todas as esferas do planeta, onde seus impactos sobre os ecossistemas naturais, agricultura e recursos hídricos já podem ser notados em pequena e grande escala, mostrando o quão perigoso esse fenômeno tem se tornado ao passar dos anos (ASSIS, 2012).

De acordo com o IPCC (2007), órgão das Nações Unidas, há 90% de confiabilidade que o aumento da temperatura da terra está sendo causado por ações antrópicas, e que as áreas semiáridas e áridas irão sofrer uma redução dos recursos hídricos por causa das mudanças climáticas.

Segundo Borges (2018, p. 13) “O crescimento das cidades, principalmente nos países em desenvolvimento, tem ocorrido com grande velocidade, sem que se forneçam os serviços necessários de educação, moradia, saúde, transporte e saneamento adequado, deixando as populações mais vulneráveis a impactos de eventos extremos”, onde já é possível notar a ligação da intensificação desses eventos como reflexo das mudanças climáticas.

A crescente pressão no ecossistema semiárido e as alterações climáticas pode está agravando ainda mais a situação hídrica da localidade, levando ao acontecimento de desastres, e com isso deixando vulnerável a população que reside nos territórios atingidos. “O desastre natural é uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou de uma sociedade envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas e ambientais de grande extensão cujos impactos excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade afetada de arcar com seus próprios recursos” (UNISDR, 2009).

O semiárido nordestino é caracterizado pela ocorrência frequente de estiagens prolongadas, decorrentes da conjunção de fatores ligados à precipitação, à evaporação e

aos solos, e com isso torna-se uma localidade extremamente vulnerável a desertificação (GONDIM et al., 2017). A desertificação pode ser definida como sendo a degradação da terra nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultantes de vários fatores (SILVA, 2009).

Um grande problema no semiárido brasileiro por conta dessas longas estiagens que se intensificaram ainda mais nos últimos anos, está sendo o déficit hídrico e um dos territórios bastante afetado é o semiárido de Pernambuco, onde de acordo com dados disponibilizados pela ANA (2018) os reservatórios equivalentes monitorados acima de 10 hm³, se encontraram em baixa contínua no período de 2012 a 2017, tendo uma pequena melhora apenas no ano de 2018.

Com tudo, uma ferramenta que tem se mostrar muito útil e eficaz para o estudo e avaliação desses eventos extremos são as geotecnologias, que são novas tecnologias as quais estão enleadas às áreas afins à geociência, que tem a capacidade de gerar aos seus usuários ações de planejamento, processos de gestão, manejo, monitoramento entre outros fins (FITZ 2008, *apud* TRAUTENMÜLLER, 2009).

O uso de geotecnologias como o sensoriamento remoto e geoprocessamento. Estes são importantes ferramentas de estudo que possibilitam prever e/ou mitigar os efeitos desses desastres no meio ambiente, e com isso ajudar a minimizar os impactos causados ao meio ambiente e a população. Normalmente utilizam softwares como o QGIS para processamento dos dados.

Com tudo, esta Pesquisa teve como objetivo geral a utilização de geotecnologias para avaliar os efeitos dos eventos extremos hidro climáticos no semiárido de Pernambuco no período de 2003 a 2017, sobre os recursos hídricos de Pernambuco e as consequências para a população, para isto se fez necessário, identificar os eventos hidro climáticos ocorridos no semiárido de Pernambuco neste período e identificar os efeitos dos eventos hidro climáticos ocorridos e o grau de impacto nas populações do semiárido de Pernambuco, de posse desses dados se tornou possível a elaboração de mapas temáticos onde podemos visualizar a frequência e a intensidade na do acontecimentos dos eventos extremos em cada município do semiárido pernambucano.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

A região semiárido do Brasil representa 18,3% de todo o território, cerca de 1.128.697 km² onde fazem parte dele dez estados somando 1.262 municípios, considerando a delimitação divulgada pela (SUDENE, 2017). A maior parte do semiárido está na região nordeste onde é formado por nove estados, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, e se estende também pela parte setentrional de

Minas Gerais e no Maranhão, como mostra a figura 1. Existem dois biomas predominantes no semiárido que são os biomas cerrado e caatinga, onde a caatinga é um bioma exclusivo do Brasil reconhecido como uma das 37 regiões naturais do planeta ao lado da Amazônia legal.

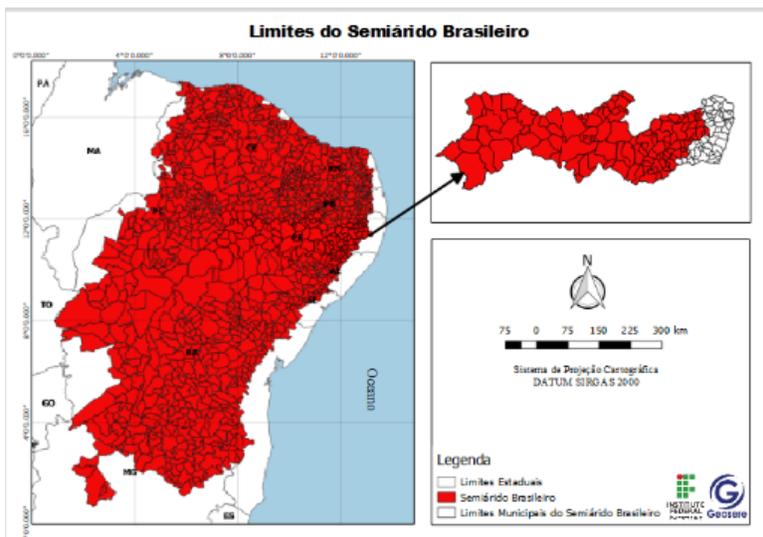


Figura 1: Delimitação do Semiárido Brasileiro

Fonte: Criado a partir de dados da Sudene e IBGE 2017

O semiárido brasileiro é considerado o mais chuvoso do planeta, com uma precipitação pluviométrica de 200 a 800 mm em média por ano, com chuvas concentradas em poucos meses do ano e mal distribuídas, outro problema da região semiárida é a vulnerabilidade a desertificação, onde os municípios do semiárido de Pernambuco são extremamente vulneráveis a esse fenômeno (SILVA 2009).

Em Pernambuco 88% do seu território está em área semiárida, o que corresponde a 123 municípios dos 185 que compõe o estado como mostra a figura 1, com uma área de 86.341 Km² que são susceptíveis a desertificação devido a alterações climáticas de acordo com a (SEMAS-PE 2017), com uma população de aproximadamente de 3.993.975 habitantes.

Devido a sua grande extensão o semiárido de Pernambuco possui diferentes tipos de clima, a região se encontra inserida em três mesorregiões do agreste pernambucano, do sertão e da mesorregião do São Francisco pernambucano, o clima predominante no sertão é o árido e semiárido, onde as chuvas concentram-se nos meses de janeiro/abril e fevereiro/maio, no agreste, região de transição entre o sertão e a zona da Mata, predomina o

clima tropical semiárido e subúmido, as chuvas nesta região concentram-se nos meses de março/junho e abril/julho, destacando-se algumas áreas mais úmidas os brejos resultantes de uma pluviosidade mais abundante.

2.2 Aquisição dos dados

Os dados utilizados nessa pesquisa são fornecido pelo Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), onde foram coletados todos eventos extremos de uma série histórica, que leva em consideração apenas os desastres decorrente de decretos de SE (Situação de Emergência) e ECP (Estado de Calamidade Pública), onde foram levantando os dados dos municípios que fazem parte da região semiárida de Pernambuco entre os anos de 2003 a 2017, levando em consideração todos os eventos que ocorreram ao longo dos anos.

Os dados sobre os recursos hídricos da região foram obtidos na CPRH, APAC, ANA e pesquisas científicas a respeito dos recursos hídricos da região semiárida do brasileira, onde foram levados em consideração os reservatórios com do volume do reservatório equivalente no semiárido de Pernambuco acima de 10 hm³.

Para o geoprocessamento dos dados foi utilizado a versão 2.18.24 do software livre QGIS. Para a realização do mesmo foi necessário criar uma base com arquivos vetoriais, com *shapefile* do semiárido de Pernambuco e do estado de Pernambuco disponibilizado no site do IBGE e o arquivo *raster* do Estado adquirido do site da Agência Nacional das Águas (ANA), com a composição de imagens do sensor OLI do satélite LANDSAT 8.

Para o mapeamento da ocorrência dos desastres naturais, as camadas vetoriais foram divididas em: estiagem, seca, inundação, enxurrada, chuva intensa e alagamento, para cada camada vetorial foi necessário estipular uma cor para a diferenciação.

Após o mapeamento dos eventos extremos acontecidos ao longo do período estudado, se tornou possível mapear as áreas de riscos a cada evento em função da sua frequência, através do mapa *Kernel*. Para isto foi necessário colocar pontos representando o evento extremo que aconteceu em cada município ao longo dos anos, isso foi feito para cada tipo de evento.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

É perceptível que ao longo dos anos o semiárido de Pernambuco passou por momentos bem diferentes, até o ano de 2011 alguns municípios apesar de sofrerem com a estiagem e secas excessivas o que é natural para essas áreas com solos bastante rasos que corroboram para os processos de desertificação. Também tiveram episódios de enxurradas, inundações e chuvas intensas no mesmo ano.

Os mapeamentos feitos mostram a realidade de uma região extremamente vulnerável aos eventos extremos e principalmente a estiagem, que se intensificou a partir do ano de 2012 e até o momento as populações tem sofrido com as consequências trazidas por esse longo período de estiagem.

3.1 Eventos hidroclimáticos ocorridos no semiárido de pernambuco no período de 2003 a 2017

A partir, do tratamento dos dados foi possível identificar quais os eventos extremos ocorreram em cada município e sua frequência ao longo dos anos, foram identificados eventos como seca, estiagem, enxurrada, inundações, chuva intensa e alagamento, o que tornou possível fazer o mapeamento dos municípios que foram atingidos por algum desastre natural entre os anos de 2003 a 2019.

De acordo com (GONDIM et al., 2017) desde 2010, diferentes áreas do semiárido nordestino vêm sendo afetadas por uma estiagem, que acabou por se caracterizar como uma das piores já registradas nos últimos trinta anos, sendo confirmada também por estudos realizados pela ANA ao longo dos anos.

De posse dos dados se tornou possível perceber, que a região do semiárido de Pernambuco vem passando por um prolongado período de estiagem, onde em toda a região o evento intensificou-se entre os anos de 2012 a 2019 como mostra a figura 2.

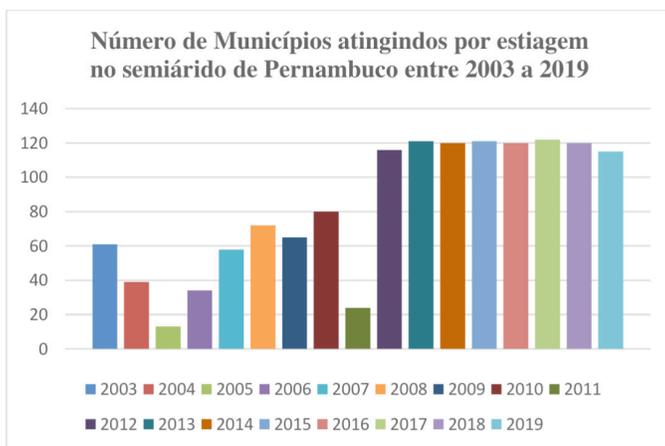


Figura 2: Evolução da estiagem no semiárido de Pernambuco entre os anos de 2003 a 2019 de acordo com os decretos de SE e ECP

Fonte: Construído com dados do S2ID

De acordo com estudos realizados por Borges (2018) entre os anos de 2012 e 2013 o estado de Pernambuco, foi marcado por uma baixa pluviosidade, uma anomalia negativa significativa, no que seria um período de grandes chuvas esperadas, no entanto, apresentou o maior número de novos municípios atingidos pelos efeitos de seca e estiagem. Vale ressaltar que o estudo desenvolvido pela autora levou em consideração todo o Estado. Contudo, a maior parte dos municípios atingidos se encontra na região semiárido, o que concretiza ainda mais os dados mostrado na figura acima.

No ano de 2003 o semiárido já vinha sofrendo com a estiagem onde 61 municípios receberam decreto por causa da ocorrência da estiagem, quando falamos de seca o município de Flores, como podemos visualizar toda a série histórica do acontecimento dos eventos extremos hidro climáticos no semiárido de Pernambuco na figura 3, todos os 62 municípios receberam decreto de estado de emergência, devido a problemas ocasionados pela pouca ou indisponibilidade de água.

No ano de 2004 foi possível perceber o aumento no número de desastres, comparando com o ano anterior, aconteceram episódios de chuva intensa, enxurradas e um caso de inundação que foi no município de Toritama, onde podemos perceber a variabilidade de desastres na região.

A maior parte dos decretos foi por situação de emergência como no ano anterior, mas o que não havia acontecido em 2003 aconteceu no ano seguinte, em quatro municípios foram decretados estado de calamidade pública por conta de enxurradas nos municípios de Brejo da Madre de Deus, Carnaubeira da Penha e Sanharó e por conta de chuva intensa no município de Petrolina.

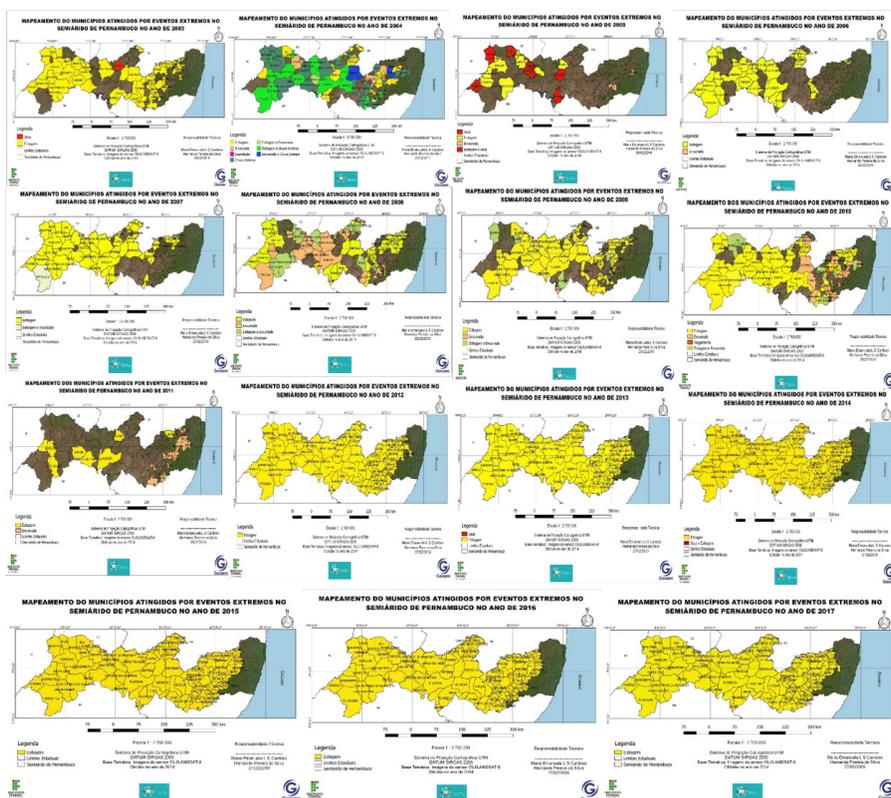


Figura 3: Série Histórica do acontecimento de eventos extremos hidro climáticos no semiárido de Pernambuco

Fonte: A autora (2020)

No ano de 2005 o número de decretos diminuiu bastante, mas foi possível perceber que o número de municípios sofrendo com a seca aumentou comparado com os anos anteriores.

Comparando com o ano de 2003, onde só aconteceu o primeiro caso de seca no município de Flores, e em 2004 que não houve decreto por conta de seca, o ano de 2005 vem com sete decretos por conta da seca nos municípios de Afrânio, Araripina, Betânia, Exu, Salgueiro, Tacaratu, e Verdejante. Por outro lado, cinco municípios sofreram com enxurradas que foram os municípios de Chã Grande, Ibirajuba, Palmerina, Panelas e Pombos.

No ano de 2006 diferente dos anos anteriores, os municípios do semiárido pernambucano sofreram muito com a estiagem, onde cinquenta e sete receberam decretos de situação de emergência, é importante ressaltar que apenas um município sofreu com enxurrada que foi o município de Bom Jardim.

Em 2007, fazendo uma relação com os últimos quatro anos, o número de decretos se tornou alarmante, num total de 123 por conta de estiagem. O número de municípios atingidos pela estiagem chegou a 58, onde todos receberam decreto de SE e apenas um caso de inundação no município de Petrolina.

No ano de 2008, o número de municípios atingidos por eventos extremos aumentou consideravelmente, onde setenta e dois municípios receberam decreto de SE, sendo que setenta e sete decretos foram por causa de estiagem e trinta e um por conta de enxurrada.

Vale ressaltar que alguns municípios sofreram os dois tipos de eventos. Foram os municípios de Buíque, Caetés, Iati, Ingazeira, Lagoa Grande, Orocó, Santa Maria da Boa Vista, São José do Belmonte, São José do Egito, Serrita, Moreilândia, Solidão e Tabira.

No ano de 2009, o número de municípios atingidos por estiagem diminuiu um pouco comparado ao ano anterior. Mesmo assim, o número ainda é considerado alto com um total de sessenta e cinco municípios, onde sessenta e oito decretos SE foi por conta da estiagem e seis por causa de enxurrada. Esta segunda causa atingiu os municípios de Araripina, Belo Jardim, Granito, Jatobá, Solidão e Tacaratu.

Em 2010 houve um aumento considerável no número de eventos extremos que foram estiagem, enxurrada e alagamento. O município de Correntes recebeu decreto de ECP no mês de junho por conta de uma enxurrada que atingiu o município. No mês de março, o município de Sanharó sofreu com um alagamento que resultou em SE.

No ano de 2011, o número de municípios atingidos por eventos extremos diminuiu bastante. Foram apenas vinte e seis municípios, onde nove deles sofreram com estiagem. Um município bastante atingido foi Cabrobó que recebeu três decretos por conta da estiagem e novamente o município de Correntes sofreu com a enxurrada.

A partir do ano de 2012 até o ano de 2017 o que podemos ver é o aumento constante do número de municípios atingidos pela estiagem onde também nesse período tiveram

alguns municípios que por conta do longo período de estiagem a qual passaram, foi decretado SE por causa da seca.

No ano de 2013 o município de Camocim de São Félix foi atingido por estiagem.

A estiagem, com o passar dos anos, foi se intensificando e atingindo um número maior de municípios e junto com isso a diminuição da disponibilidade hídrica da Região.

No ano de 2014, a realidade da região não teve melhoras, apenas um município a menos que o ano anterior, a estiagem continuou e a seca se manteve no município de Camocim de São Félix, e a estiagem atingiu 120 municípios.

No ano de 2015 o número de municípios atingidos pela estiagem passou para 121, mantendo a situação crítica do semiárido que vem desde 2012 passando por um período de estiagem intenso, os únicos municípios que não receberam decreto de SE foram Pombos e Chã Grande.

Em 2016, diferente do ano anterior, três municípios não foram atingidos. Sendo eles, Correntes, Pombos e Chã Grande, apesar disso os municípios atingidos pela estiagem ainda eram muitos.

No ano de 2017, o número de municípios atingidos pela estiagem, que castigou o semiárido de Pernambuco, foi o mais alto. Apenas o município de Chã Grande não atingido pelo evento e os outros 122 foram atingidos.

Apesar da pesquisa abranger apenas o espaço-temporal de 2003 a 2017, onde foi possível perceber o aumento da estiagem em toda a região semiárida de Pernambuco, a região continuou a sofrer com esse evento onde no ano de 2018 um total de 120 municípios sofreram com estiagem e apenas dois com SE devido a enxurrada que foram os municípios de Bodocó e Brejo da Madre de Deus.

Até o ano de 2019, muitos municípios da região do semiárido de Pernambuco foram atingidos. Até o mês de julho, 115 municípios estavam com decretos por conta da estiagem, e alguns municípios passaram por chuvas intensas como aconteceu em Salgueiro no mês de fevereiro e devido a essa chuva forte, outros municípios receberam um alerta do (INMENT) onde estavam incluídos Afrânio, Araripina, Bodocó, Belém de São Francisco, Dormentes, Lagoa Grande e Petrolina.

3.2 Efeitos dos eventos hidro climáticos ocorridos e o grau de impacto nas populações do semiárido de pernambuco

A população do semiárido pernambucano tem sofrido muito com as consequências da estiagem, a região que mais tem sentido essas consequências levando em consideração o número de municípios atingidos é a região do Agreste de Pernambuco. Segundo Gondim et al. (2017) os volumes dos reservatórios, essenciais para a segurança hídrica na região semiárida, vêm reduzindo significativamente, chegando ao colapso em muitos casos. No ano de 2017 como mostra a figura 4, de acordo com os dados disponibilizado pela ANA (2018), o nível dos reservatórios equivalentes no semiárido de Pernambuco foi o mais baixo desde 2012, tendo uma leve melhora apenas no ano de 2018 cerca de 11% de aumento

no volume dos reservatórios. Mas, vale ressaltar que a situação dos reservatórios foi muito preocupante neste ano por conta do baixo volume.

Esse acompanhamento abrange os volumes armazenados de um total de 533 reservatórios localizados nos nove Estados da região do Nordeste, dentre os quais, 280 com capacidade igual ou superior a 10 hm³ (GONDIM et al., 2017).



Figura 4: Evolução do volume do reservatório equivalente no semiárido de Pernambuco acima de 10 hm³

Fonte: Adaptado de dados da Agência Nacional de Águas (ANA 2018)

Quando pensamos em disponibilidade superficial de água no Brasil os números são desproporcionais com a população de cada região, onde a Região Norte tem a maior disponibilidade hídrica, cerca de 68,5% da concentração hídrica do país, tendo apenas uma densidade demográfica de 4,12 hab/km², enquanto o Nordeste com uma densidade demográfica de 34,15 hab/km², sua concentração hídrica é de cerca de 3,3%, o que mostra o porquê da população do Nordeste sofrer tanto com a falta de disponibilidade hídrica na região (ANA,2010).

Podemos relacionar essa crise hídrica devido à baixa pluviosidade da região principalmente no período estudado e a mal distribuição da mesma quando acontece, vale ressaltar que em alguns municípios do semiárido pernambucano não dispõe de um rio principal ou qualquer outro meio de disponibilidade hídrica, se tornando dependente do abastecimento por meio de carros pipas, pois muitos municípios possuem apenas riachos que são intermitentes devido as condições de pluviosidade durante o ano.

A crise hídrica na região hoje é uma das grandes preocupações das autoridades políticas, pois interfere diretamente na economia e na vida da população desses municípios. Segundo o Atlas Brasileiro foram registrados 2 óbitos, 806 pessoas enfermas, 728 pessoas

desalojadas, 13.312 pessoas atingidas por outros tipos de danos e 5.255.635 pessoas afetadas em todo o Estado entre os anos de 1991 a 2012, devido à estiagem e seca.

Estudos como o de Borges (2018) relata a realidade do Estado de Pernambuco à vulnerabilidade a doenças diarreicas das populações frente a eventos extremos, comprovando que uma crise hídrica traz sérios problemas públicos de saúde, com altos números de pessoas infectadas por vetores e parasitas devido à falta da água ou o excesso da mesma.

3.3 Áreas de risco à população dos efeitos hidro climáticos no semiárido de pernambuco

A região semiárida do Brasil é extremamente vulnerável a desertificação. Segundo o relatório do IPCC (2007), no Brasil, a região semiárido será uma das mais afetadas pelas mudanças climáticas globais. Os cenários futuros sinalizam para a tendência de estiagem no nordeste, apontando para maior aridez da região semiárido até final do Século XXI (ANGELOTTI et al. 2015).

Como produto do mapeamento dos eventos extremos que aconteceram entre os anos de 2003 e 2017 foi possível criar cenários em função da frequência e intensidade desses eventos e como eles podem interferir na vida das populações e do desenvolvimento econômico da região.

Na figura 5 podemos visualizar o mapeamento no modelo *Kernel*, onde foi possível identificar os municípios de acordo com seu grau de vulnerabilidade relativa, levando em consideração os eventos extremos entre os anos de 2003 a 2017 e a extensão do município. Partindo disto, quanto menor a extensão do município mais vulnerável ele será aos danos provocados pelos eventos extremos.

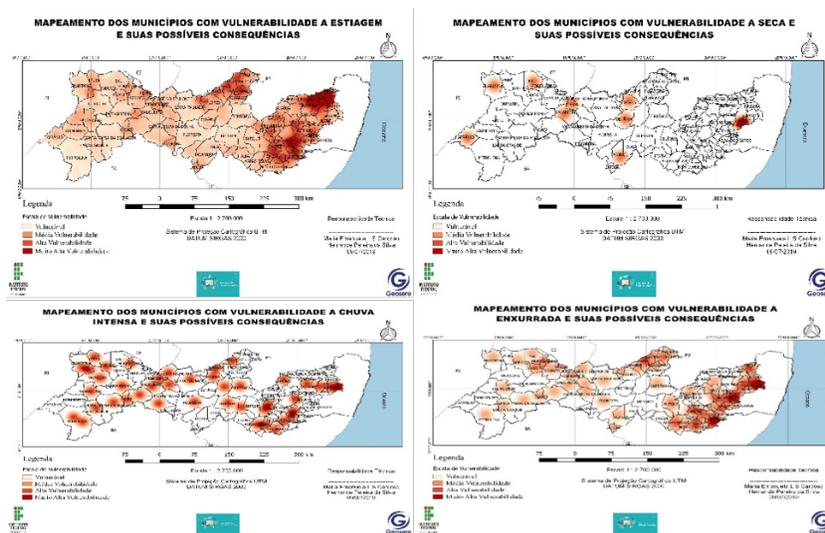


Figura 5: Mapeamento da vulnerabilidade dos municípios a ocorrência de eventos extremos hidro climáticos e suas consequências

Fonte: A autora (2020)

A estiagem por ter uma maior ocorrência, conseqüentemente possui maior área de vulnerabilidade. Todos os municípios, em algum momento foram atingidos pelo Evento, quando cita-se em números, do total de municípios, 47 deles foram atingidos entre 9 a 13 anos no espaço-temporal da pesquisa. O município mais atingido foi o de Santa Filomena. A região que tem uma alta vulnerabilidade é a região do Agreste onde o número de municípios é maior e são muito próximos, fazendo com que as conseqüências da estiagem atinjam uma maior extensão. Já a seca, atinge um número menor de municípios onde os municípios com alta vulnerabilidade são Sairé e Camocim de São Félix e com média vulnerabilidade alguns municípios do sertão como Araripina, Exu, Afrânio, Salgueiro, Flores, Verdejante, Betânia e Tacaratu.

Em relação a alagamentos, apenas um município foi atingido que foi o de Sanharó e por isso não foi viável a construção de um mapa com apenas um caso pois mostra a quase inexistência desse evento na Região, apesar desse fato, houveram alguns casos mesmo de chuva intensa, onde no período estudado, um total de 29 municípios foram atingidos. Os municípios com uma vulnerabilidade muito alta são alguns municípios da região do Agreste e alguns do Sertão como Araripina.

Já no caso das enxurradas poucos foram os episódios, a região do Agreste é a mais vulnerável a esse evento principalmente nos municípios que estão na transição da Zona da Mata para o Agreste. São os municípios de Pombos, Gravatá, Bom Jardim, Palmerina, Correntes, São Joaquim do Monte, Agrestina e parte de Bezerros que apresentaram muito alta vulnerabilidade a esse Evento. E os municípios como Caetés, Solidão, Terezinha e parte de Altinho estão entre os municípios com alta vulnerabilidade.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados analisados foi possível observar que o acontecimento de eventos extremos na região semiárido de Pernambuco tem aumentado consideravelmente, principalmente a estiagem que nos últimos anos tem se intensificado e com isso trazendo sérias conseqüências para a Região, onde os 123 municípios que fazem parte do semiárido pernambucano em algum momento do período estudado foi atingido pela estiagem.

A crise hídrica é a principal conseqüência desse longo período de estiagem que tem deixado os níveis dos reservatórios bastante preocupante, onde no período estudado estes níveis variou de 42,40% chegando a 13,10% no ano de 2017, os mesmos fazem parte do abastecimento de água dos municípios, onde muitos deles são dependentes dos mananciais de outros municípios pois os mesmos não tem disponibilidade hídrica suficiente para o abastecimento de toda população. Diante disto podemos concluir que não apenas o município que está passando pelo evento naquele momento é único atingido pois um outro município também depende de seus recursos, essa realidade afeta diretamente as famílias dessa região.

Nesse sentido, a região estudada mostra a necessidade contínua de monitoramento e de estudos como este que possibilitem uma análise detalhada do acontecimento desses eventos que castigam constantemente essa região, e que seus impactos podem vir a atingir municípios que não fazem parte do semiárido de Pernambuco. O uso das geotecnologias se mostra uma ferramenta essencial para auxiliar na criação de ações de adaptação, indicando áreas prioritárias para execução das mesmas e com isso auxiliar na tomada de decisão de possíveis políticas públicas para adaptação da realidade climática da região.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Relatório da ANA apresenta situação das águas do Brasil no contexto de crise hídrica**. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias/relatorio-da-ana-apresenta-situacao-das-aguas-do-brasil-no-contexto-de-crise-hidrica>. Acesso em 10 de Janeiro de 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Observatório da Escassez Hídrica no Semiárido aponta melhora relativa nas condições da região**. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias/observatorio-da-escassez-hidrica-no-semiarido-aponta-melhora-relativa-nas-condicoes-da-regiao-1>. Acesso em 13 de Janeiro de 2019.
- ANDRESSA CAROLINE TRAUTENMÜLLER; ROMÁRIO TRENTIN. **Geotecnologias aplicadas ao âmbito escolar** (1). n. 1, p. 3–4, 2009.
- ANGELOTTI, F.; SIGNOR, D.; GIONGO, V. **Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro: Experiências e Oportunidades para o Desenvolvimento**. Revista Brasileira de Geografia Física, p. 484–495, 2015.
- ASSIS, J. M. O. D. A. **Análise de tendências de mudanças climáticas no semiárido de pernambuco**. p. 1–166, 2012.
- BORGES, M. A. D. L. **Vulnerabilidade da população de Pernambuco a ocorrência de doenças diarreicas depois de eventos extremos**. 2018.
- COSTA, J. E. V. DA; SILVA, H. P. DA. **Utilização de geoprocessamento no estudo da evolução espaço-temporal dos processos de desertificação no estado de Pernambuco, BRASIL**. Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação. Disponível em: <https://urupemba.ifal.edu.br/back-end/pdf/document/?id=16457>. Acesso em: 11 de julho de 2019.
- GONDIM, J. et al. **A seca atual no Semiárido nordestino – Impactos sobre os recursos hídricos O contexto da seca e os recursos hídricos na Região Semiárido do Nordeste**. Parcerias Estratégicas, v. 22, n. 44, p. 277–300, 2017.
- IBGE. **Semiárido Brasileiro**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/cartas-e-mapas-mapas-regionais/15974-semiarido-brasileiro.html?=&t=o-que-e>. Acesso em 05 de Janeiro de 2019.
- MARTINS, C. et al. **Atributos químicos e microbianos do solo de áreas em processo de desertificação no Semiárido De Pernambuco**. Revista Brasileira de Ciencia do Solo, v. 34, n. 6, p. 1883–1890, 2010.

SILVA, Hernande Pereira da. **Mapeamento das áreas sob risco de desertificação no Semiárido de Pernambuco a partir de imagens de satélite**. 2009. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife-PE, 2009.

SUDENE. **Delimitação do semiárido**. Disponível em: <http://sudene.gov.br/planejamento-regional/delimitacao-do-semiarido>. Acesso em 07 de Janeiro de 2019.

TRAUTENMÜLLER, A.C.; TRENTIN, R. **Geotecnologias aplicadas ao âmbito escolar** 2009.

UNISDR. **Termología Sobre Reducción del Riesgo de Desastres**. 2009.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagem Sistêmica 119, 120, 121, 131

Agregados 12, 16, 61, 62, 69, 71, 72, 73, 79, 83, 85, 86, 87, 103, 104, 105, 117, 119, 121, 145, 148, 158, 159, 161

Agropecuária 211, 212, 213, 214, 217, 218, 219, 222

Análise de Risco 117, 145, 147, 150, 154, 157, 158

Arte 212, 254, 255, 256, 263, 264

B

BIM 174, 175, 178, 179, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 262

C

Células Fotovoltaicas 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8

Construção Civil 15, 16, 24, 25, 62, 63, 69, 72, 73, 79, 83, 85, 86, 87, 103, 104, 105, 117, 148, 150, 159, 161, 174, 181, 192, 254, 255, 258, 260, 262, 263

D

Desmonte 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 83, 112, 119, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 152, 168, 169, 170

Dimensionamento 5, 69, 145, 147, 148, 157, 158, 196

E

Economia 16, 18, 42, 58, 69, 72, 75, 76, 86, 131, 147, 172, 198, 212, 232, 259

Edificações 15, 16, 17, 28, 29, 40, 148, 175, 177, 178, 180, 181, 192, 194, 198

Empresa Junior 198, 199

Energia Solar 1, 2, 3, 14

Engenharia Civil 41, 133, 138, 185, 194, 197, 254, 256, 258, 263

Equipamentos 3, 29, 53, 55, 58, 59, 63, 64, 65, 69, 74, 75, 80, 81, 82, 84, 85, 119, 122, 133, 134, 135, 138, 145, 146, 147, 148, 149, 152, 153, 156, 157, 162, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 188, 189, 190, 199, 200, 203, 206, 207, 209

Etanol 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60

Eventos Extremos 223, 224, 225, 227, 228, 229, 230, 233, 234, 235

Explosivos 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 75, 119, 123, 131, 132, 164, 168, 170

F

Fluxo de Caixa 71, 72, 73, 76, 77, 79, 84, 85, 86, 87, 90, 150

Formação Técnica 211, 213, 218

G

Geodésico 133, 134, 135, 138

Geotecnia 12, 196, 197, 199, 200

Geotecnologias 223, 225, 235

Gestão de Projetos 174, 181

GNSS 133, 134, 135, 138, 139, 142, 143, 144

Granulometria 62, 119, 121

I

Impactos Ambientais 53

Interdisciplinaridade 211, 213, 216, 217, 221, 222

L

Lajes 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 28

Lavra 62, 69, 73, 74, 82, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 97, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 116, 117, 118, 145, 146, 147, 149, 157, 158, 164, 166, 168, 170

M

Macizo Rochoso 71, 72, 73, 80, 81, 85, 105, 107, 108, 110, 111, 112, 115, 116, 117, 121, 130

Manutenção 4, 27, 28, 29, 30, 39, 40, 53, 55, 56, 59, 64, 67, 122, 164, 165, 167, 170, 180, 185, 190, 191, 194, 199, 206, 207

Mapa de Risco 12, 159, 161, 165, 166, 170, 171, 172

Marquises 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 39, 40, 41

Mineração 12, 61, 62, 71, 72, 73, 74, 78, 79, 80, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 91, 102, 103, 104, 105, 107, 117, 118, 120, 121, 132, 145, 148, 158, 159, 160, 165, 172, 173

Mineral 61, 69, 72, 73, 74, 75, 86, 87, 88, 89, 92, 93, 94, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 111, 116, 117, 118, 158, 159, 160, 161, 171, 172, 173

Mobilidade Urbana 42, 43, 44, 45, 49, 51

O

Otimização 1, 51, 119, 120, 121

P

Pandemia 254, 256, 257, 258, 263

Pedagogia 222, 254, 255, 263

Pedreira 61, 63, 64, 65, 81, 84, 105, 106, 119, 122, 125, 127, 132, 148, 150, 152, 157, 159, 161, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 171, 172

Planejamento 86, 88, 103, 104, 105, 117, 145, 160, 173, 176, 177, 178, 182, 185, 187, 212, 220, 225, 236, 256, 265

Poluentes 27, 53, 54, 55, 57, 59, 60

Posicionamento 18, 22, 123, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 187, 189

Prática 44, 78, 144, 172, 191, 192, 197, 198, 211, 212, 213, 214, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 256, 257, 258, 263

Processo Construtivo 15, 16, 20, 21, 24, 198

R

Recursos Hídricos 223, 224, 225, 227, 235

Rochas 61, 62, 83, 94, 103, 105, 119, 121, 122, 131, 132, 168, 169, 171, 197

Rompedor 61, 63, 66, 67, 68, 69

S

Saúde 12, 160, 161, 162, 172, 173, 174, 175, 176, 180, 181, 193, 194, 224, 233, 256

Secundário 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 93, 94, 98, 169, 170

Segurança no Trabalho 160, 175, 176

Semiárido 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236

Sequenciamento 103, 104, 105, 108, 109, 111, 112, 116, 117

Solo 3, 44, 63, 164, 196, 197, 200, 204, 206, 209, 235, 236

Sondagem 196, 200, 201, 203, 204, 205, 206, 209, 210

Suframa 42, 44, 45, 46, 51, 52

Sustentável 2, 14, 53, 54, 71, 73, 105

T

Taylor 88, 89, 90, 91, 95, 96, 97, 98, 102

Telha 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13

Teoria 74, 144, 211, 213, 216, 217, 222, 257

Topografia 63, 79, 110, 134, 135, 144, 148

V

Viabilidade 12, 1, 24, 53, 54, 55, 59, 60, 64, 71, 72, 73, 74, 75, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 103, 104, 117, 145, 146, 148, 158, 179, 182, 186, 190, 191, 192, 196, 198, 199, 200, 208, 223

Vida Útil 4, 29, 34, 36, 53, 54, 64, 67, 71, 74, 79, 80, 81, 88, 89, 90, 91, 111, 117, 145, 146, 150, 175, 180, 206

W

Waldorf 254, 255, 256, 263

Z

Zona Rural 200

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 