

Atena
Editora
Ano 2021



*Carlos Augusto Zilli
(Organizador)*

*A visão sistêmica e integrada
das **engenharias**
e sua **integração com a sociedade***

Atena
Editora

Ano 2021

Carlos Augusto Zilli
(Organizador)

***A visão sistêmica e integrada
das engenharias
e sua integração com a sociedade***

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – 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
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
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
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
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. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
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
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª 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
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª 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
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
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. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
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
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Miraniilde 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

A visão sistêmica e integrada das engenharias e sua integração com a
sociedade

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Carlos Augusto Zilli.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V822 A visão sistêmica e integrada das engenharias e sua
integração com a sociedade / Organizador Carlos
Augusto Zilli. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-404-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.044212508>

1. Engenharia. I. Zilli, Carlos Augusto (Organizador). II.
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

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

Esta obra, intitulada “A Visão Sistêmica e Integrada das Engenharias e sua Integração com a Sociedade”, em seu primeiro volume, apresenta 22 capítulos que abordam pesquisas relevantes que fazem emergir esta visão completa e abrangente típica das engenharias, revelando de que forma ela pode se integrar à sociedade para solucionar os desafios que surgem mundo afora, trazendo pesquisas relacionados à COVID, controle de segurança, saneamento básico, sismologia, interações socioespaciais, purificação de biogás, análise de vigas compósitas, pressão em estruturas, entre outros.

Desta forma, esta obra se mostra potencialmente disponível para contribuir com discussões e análises aprofundadas acerca de assuntos atuais e relevantes, servindo como base referencial para futuras investigações relacionadas às engenharias em suas mais diversas instâncias.

Deixo, aos autores dos capítulos, um agradecimento especial, e aos futuros leitores, anseio que esta obra sirva como fonte inspiradora e reflexiva.

Esta obra é indicada para os mais diversos leitores, tendo em vista que foi produzida por meio de linguagem fluída e abordagem prática, o que favorece a compreensão dos conceitos apresentados pelos mais diversos públicos, sendo indicada, em especial, aos amantes da área de engenharia.

Carlos Augusto Zilli

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

COVID-19 (SARS-COV-2): ESTUDO PROSPECTIVO SOBRE TESTES DE DETECÇÃO DO CORONAVÍRUS EM HUMANOS

Paulo Cesar dos Santos Teixeira

Fábio dos Santos Teixeira

Carlos Alberto Machado da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125081>

CAPÍTULO 2..... 11

DIFERENTES SUBSTRATOS E ADUBAÇÕES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus urophylla* S.T. BLAKE

Carolina Rafaela Barroco Soares

Alaide de Oliveira Carvalho

Deborah Regina Alexandre

Jairo Rafael Machado Dias

Laysa Teles Vollbrecht

Micheli Leite Zanchetta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125082>

CAPÍTULO 3..... 18

ESTUDO DA PRESSÃO EFETIVA EM COBERTURAS COM PLATIBANDA CONFORME A NBR 6123 – FORÇAS DEVIDAS AO VENTO EM EDIFICAÇÕES

Gean Henrique Sabino Freitas

Luiz Henrique Moreira de Carvalho

Nélison Ferreira Corrêa

Wilson Espindola Passos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125083>

CAPÍTULO 4..... 31

METODOLOGIA PARA ENSINO DA CONCORRÊNCIA ENTRE PROCESSOS COM EMPREGO DE SEMÁFOROS EM SISTEMAS OPERACIONAIS PREEMPTIVOS

Marco Aurélio de Souza Birchal

Viviane Santos Birchal

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125084>

CAPÍTULO 5..... 41

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO: INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL

Luiz Roberto Santos Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125085>

CAPÍTULO 6..... 58

APLICAÇÃO COMPUTACIONAL PARA O PLANEJAMENTO DE FLUXO DE POTÊNCIA

REATIVA

Polianna Schneider Durigon
Carlos Roberto Mendonça da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125086>

CAPÍTULO 7..... 69

ANÁLISE DA ACELERAÇÃO LATERAL DE UM VEÍCULO EM UM SIMULADOR COM 9 GDL

Elyton Elias Prado Naves
Jánes Landre Júnior
José Tomich Bosco Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125087>

CAPÍTULO 8..... 79

ADEQUAÇÃO DE TRELIÇA EM AÇO FRENTE A UMA NOVA FINALIDADE

Gustavo de Oliveira Dumas
José Geraldo de Araújo Silva
Lucas Teixeira Araújo
Antônio Maria Claret de Gouveia
Hisashi Inoue
André Luiz Candian

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125088>

CAPÍTULO 9..... 86

PURIFICAÇÃO DE BIOGÁS EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS NA REGIÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ, BRASIL

Juan Carlos Alvarado Alcócer
Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto
Ciro de Miranda Pinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125089>

CAPÍTULO 10..... 100

ANÁLISE DE VIGAS COMPÓSITAS LAMINADAS DE TIMOSHENKO ATRAVÉS DO MÉTODO DE GREEN

Leonardo Fellipe Prado Leite
Fabio Carlos da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250810>

CAPÍTULO 11 114

ESTRATÉGIAS INOVADORAS PARA PESQUISAS DE EVAPORAÇÃO DE ÁGUA EM RESERVATÓRIOS SUPERFICIAIS NO NORDESTE BRASILEIRO

Bárbara Hillary de Almeida Pinto
Cecília Roberta Barbosa da Silva
Maria Eduarda Medeiros Monteiro
Heloysa Helena Nunes de Oliveira
Efrain Pantaleón Matamoros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250811>

CAPÍTULO 12..... 124

AMBIÊNCIA E ENTORNO: INTERAÇÕES SOCIOESPACIAIS ENTRE IDOSOS MORADORES DE UM CONDOMÍNIO E A VIZINHANÇA

Luzia Cristina Antoniossi Monteiro

Vania Aparecida Gurian Varoto

Lucas Bueno de Campos

Ingrid Bernardinelli

Gabriely Grezele

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250812>

CAPÍTULO 13..... 136

METODOLOGIA DE COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA ENCARGOS COMPLEMENTARES: EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Guilherme Martins Pereira

Regina Maria Germânio

Tiago Silveira Gontijo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250813>

CAPÍTULO 14..... 155

AVALIAÇÃO DE RISCOS E CONTROLE DE SEGURANÇA EM PEDREIRA

Michael José Batista dos Santos

Suzi Cardoso de Carvalho

Irineu Antônio Schadach de Brum

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250814>

CAPÍTULO 15..... 174

POTENCIAL INOVADOR DAS PESQUISAS DE SISMOLOGIA: ESTUDO DA APLICAÇÃO DA INTERFEROMETRIA SÍSMICA PARA IMAGEAMENTO 4D

Julia Alanne Silvino dos Santos

Marcelo dos Santos Vieira

Lenise Souza Cardoso de Andrade

Heloysa Helena Nunes de Oliveira

Zulmara Virgínia de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250815>

CAPÍTULO 16..... 184

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DO FOSFATO DE CÁLCIO MONETITA PELA ROTA ÚMIDA DE NEUTRALIZAÇÃO RATHJE – HAYEK E NEWSELY

Nataly Cristiane de Campos Amador Garcias

Carlos Pérez Bergmann

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250816>

CAPÍTULO 17..... 196

ESTUDOS DAS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO MONOFÁSICAS

Emiliane Advincula Malheiros

Roberto Paulo Barbosa Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250817>

CAPÍTULO 18.....203

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE CALCINAÇÃO NA FASE DA HIDROXIAPATITA
OBTIDA PELO MÉTODO SOL-GEL**

Marilza Aguiar

José Brant de Campos

Bruno Cavalcante Di Lello

Nataly Cristiane de Campos Amador Garcias

Vitor Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250818>

CAPÍTULO 19.....209

**REDISTRIBUIÇÃO DA VAZÃO AR EM MINA SUBTERRÂNEA PARA AUMENTO DE
HORAS DISPONÍVEIS EM OPERAÇÃO DE LAVRA**

Alisson Brasil

Renan Collantes Candia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250819>

CAPÍTULO 20.....225

**ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DOS LIMITES DA CAVA FINAL ÓTIMA COM BASE NA
VARIAÇÃO DO PREÇO DE MERCADO DA ROCHA FOSFÁTICA**

João Antônio da Silva Neto

Marcélio Prado Fontes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250820>

CAPÍTULO 21.....238

**USO DA TECNOLOGIA DE MANUFATURA ADITIVA NA INDÚSTRIA AEROESPACIAL:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Allisson Régis dos Santos Maia

Maria Elizete Kunkel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250821>

CAPÍTULO 22.....253

A IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES NA MANUTENÇÃO

Alexandre Fernandes Santos

Heraldo José Lopes de Souza

Marcia Cristina de Oliveira

Sariah Torno

Darlo Torno

Sandro Adriano Zandoná

Tiago Rodrigues Carvalho

Natalia Tinti Ramos

Eliandro Barbosa de Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250822>

SOBRE O ORGANIZADOR.....	260
ÍNDICE REMISSIVO.....	261

AVALIAÇÃO DE RISCOS E CONTROLE DE SEGURANÇA EM PEDREIRA

Data de aceite: 02/08/2021

Data de submissão: 28/05/2021

Michael José Batista dos Santos

Universidade Federal do Oeste do Pará
(UFOPA), Campus Regional de Juruti
Juruti – Pará
<https://orcid.org/0000-0002-9958-9868>

Suzi Cardoso de Carvalho

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
(UFRGS)
Porto Alegre – Rio Grande do Sul
<https://orcid.org/0000-0002-9189-1958>

Irineu Antônio Schadach de Brum

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Escola de Engenharias,
Departamento de Metalurgia
Porto Alegre – Rio Grande do Sul
<https://orcid.org/0000-0003-4852-8325>

RESUMO: A segurança no ambiente de trabalho é de suma importância para a integridade física e mental dos colaboradores. Este cuidado garante a promovendo o bem-estar e, conseqüentemente, aumentando a produtividade, além de evitar prejuízos materiais, afastamento e ações judiciais contra a empresa. A mineração apresenta o grau de risco mais elevado, o risco grau 4, segundo classificação da Norma Regulamentadora quatro (MTE, 2008), grande exposição do trabalhador ao risco e na ocorrência de acidentes. Este trabalho identifica, analisa e avalia os riscos de segurança em uma pedreira. Aplicou-se as ferramentas

de gestão de risco WRAC (Workplace Risk Assessment Control) e bowtie. A partir dos resultados foram sugeridas medidas de controle. Concluiu-se a saúde e segurança do trabalho na pedreira é essencial, tais sugestões devem ser consideradas no planejamento financeiro empresarial.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança de mina; WRAC; bowtie; pedreira.

RISK ASSESSMENT AND SAFETY CONTROL AT QUARRY

ABSTRACT: The workplace safety is one of the major importance to the company's financial health. This care ensures physical and mental integrity of the employees, promoting well-being and, consequently, it increases productivity, besides, it avoids material damage, work leave and lawsuit against the company. The mining activity presents the highest level of risk, which is level four (MTE, 2008), It means a great exposition of safety risk and to the accident occurrence for workers. Thus, this article evaluates the security risks at a quarry mining. It applies the management tools WRAC (Workplace Risk Assessment Control) and Bowtie. Through the results, controlling measures were suggested. In conclusion, there are a great number of measures and it can improves the security in this evaluated workplace. The security suggestions must be taking into account to control risks and the company's financial planning.

KEYWORDS: Mine security; WRAC; bowtie; quarry mining.

1 | INTRODUÇÃO

A mineração possui especificidades legais que outros empreendimentos não possuem, diferindo da construção civil por exemplo. O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), que é exigido pela norma regulamentadora número nove (NR9) para inúmeras atividades de trabalho, é dispensável para a Mineração, alternativamente é aplicado o Programa de gestão de risco PGR, como exposto na norma vinte e dois (NR22) o qual também visa a segurança em ambiente de trabalho, contudo, o documento é direcionado à mineração. Este artigo tem como objeto de estudo uma pedreira localizada no estado do Pará. Os dados aqui apresentados foram coletados através acompanhamento de todas as atividades desenvolvidas na pedreira, conversas e reuniões com colaboradores. Todas essas informações foram devidamente documentadas e registradas para a execução deste trabalho.

A metodologia utilizada em cada etapa foi a identificação por meio de mapa de risco do croqui da pedreira, enquanto a análise e avaliação foram realizadas por método semiquantitativo, intitulado WRAC (Workplace Risk Assessment and Control), que pode ser traduzido como controle de riscos no ambiente de trabalho e com seus resultados se realizou sugestões de controle dos riscos ocupacionais. É importante ressaltar que esta técnica vem sendo aplicada com sucesso em empreendimentos minerários de todas as dimensões em grandes países mineradores como Austrália, Canadá e Estados Unidos desde o final da década de 80 (DEPARTMENT OF MINERAL RESOURCES, 1997). Segundo Leinfelder (2016) o WRAC é uma ferramenta que pode ser utilizada para cumprir parte do programa de gerenciamento de risco (PGR) previsto na Norma Regulamentadora número 22 (segurança e saúde ocupacional na mineração). O trabalho desenvolvido por Leinfelder é uma aplicação com êxito do método WRAC em uma pedreira brasileira.

2 | INFORMAÇÕES SOBRE A PEDREIRA

A pedreira não terá sua localização exata e seu nome divulgados, mas será chamada de pedreira paraense. Neste ano de 2021, a pedreira completa 60 anos de produção de brita, no início sua logística até a capital, Belém, era efetuada por meio de transporte ferroviário. Hoje a cava possui cerca de 45 metros de profundidade e aproximadamente 210 metros de diâmetro. A sua produção mensal gira em torno de 3.000 metros quadrados. A área da mina é estimada em 100 hectares. A produção diária chega a 300 metros cúbicos. A média mensal é de nove mil metros cúbicos de brita, utilizada principalmente para a construção civil em obras públicas e particulares. Nesta proporção da vista da pedreira paraense (Figura 1), obtida pela ferramenta Google Maps®, a cada dois centímetros estão sendo representados 100 metros de extensão real do terreno.



Figura 1 - Local de desenvolvimento do trabalho.

Fonte: GOOGLE MAPS, 2020.

Tem-se na imagem da esquerda para a direita (do leitor): a estrada de entrada e saída ao empreendimento; a moradia do gerente, o alojamento e o refeitório; o escritório, o depósito e a oficina; o pátio de britagem, que está completamente coberto por partículas de brita em branco à parte superior da imagem e, finalmente, a cava de onde se lava a brita. Geologicamente favorável do ponto de vista econômico, o maciço rochoso que origina a brita, é um granito, rochas de origem vulcânica, sendo única na região devido a sua pouca profundidade de ocorrência.

Na pedreira são realizadas inúmeras atividades que representam riscos à segurança dos colaboradores, foram abordadas neste trabalho aquelas que possuem o grau de criticidade mais elevado. Neste aspecto, as atividades de grande relevância são descritas neste tópico, são elas: atividades do ciclo de produção da mina (Figura 2) e atividades auxiliares (Figura 3) que em sua maioria são executadas na manutenção do pátio de britagem que segue fluxograma de produção próprio (Figura 4). Ademais, manutenção de equipamentos na oficina utiliza alguns equipamentos que representam risco a saúde e segurança do funcionário.

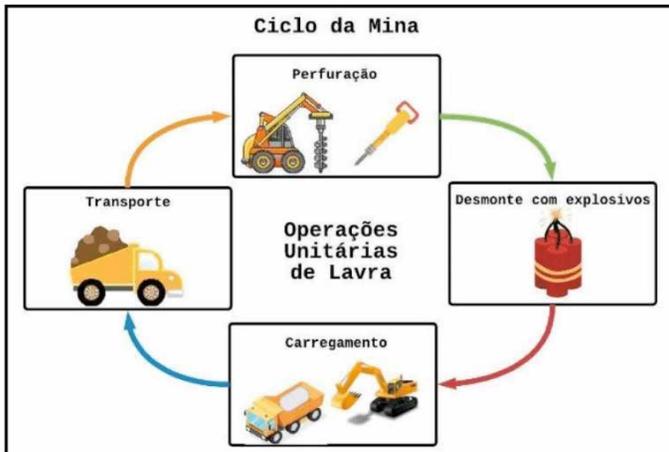


Figura 2 - Sequência de atividades desenvolvidas na lavra.



Figura 3 - Representação das atividades auxiliares de grande risco.

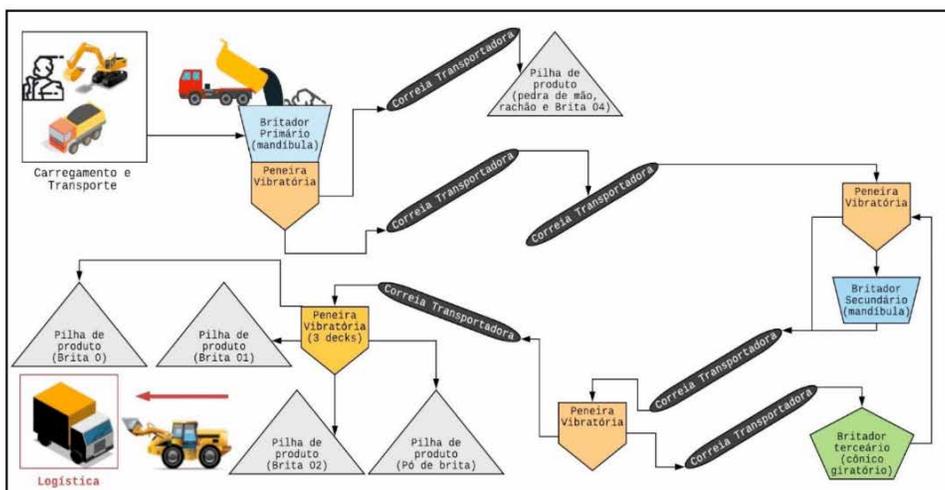


Figura 4 - Fluxograma de Britagem.

A lavra, que corresponde ao conjunto de atividades cíclicas de perfuração, desmonte, carregamento e transporte, apresenta seus riscos e intensidades distintas para cada operação. Durante as atividades de lavra, pode ocorrer inúmeros problemas de segurança ocupacional, como quedas de fragmentos de rocha e queda de taludes instáveis ou mesmo atropelamentos podem ocorrer durante a jornada de trabalho devido ao fluxo de maquinários e de veículos comuns que auxiliam na mobilização de pessoas, a lavra possui poucos bancos, como mostra a Figura 5, já que o estéril removido era mínimo e o corpo mineral de alta competência geotécnica.



Figura 5 - Mina com o método de lavra em bancadas.

A perfuração é a atividade de fazer furos no maciço rochoso, preparando-o para a etapa seguinte, que é a alocação dos explosivos dentro dos furos. A detonação dos explosivos é a responsável pelo desmonte de rocha, ou seja, converte o maciço rochoso em pedaços menores. Estes materiais rochosos de menores dimensões são, finalmente, ideais para a alimentação do britador no pátio de britagem. A detonação, apesar de gerar ruído, não afeta as pessoas, já que é exigida, por medidas de segurança, manter grande distância do local de detonação. O plano de fogo é o esquema de detonação no qual é sequenciado o tempo de detonação de cada explosivo, através de acessório de detonação. É válido ressaltar que estes materiais não são armazenados na pedreira, eles chegam de empresa terceirizada e são totalmente utilizados ao final do serviço contratado. O plano de fogo, na realidade, inicia-se no momento em que é decidido o arranjo dos furos da perfuração e é concluído com a detonação. Na Figura 13 se observa a execução do plano de fogo, alocando os explosivos nos furos e realizando a “amarração” das conexões entre os diferentes furos. Existe uma distância mínima necessária que é obrigado a se manter do local da detonação.

A atividade de carregamento se trata do despejo do material rochoso desmontado na

báscula do caminhão, atividade executada pela escavadeira. Os riscos que estão presentes na atividade de carregamento são evidenciados pela intensa vibração no interior dos veículos durante a descarga de material rochoso proveniente da escavadeira para a caçamba do caminhão, a intensidade da vibração é grande sobretudo na cabine do caminhão que recebe a carga e transporta, causando grande desconforto ao condutor.

O transporte consiste em levar o material rochoso desmontado para servir de alimentação para o britador primário. Considera-se que o despejo do caminhão basculante conclui esta atividade. No transporte da mina para o pátio de britagem os riscos são de trânsito de mina, queda entre bancos (bancadas do talude), queda de blocos do alto de taludes sobre os caminhões e escavadeiras, e acidentes entre os maquinários, principalmente entre caminhões, ainda que a velocidade na mina seja limitada em quarenta quilômetros por hora, no período chuvoso todos esses possíveis acidentes ocorrem mais facilmente, principalmente por deslizamento das rodas dos caminhões. O tráfego de caminhões depende da demanda do material, em determinadas épocas do ano um grande número de caminhões basculantes circula na área entre a mina e o britador. Os trabalhadores que atuam no pátio de britagem (Figura 6) setor de britagem e peneiramento, sejam em manutenções preventivas ou preditivas, reparos, trocas de peças, mudanças no processo, ou que circulam pela área, estão expostos a riscos como poeira, ruído, àqueles relacionados à ergonomia, vibração, partes móveis e a incêndios.



Figura 6 - Pátio de Britagem.

Durante a britagem primária, secundária e, principalmente, peneiramento ocorre a produção de material rochoso ultrafino disperso no ar, sendo ainda maior do que nas operações de lavra e, por isso, o cuidado no pátio de britagem deve ser redobrado quanto ao uso de máscaras que protegem contra a aspiração deste particulado.

O pátio de britagem, apesar de ser um local a céu aberto, ele tem um espaço limitado onde circula equipamentos além dos caminhões responsáveis pela logística de entrega do

produto final, ainda há outros veículos como carregadeira que retoma as pilhas dos produtos finais (Britas de diferentes granulometrias), compondo um trânsito de equipamentos que se mescla a livre circulação dos funcionários, não havendo uma delimitação de por onde é a passagem de pedestres e onde seria a passagem de veículos.

O local é em sua maior parte aberto, bem arejado, fica ao lado do depósito. O ambiente tem duas bancadas de madeira para trabalhos que necessitem de suportes como mesas.

Além de materiais metalomecânicos ainda existe inúmeros utensílios utilizados na rotina da oficina, tais como maçaricos, lixadeiras, esmeril de bancada, solda, pistola pneumático de retirar parafusos do pneu. Ademais, é válido ressaltar que o local não possui extintores. A soldagem do maquinário da pedreira é uma atividade quase que diária, perante o desgaste natural das peças.

Algumas Atividades auxiliares foram identificadas como sendo tarefas de risco significativo e, portanto, foram analisadas e avaliadas posteriormente, são elas: limpeza do alimentador de correias, içamento de carga e manutenção de correias.

O alimentador de correia é uma estrutura que fica na parte externa do pátio e vai auxiliar no desvio de fluxo de material rochoso britado de uma direção para outras, primeiro recebe a brita ao final de uma correia transportadora e a correia transportadora seguinte se inicia dentro do alimentador. Ao longo do dia, o alimentar vai acumulando muita brita, que pode entupir o alimentador e fazendo que a correia transporte cada vez menos material (redução de eficiência). Especialmente, por causa dos finos, ocorre o travamento da passagem da brita, para poder seguir para a próxima etapa de cominuição ou classificação granulométrica final (peneiramento).

O procedimento de limpeza é feito com as correias desligadas. O alimentador é suficientemente grande para “abrigar” uma pessoa dentro dele. Com frequência se faz necessária a limpeza do alimentador de correia.

Todas as vezes que peças extremamente pesadas proveniente ou de maquinários ou do pátio de britagem precisam de reparo, como, por exemplo, os próprios britadores e seus respectivos motores, elas são encaminhadas para a oficina e posteriormente, após o reparo, retorna para seu local de operação.

Similarmente peças novas significativamente pesadas são trocadas para substituir as antigas.

Para a realização destas tarefas é necessário elevar as cargas e isto geralmente é feito através do içamento das mesmas com maquinários altos como, por exemplo, a própria escavadeira hidráulica utilizada para o carregamento de caminhões na lavra, exatamente como se verifica na Figura 7. É importante ressaltar que as cargas suspensa sobre o trabalhador são de mais de duzentos quilos e o mesmo se encontra de boné, ao invés do capacete de proteção.



Figura 7 - Içamento de carga.

Fonte: Elaborada pelo autor.

As correias, diferentemente das peças dos britadores, são estruturas físicas que não são retiradas para manutenção, e são reparadas em seu local fixo de operação enquanto estão desligadas. São esteiras suspensas rolantes responsáveis pela condução do material durante a cominuição e o peneiramento no pátio de britagem. A manutenção das correias transportadoras é sempre realizada com cinto e com a obrigação de utilizar qualquer EPI, pelo menos em teoria.

3 | METODOLOGIA

Metodologias diferentes foram combinadas neste trabalho, primeiramente para a identificação dos riscos presentes na pedreira, que seguiu as recomendações da legislação brasileira vigente. Para analisar e avaliar os riscos identificados na primeira etapa foi utilizado o método de controle de risco em ambiente ocupacional, o chamado WRAC (Workplace Risk Assessment Control), trata-se de um método consagrado para a atividade mineradora de qualquer porte. A atividade que for definida como de maior risco será avaliada também com a ferramenta Bowtie, a qual faz uma associação lógica e direta de causa e efeito, para que a atividade com maior risco seja mais detalhadamente avaliada.

A partir da portaria N.º 25, DE 29 DE DEZEMBRO DE 1994 foi acrescentado o anexo IV à Norma Regulamentadora número 5 faz referência ao mapa de risco, instrumento que objetiva reunir as informações essenciais para o diagnóstico da situação de segurança da organização, além de possibilitar a troca de conhecimento e divulgar informações de riscos à saúde e segurança do trabalho dos colaboradores.

A elaboração do mapa de risco se inicia o conhecimento do processo no local de trabalho analisado, segue para a identificação dos riscos existentes (segundo o tipo de risco) de acordo com a cor padronizada no Quadro 1, indica o número de trabalhadores expostos aquele risco, prossegue com a identificação das medidas preventivas existentes e sua eficácia continua através dos indicadores de saúde, relata e registra as causas mais frequentes de ausência do trabalho. A elaboração deste mapa deve ser feita sobre o layout da empresa, indicando por meio de círculo. A intensidade do risco deve ser representada por tamanhos diferentes de círculos segundo a percepção dos trabalhadores. O mapa também deve conter o número de trabalhadores expostos ao risco e a especificação do agente. O Quadro 01 apresenta os riscos classificados segundo sua natureza e de acordo com a legislação atual vigente no Brasil.

VERDE	VERMELHO	MARROM	AMARELO	AZUL
RISCOS FÍSICOS	RISCOS QUÍMICOS	RISCOS BIOLÓGICOS	RISCOS ERGONÔMICOS	RISCOS ACIDENTES
Ruídos Vibrações Radiações ionizantes (raio x, alfa gama) Temperaturas extremas: Frio Calor Pressões anormais Umidade	Poeiras Fumos Névoas Néblinas Gases Vapores Substâncias, compostos ou produtos químicos em geral.	Vírus Bactéria Protozoários Fungos Parasitas Bacilos Sangue	Esforço físico intenso Exigência de postura inadequada (local de trabalho inadequado) Transporte manual de peso Postura inadequada Controle rígido de produtividade Imposição de ritmos excessivos Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico.	Arranjo físico inadequado Piso escorregadio Máquinas e equipamentos sem proteção Ferramentas inadequadas ou defeituosas Iluminação inadequada Eletricidade Probabilidade de incêndio ou explosão Animais peçonhentos. Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes.

Quadro 1 - Classificação dos riscos ocupacionais em grupos de acordo com a sua natureza e a padronização das cores correspondentes.

Fonte: MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 1994.

As ferramentas de análise e avaliação de risco têm a função de definir um processo a partir da orientação de uma metodologia, capaz de calcular o risco de um certo evento. Existem muitas técnicas e ferramentas para realizar análises de risco de segurança, para análises qualitativas, quantitativas e semi-quantitativas.

Pedro (2006) argumenta que os métodos qualitativos se caracterizam por descreverem ou esquematizarem os riscos de uma função ocupacional ou instalação, sem que se alcance a quantificação dos riscos. O grau de segurança é frequentemente determinado em função da conformidade da instalação, dos processos e dos procedimentos com as normas e regulamentos de segurança aplicáveis e demais regulamentações que

também apresentam força de lei. Os métodos qualitativos são essencialmente ferramentas de identificação e registro dos riscos existentes como o método *checklist* por exemplo.

O método quantitativo como o próprio nome indica são os métodos capazes de quantificar e atribuir um valor à probabilidade da ocorrência de determinado evento. Portanto, nestes métodos os eventos estão associados a um valor estimado e, conseqüentemente, estima-se a dimensão dos possíveis prejuízos, como o método da árvore da decisão (PEDRO, 2006).

Uma alternativa aos métodos qualitativos e quantitativos são as ferramentas de análise de risco semiquantitativas, as quais são compostas por uma fase de identificação de risco. Neste tipo de análise alternativa o risco não é um valor numérico direto, na realidade, trata-se do resultado da combinação de probabilidade e severidade, envolvendo uma classificação em faixas ou níveis de riscos (LEINFELDER, 2016).

Este trabalho aborda a análise e avaliação de risco a partir da ótica de um método semiquantitativo o WRAC (*Workplace Risk Assessment Control*). O WRAC é uma ferramenta participativa muito poderosa no sentido de identificar perdas potenciais de operação, produção e manutenção. Esta técnica vem sendo comumente aplicada com sucesso na mineração desde 1989.

WRAC consiste no método semiquantitativo capaz de examinar uma área específica ou o ambiente de trabalho em sua totalidade no sentido de garantir o entendimento de cada um dos riscos para que estes sejam identificados e controlados, mantendo-os em um nível aceitável e cada vez menor. Utiliza-se também de abordagem matricial para definir nível de risco proveniente de estimativas de conseqüências e probabilidade (STANDARDS NEW ZEALAND, 1999).

O WRAC é feito de acordo com o passo-a-passo do método pela equipe de trabalhadores da mina, guiando-os através da verificação dos processos ou operações a serem revistos.

A equipe de trabalhadores deve contemplar os diferentes departamentos da mina, o time deve conter diferentes tipos de trabalhadores como engenheiros, supervisores de produção e manutenção, operadores, eletricitas entre outros. O método é composto essencialmente pelos seguintes passos:

O primeiro passo consiste no diálogo com os colaboradores. Os participantes contribuem para a avaliação de risco do equipamento, o tipo de perigo a ser considerado (ao equipamento, pelo equipamento, ou ambos) e os resultados esperados da avaliação, por exemplo, guia operacional, especificações de compra, modificação de design e etc.).

No segundo passo uma lista de riscos e suas conseqüências é construída. É dado à equipe as diretrizes das áreas de perigo que precisam ser examinadas. Essas áreas são definidas segundo dados históricos ou questões técnicas (quando possível), criando uma lista de tipos de riscos e conseqüências.

O fluxograma dos processos e operações é o terceiro passo. O modelo de processos

para operações específicas é útil para desenvolver com a equipe no intuito de rever passos relevantes em suas operações. Um fluxograma do modelo é frequentemente usado para criar uma imagem clara no processo operacional (como feito nas Figura 2, Figura 3 e Figura 4).

Identificações extras nas atividades é o quarto passo. Algum desvio operacional razoável do modelo do processo (planejado ou não) que pode ter uma ocorrência provável deve ser identificado e adicionado ao fluxograma.

No quinto passo a Identificação deve ser concluída minuciosamente. Uma revisão do modelo deve ser feita, passo-a-passo. O quadro 2 apresenta o modelo no formato WRAC de identificação “*what if*” para os incidentes que possam vir a ocorrer, os quais são utilizados neste momento da análise.

O sexto passo consiste na formação do quadro de risco (fator de probabilidade). Uma classificação (ranque) de riscos é criado para cada cenário de perda, definindo o risco como uma combinação de consequências e probabilidade, podendo envolver pessoas, equipamentos e perda de produção. Métodos de pontuação quantitativa são usados, um exemplo de abordagem qualitativa de riscos. A probabilidade de ocorrência do evento é classificada em cinco categorias no *handbook* da indústria mineral australiana: **A**. Evento de ocorrência frequente, recorrência; **B** Evento que já ocorreu antes; **C** Evento de ocorrência provável; **D** Evento de ocorrência improvável; **E** Praticamente impossível de ocorrer o evento;

O sétimo passo é a formação do Quadro de risco (fator severidade) para este trabalho não foi considerado as consequências em termos de danos em equipamentos e produção que são mensurados por moeda econômica como dólares ou reais. Por isso, focou-se nos danos à saúde humana e aos danos materiais, que são classificados nos cinco tipos a seguir:

1. Fatalidade ou incapacidade permanente – danos materiais catastróficos;
2. Grande período de afastamento ou doença – danos materiais elevados;
3. Médio período de afastamento ou doença – danos materiais substanciais;
4. Curto período de afastamento ou doença – danos materiais moderados;
5. Sem grandes prejuízos a integridade física e sem perda de tempo – danos materiais leves. Vale a pena ressaltar que o guia da indústria mineral define os danos materiais de acordo com os valores monetários de prejuízos em termos de equipamentos e perda de produção.

Para este trabalho se considerou como curto período de afastamento até 15 dias corridos. Enquanto que médio período indica um tempo de afastamento compreendido de 15 dias e 30 dias.

Por sua vez, grande período corresponde a um tempo de afastamento superior a 30 dias. As três classificações de consequência são frequentemente consideradas, com

o ranque de riscos mais altos em qualquer categoria selecionado segundo o nível de consequência (onde 1 é o maior valor ranque). O método de uso do ranque do risco é apresentado no Quadro 2:

PROBABILIDADE ▼

CONSEQUÊNCIA ►

	A	B	C	D	E
1	1	2	5	7	11
2	3	5	8	12	16
3	6	9	13	17	20
4	10	14	18	21	23
5	15	19	22	24	25

Quadro 2 - WRAC avaliação de risco.

Fonte: Department of Mineral Resources(AUS), 1997.

No oitavo passo é feita a correlação entre probabilidade vs. Severidade. As pontuações servem para ranquear todos os cenários de perda com a finalidade do método do dispositivo para reduzir riscos. As discussões ocorrem por todos os cenários ranques com riscos inaceitáveis (de 1 a 15 do Quadro 2).

Finalmente o grupo identifica, planeja e define métodos de controle potenciais adicionais para reduzir probabilidade e consequências para cada risco, dando prioridade ao maior risco (1 é o risco mais alto). Neste ponto existe uma oportunidade de introduzir melhorias na segurança de engenharia, gestão de sistemas e outros procedimentos de controle de perda.

A análise de possíveis métodos de controle é o nono passo. O exercício é concluído depois da documentação de controles potenciais por prioridade de riscos e os resultados são documentados para ser revisto pelo cliente (geralmente o administrador). Os resultados provenientes do passo 8 devem incluir designs alternativos ou ideais operacionais que possa precisar de discussões adicionais, talvez, análise de custo benefício antes que o plano de ação final seja implementado (DEPARTMENT OF MINERAL RESOURCES, 1997). O produto final do WRAC é a lista atualizada e planejada de novos controles potenciais para reduzir riscos de equipamentos prioritários. Esta lista pode então ser usada para desenvolver outros resultados específicos para o ciclo de vida do equipamento.

Por último foi realizada uma análise e avaliação de risco complementar através do método Bowtie de causa e efeito ocupacional do empreendimento foco do estudo deste trabalho, além de fazer sugestões para mitigar os riscos das atividades que se apresentaram como risco crítico.

4 | DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A identificação de risco foi levantada como exposto no método WRAC e, posteriormente, os dados foram moldados seguindo a portaria N.º 25, de 29 de dezembro de 1994, ou seja, foi realizado com os resultados o mapa de risco por local e por atividade no caso das atividades auxiliares. Construir o mapa de risco de maneira mais completa, mas principalmente por causa que riscos significativos são expostos nestes ambientes também. Por isso, foram incluídos estes quatro ambientes neste estudo. Este tópico discute os riscos identificados sejam eles separados por local ou por atividade. Os riscos identificados e reproduzidos em mapa de risco foram resumidos no Quadro 3.

O quadro indica a dimensão do risco em pequeno, moderado ou grande, a natureza do risco segundo legislação citada acima, apresenta resumidamente exemplos de riscos registrados por atividade e por localização do empreendimento, incluindo inclusive áreas administrativas e de vivência como refeitório e alojamento.

LOCAL/ATIVIDADE	RISCOS					DESCRIÇÃO
ÁREA ADMINISTRATIVA E DE VIVÊNCIA	Físicos	Químicos	Biológicos	Ergonômicos	Acidentes	Exemplificação de alguns riscos
Guarita	-	B	-	-	-	Suspensão de areia com o tráfego de automóveis, ausência de janelas de vidro
Escritório	B	-	B	B	B	Banheiro interditado, papéis antigos, Bebedouro sem manutenção
Cozinha e refeitório	B	-	C	B	M	Alimento (atrai) microorganismos, fios desencapados, altas temperaturas, animais domésticos
Alojamento	-	-	M	-	B	Banheiros interditados, má higiene do local, iluminação mínima e inadequada
OFICINA (manutenção de equipamentos)						
Solda	C	C	-	M	C	Alta temperatura, fumaça, iluminação inadequada
Lixadeira elétrica	M	-	-	M	C	Alta temperatura, fumaça, esforço físico, equipamento sem proteção, iluminação inadequada
Parafusadeira pneumática	M	-	-	M	M	Alta temperatura, fagulhas, centelha, fumaça, transporte manual do cilindro de oxigênio
Maçarico	C	C	-	B	C	trabalha diretamente com chamas, faíscas e fumos, iluminação inadequada
Esméril de bancada	M	-	-	B	C	Geração de fumaça, altura da mesa exige má postura, além de iluminação inadequada
DEPÓSITO						
Galpão enclausurado	B	M	C	B	M	Equipamentos defeituosos, parados, Produtos químicos de veículos, má iluminação, morcegos
LAVRA						
Perfuração	M	C	-	M	C	Carregamento dos furos com Explosivos, grande esforço físico, animais peçonhentos, calor
Desmonte com explosivos	M	C	-	C	C	Vibração, ruído, poeira, ultra lançamento, animais peçonhentos, calor e esforço físico
Carregamento	B	C	-	-	M	Queda do material e colisão de equipamentos
Transporte	B	C	-	-	M	Acidente de trânsito de mina e desprendimento de carga
PÁTIO DE BRITAGEM						
Britagens (1ª & 2ª) e peneiramento	C	C	C	B	C	Ruído, vibração, poeira, ritmo de produtividade, máquinas sem proteção, morcegos
Carregamento e transporte do produto	B	C	-	B	M	Ruído, poeira de produto fino, repetitividade, trânsito do pátio sem sinalização
ATIVIDADES COMPLEMENTARES						
Limpeza do alimentador de correia	M	-	-	C	B	Poeira, ruído, grande esforço físico braçal repetitivo
Çamento de carga	-	-	-	M	C	Suspensão de equipamentos pesados com auxílio manual
Manutenção de correia	-	-	-	B	C	trabalho em altura, má locomoção ao longo da correia
LEGENDA	Intensidade dos riscos		Número de trabalhadores expostos aos riscos			Pedreira Paraense
	B= Baixo risco	Físicos	Ergonômicos			
	M = risco moderado	Químicos	De Acidentes			
	C= risco crítico	Biológicos	Total			

Quadro 3 - Levantamento e classificação dos riscos identificados.

Todos os locais ou atividades listadas no Quadro 3 serviram para criação do mapa de risco em croqui como exemplo é possível visualizar a Figura 8 que apresenta o pátio de britagem e seus riscos devidamente identificados.

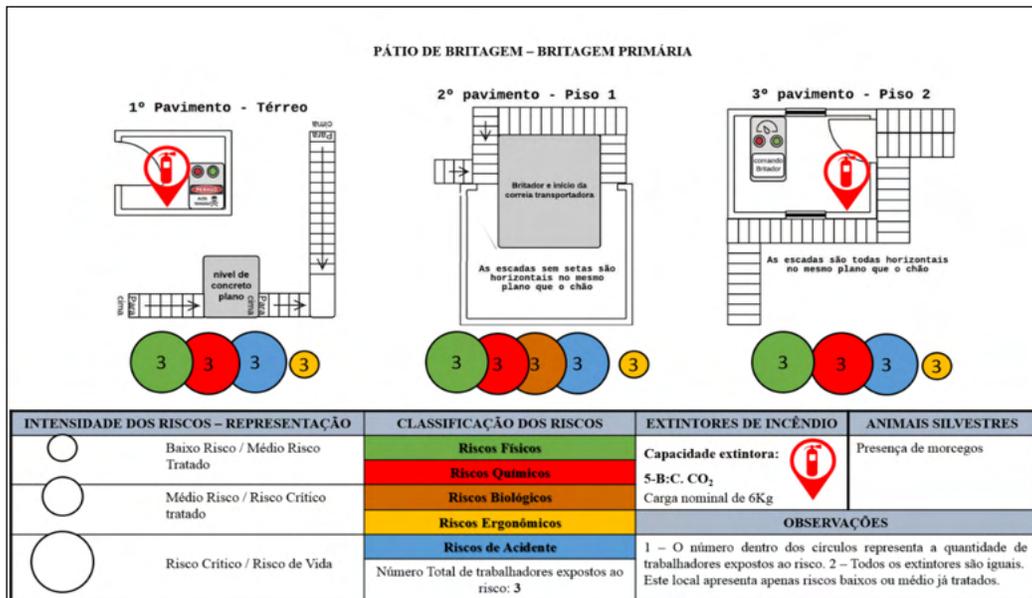


Figura 8 - Exemplo do mapa de risco criado.

O quadro de análise e avaliação de risco WRAC foi criada para as atividades e locais discutidos ao longo do trabalho. É de suma importância compreender que quanto menor o valor da tabela maior o risco e mais prioritariamente se deve tratá-lo. Por exemplo, o evento de ocorrência mais frequente serão aqueles representados pelo A e o risco de maior severidade é identificado como o 1, sendo assim, o risco A1 (valorado como 1) é o maior risco que merece maior atenção, enquanto que o risco 5A (valorado como 25) é o risco quase que negligenciável.

DESMONTE					
	A	B	C	D	E
1	1	2	5	7	11
2	3	5	8	12	16
3	6	9	13	17	20
4	10	14	18	21	23
5	15	19	22	24	25

Quadro 4 - Resultado WRAC para o desmonte da pedra paraense.

Segundo a avaliação realizada na tabela WRAC onde aponta a atividade como a mais alarmante dentre todas na pedreira, decidiu-se realizar também a análise de risco do tipo Bowtie para que possa ser observado também as possíveis causas, barreiras e consequências. O desmonte com explosivos (ANFO) é a atividade de mais alto risco à vida humana na pedreira. Por causa deste fato, trata-se de uma atividade com riscos

intoleráveis, podendo causar até mesmo a morte, por algumas distrações, ainda que o desmorte ocorre em uma média de três em três semanas de frequência.

O serviço mesmo que terceirizado, destaca-se dos demais por causa do elevado risco, é a atividade que deve receber a maior prioridade entre todas por causa do grau determinado pelo método, grau de prioridade um.

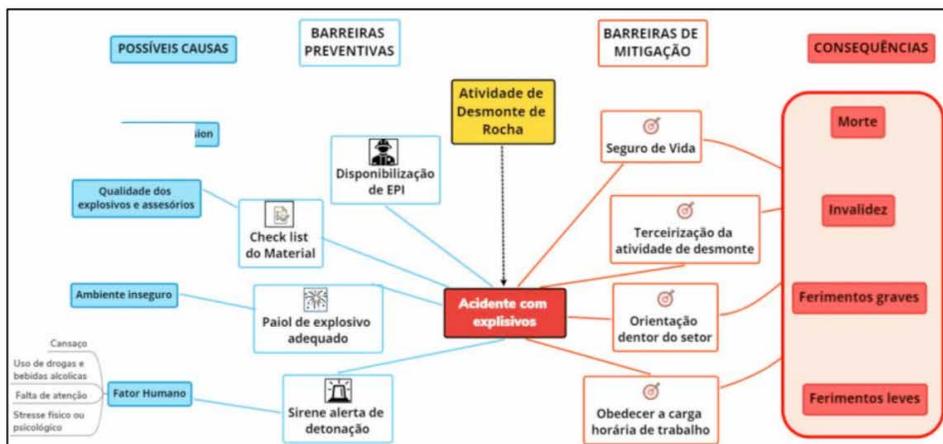


Figura 9 - Relação de cause e efeito pelo método bowtie.

O desmorte consiste na detonação dos explosivos que libera energia e gases de expansão mássica, a explosão que é responsável pela desagregação das rochas altamente competentes. O desmorte ocorre com uma frequência média de uma vez por mês ou ainda de três em três semanas dependendo da demanda. Os riscos químicos presentes na atividade de desmorte são de elevado grau, visto que é nesta etapa ocorre a liberação de gases de expansão e fumos provenientes de explosivos detonados, além de finos do material rochoso, do mesmo modo, os riscos de acidente. Similarmente, os riscos ergonômicos postura posição alocação dos explosivos nos furos da massa rochosa amarração do plano de fogo e sequencia de detonação. Por sua vez, os riscos físicos nesta atividade são de pequeno grau, pois está relacionada somente com a exposição à radiação solar e altas temperaturas o ano inteiro devido ao clima da região. Há inúmeros riscos de acidente relacionados com emulsões encartuchadas que não detonam ou ainda detonam antecipadamente.

No desmorte de rocha com explosivos os riscos de incêndio e acidentes em geral estão ligados à manipulação dos acessórios de detonação químicos e explosivos. Os riscos associados a explosivos vão desde pequenos danos materiais até a morte de trabalhadores como já foi registrada nesta pedreira estudada. Sendo, portanto, uma das atividades de maior risco.

ATIVIDADES	PRIORIDADE
DESMONTE	1
BRITAGEM 1ª, 2ª E PENEIRAMENTO	3
IÇAMENTO DE CARGA	5
PERFURAÇÃO	6
MANUTENÇÃO DE CORREIA	9
CARREGAMENTO	12
OFICINA E DEPÓSITO	12
TRANSPORTE	12
COZINHA	13
REFEITÓRIO	13
GUARITA	14
ESCRITÓRIO	18
LIMPEZA DO ALIMENTADOR DE CORREIA	21
ALOJAMENTO	24

Quadro 5 - prioridade das atividades para o plano estratégico de segurança ocupacional.

É importante frisar que a coloração indicada na prioridade segue a ideia de cores da tabela WRAC apresentada nos tópicos anteriores, onde verde significa risco tolerável, amarelo representa o risco considerável, em laranja o risco moderado e em vermelho o risco intolerável e quanto menor o valor da prioridade mais crítico é a atividade relacionada. Estes resultados demonstra que a britagem e o içamento de carga merecem grande atenção tal como apresentado na Tabela 1 e, por isso, serão discutidas a seguir.

Britagem primária, secundária e peneiramento compõe o ambiente ocupacional do pátio de britagem como um todo, e devido a inúmeras consequências gravíssimas e elevada probabilidade de ocorrência, definiu-se como um ambiente com riscos intoleráveis (Pontuação=3) uma das valorações mais altas do estudo e, portanto, requer prioridade no tratamento de seus riscos. As possíveis consequências são inúmeras no pátio de britagem, trata-se do local mais propício a adquirir a doença ocupacional de silicose, pela aspiração de particulado rochoso muito fina, além de problemas auditivos devido o ruído intenso e contínuo.

A consequência da presença dos morcegos neste ambiente de trabalho pode facilitar a contaminação de doenças que estes mamíferos são capazes de transmitir doenças através do contato com suas excreções ou ainda com mordida (ainda que seja incomum).As principais doenças que os morcegos transmitem são: a raiva, salmonelose e a histoplasmose (infecção pulmonar). Os riscos de acidente podem causar escoriações, até mesmo perda de dedos ou partes do corpo, uma vez que o contato direto com as peças de rolagem expostas exerce grande torque. Outro risco de acidente consiste em não delimitação de onde deve haver fluxo de pessoas e onde deve haver fluxo de maquinário.

Por sua vez, o içamento de carga apresenta consequências extremas, pode causar até mesmo a morte, como por exemplo na situação visualizada na Figura 7, poderia ocorrer o desprendimento de uma carga caso o cabo de aço se rompesse durante o içamento, ocasionando esmagamento do trabalhador, na Figura 7 se observa o colaborador utilizando um boné ao invés do capacete sobre uma carga elevada que faz movimento pendular sobre o mesmo. esta situação é altamente passível de sinistro vistas as condições do cabo de aço utilizado na atividade. O maior risco da atividade de içamento de carga é o esmagamento devido à queda de peças mecânicas extremamente pesadas, uma vez que pelo menos um operador fica abaixo da carga suspensa. As consequências dos riscos de acidente vão desde pequenas escoriações e lesões, até mesmo esmagamento de dedos e membros, sendo passível até mesmo de morte por esmagamento. Os riscos ergonômicos cansaço físico, dores musculares, ou até mesmo, dependendo da frequência de exposição ao risco, problemas irreversíveis na coluna.

No desmonte o fornecimento e aplicação dos explosivos é terceirizado, o *blaster* (operador responsável pela detonação) e o motorista da empresa terceirizada trazem as emulsões explosivas encartuchadas de outro estado da federação. O explosivo atualmente utilizado é o ANFO (*Ammonium Nitrate / Fuel Oil*). Não é aconselhável permanecer próximo aos explosivos quando não for função do trabalho, portanto, as sugestões para melhorar a segurança na atividade do desmonte de rocha são centradas na ideia de manter distância dos explosivos, os trabalhadores que não auxiliam no desmonte de rocha, inclusive o motorista da empresa terceirizada não deve permanecer no local do desmonte, deve-se reduzir o pessoal autorizado a estar na frente de lavra durante a operação e isolar o ambiente desde o início da atividade de alocação dos explosivos.

A sugestão para controlar os riscos de acidente no pátio de britagem consiste na sinalização e separação do trânsito de pessoas e do trânsito de veículos. Não pode ser feita implementação de saúde e segurança neste ambiente de trabalho quanto a produção de particulado que é gerado nas britagens primária, secundária e no peneiramento, portanto, deve-se utilizar além de capacete e óculos de proteção, exigir o uso de máscara de proteção contra partículas sólidas no ar e protetores auriculares, reduzindo os efeitos dos ruídos.

Para controle do risco biológico é indicada a detetização dos locais que são verdadeiros criadouros de morcegos e limpeza do piso onde estão depositados muitos excrementos do animal. Bem como criar barreiras de proteção quanto às peças rolantes do maquinário de exposição, como telas grades e outras barreiras físicas que evitem o contato direto.

Quanto ao içamento de carga, deve-se providenciar equipamentos adequados para suspensão das peças de grande peso, não necessariamente um caminhão *munck*, mas equipamentos auxiliares como de pontes rolantes suspensa ou apoiada, talhas elétricas de cabo de aço ou corrente, guindastes giratórios e guinchos de alavanca, através destas medidas é possível tanto mitigar os riscos de acidentes quanto os riscos ergonômicos.

51 CONCLUSÃO

Este trabalho é composto pelas etapas de levantamento, análise e avaliação de riscos ocupacionais em uma pedreira localizada no nordeste do estado do Pará. Foram realizados o levantamento de riscos e a elaboração do mapa de riscos na etapa inicial de identificação. A segunda etapa consistiu na execução da análise e da avaliação de riscos por meio do método semiquantitativo WRAC. A partir deste método de controle de riscos no ambiente de trabalho foi criada uma lista de atividades prioritárias, as quais demandam maior atenção no âmbito de saúde e segurança de mina.

A terceira etapa compreendeu uma análise complementar que expõe a relação de cause e efeito dos riscos, utilizando a ferramenta bowtie. Com este estudo fundamentado nos preceitos da segurança ocupacional da pedreira, ainda foi possível fazer sugestões de melhoria, as quais podem ser implementadas como medidas de controle pela empresa, minimizando os riscos de saúde e segurança, em alguns casos até mesmo eliminá-los, além de reduzir custos. É de suma importância eliminar os perigos e minimizar os riscos de saúde, tomando medidas de prevenção e de proteção eficazes.

Este estudo apontou como a atividade de maior fator de risco o desmonte de rochas com explosivos, causas, consequências, barreiras preventivas e mitigadoras desta atividade foram avaliadas. Foi possível citar como medidas de controle, para o desmonte de rocha com explosivos, isolar a área do desmonte e a reduzir a circulação de pessoas autorizadas a estarem na frente de lavra nesta operação desde o momento da alocação dos explosivos nos furos de detonação.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Inspeção do Trabalho. Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho. Manual de auxílio na interpretação e aplicação da norma regulamentadora n.35 - trabalhos em altura: NR-35 comentada. Brasília: SIT/DSST, 2012.

BRASIL. Ministério do trabalho e emprego. Manual de Auditoria em Segurança e Saúde no Setor Mineral. Ano 2011. Disponível em: <<http://www.gerenciamentover de.com.br>>. Acesso em: 26 dez. 2018.

DEPARTMENT OF MINERAL RESOURCES, NSW (AUS). Risk management handbook for the mining industry. Sydney: Mineral Resources, 1997.

GOOGLE MAPS, 2019. Disponível em: <<https://maps.google.com.br/maps>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (BR). Portaria nº 25, de 29 de dezembro de 1994. Regulamenta a classificação dos principais riscos ocupacionais para produção de mapa de risco. Diário Oficial da União de 30/12/94 – Seção 1 – págs. 21.280 a 21.282. Republicada em 15/12/95 – Seção 1 – págs. 1.987 a 1.989.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (BR). Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. NR 22 Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração. 2018.

Disponível <trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-22-atualizada-2018.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2018.

Pedro R. Métodos de Avaliação e Identificação de Riscos nos locais de Trabalho. Tecnometal. 2006 disponível em <<http://www.rpso.pt/metodos-avaliacao-riscos-laborais-introducao-generica/>> acessado em 01 dez. 2018.

STANDARDS NEW ZEALAND. Risk management; AS/NZS 4360:1999. Strathfield, NSW. 1999.

ÍNDICE REMISSIVO

9GDL 70

A

Algoritmos 31, 35, 36, 58, 226, 237

Ambiência 124, 126, 127, 129, 132, 133, 134, 135

Análise de sensibilidade 153, 225, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 236

B

Biocombustível 86

Biodigestor 86, 88, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 98

Biomaterial 184, 185, 194

Bowtie 155, 162, 166, 168, 169, 172

C

Casca de ovos de galinha 184

Cava final 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 236

Confiabilidade 147, 240, 247, 249, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259

Coronavírus 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10

Covid-19 1, 2, 4, 9, 10, 256

D

Data centers 253

Descarga atmosférica e ATPDraw 196

Dinâmica 20, 22, 24, 25, 26, 35, 69, 70, 71, 72, 74, 120, 133

Disponibilidade 39, 88, 115, 116, 120, 212, 222, 223, 239, 246, 249, 253, 255, 256, 258

E

Encargos complementares 136, 137, 151

Engenharia de custo 136, 140

Equipamentos de proteção individual-(EPI) 136, 141, 146, 151, 152

Escalonamento 31, 32, 33, 39

Essências florestais 11, 12

Evaporação 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123

F

FCA 69, 70, 71, 72

Filtração 86

Física do solo 11

G

Gestão de processos 209

I

Idoso 132, 134

Índice de qualidade de Dickson 11, 13, 14

Indústria aeroespacial 238, 239, 240, 241, 242, 243, 245, 246, 247, 248, 249

Integrado e sustentável 41, 47, 55

L

Laminados 100, 102

Linhas de transmissão 196, 197, 199, 201

M

Manufatura aditiva 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 251

Melhoria continua 209

Metano 86, 89, 90, 91, 95

Método das funções de Green 100

Monetita 184, 185, 189, 190, 191, 192

Moradia adequada 124, 126, 127, 133, 135

Motion cueing 70, 72, 73, 75, 77

N

Nordeste 23, 114, 115, 116, 121, 123, 172, 214, 215, 217, 218

O

Orçamento de obra 136

Otimização 58, 59, 183, 209, 226, 230, 235

P

Pandemia 1, 4, 9, 10, 256, 259

Pedreira 155, 156, 157, 159, 161, 162, 168, 169, 172

Planejamento de lavra 225, 228

Planejamento participativo 41, 46, 47, 55

Plano municipal de saneamento básico 41, 47, 49, 50, 52, 54, 55, 56

Platibandas 18, 20, 25, 26

Políticas públicas 41, 42, 43, 45, 46, 54, 57, 132

Potência reativa 58, 59, 63, 64, 67

Preço da rocha fosfática 225, 228, 229, 233

Pressão efetiva 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27

Processos 8, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 79, 87, 89, 92, 93, 121, 128, 141, 151, 163, 164, 175, 193, 204, 209, 211, 223, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 245, 246, 247, 248, 249

Projeto de cobertura 18

Prospecção 1, 3, 8, 116, 117, 174, 177, 178, 179, 182

Q

Qualidade de mudas 11, 12, 15, 16

R

Regiões críticas 31

Relações socioespaciais 124, 132, 133

Reservatórios superficiais 114, 116, 117, 119, 121, 122

Revisão sistemática da literatura 238, 240

Rota úmida 184, 187, 188

S

Segurança de mina 155, 172

Semáforos 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39

Simulador 31, 36, 37, 38, 39, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 77

Síntese 134, 140, 184, 185, 186, 187, 194, 203, 204, 205, 206, 208

Sísmica 174, 175, 176, 177, 180, 181, 182, 183

Sistemas de potência 58

Substrato 11, 13, 14, 15, 88, 89

T

Timoshenko 100, 101, 102, 103, 106, 107, 112, 113

V

Ventilação de mina 209, 210, 213, 215, 222

Vigas 100, 101, 102, 103, 104, 106, 112

W

WRAC 155, 156, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 172

Atena
Editora

Ano 2021



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

***A visão sistêmica e integrada
das engenharias
e sua integração com a sociedade***

Atena
Editora

Ano 2021



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

*A visão sistêmica e integrada
das **engenharias**
e sua **integração com a sociedade***
