



# 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto: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**

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

# CAPÍTULO 6

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

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 19/08/2020

### Silas Leonardo Dias Vasconcelos

Programa de Pós-graduação em Engenharia Mineral – Universidade Federal de Pernambuco Recife - PE  
<http://lattes.cnpq.br/8355990043138309>

### Suelen Silva Rocha

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

### Júlio César de Souza

Dept. de Engenharia de Minas – Universidade Federal de Pernambuco Recife - PE  
<http://lattes.cnpq.br/4295864256992991>

### Bruno Cordeiro Cerqueira das Neves

Pedreira Herval Barreiros - PE  
<http://lattes.cnpq.br/1435487767030522>

**RESUMO:** A rocha britada é um dos principais produtos minerais produzidos no Brasil, representando uma parte significativa do setor mineral. A brita é produzida geralmente a partir de rochas ígneas e é utilizada como agregado graúdo na indústria do concreto. A extração desse bem mineral é realizada com o uso de explosivos, através de processos de desmontes de rocha. Os blocos de rochas desmontadas que

não apresentam dimensões compatíveis com as etapas subsequentes (*oversizes*) passam por um desmonte secundário que pode ser realizado de maneira mecânica ou novamente com explosivo. Este trabalho comparou o desmonte secundário com uso de carga explosiva interna ao bloco e o método com o rompedor hidráulico. Foram quantificados os custos relacionados a esses dois tipos para determinar a maneira mais economicamente vantajosa de fazê-lo. O rompedor hidráulico se mostrou mais rápido e eficiente que o método com explosivo. Os custos nos processos foram similares, porém as limitações e as variáveis presentes no método com explosivo prejudicam sua eficiência.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mineração de agregados, Desmonte secundário, Rompedor hidráulico, Explosivos.

### TECHNICAL-ECONOMIC EVALUATION OF SECONDARY BLASTING METHODOLOGIES FOR A AGGREGATE MINING

**ABSTRACT:** Crushed rock is one of the main mineral products produced in Brazil, representing a significant part of the mineral sector. The gravel is generally produced from igneous rocks and is used as a bulk aggregate in the concrete industry. The extraction of this mineral resource is carried out with the use of explosives, through processes of rock blasting. Fragmented rock blocks that don't have dimensions compatible with subsequent operations (*oversizes*) pass through a secondary blasting that can be performed mechanically or again with explosive. This work compared the

main methods of secondary blasting used, which are: the secondary blasting with the use of internal explosive charge to the block and the method with the hydraulic breaker. The costs related to these two types were quantified to determine the most economically advantageous way to do it. The hydraulic breaker proved to be faster and more efficient than the explosive method. The costs in the processes were similar, but the limitations and variables present in the method that uses explosive impairs its efficiency.

**KEYWORDS:** Aggregate mining, Secondary blasting, Hydraulic Breaker, Explosives.

## 1 | INTRODUÇÃO

Desde a Idade da Pedra, o homem vem utilizando rochas para o seu desenvolvimento e à medida que o homem foi se tornando sedentário e passou a fase de urbanização, as rochas passaram a ter enorme importância, sendo utilizadas nos mais variados tipos de construções. No início, as técnicas de uso das rochas eram extremamente rudimentares e com os avanços tecnológicos ocorreram grandes melhorias nos processos de lavra nas pedreiras. Ainda hoje, grandes quantidades de rochas britadas são utilizadas na construção de edifícios, casas, estradas e outras obras civis (KOPPE, 2009).

Os agregados são matérias-primas minerais de grande importância para o desenvolvimento socioeconômico de um país e igualmente importante para a qualidade de vida da sociedade. São as substâncias minerais mais consumidas e, portanto, os mais significativos em termos de quantidades produzidas no mundo. As minerações típicas de agregados para construção civil são os portos-de-areia e as pedreiras, como são popularmente conhecidas. Geralmente as rochas usadas na produção de brita são os granitos, basaltos e gnaisse (FERREIRA, 2009).

A exploração de maciços rochosos para a produção de brita é realizada com uso de explosivos através da elaboração de um plano de fogo, o qual leva em consideração as propriedades do maciço e do explosivo. O procedimento tem como principal objetivo fragmentar o material até dimensões adequadas para as operações subsequentes (KOPPE, 2009). Na maioria das vezes, na mineração de agregados, resultam do desmonte primário de rochas alguns fragmentos que não podem ser carregados pela escavadeira ou são maiores que a alimentação do britador; tais fragmentos são denominados *oversizes* (figura 1). Nestes casos, a fim de adequar o material à granulometria exigida, torna-se necessário realizar a operação de desmonte secundário, seja por meio mecânico ou com uso de explosivo (STIEHR; DEAN, 2014).





Figura 1 - Blocos de rocha com dimensões incompatíveis com maquinário

Fonte: AUTORES (2017)

O desmonte secundário é o processo de redução de materiais de grandes dimensões. O material de tamanho excessivo pode ser causado por muitos fatores, incluindo geometria do desmonte, pré-condicionamento do maciço, design impróprio, geologia, mau funcionamento dos explosivos e falha de ignição. Reduzir pedaços grandes de rocha para um tamanho gerenciável é uma operação muito cara e geralmente requer um trabalhador qualificado para executá-la corretamente (FERREIRA, 2009).

O desmonte secundário realizado com explosivo o mesmo pode ser alocado na superfície do bloco ou no interior, por meio de uma perfuração prévia. Nesses dois métodos estão envolvidos diversos fatores, tais como: mão de obra, equipamentos e insumos.

No estudo dos equipamentos a determinação do custo horário é um parâmetro bastante difícil de ser obtido, em razão da diversidade de fatores que nele incide, além da grande variedade de modelos existentes e cujas características próprias são diferentes. Além disso, as condições específicas de uso da máquina provenientes de circunstâncias locais como, topografia, tipo de solo e características especiais do serviço, podem influir sensivelmente no aumento ou diminuição dos custos. Por isso, a determinação prévia dos custos só é feita sob forma de estimativas, baseadas em hipóteses razoáveis, que podem se aproximar ou fugir dos custos reais apropriados, dependendo dos parâmetros adotados e da experiência do orçamentista (RICARDO; CATALANI, 2007).

Com o enfraquecimento da construção civil a nível nacional, encontrar maneiras de reduzir os custos operacionais é fundamental para qualquer empresa manter-se competitiva no mercado. Neste contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar os dois principais métodos de desmonte secundário, desmonte secundário com carga explosiva interna e o desmonte secundário através de rompedor hidráulico, utilizados na Pedreira Herval, localizada no município de Barreiros- Pernambuco, visando a determinação do método mais vantajoso economicamente.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização a comparação de custos referentes às formas de desmonte secundário escolhidas, foram coletados e analisados os custos unitários de cada procedimento em função custo horário e outras despesas de execução, para obter uma comparação econômica entre os métodos aplicados. Os valores utilizados foram obtidos através de fabricantes de máquinas e equipamentos, da pedreira Herval e da Convenção Coletiva de Trabalho (CCT).

Segundo Ricardo e Catalani (2007), o custo horário que um equipamento gera para um empreendimento pode ser determinado, através da expressão (1). O valor inicial é constituído pela soma de todas as despesas ligadas à aquisição da máquina, como preço da compra mais impostos incluídos, despesas com financiamento, seguros, frete e armazenamento. A vida útil é o tempo em horas que a máquina ainda é rentável apesar de seus gastos associados. Em seguida, o valor residual, que é o valor de revenda do equipamento ao fim de sua vida útil, é claro que pode variar bastante, pois será afetado pelos cuidados com a manutenção e operação racionais.

$$\text{Depreciação horária } (D_h) = \frac{\text{Valor inicial} - \text{Valor residual}}{\text{Vida útil (em horas)}} \quad (1)$$

### 2.1 Análise da Viabilidade Técnica

Para a determinação dos custos do desmonte secundário utilizando cargas explosivas internas, foi feito um levantamento de todos os materiais, equipamentos e mão de obra envolvida no procedimento. Na etapa de furação dos *oversizes* foram coletados os custos correspondentes à depreciação (Tabela 1) da perfuratriz manual e do compressor, o combustível e o valor gasto pela empresa com os funcionários (marleteiros) mais encargos sociais. A perfuratriz exige um grande consumo de ar, sendo necessário um compressor compatível com esse consumo, em geral compressores com 30 - 40 CV de potência. No carregamento dos furos com explosivos, estão envolvidos os custos do explosivo e funcionários para carregar e tamponar todos os furos.

Equipamento	Valor de compra (R\$)	Valor residual (R\$)	Vida útil (h)
Perfuratriz	4.000,00	1.000,00	15.000
Haste	500,00	0	250
Compressor	10.000,00	3.000,00	25.000

Tabela 1 - Valores relacionados ao marletele e ao compressor

Fonte: AUTORES (2017)

Durante a análise da perfuração com a perfuratriz pneumática manual foi obtida a média do tempo para executar um furo com 2/3 a 3/4 da espessura do bloco, mais o tempo médio que o colaborador despendeu para se posicionar em outro bloco e por último o tempo gasto na troca de haste devido à diferença de comprimentos. Sabendo o volume total de blocos perfurados, foi aproximado o tempo necessário para perfurar um determinado volume de *oversize* e assim definir a taxa de metros cúbicos furados em função do tempo, 0,12 m<sup>3</sup>/min. É importante lembrar que para a perfuração são necessários no mínimo dois marteleteiros, por questões de integridade do funcionário, não sendo possível o mesmo trabalhador executar esta tarefa por várias horas seguidas. A figura 2 ilustra a etapa de perfuração do *oversize* com a perfuratriz pneumática.



Figura 2 - Perfuração dos matacões, preparação para o desmonte secundário

Fonte: AUTORES (2017)

O consumo energético do compressor foi determinado através de tabelas da Celpel, referentes a empresas do porte da Pedreira Herval, garantindo uma aproximação razoável do valor real. Para esse método foi considerado o uso de dois marteleteiros na perfuração e três ajudantes no carregamento e tamponamento dos furos. A tabela 2 apresenta os custos com mão de obra mais os equipamentos, em função do tempo. Os custos com 50 kg de emulsão encartuchada (8"x1") e acessórios foi de R\$ 315,00 e R\$ 140,00 respectivamente. Os preços dos explosivos foram fornecidos por fabricantes.

Componentes	R\$/h
Dep. Perfuratriz	0,20
Dep. Haste	2,0
Dep. Compressor	0,28
Cons. de energia (30 KW)	21,25
Marteleteiro (x2)	18,20
Ajudantes p/carregamento (x3)	27,30
<b>Total</b>	<b>69,23</b>

Tabela 2 - Total de custos variáveis do desmonte secundário com carga interna

Fonte: AUTORES (2017)

## 2.2 Desmonte Mecânico (Rompedor Hidráulico)

O rompedor hidráulico é formado por uma escavadeira equipada com um braço rompedor (que gera a percussão) e a ponteira, como é mostrado na figura 3. Os três componentes se depreciam durante a realização das tarefas, entretanto o custo associado à depreciação é diferente entre eles.



Figura 3 - Braço com rompedor hidráulico e escavadeira

Fonte: AUTORES (2017)

A produtividade do rompedor foi estimada por volta de 0,12 m<sup>3</sup>/min, determinada em função dos metros cúbicos de rocha fragmentados durante um dado intervalo de tempo. Os dados da escavadeira foram obtidos com vendedores, considerando modelos aproximadamente iguais, com capacidade de caçamba de 1,20 m<sup>3</sup> e peso operacional de 20 toneladas. A ponteira e modelo de rompedor foram escolhidos conforme a capacidade da escavadeira e suas especificações. A tabela 3 apresenta a média desses valores.

Equipamento	Valor de compra (R\$)	Valor residual (R\$)	Vida útil (h)
Escavadeira	440.000,00	120.000,00	20.000
Braço rompedor	95.000,00	20.000,00	16.000
Ponteira	3.500,00	0,00	20.000

Tabela 3 - Média dos valores obtidos com os fabricantes

Fonte: AUTORES (2017)

Também existem outros custos associados a esse método de desmonte secundário que, somados à depreciação, determinam o custo horário total da operação como é mostrado na tabela a seguir.

Componentes	R\$/h
Dep. Escavadeira	16,00
Dep. Rompedor	3,75
Dep. Ponteira	14,00
Combustível	14,00
Operador	12,7
Manutenção	9,00
<b>Total</b>	<b>69,45</b>

Tabela 4 - Quadro resumo dos custos com uso do rompedor hidráulico

Fonte: AUTORES (2017)

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para ser possível a determinação do custo unitário e a comparação entre os métodos de desmonte secundário foi estabelecido um denominador comum. A maneira escolhida para comparar as técnicas foi estipular um volume de rocha específica e determinar o custo total de cada procedimento para esse mesmo volume, considerando o máximo de variáveis encontradas.

Para avaliar este método como um todo é fundamental averiguar cada etapa discriminadamente, pois o número de horas necessárias para a execução de cada tarefa é diferente. No desmonte secundário com explosivos, a etapa de perfuração com a perfuratriz pneumática durou cerca de 14 horas, e foram necessárias 4 horas para carregamento e tamponamento dos furos. A tabela 5 apresenta o custo horário com as horas necessárias para executar cada parte do desmonte secundário de 100 m<sup>3</sup> de rocha. Apenas o custo com explosivos e acessórios são constantes.

Componentes	R\$/h	Horas	Custo final (R\$)
Dep. Perfuratriz	0,2	14	2,80
Dep. Haste	2	14	28,00
Dep. Compressor	0,28	14	3,92
Cons. de energia (40 CV)	21,25	14	297,50
Marteleteiro (x2)	18,2	14	254,80
Ajudantes (carreg.) (x3)	27,3	4	109,20
Explosivos (50 kg)	-	-	315,00
Acessórios	-	-	140,00
<b>Total</b>			<b>1151,22</b>

Tabela 5 - Custos do desmonte secundário, com carga interna, para 100 m<sup>3</sup> de rocha

Fonte: AUTORES (2017)

Na tabela é possível notar que os custos mais significativos estão associados à perfuração dos *oversizes*, ao consumo energético do compressor e ao funcionário que desempenha a tarefa. Vale salientar que existem inúmeros modelos de compressores e perfuratrizes, portanto esses gastos podem ser mutáveis. Foi considerada uma situação ideal para os marteleteiros, onde dois funcionários se revezaram para esta mesma tarefa. A operação completa dura cerca de 18 h, mas os desmontes com explosivos geralmente só podem ser realizados em determinados horários, devido a problemas com a vizinhança.

No método mecânico, a taxa de produção é de 0,12 m<sup>3</sup>/min do rompedor, como foi descrito anteriormente, portanto serão necessárias aproximadamente 14 horas trabalhadas para o equipamento romper cerca de 100 m<sup>3</sup> de rocha. A capacidade de produção do rompedor está diretamente ligada ao tamanho e forma dos *oversizes*, apresentando uma perda de produtividade ao trabalhar blocos muito grandes, aparentemente com volumes superiores a 2,5 m<sup>3</sup>. O custo horário de um rompedor hidráulico foi estimado em R\$ 70,00. Assim, considerando que o equipamento trabalha 8 horas diárias, foi possível determinar que o custo total de execução dessa tarefa é R\$ 980,00.

De posse dos custos das operações realizadas nos dois métodos, dividiu-se este pelo volume de *oversizes* desmontados e então determinou-se o custo unitário do desmonte secundário com carga interna e o custo unitário do desmonte secundário com o rompedor hidráulico, obtendo assim 9,80 R\$/m<sup>3</sup> e 11,50 R\$/m<sup>3</sup> respectivamente.

## 4 | CONCLUSÃO

Para fragmentar os *oversizes* de rocha (matações resultantes do desmonte primário) os dois métodos apresentaram resultados similares. Com o uso de desmonte com carga interna determinou-se um custo unitário de aproximadamente 11,50 R\$/m<sup>3</sup> e utilizando o rompedor hidráulico um custo unitário de 9,80 R\$/m<sup>3</sup>. Considerando que existem variações

no preço de equipamentos, energia, desgaste e outros, é razoável considerar que os dois métodos possuem o mesmo custo, porém as variáveis operacionais dos dois procedimentos são bem diferentes.

No desmonte secundário com uso de carga interna, foi considerado que o marteleteiro trabalhe de maneira frenética, porém, apesar de o dimensionamento prever 2 funcionários nessa função, dificilmente será possível alcançar esse nível de produtividade. Para execução do desmonte secundário também estão associados custos indiretos e alguns procedimentos que não foram contabilizados, tais como mobilização da empresa no momento da detonação, a logística dos explosivos (encomendas e fretes) e riscos associados ao uso deles.

Ao se utilizar o rompedor hidráulico as variáveis são menores, pois tem-se apenas um operador que trabalha de forma ergonomicamente correta em um ambiente salubre podendo trabalhar diversas horas sem intervalos. O custo de aquisição do conjunto do rompedor hidráulico se mostra como o maior empecilho para sua utilização; além disso, o rompedor perde bastante produtividade e se desgasta mais ao tentar romper blocos muito grandes, porém para *oversizes* menores apresenta um desempenho formidável. Pelos resultados dos ensaios realizados pode-se concluir que a produtividade média dos métodos estudados foi, respectivamente, de 7,14 m<sup>3</sup>/h para o rompedor hidráulico e 5,56 m<sup>3</sup>/h para o desmonte com cargas internas.

Ao término do trabalho conclui-se que o rompedor é a maneira mais vantajosa de executar o desmonte secundário, entretanto o uso de explosivos é muito mais eficiente e econômico em matacões de grandes dimensões (maior que 2,5 m<sup>3</sup>). Com o desenvolvimento deste trabalho, confirmou-se a influência da fragmentação na eficiência das operações mineiras subsequentes, sendo que quanto maior o grau de fragmentação menor o custo total de produção, já que assim se elimina a necessidade de desmonte secundário. Outro aspecto importante da economia numa exploração mineira, é que esta não deve ser vista como uma minimização de custo máximo em cada operação, mas sim a economia global de todas as operações, ou seja, o custo total por tonelada no final de todas as operações, uma vez que numa minimização excessiva de custos numa dada operação, pode levar a que os custos aumentem na operação consequente.

## REFERÊNCIAS

FERREIRA, G.E.; OLIVEIRA, B.R.G. Mercados de Agregados no Brasil. In: ALMEIDA, S. L. M.; LUZ, A. B. (editores). **Manual de agregados para Construção Civil**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral/Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2009. p. 03-27.

KOPPE, J.C.; COSTA, J. F. C. L. Operações de Lavra e Pedreiras. In: ALMEIDA, S. L. M.; LUZ, A. B. (editores). **Manual de agregados para Construção Civil**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI; 2009. p. 109-128.

RICARDO, H. S.; CATALANI, G. **Manual prático de escavação – Terraplenagem e escavação de rocha**. 3º edição. São Paulo: Pini, 2007.

STIEHR, J. F.; DEAN, J. L. Surface blasting. In: STIEHR, J. F.; DEAN, J. L. **ISEE Blasters' Handbook**. 18th edition. Ohio, USA: International Society of Explosives Engineers (ISEE), 2014.



## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abordagem Sistêmica 119, 120, 121, 131

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

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

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

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

### B

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

### C

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

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

### D

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

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

### E

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

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

Empresa Junior 198, 199

Energia Solar 1, 2, 3, 14

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

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

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

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

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

## **F**

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

Formação Técnica 211, 213, 218

## **G**

Geodésico 133, 134, 135, 138

Geotecnia 12, 196, 197, 199, 200

Geotecnologias 223, 225, 235

Gestão de Projetos 174, 181

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

Granulometria 62, 119, 121

## **I**

Impactos Ambientais 53

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

## **L**

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

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

## **M**

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

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

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

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

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

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

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

## **O**

Otimização 1, 51, 119, 120, 121

## **P**

Pandemia 254, 256, 257, 258, 263

Pedagogia 222, 254, 255, 263

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

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

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

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

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

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

## **R**

Recursos Hídricos 223, 224, 225, 227, 235

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

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

## **S**

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

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

Segurança no Trabalho 160, 175, 176

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

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

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

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

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

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

## **T**

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

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

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

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

## **V**

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

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

## **W**

Waldorf 254, 255, 256, 263

## **Z**

Zona Rural 200

# ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de  
Caráter Multidisciplinar

# 2

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de  
Caráter Multidisciplinar

# 2

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

@atenaeditora 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 