

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 Cremo

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

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

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 30/07/2020

Débora Gomes Figueiredo

Departamento de Engenharia de Minas –
Universidade Federal de Pernambuco
Recife - PE

Jorge Luiz Valença Mariz

Departamento de Engenharia de Minas –
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Recife - PE
<http://lattes.cnpq.br/4225383677086672>

Robson Ribeiro Lima

Departamento de Engenharia de Minas –
Universidade Federal de Pernambuco
Recife – PE
<http://lattes.cnpq.br/1359820723738659>

Suelen Silva Rocha

Departamento de Engenharia de Minas –
Universidade Federal de Pernambuco
Recife - PE
<http://lattes.cnpq.br/9112697423226628>

Romildo Paulo Silva Neto

Musashi do Brasil Ltda
Recife - PE

RESUMO: O setor mineral costuma ser evidenciado por fazer parte de um grupo relevante de empresas com risco de acidente de trabalho e de doença ocupacional alto (grau 4). Portanto, é fundamental a elaboração de um sistema preventivo de doenças, acidentes

e perturbações funcionais em colaboradores do setor, que deve basear-se na adequabilidade, na aplicação e na eficiência das normas de trabalho vigentes, considerando a segurança da atividade como um todo. O setor de agregados possui papel expressivo no desenvolvimento urbano por oferecer os insumos utilizados na construção civil. Tendo em vista a complexidade operacional do setor, buscou-se com este estudo avaliar e discutir os riscos presentes nas operações e no processo produtivo de agregados para a construção civil em uma pedreira localizada em Vitória de Santo Antão, Pernambuco. Foi elaborado um mapa de risco setorial, que auxilia na visualização destes riscos por operação unitária, além de permitir a quantificação dos graus de risco de modo unificado, servindo como objeto de conscientização das equipes e como estímulo para que empresas busquem alternativas para prevenção de possíveis acidentes.

PALAVRAS-CHAVE: Mineração, Agregados, Pedreira, Segurança do trabalho, Mapa de risco operacional.

ELABORATION OF AN WORKPLACE SAFETY MAP ON A QUARRY MINE

ABSTRACT: The mineral sector is usually evidenced by being part of a group of companies whose risk of occupational accidents and work-related illness are high (level 4). Therefore, it is essential to develop a preventive system against illnesses, accidents and functional disorders in employees in the sector, which must be based on the adequacy, application and efficiency of the current work security rules, considering the safety

of the activity as a whole. The aggregates sector has an expressive role in urban development because it offers the raw material used in civil construction. Due to the operational complexity of the sector, this study aims to assess and discuss the risks present in the operations and in the production process of aggregates for civil construction in a quarry located in Vitória de Santo Antão, Pernambuco. An Operational risk map was prepared, which helps to visualize these risks by unit operation, in addition to allowing the quantification of risk degrees in a unified way, serving as an object of awareness of the teams and as a stimulus for companies to seek alternatives to prevent possible accidents.

KEYWORDS: Mining, Aggregates, Quarry mine, Workplace safety, Operational Risk map.

1 | INTRODUÇÃO

A utilização de recursos naturais sempre foi fundamental para o desenvolvimento econômico, social, técnico e cultural da humanidade, de modo que o consumo de matérias-primas minerais é um dos principais indicadores de desenvolvimento das sociedades. O Brasil é um dos países com maior potencial em recursos minerais do planeta, com 67 tipos de substâncias minerais explorados (MARIZ, 2018). De acordo com dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), em 2017, o setor mineral representou 16,7% do Produto Interno Bruto (PIB) Industrial, com faturamento de 32 bilhões de dólares e produção de mais de 2 bilhões de toneladas, gerando 189 mil empregos diretos e mais de 2 milhões de empregos indiretos (IBRAM, 2018).

Conforme previsto no Art. 97 do Código de Mineração, visando à regulamentação das atividades de gestão e fiscalização mineral e a garantia do aproveitamento racional das substâncias minerais, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, hoje Agência Nacional de Mineração, ANM) publicou a Portaria n° 237/2001, que constitui as Normas Reguladoras de Mineração (NRM's). Perfazendo 22 tópicos, as NRM's levam em consideração as condições técnicas e tecnológicas de operação, de segurança no trabalho e de proteção ao meio ambiente, de forma a tornar o planejamento e o desenvolvimento da atividade minerária compatíveis com a busca permanente da produtividade, da preservação ambiental, da segurança e da saúde dos trabalhadores (MARTINS, 2017).

De forma mais abrangente, existem ainda as 36 Normas Regulamentadoras (NR's), que têm por objetivo fornecer parâmetros para garantir a segurança e a saúde do trabalhador em suas atividades, descrevendo diretrizes básicas para as que as empresas implementem em seus ambientes de trabalho (BRASIL, 1978).

Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), as mineradoras são classificadas através da NR-04 como empresa de grau de risco 4, sendo consideradas como empresas com alta exposição de trabalhadores a riscos ambientais e com alta probabilidade de acidente de trabalho. A NR-22 disciplina os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho mineiro, de forma a tornar compatível o planejamento e o desenvolvimento das atividades visando a segurança, a saúde e o bem

estar dos trabalhadores, garantindo assim a minimização dos riscos e o cumprimento das legislações vigentes (mineral, ambiental, trabalhista, dentre outras) (BUDKE, 2012).

O setor de agregados produz matéria-prima mineral bruta ou beneficiada de emprego imediato na indústria da construção civil, tendo por isso grande expressão no desenvolvimento urbano. As minerações típicas de agregados são os portos-de-areia e as pedreiras para produção de brita (IBRAM, 2018).

No Brasil, entre 2008 e 2012, o setor nacional das indústrias extrativas registrou o total de 32.584 acidentes de trabalho, onde a subclasse extração de agregados para construção civil (pedra/areia/argila) registrou 8.048 acidentes, representando 24% deste total (MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL, 2012).

Neste contexto, este estudo objetivou realizar uma análise sistemática dos aspectos relativos à saúde e segurança do trabalho em uma pedreira localizada em Vitória de Santo Antão, Pernambuco, onde foram identificados os principais fatores de risco ambientais envolvidos nas operações unitárias produtivas da empresa, além de operações auxiliares e atividades administrativas, culminando na elaboração de um mapa de risco setorial das atividades.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Geralmente, a segurança está relacionada à ausência de risco, à previsibilidade e à certeza quanto ao futuro. A segurança do trabalho, portanto, pode ser entendida como um conjunto de medidas adotadas cujo objetivo é minimizar acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, além de proteger a integridade e a capacidade de trabalho do trabalhador (VILLAIN; CAETANO, 2007).

Riscos ocupacionais são possíveis acidentes ou doenças a que estão expostos os trabalhadores no exercício do seu trabalho ou em função de sua ocupação. Geralmente, os riscos ocupacionais estão relacionados a ambientes em que o trabalhador fica sujeito a ruídos, vibrações, gases, vapores, dentre outras situações que podem gerar danos à saúde ou à integridade física do profissional, devendo cada caso ser avaliado individualmente. (SANTOS, 2010).

O Ministério do Trabalho (MT) classifica os riscos de acordo com sua natureza em riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos ou acidentais, que são rotulados com cores específicas para fins de padronização da sinalização. Assim, eles podem ser operacionais (riscos de acidente), comportamentais ou ambientais (físicos, químicos ou biológicos, ergonômicos). O grupo 1 (verde) refere-se a riscos físicos, como ruídos, vibrações, radiações ionizantes, frio, calor, pressões anormais e umidade. O grupo 2 (vermelho) são riscos químicos, como poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases, vapores e substâncias compostas ou produtos químicos que podem prejudicar a saúde do trabalhador. O grupo 3 (marrom) abrange riscos biológicos, como vírus, bactérias, protozoários, fungos, parasitas e

bacilos. O grupo 4 (amarelo) engloba os riscos ergonômicos ou riscos psicofísico-motores, tais como esforço físico excessivo, levantamento e transporte de peso exagerado, exigência de postura inadequada, controle rígido de produtividade, trabalho noturno, jornadas de trabalho extensas, monotonia e repetitividade, entre outras situações estressantes. O grupo 5 (azul), por fim, abrange riscos de acidentes causados por conjuntos físicos inadequados, máquinas e equipamentos sem proteção, ferramentas inapropriadas, iluminação incorreta, eletricidade, probabilidade de incêndio ou explosão, armazenamento inadequado, entre outras incontáveis situações de risco que poderão contribuir para ocorrência de acidentes no ambiente de trabalho (SENAI, 2006). A Figura 1 apresenta esquematicamente cada tipo de risco associado à sua cor identificadora.



Figura 1 – Representação dos tipos de riscos ocupacionais e sua cor de identificação

Um mapa de riscos consiste em uma representação gráfica dos riscos ambientais e de acidentes nos diversos locais de trabalho, inerentes ou não ao processo produtivo, devendo ser afixado em locais acessíveis e de fácil visualização, com a finalidade de orientar os que ali atuam ou eventuais transeuntes. No mapa de riscos, círculos de cores e tamanhos diferentes indicam em cada local quais são os fatores de risco e a sua magnitude (SENAI, 2006).

Um mapa de riscos deve reunir informações suficientes para o diagnóstico da situação de segurança e saúde em cada ambiente de trabalho, possibilitando a troca e divulgação de informações entre os servidores, assim como estimular sua participação nas atividades de prevenção. Sua confecção deve considerar o conhecimento do processo produtivo no local analisado, a identificação dos riscos neste local e das medidas preventivas, além das eficácia de cada uma (medidas de proteção coletiva, de organização do trabalho, de proteção individual e de higiene e conforto). O histórico de acidentes deve ser considerado,

assim como o *layout* do ambiente, onde serão sobrepostos círculos com diferentes cores e dimensões para representar riscos e magnitudes (SENAI, 2006).

Cada setor deve receber uma análise individualizada dos fatores de risco e da magnitude de cada um. A Figura 2 apresenta exemplos de tamanhos de círculos, representando a gravidade do risco, além das cores que classificam cada um destes riscos. Caso existam, em uma mesma seção, diversos riscos de um só tipo, um círculo basta para a representação, desde que os riscos tenham o mesmo grau de nocividade, conforme a representação da Figura 3.

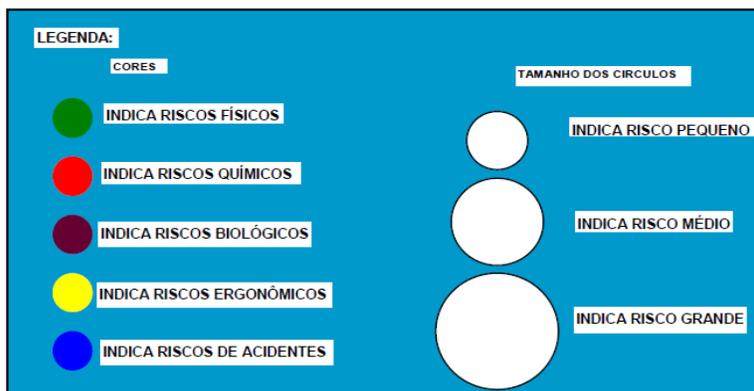


Figura 2 – Representação dos riscos quanto ao tipo e à intensidade

Fonte: NUNES (2013)

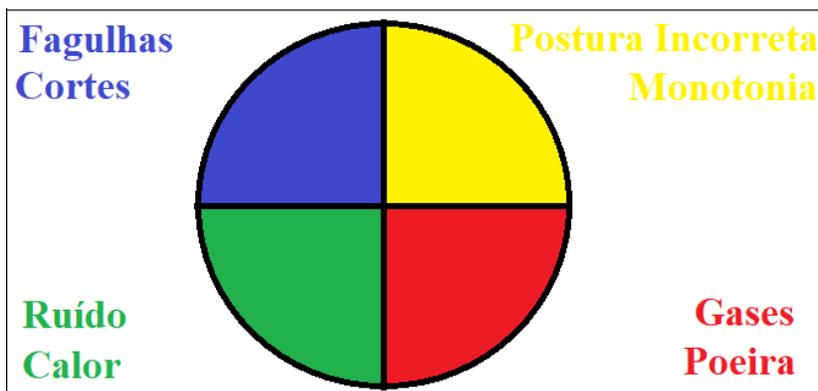


Figura 3 – Diversos tipos de risco em um mesmo local

Fonte: SEGPLAN (2012)

Quantos aos riscos aos quais os trabalhadores estão expostos quando operando em uma pedreira, podem-se citar os seguintes:

- **Operações com veículos:** impacto relacionado com capotamento, colisão entre veículos, esmagamento ou atropelamento de trabalhadores por veículos em marcha atrás; quedas à entrada ou à saída das altas cabines dos veículos, além de falhas técnicas, como avaria nos travões ou na direção, ou de erro dos condutores, como excesso de velocidade e instabilidade da carga. O tráfego de veículos nas bermas da frente de lavra são também de grande risco (YARAHMAD, 2014);
- **Pavimento e solo:** risco relacionado aos escorregamentos, aos tropeções e às quedas. Os trabalhadores das pedreiras correm ainda o risco de serem atingidos pela queda de objetos, nomeadamente blocos de pedra (DELLERO, 2013);
- **Riscos físicos:** aspecto relacionado com a exposição a vibrações transmitidas ao sistema mão-braço ou a todo o corpo, além da exposição ao ruído (CERDEIRA, 2014);
- **Riscos ergonômicos:** aspecto relacionado com os trabalhos manuais, às longas jornadas de trabalho na posição sentado e com a adoção de posturas incorretas (GUERREIRO, 2015);
- **Exposição a substâncias químicas:** relacionado com a presença de substâncias químicas perigosas (BHAGIA, 2012);
- **Exposição a condições atmosféricas adversas:** relacionado à exposição a temperaturas extremas, umidade, chuva, neve e radiação UV (MATOS, 2010);
- **Riscos associados aos trabalhos de manutenção e reparação de máquinas:** relacionado a quedas do veículo, entalamento ou esmagamento (muitas vezes a manutenção é executada com as máquinas em funcionamento), além de frequentes posições difíceis. Também relacionado com a corrente elétrica resultante de isolamento deficiente das componentes elétricas (OSHA, 2010);
- **Risco associado ao uso de equipamentos de solda:** relacionado à exposição a fumos nocivos resultantes dos processos de solda e à projeção de material incandescente (SOUSA, 2015);
- **Risco associado aos equipamentos sobre pressão:** relacionado à presença de reservatórios de ar comprimido e ao uso de mangueiras de alta pressão (SOUSA, 2015);
- **Risco associado a situações de emergência:** resultado de explosões, derrocadas, incêndios e inundações (CASTELO BRANCO, 2007);
- **Risco associado ao uso de explosivos:** atividade que, geralmente, apresenta o maior grau de periculosidade (CASTELO BRANCO, 2007);

- **Riscos organizacionais:** impacto relacionado à natureza do trabalho, a longas jornadas, ao trabalho fora do horário normal, ao trabalho isolado (MATOS, 2014) ou aos fins de semana, muitas vezes executado sob forte pressão de tempo, o que, obviamente, aumenta o risco de acidentes. Aspecto relacionado também com a formação/experiência dos trabalhadores, sendo comum recorrer-se a trabalhadores que não estão familiarizados com o local nem com a atividade.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

A pedreira estudada tem, aproximadamente, 28 funcionários. Entre março de 2014 e outubro de 2018 foram contabilizados 9 (nove) acidentes de trabalho que acarretaram no afastamento temporário de funcionários, cuja descrição pode ser verificada na Tabela 1 e onde é possível verificar que houve acidentes em diversos setores da empresa.

DATA	FATOR GERADOR DA LESÃO	SETOR	CONSEQUÊNCIA
01/12/2014	Projeção de Fragmento do Britador	Beneficiamento	Corte na Pálpebra
21/10/2015	Eletrização em Quadro de Força	Beneficiamento	Choque Elétrico – Queimadura nas mãos e no rosto
09/12/2015	Faixa oriunda da solda	Manutenção	Queimadura nos Olhos
12/04/2016	Queda de Motocicleta	Trajeto ao trabalho	Lesões na Pele
27/08/2016	Tombamento de Caminhão	Transporte	Lesão no Cotovelo
25/02/2017	Ar em Alta Temperatura	Manutenção	Queimadura no Rosto
05/04/2018	Projeção de limalha de ferro	Manutenção	Corte na Perna
24/04/2018	Queda de Altura Escavadeira	Carregamento	Corte no Punho
08/08/2018	Projeção de limalha de ferro	Manutenção	Corte nos Lábios

Tabela 1 – Histórico de acidentes com afastamento da pedreira 2014 à 2018

Fonte: Banco de dados da empresa

A coleta de dados para a avaliação da segurança das operações unitárias da pedreira deu-se a partir de pesquisa bibliográfica e de observações livres. Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica acerca das operações unitárias em minerações a céu aberto, da legislação brasileira e de normas aplicadas à mineração, cujo objetivo foi reunir o máximo de informação pertinente às etapas do processo produtivo e assim auxiliar na identificação dos riscos existentes em cada setor e atividade da pedreira. Em seguida, foram coletados dados mediante contato direto com os colaboradores. Com base em todos estes dados, foi elaborado o mapa de risco setorial do empreendimento.

Os riscos foram classificados conforme seu grau de intensidade/gravidade, sendo atribuídas intensidades baixa (peso 1, consequências que não geram afastamentos),

média (peso 2, consequências que causam afastamentos de até 15 dias) e alta (peso 3, consequências que podem causar perda permanente ou temporária da condição de trabalho) (FIGUEIREDO, 2018). Nos setores em que foram detectados tipos diferentes de fatores de risco, dividiu-se o(s) círculo(s) representativo(s) da intensidade conforme a quantidade de riscos identificados.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabelas de 2 a 10 foram utilizadas na composição do mapa de risco setorial da pedreira, as quais expõem os tipos e fatores de risco identificados divididos por setores de trabalho e/ou operação unitária da lavra ou beneficiamento, sendo classificados também quanto à intensidade (gravidade - G).

Tipo de Risco	Fator de Risco	G
Acidentes	Animais peçonhentos (escorpiões, aranhas, cobras)	2
Acidentes	Ligações elétricas deficientes	3
Acidentes	Princípio de incêndio	3
Acidentes	Queda de objetos	2
Acidentes	Quedas causadas por saliências no piso	1
Biológico	Risco Biológico (vírus, fungos, bactérias, parasitos etc.)	1
Ergonômico	Risco Físico Motor	3
Físico	Ambiente climatizado (Doenças Respiratórias)	1
Físico	Calor	1
Físico	Iluminação deficiente	1
Químico	Poeira	1

Tabela 2 – Fatores de risco identificados no escritório da pedreira

Fonte: Figueiredo (2018)

Tipo de Risco	Fator de Risco	G
Acidentes	Ligações elétricas deficientes	3
Acidentes	Movimentação/ transporte de carga (peças, carenagens, motores, etc.) por equipamentos	2
Acidentes	Piso / superfícies escorregadias	1
Acidentes	Princípio de Incêndio	3
Acidentes	Queda de altura	3
Acidentes	Queda de objetos	2
Acidentes	Queda no piso	1
Acidentes	Animais peçonhentos (escorpiões, aranhas, cobras)	2

Acidentes	Explosão	3
Biológico	Risco Biológico (vírus, fungos, bactérias, parasitos etc.)	1
Ergonômico	Risco Físico Motor	3
Ergonômico	Risco Físico Motor (transporte de pesos: peças de reposição, ferramentas e equipamentos)	2
Físico	Calor	1
Físico	Elementos fluidos em alta temperatura	3
Físico	Faíscas	2
Físico	Iluminação deficiente	1
Físico	Radiações não ionizantes	1
Físico	Ruído	2
Químico	Contato com produtos químicos (desmoldante, óleo lubrificante e hidráulico)	1
Químico	Exposição a fumos metálicos	2
Químico	Manuseio de Produto Químico (Óleo Diesel)	1
Químico	Poeira	1

Tabela 3 – Fatores de risco identificados no setor de manutenção-oficina da pedraira

Fonte: Figueiredo (2018)

Tipo de Risco	Fator de Risco	G
Acidentes	Animais peçonhentos (escorpiões, aranhas, cobras)	2
Acidentes	Ligações elétricas deficientes	3
Acidentes	Princípio de incêndio	3
Acidentes	Queda no piso	1
Biológico	Risco biológico (vírus, fungos, bactérias, parasitos etc.)	1
Ergonômico	Risco Físico Motor	2
Físico	Calor	1
Físico	Iluminação deficiente	1
Químico	Manuseio de produto químico (detergente)	1

Tabela 4 – Fatores de risco identificados no refeitório da pedraira

Fonte: Figueiredo (2018)

Tipo de Risco	Fator de Risco	G
Acidentes	Animais peçonhentos (escorpiões, aranhas, cobras)	2
Acidentes	Queda em altura	3
Biológico	Risco Biológico (vírus, fungos, bactérias, parasitos etc.)	1
Ergonômico	Risco Físico Motor	3

Ergonômico	Risco Físico Motor (transporte de pesos: peças de reposição, ferramentas e equipamentos)	2
Físico	Calor	1
Físico	Radiação não ionizante (solar)	2
Físico	Ruído	3
Físico	Vibração	2
Químico	Gases tóxicos	3
Químico	Poeira	3

Tabela 5 – Fatores de risco identificados na operação unitária de lavra perfuração da pedraira
Fonte: Figueiredo (2018)

Tipo de Risco	Fator de Risco	G
Acidentes	Animais peçonhentos (escorpiões, aranhas, cobras)	2
Acidentes	Explosão	3
Acidentes	Projeção de Fragmentos	3
Acidentes	Queda em altura	3
Biológico	Risco Biológico (vírus, fungos, bactérias, parasitos etc.)	1
Ergonômico	Risco Físico Motor	2
Ergonômico	Risco Físico Motor (transporte de pesos: peças de reposição, ferramentas e equipamentos)	2
Físico	Calor	1
Físico	Radiação não ionizante (solar)	2
Físico	Ruído	1
Físico	Vibração	2
Químico	Gases tóxicos	2
Químico	Manuseio de produto químico (explosivos e acessórios)	2
Químico	Poeira	1

Tabela 6 – Fatores de risco identificados no desmonte de rochas com uso de explosivos
Fonte: Figueiredo (2018)

Tipo de Risco	Fator de Risco	G
Acidentes	Animais peçonhentos (escorpiões, aranhas, cobras)	2
Acidentes	Desmoronamento da bancada	3
Acidentes	Projeção de Fragmentos	2
Acidentes	Queda de equipamentos	3
Biológico	Risco Biológico (vírus, fungos, bactérias, parasitos etc.)	1
Ergonômico	Risco Físico Motor	3

Físico	Calor	1
Físico	Radiação não ionizante (solar)	2
Físico	Ruído	2
Físico	Vibração	2
Químico	Poeira	1

Tabela 7 – Fatores de risco identificados no desmonte secundário de rochas

Fonte: Figueiredo (2018)

Tipo de Risco	Fator de Risco	G
Acidentes	Animais peçonhentos (escorpiões, aranhas, cobras)	2
Acidentes	Desmoronamento da bancada	3
Acidentes	Projeção de Fragmentos	2
Acidentes	Queda de equipamentos	3
Biológico	Risco Biológico (vírus, fungos, bactérias, parasitos etc.)	1
Ergonômico	Risco Físico Motor	3
Físico	Calor	1
Físico	Radiação não ionizante (solar)	2
Físico	Ruído	2
Físico	Vibração	2
Químico	Poeira	1

Tabela 8 – Fatores de risco identificados na operação unitária carregamento

Fonte: Figueiredo (2018)

Tipo de Risco	Fator de Risco	G
Acidentes	Animais peçonhentos (escorpiões, aranhas, cobras)	2
Acidentes	Arrebentamento de Pneu	3
Acidentes	Atropelamento	3
Acidentes	Desmoronamento da bancada	3
Acidentes	Perda de controle do equipamento	3
Acidentes	Projeção de Fragmentos	2
Acidentes	Queda de equipamentos	3
Acidentes	Tombamento de equipamentos	3
Biológico	Risco Biológico (vírus, fungos, bactérias, parasitos etc.)	1
Ergonômico	Risco Físico Motor	3
Físico	Calor	1
Físico	Radiação não ionizante (solar)	2
Físico	Ruído	2
Físico	Vibração	2

Químico	Gases tóxicos	1
Químico	Poeira	2

Tabela 9 – Fatores de risco identificados na operação unitária transporte

Fonte: Figueiredo (2018)

Tipo de Risco	Fator de Risco	G
Acidentes	Animais peçonhentos (escorpiões, aranhas, cobras)	2
Acidentes	Ligações elétricas deficientes	3
Acidentes	Projeção de Fragmentos	3
Acidentes	Queda de equipamentos	3
Acidentes	Queda em altura	3
Acidentes	Queda na escada	3
Biológico	Risco Biológico (vírus, fungos, bactérias, parasitos etc.)	1
Ergonômico	Risco Físico Motor	3
Físico	Calor	1
Físico	Radiação não ionizante (solar)	2
Físico	Ruído	2
Físico	Vibração	2
Químico	Poeira	3

Tabela 10 – Fatores de risco identificados nas instalações de beneficiamento da pedra

Fonte: Figueiredo (2018)

A área da pedra foi subdividida em escritório administrativo, manutenção-oficina mecânica, refeitório, operações unitárias de lavra (perfuração, desmonte primário, desmonte secundário, carregamento, transporte) e beneficiamento. Como pode ser observado nas tabelas apresentadas, foram identificados diversos riscos e níveis de gravidade nos diversos setores e operações unitárias da empresa, sendo o risco de acidente o mais evidente. O setor que apresenta maior número de riscos é a oficina mecânica-manutenção. Os setores que apresentaram índice de gravidade (G) mais elevado foram a oficina mecânica-manutenção, as operações de lavra de perfuração e de transporte, além do beneficiamento, o que permite concluir que tais operações devem ser realizadas sobre condições máximas de segurança, visto que as consequências dos riscos podem causar perda permanente ou temporária da condição de trabalho. Deve-se reiterar ainda que o risco de acidentes com manuseio de explosivos é muito alto, e muitos acidentes nesta operação costumam ser fatais e produzir danos materiais.

A **Figura 4** apresenta o mapa de risco setorial da pedra, onde foram atribuídos riscos e magnitudes a cada setor e/ou atividade da pedra, tendo ocorrido todos os

tipos de risco e todos os graus de gravidade. A conscientização contínua dos riscos e das maneiras de neutralizá-los, associada à ação contínua da direção da empresa e das equipes pode resultar na redução da quantidade ou da dimensão dos círculos. A criação de um novo processo deve demandar o acréscimo de novas características, de modo que esta atividade de avaliação de riscos deve ser recorrente, sendo primordial a revisão periódica do mapa de risco das atividades.

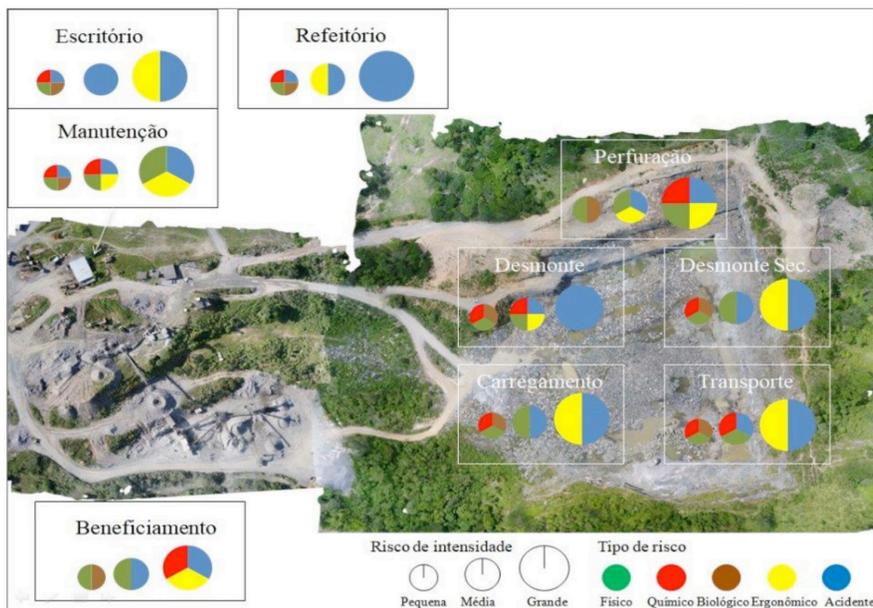


Figura 4 – Mapa de risco setorial da pedreira

5 | CONCLUSÕES

A segurança na indústria extrativa mineral é um tema de elevada importância, visto que esta é caracterizada como uma atividade de risco elevado; para promover a proteção dos recursos humanos e materiais, portanto, é fundamental desenvolver e aplicar métodos de avaliação de risco, visando à eliminação ou redução dos riscos através da adoção de medidas de controle.

A metodologia proposta neste estudo consistiu na identificação dos riscos em vários setores e/ou operações unitárias da pedreira e na avaliação destes riscos em relação à gravidade, culminando na representação gráfica setorial de um mapa de risco. Foram contemplados riscos de quedas ou perda de controle de veículos, queda em altura ou no mesmo nível, esmagamento por desmoronamento, projeção de rochas e fragmentos, risco de atropelamento, vibração, produção de poeira, ruído, riscos de incêndio, explosões ou choques elétricos.

A adoção desta ferramenta prática e participativa, aliada à constante conscientização dos colaboradores e ao comprometimento da empresa na busca por melhorias, favorece todos os envolvidos, tanto do ponto de vista material (melhoria na saúde, proteção a vidas e equipamentos) quanto da produtividade, pois diminui o índice de afastamentos. Sendo uma ferramenta dinâmica, é importante que, no mínimo, seja efetuada uma revisão anual no mapa de risco, assegurando assim que todos possuem a compreensão correta dos fatores de risco a que estão sujeitos.

REFERÊNCIAS

BHAGIA, L. J. Non-occupational exposure to silica dust. **Indian Journal of Occupational & Environmental Medicine**, v. 16, pp. 95-100, 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 2.037, de 15 de dezembro de 1999. **Norma Regulamentadora 22 – Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração**. Diário Oficial da União. Brasília, 15 de dezembro de 1999.

BUDKE, A. L. **Elaboração do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) em Pedreira**. 2018. Monografia (Pós-graduação) – Curso de Pós Graduação *Lato Sensu* em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Santa Rosa, 2012.

CASTELO BRANCO J., BAPTISTA, J., DIOGO, M. T. **Comparação da avaliação dos riscos por dois métodos correntemente utilizados na indústria extrativa**. Revista da Faculdade de Ciência e Tecnologia. Issue 4, p.106-114, 2007.

CERDEIRA, J.; MATOS, M. L.; BAPTISTA, J. S. **Relação entre ruído e vibração produzidos por equipamentos de pedreira**. In: International Symposium on Occupational Safety and Hygiene: SHO2014, Guimarães, Portugal, 13-14 February 2014, Proceedings Book, p. 73-75, 2014.

DELLERO, H., El Kharim, Y. **Rockfall Hazard in an Old Abandoned Aggregate Quarry in the City of Tétouan Morocco**. **International Journal of Geosciences**. Volume 4. pp 1228-1232, 2013.

FIGUEIREDO, D. G. **Avaliação dos riscos ambientais das operações unitárias de uma pedreira da Região Metropolitana de Recife/PE**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso [Graduação em Engenharia de Minas] – Departamento de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

GUERREIRO, H. **Condições de Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho em Exploração de Rocha Ornamental e Industrial**. XV Encontro Nacional do Colégio de Engenharia Geológica e de Minas da Ordem dos Engenheiros, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). **Economia Mineral do Brasil**. 2018. Disponível em: <<http://portaldaminerao.com.br/wp-content/uploads/2018/02/economia-mineral-brasil-mar2018-2.pdf?x73853>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

MARIZ, J. L. V. **Análise da aderência à realidade brasileira dos métodos de previsão da taxa de produção em fases prematuras de projeto**. 2018. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Minas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

MARTINS, C. F. V. **Avaliação das normas reguladoras de mineração para minas subterrâneas no Brasil e da legislação mineral brasileira para segurança em subsolo**. 182 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Mineral, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

MATOS, L.; SANTOS, P.; BARBOSA, F. **Um fator subestimado na prevenção**. In: International Symposium on Occupational Safety and Hygiene : SHO, 2014, Guimarães, Portugal, 13-14 February 2014, Proceedings Book, p. 220-222

MATOS, M. L. F., Pinto, F. R. (2010). **Indústria Extrativa: Análise de riscos ocupacionais e doenças profissionais**. SHO 2010: Colóquio Internacional de Segurança e Higiene Ocupacionais, Guimarães, Portugal, 10-11 Fevereiro de 2010, pp. 339-343.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência Social. **Anuário estatístico da previdência social (AEPS)**. Seção IV, Capítulo 31 - Acidentes do Trabalho, Brasília, 2012. v. 21. 888 p. Disponível em: <http://www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2013/05/AEPS_2012.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2018.

NUNES, M. F. **Apostila do Curso de Higiene e Segurança de Minas**. Marabá: UNIFESSPA, 2013.

OSHA, European Agency for safety and Health at work. (2010). E-facts n° 49 E-fact 49: **Safe maintenance - quarrying sector**. Disponível em: <https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/efacts/efact49>

SANTOS, F. F. **Principais consequências da não aplicação da nr-10 – avaliação das instalações elétricas de baixa tensão de uma Unidade Militar de Aquartelamento**. 2013. 79 p. Monografia (Especialização em engenharia de segurança do trabalho) – Curso de Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba.

SEGPLAN (SECRETARIA DE ESTADO DE GESTÃO E PLANEJAMENTO). GERÊNCIA DE SAÚDE E PREVENÇÃO. **Manual de Elaboração de Mapa de Riscos**. Goiânia: SEGPLAN, 2012.

SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial). **Mapa de riscos**. Porto Alegre: SENAI, 2006.

SOUSA, I. **Aplicação da metodologia integrada de avaliação de risco na indústria extrativa a céu aberto**. 2015. 108 p.

VILLAIN, F. S.; CAETANO, L. C. C. **Segurança em Eletricidade: proposta de implantação da nova NR-10 “Segurança em instalações e serviços em eletricidade” no campus da UNESC**. 87 f. 2007. Monografia (Especialização em engenharia de segurança do trabalho) – Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma.

YARAHMADI, R., Bagherpour, R., Khademian, A. (2014). **Safety risk assessment of Iran’s dimension stone quarries (Exploited by diamond wire cutting method)**. Safety Science Março 2014. Volume 63 pp. 146–150.

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

Maçço 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](#) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 