

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

2

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

2

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

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

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

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

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

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

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

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

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

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

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

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

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

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

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

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

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

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

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-561-7

DOI 10.22533/at.ed.617200911

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

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

PROPOSTA DE TELHA SOLAR PLANA INCORPORADA À CONSTRUÇÃO

Maria Magdalena Farina Martinez

Ronald Moises Hug Rojas

Matheus Vinicius Brandão

Oswaldo Barbosa Loureda

Oswaldo Hideo Ando Junior

DOI 10.22533/at.ed.6172009111

CAPÍTULO 2..... 15

APLICAÇÃO DE LAJES STEEL DECK EM EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS ANDARES

Elaine Garrido Vazquez

Renata Gonçalves Faisca

Stela Regina Magaldi Guimarães

DOI 10.22533/at.ed.6172009112

CAPÍTULO 3..... 26

ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UMA MARQUISE – ESTUDO DE CASO

Amanda de Moraes Alves Figueira

Carlos Fernando Gomes do Nascimento

Cynthia Jordão de Oliveira Santos

Débora Cristina Pereira Valões

Eliana Cristina Barreto Monteiro

Lucas Rodrigues Cavalcanti

Mariana Santos de Siqueira Bentzen

Paula Gabriele Vieira Pedrosa

Vanessa Kelly Freitas de Arruda

DOI 10.22533/at.ed.6172009113

CAPÍTULO 4..... 42

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

Iraúna Maiconã Rodrigues de Carvalho

Jussara Socorro Cury Maciel

DOI 10.22533/at.ed.6172009114

CAPÍTULO 5..... 53

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

Flávio Nunes do Prado

João Eduardo Rocha dos Santos

Edson Roberto da Silva

DOI 10.22533/at.ed.6172009115

CAPÍTULO 6..... 61

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

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

DOI 10.22533/at.ed.6172009116

CAPÍTULO 7..... 71

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

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

DOI 10.22533/at.ed.6172009117

CAPÍTULO 8..... 88

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

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

DOI 10.22533/at.ed.6172009118

CAPÍTULO 9..... 103

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

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

DOI 10.22533/at.ed.6172009119

CAPÍTULO 10..... 119

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

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

DOI 10.22533/at.ed.61720091110

CAPÍTULO 11..... 133

COMPARAÇÃO DE COORDENADAS DE PONTOS LEVANTADOS POR METODOS TOPOGRÁFICO E GEODÉSICOS

Claudia Regina Grégio d'Arce Filetti

Adriano Antonio Tronco

Bianca Ferraz

Pedro Lonnie Inácio Salvador

Roney Berti de Oliveira

Marcelo Luis Chicati

DOI 10.22533/at.ed.61720091111

CAPÍTULO 12..... 145

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

Marília Silva Cavalcante

Jorge Luiz Valença Mariz

Artur Ângelo Alcântara de Assis

Suelen Silva Rocha

Júlio César de Souza

DOI 10.22533/at.ed.61720091112

CAPÍTULO 13..... 159

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

Débora Gomes Figueiredo

Jorge Luiz Valença Mariz

Robson Ribeiro Lima

Suelen Silva Rocha

Romildo Paulo Silva Neto

DOI 10.22533/at.ed.61720091113

CAPÍTULO 14..... 174

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

Adriano Macedo Silva

Carolina Martinez Vendimiati

Ricardo Egídio dos Santos Junior

DOI 10.22533/at.ed.61720091114

CAPÍTULO 15..... 196

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

Emerson Ricky Pinheiro

Gustavo Ribeiro Paulino

Henrique Comba Gomes

Kezya Milena Rodrigues Pereira

Maria Rafaela da Silva

DOI 10.22533/at.ed.61720091115

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

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

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 10/08/2020

Raíza da Silva Juvenal

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

Jorge Luiz Valença Mariz

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

Artur Ângelo Alcântara de Assis

Dept. de Engenharia de Minas – Universidade
Federal de Pernambuco
Recife - PE
<http://lattes.cnpq.br/0583419471123527>

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>

RESUMO: Atualmente, as incertezas quanto ao mercado consumidor são tantas que se questiona a validade desse ou daquele modelo de avaliação econômica. Entretanto, é de vital importância que sejam conhecidos os riscos econômicos e ambientais assumidos na implantação de um determinado empreendimento através da mensuração do potencial de viabilidade. Para tal, na fase preliminar ou de pré-execução de projetos de investimento, o estudo econômico com várias etapas, com nível de detalhamento crescente, acompanhado do respectivo fluxo de caixa atualizado é uma solução interessante. O presente estudo teve por objetivo realizar uma análise acerca do potencial de viabilidade técnica e econômica para o aproveitamento sustentável de um maciço rochoso localizado no município de Jaboatão dos Guararapes, estado de Pernambuco. A metodologia consistiu em realizar a avaliação técnica considerando a reserva medida e a vida útil do empreendimento e a avaliação econômica através da técnica do Fluxo de Caixa Descontado (FCD), utilizando como base para o estudo dados de operações e movimentações financeiras. Determinou-se também, através de formulação matemática com ferramentas e técnicas para resolução do problema, os indicadores de viabilidade tais como o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), através da adoção de parâmetros técnicos e econômicos. Obteve-se como resultados uma estimativa de reserva lavrável de cerca de 3.200.000 m³ apontando para uma vida útil de 127 anos, um VPL positivo e uma TIR de 169,22%, além de um curto período

de recuperação do investimento realizado, o que permite concluir pela viabilidade econômica do empreendimento mineiro avaliado.

PALAVRAS-CHAVE: Maciço Rochoso, Viabilidade Econômica, Fluxo de Caixa Descontado, Economia Mineral.

ECONOMIC EVALUATION OF A PROJECT OF AGGREGATES MINING THROUGH THE DISCOUNTED CASH FLOW TECHNIQUE

ABSTRACT: Currently, the uncertainties regarding the consumer market are so many that the validity of this or that model of economic evaluation is questioned. However, it is vitally important that the economic and environmental risks assumed in the implementation of a particular enterprise are known by measuring the viability potential. To do so, in the preliminary or pre-execution phase of investment projects, the multi-step economic study, with increasing level of detail, accompanied by the respective updated cash flow is an interesting solution. The present study had the objective of analyzing the potential of technical and economic feasibility for the sustainable use of a rocky massif located in the municipality of Jaboatão dos Guararapes, state of Pernambuco. The methodology consisted in carrying out the technical evaluation considering the measured reserve and the useful life of the project and the economic evaluation through the Discounted Cash-flow (DCF) technique, using as basis for the study data of operations and financial transactions. The viability indicators such as the Net Present Value (NPV) and the Internal Rate of Return (IRR) were also determined through mathematical formulation with tools and techniques to solve the problem, through the adoption of technical and economic parameters. As a result, a recoverable reserve estimate of around 3,200,000 m³ was estimated, with a useful life of 127 years, a positive NPV and a 169.22% IRR, as well as a short recovery period of the investment, the which allows us to conclude on the economic viability of the mining enterprise evaluated.

KEYWORDS: Rocky Mass, Economic Viability, Discounted Cash Flow, Mineral Economy.

1 | INTRODUÇÃO

O contexto atual da globalização dos mercados consumidores demanda que as empresas constantemente aprimorem suas estratégias competitivas. Na mineração, os gestores discutem os desafios atuais e futuros que os obrigam a conduzir pesquisas que melhorem as práticas de gestão do setor de mineração, em particular aquelas que fomentam a sustentabilidade (ROCHA et al., 2018).

Segundo Valverde (2001), o termo “agregados para a construção civil” é empregado no Brasil para identificar o segmento que produz matéria-prima mineral bruta ou beneficiada de emprego imediato na indústria da construção civil. Para LaSerna e Rezende (2013), a indústria de agregados minerais proporciona insumos para a infraestrutura urbana, industrial e malha viária nacional, de maneira a atender à crescente demanda por espaços urbanizados e localidades com acessibilidade para redes de transporte de bens, informações, energia e água. Em decorrência, seu consumo representa um relevante

indicador do nível socioeconômico de um país, pois o crescimento populacional e o crescimento da quantidade de bens e serviços transacionados num país é um processo que ocorre simultaneamente ao consumo desses minerais.

Por ser o setor da indústria mineral que comporta o maior número de empresas e trabalhadores e o único a existir em todos os estados brasileiros, os agregados para construção civil são bens de baixo valor unitário (LASERNA E REZENDE, 2013). Diante disso, é fundamental efetuar antes da implantação do projeto a avaliação de viabilidade econômica, que tem como objetivos, levando em consideração o conhecimento geológico da jazida e o método de lavra que será utilizado, identificar os investimentos necessários à implantação de um projeto, prever os custos operacionais e administrativos, estimar o faturamento obtido para uma determinada taxa de produção, dentre outros parâmetros.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho consistiu em fazer uma análise de viabilidade técnica e econômica quanto ao aproveitamento sustentável do maciço rochoso para produção agregados da Mineração Megaípe Eireli em Jaboatão dos Guararapes - PE, tomando como base para o estudo as características operacionais e as estimativas de movimentações financeiras. O estudo de caso foi estruturado através de formulação matemática com ferramentas e técnicas para resolução do problema. Parâmetros técnicos e econômicos foram adotados como indicadores de viabilidade, tais como, o Fluxo de Caixa Descontado (FCD), que sinaliza a capacidade de maximização de lucro que a empresa pode alcançar. Além disso, as análises dos dados e informações apontam que os aspectos de projeto e de viabilidade econômica são componentes críticas para o processo de tomada de decisão. Assim, a abordagem foi direcionada para a análise do aproveitamento da eficiência máxima da capacidade das instalações previstas, em relação a um montante de capital investido, que remeta a uma maior margem de lucro, obtida através de uma melhor utilização de recursos naturais e com atrativa rentabilidade.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estudos de Viabilidade de Projetos de Mineração

A determinação da viabilidade técnica e econômica de um projeto de mineração é realizada através de diversas etapas com crescente nível de detalhamento dos estudos. Uma delas, por exemplo, consiste na quantificação e qualificação das reservas minerais. Mudanças no cenário econômico e nas demandas industriais podem influenciar nestes valores, por isso o fator tempo também deve ser considerado. Os recursos e reservas estão interligados pelas análises dos fatores de modificação que influenciam na viabilidade econômica. Recursos indicados podem ser convertidos em reservas indicadas assim como recursos medidos podem ser convertidos em reservas medidas considerando o aumento de informações da exequibilidade econômica, aspectos legais, sociais e técnicos (CURI, 2014).

As etapas sucessivas de reconhecimento de uma jazida colocam em evidência sequências de decisões as quais requerem cada vez uma avaliação específica mais precisa. Os diferentes métodos utilizados se adaptam à necessidade crescente de precisão, desde uma ocorrência ou mineralização (anomalia) até a jazida lavrável. Os dados necessários se tornam cada vez mais numerosos e devem ser mais e mais precisos à medida que a análise se aproxima da decisão final sobre a viabilidade de exploração do depósito (PETTER, SAMPAIO e PETTER FILHO, 2013).

O conjunto de estudos que permite concluir acerca da viabilidade de projetos de mineração pertence à fase denominada atividades de pré-desenvolvimento, a qual compreende desde a identificação do recurso geológico até o projeto executivo. De modo geral, estas atividades evoluem numa sequência de relatórios que se diferem no seu grau de detalhamento e conseqüente aumento na precisão dos resultados propostos ou estimados para a operação do projeto, sendo estas ações necessárias para que o empreendedor possa buscar recursos para a implantação do projeto. Os estágios das atividades de pré-desenvolvimento progridem na sequência de estudos conceitual, de pré-viabilidade e de viabilidade, sendo que a progressão para as duas últimas fases requer a definição de um calendário de produção e uma expectativa de vida útil, embora parte das informações acerca da lavra ainda sejam conjecturas (LEE, 1984; HUSTRULID e KUCHTA, 2013).

Na teoria, seria possível calcular a taxa de extração ótima de determinado corpo mineral a partir do conhecimento ou da inferência de sua massa total e da distribuição de teores (incluindo os efeitos da variação do teor de corte), além de todos os custos e preços de venda dos produtos através da vida útil da mina. Estas informações, entretanto, não estão disponíveis em um estágio incipiente de projeto, tampouco são totalmente elucidadas durante a lavra, podendo eventualmente sequer serem obtidas com precisão até o fechamento da mina (MARIZ e PERONI, 2018).

2.2 Custos de capital (CAPEX) e de operação (OPEX)

Os custos de capital (CAPEX – *Capital Expenditure*) ou de implantação são compreendidos como os investimentos que proporcionam o pleno funcionamento da operação no empreendimento, sendo classificados em custos de implantação fixos (infraestrutura, aquisição ou mobilização de equipamentos etc.) e custos de implantação variáveis (capital de giro) (JUVENAL, 2018). São os custos associados à infraestrutura necessária para a abertura de uma mina – lavra e beneficiamento. Os custos de capital são estimados após a definição da escala de produção, escolhidos os métodos de lavra e beneficiamento.

Segundo Gentry e O'neil (1984), os custos de capital fixo referem-se à quantia necessária para procurar o local, aquisição de equipamentos principais e auxiliares, instalações, e outras despesas associadas com a partida do projeto (*start-up*). Já o capital de giro (*working capital*) representa a quantia além do capital fixo necessário para começar

a operação e saldar obrigações durante a partida do projeto, como estoques dinheiro em caixa etc. Existem vários métodos de estimativa de CAPEX, os quais são escolhidos de acordo com as características e informações disponíveis sobre o projeto. Dentre os métodos citados por Souza Júnior (2012), pode-se destacar o Método da Estimação Detalhada. Para que tal etapa seja realizada é necessário que já se tenham feito as negociações com os fabricantes e distribuidores para a obtenção de informações o mais próximo possível da realidade.

De acordo com Rudenno (2009) os custos operacionais (OPEX – *Operational Expenditure*) são os custos diários na produção e processamento da *commodity mineral*. Esses custos incluem salários, materiais tais como produtos químicos e explosivos, transporte e energia. Para Miranda Júnior (2011), os custos de operação podem ser variáveis (diretos em relação ao produto), quando estão vinculados às operações de produção na mina e processamento; fixos (indiretos em relação ao produto), quando independem da produção, ou seja, são os custos inerentes às operações de suporte ao processo produtivo; e gerais, identificados num nível corporativo da produção.

Dentre as várias maneiras de ponderar o OPEX, pode-se evidenciar o Método do Projeto Semelhante, que tem como base a utilização de dados de projetos similares na estimativa de custos operacionais. Nesse método, admite-se que o projeto ou processo de tratamento objeto de estudo seja semelhante a outro já existente, do qual os custos são conhecidos. Mesmo que uma informação detalhada seja disponível, há circunstâncias e condições, como a configuração geológica local, os equipamentos disponíveis e estratégia da empresa, que acarretam um desvio considerável do projeto em estudo (MIRANDA JÚNIOR, 2011; PETTER, SAMPAIO e PETTER FILHO, 2013).

2.3 Avaliação Econômica

A avaliação econômica de um projeto mineiro constitui um dos três pilares básicos do processo de avaliação (técnico, econômico e socioeconômico). Pode ser entendida como um processo dinâmico e interativo de identificação da viabilidade econômica, que envolve os investimentos (capital) e o processo de tomada de decisão. Por sua vez, as decisões de investimento vêm despertando um interesse crescente em função de suas repercussões e das incertezas envolvidas no contexto atual da globalização da economia. De um modo geral, os recursos para investimentos são sempre limitados, tornando o processo de priorização de oportunidades de investimento cada vez mais complexo para as empresas. Além disso, as incertezas e os riscos obrigam as instituições a dispor de instrumental qualificado para tomar decisões sobre o futuro e criar possibilidades de antecipar-se aos eventos (SUSLICK, 2001).

O resultado operacional quantifica o retorno produtivo pelas decisões de investimento, permitindo que se proceda, com base nos valores apurados, a uma avaliação da atratividade econômica do empreendimento, definindo inclusive o interesse

e as condições de sua continuidade. É possível fazer previsões de investimento e usar valores de estimativas aproximados como um dos indicadores de viabilização de projetos (RUDENO, 2009).

2.3.1 Fluxo de Caixa

A técnica de avaliação por fluxos de caixas captura todos os elementos que afetam o valor da empresa de maneira abrangente, e por constituir-se em uma técnica de natureza econômica, reflete de forma mais consistente o valor da empresa do que o valor obtido a partir de técnicas contábeis, as quais se baseiam e não consideram o investimento exigido para gerar lucro nem o momento em que eles ocorreram. O fluxo de caixa funciona como um instrumento que retrata todas as entradas e saídas do caixa da empresa (receitas e despesas). O resultado mostrado pelo fluxo de caixa é o saldo disponível no caixa da empresa a cada dia, semana e mês. Um fluxo de caixa bem administrado permite que a empresa melhore sua capacidade de geração de recursos, e conseqüentemente, reduz os custos financeiros, pois diminui a necessidade de financiamento dos investimentos em giro. O fluxo de caixa está ligado às atividades da empresa de forma ampla, referindo-se, portanto, às atividades operacionais, financeiras e legais da empresa, tendo impacto não só no capital de giro, mas também na administração de longo prazo (PETTER, SAMPAIO E PETTER FILHO, 2013).

2.3.2 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Representa o retorno mínimo esperado para um investimento. A TMA é definida levando-se em consideração a fonte de capital (próprio ou através de empréstimos), além da margem de lucro que se espera obter com o investimento. Esse indicador varia conforme a empresa, e pode ser apurada de diversas maneiras. Uma referência geral para a TMA das empresas no Brasil é a taxa SELIC, taxa básica de juros da economia brasileira, pois ela afeta tanto o lado da captação de recursos, quanto das aplicações financeiras (VIEIRA, 2017).

2.3.3 Valor Presente Líquido (VPL)

É um método dinâmico de avaliação econômica, o qual considera o valor do dinheiro no tempo e depende da taxa de juros selecionada (MIRANDA JÚNIOR, 2011). Tendo sido calculados todos os fluxos de caixa e dispostos sob a forma de um cronograma de entradas e saídas anual, não se pode considerar da mesma maneira um fluxo de caixa disponível ao fim do 3º ano e um fluxo de caixa que não será real ao fim do 10º ano. A curva de fluxos de caixa acumulados não deverá ser utilizada sem atualização. A técnica de atualização permite levar em conta o espalhamento ao longo do tempo, considerando simplesmente que uma unidade monetária atual (disponível hoje) é equivalente a pouco mais que uma

unidade monetária que só será disponível dentro de um ano. Matematicamente, o VPL do projeto é a soma dos benefícios menos os custos nos anos 0 a n , ajustados ao presente com uma determinada taxa de desconto i , que ajusta o fluxo de caixa anual ao valor temporal do dinheiro:

$$VPL = (R_0 - C_0) + \frac{(R_1 - C_1)}{(1 + i)^1} + \dots + \frac{(R_n - C_n)}{(1 + i)^n} \quad (1)$$

sendo $(R_0 - C_0)$ o investimento inicial, R_n a receita no ano n , C_n os custos no ano n , e i a taxa de desconto.

O VPL do projeto representa o enriquecimento real em capital que pode ser esperado a partir da realização do investimento, desde que seja adotada uma taxa de atualização i . O enriquecimento somente será real a data n . A atualização não leva em conta a inflação, não é o custo do capital, nem o custo da oportunidade de investimento estudada em relação a outro. A atualização traduz a preferência pelo presente em relação ao futuro. A taxa de atualização que traduz esta preferência depende da arbitragem efetuada pelo agente econômico em função do presente e futuro. Com o VPL de um projeto se dispõe de um meio de comparação entre diferentes projetos: aquele que tem VPL mais alto é o projeto que deve ser escolhido se eles são substituíveis; e deve-se considerar que todo projeto tendo um VPL positivo merece ser realizado, visto que ele é suscetível a gerar lucratividade (PETTER, SAMPAIO E PETTER FILHO, 2013).

No entanto, como os meios de financiamento são geralmente limitados, nem todos os projetos podem ser executados. Classificando-se os projetos através do VPL decrescente é sempre possível de se achar uma taxa de atualização tal que todos os projetos realizáveis e tão somente esses, tenham um VPL positivo. Este fato mostra uma maneira a princípio “racional” de escolher a taxa de atualização (PETTER, SAMPAIO E PETTER FILHO, 2013).

2.3.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Corresponde à taxa de desconto que iguala, em determinado momento, as entradas com as saídas de caixa, ou seja, é a taxa para a qual o VPL do fluxo de caixa é nulo, e esta taxa será atraente se for maior ou igual a zero. A formulação da TIR pode ser representada, supondo a atualização de todos os movimentos de caixa para o momento zero, como:

$$I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1 + k)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + k)^t} \quad (2)$$

sendo I_0 o montante do investimento no momento zero (início do projeto), I_t os montantes previstos de investimento em cada momento subsequente, k a taxa de rentabilidade equivalente periódica (TIR), n a quantidade de períodos, e FC os fluxos previstos de entradas de caixa em cada período de vida do projeto.

A análise da TIR exige o conhecimento da TMA do investimento para fins de correlação, pois esta é a taxa de juros mínima de retorno esperada que ao se fazer um investimento. Realizando a comparação, depara-se com possíveis cenários:

a) TIR é maior que a TMA ($TIR > TMA$): nesse cenário o projeto gera lucro acima do esperado inicialmente;

b) TIR é igual a TMA ($TIR = TMA$): significa que o projeto atinge sua meta de lucro;

c) TIR é menor que a TMA ($TIR < TMA$): o projeto não consegue atingir as expectativas esperadas de retorno.

Para Miranda Júnior (2011), ao contrário do VPL, o método da TIR permite mensurar a eficiência do uso do capital. Ademais, esta taxa classifica os projetos de mineração de acordo com suas respectivas rentabilidades, sem considerar a magnitude dos projetos. Portanto, quando vários projetos com uma mesma taxa de desconto são analisados, aquele que apresentar a maior TIR será o preferido, dentre as outras oportunidades de investimento.

2.3.5 Ponto de Equilíbrio (PE)

O ponto de equilíbrio (*Break Even Point*) representa a quantidade de produtos produzidos e vendidos ou o nível de atividade da organização para o qual os gastos acumulados (custos + despesas) se igualam às suas receitas. Em outras palavras, o ponto de equilíbrio é útil para calcular o volume de negócios que a organização deve realizar para atingir o equilíbrio, ou seja, não ter lucro nem prejuízo. O volume de negócios no ponto de equilíbrio pode ser calculado tanto em unidades de produtos como em unidades financeiras. Quando as empresas trabalham com mais de um tipo de produto, o que é mais provável que aconteça, o ponto de equilíbrio, quando calculado em unidades de produtos, considera um valor médio de custo e preço de venda para cada unidade (PEINADO E GRAEML, 2007). Matematicamente pode ser definido como:

$$q = \frac{CF}{PVu - CVu} \quad (3)$$

em que q é a quantidade de produtos, CF o custo fixo anual, PVu o preço de venda unitário e CVu o custo variável unitário. Para utilizar a fórmula matemática, deve-se partir do pressuposto que os fatores considerados no cálculo tenham valores e volumes estáveis, porém, isso não ocorre na prática.

2.3.6 Período de Retorno (PR)

O Período de Retorno (*Payback time, pay off*) é definido como o número de anos em que se consegue recuperar o capital investido em um projeto. Trata-se de um método estático, pois não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo (MIRANDA JÚNIOR,

2011). Para contornar este inconveniente, é utilizado o método de Período de Retorno Descontado, que utiliza uma taxa de desconto – geralmente a TMA - em cada um dos fluxos de caixa futuros, isto é, são trazidos para o valor presente. Vieira (2017) define o Período de Retorno pelo método descontado (PR) através da expressão:

$$\sum_{t=0}^t \frac{FC_t}{(1 + TMA)^t} = I \quad (4)$$

onde FC_t é o fluxo de caixa no período t , t é o período analisado, e I é o investimento.

3 I MATERIAIS E MÉTODOS

O empreendimento mineiro em análise consiste em uma mineração de agregados para construção civil, a Mineração Megaípe Eireli, localizada no bairro da Muribeca, na cidade de Jaboatão dos Guararapes, aproximadamente 26 Km do bairro do Recife. A mineração se encontra a aproximadamente 12 km ao nordeste da cidade do Cabo de Santo Agostinho, e a cerca de 16 km ao sudoeste do centro econômico da cidade de Jaboatão dos Guararapes, com ambos acessos pela via interestadual BR-101.

Baseado na sua localização, a Mineração Megaípe conta com um mercado constante e atrativo, pois se encontra na Região Metropolitana de Recife e próximo a grandes centros urbanos. A proximidade à via interestadual BR-101 é um diferencial na celeridade do escoamento do produto e nos custos reduzidos de frete, sendo um fator fundamental para o sucesso do projeto.

A avaliação econômica do projeto foi efetuada em diversas etapas interligadas. Inicialmente, foi efetuado o cálculo da reserva a partir do levantamento executado pela equipe de topografia contratada para avaliar a área inserida na Poligonal 840.255/2006, quando foram criadas curvas de nível através do *Software Surfer 9*. Posteriormente, foram definidas a escala de produção e a vida útil [equação 5, dada por Souza (2008)] da mina através de um estudo de mercado, associado à capacidade de produção do maquinário que será utilizado no projeto, que já havia sido adquirido e estava sendo utilizado em outras pedreiras. Consoante à escala de produção, foi possível estimar o faturamento anual do empreendimento por intermédio do valor unitário médio da venda dos produtos multiplicado pela produção anual.

$$Vida\ útil = \frac{Reserva\ lavrável}{Escala\ de\ produção} \quad (5)$$

Os custos do empreendimento foram segmentados em: CAPEX, o qual foi estimado através do Método da Estimacão Detalhada, e OPEX, estimado através do Método do Projeto Semelhante, o qual relaciona os custos operacionais com outros projetos de similar magnitude e natureza. Os custos gerais e administrativos foram segmentados em fixos e

variáveis, visando a simplificação da análise. As tributações, contribuições e compensações foram categorizadas como custos variáveis por terem seus valores modificados de acordo com a produção. No projeto não foram utilizados os incentivos fiscais tradicionais, como depreciação, amortização ou exaustão, pois será efetuada a venda dos equipamentos após sua vida útil, sendo efetuada nos cálculos a simultânea compra de novos equipamentos para substituir os vendidos. Em contrapartida, foi contabilizado um incentivo fiscal denominado Programa de Desenvolvimento de Pernambuco (PRODEPE), que incidirá sobre o valor do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviço (ICMS), com abatimento de 75%.

Após a definição das entradas e saídas do empreendimento, foi definido o Valor Presente Líquido (VPL). Esse valor é considerado, geralmente, como o resultado mais sucinto da avaliação econômica, a qual se torna mais completa quando se utilizam simultaneamente outros indicadores de desempenho, como a TIR, o PE, e o PR. Cada indicador leva em consideração, à sua maneira, o faturamento, os custos, a tributação, o período de operação do empreendimento e a taxa de desconto. A TMA utilizada foi a Selic do mês de agosto de 2018 (6,5%) multiplicada por 3 em função dos riscos do empreendimento, resultando em 19,5%. Por se tratar de um empreendimento mineiro, o resultado do cálculo do PE foi obtido em metros cúbicos de material comercializado. Já o *Payback* foi calculado pelo método descontado, o qual considera os fluxos de caixa descontados, contornando o problema de valor do dinheiro no tempo, utilizando a TMA como taxa de desconto.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Determinação das reservas, vida útil e receita operacional

O maciço rochoso possui cerca de 4.702.005,89 m³ de reserva lavrável, conforme estimativas e cálculos elaborados pelo profissional contratado. A priori, o volume total de minério *in situ* que será extraído é de 3.183.124,70 m³, pois o restante está localizado fora da poligonal do processo da Agência Nacional de Mineração (ANM) 840.255/2006; o minério está recoberto por um volume de 199.347,10 m³ de estéril, que será removido nos primeiros anos do empreendimento. A figura 1 exhibe o maciço rochoso que será explorado, onde é possível verificar sua localização em relação à poligonal que está representada em azul (à esquerda) e a vista frontal do maciço (à direita).

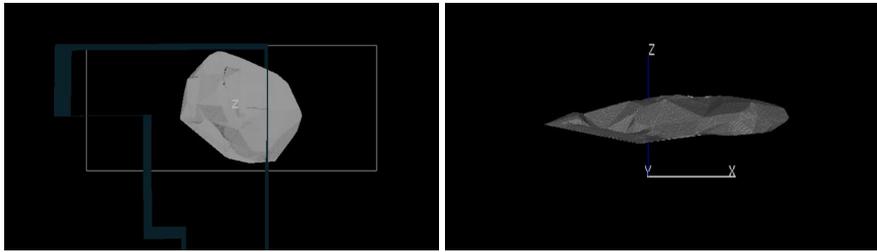


Figura 1 - Localização do maciço rochoso em relação à poligonal (à esquerda) e vista frontal do maciço no sentido norte (à direita)

Fonte: JUVENAL (2018)

Baseado na atual conjuntura do mercado consumidor e na localização do empreendimento, o proprietário estima que sua taxa de produção média será em torno de 25.000 m³/mês. Assim, foi possível estimar a vida útil do empreendimento em 127 anos.

Foi considerado nesta estimativa que, aproximadamente 55% do material seria entregue aos clientes da Zona Norte do Recife e Região Metropolitana através da modalidade *Delivered Duty Paid* (DDP) a um preço de 75 R\$/m³; 25% seria coletado pelos clientes na própria pedreira através da modalidade *Ex Works* (EXW) a um preço de 55 R\$/m³; e os 20% restantes entregue aos clientes na Zona Sul e região através da modalidade DDP a um preço de 60 R\$/m³. O valor de venda médio do produto foi obtido através da média ponderada entre estes três tipos de vendas, que apresentam diversos valores devido ao critério de custo do frete e as localidades estarem situadas a diferentes distâncias do empreendimento. Assim, chegou-se a um preço unitário médio do minério de R\$ 67,00. Devido ao ano de 2018 ser dedicado às atividades pré-operacionais, como mobilização das máquinas e construção da infraestrutura necessária, as atividades operacionais serão inicializadas apenas no último trimestre do referido ano. Em decorrência, a receita bruta estimada para 2018 será de aproximadamente R\$ 5.039.062,50, um quarto da prevista para os 14 anos seguintes, cerca de R\$ 20.156.250,00.

4.2 Determinação dos custos de implantação (CAPEX) e operação (OPEX)

Foram considerados custos de infraestrutura os trabalhos de terraplenagem, construção dos escritórios e oficinas, instalação dos equipamentos de britagem, instalação da rede elétrica, dentre outros. Parte dessa infraestrutura já havia sido efetuada por outra empresa, de modo que os custos foram menores que o habitual, totalizando R\$ 1.372.000,00. Foram considerados também custos com a mobilização e aquisição dos equipamentos de britagem e máquinas móveis. Todos os equipamentos utilizados neste início do projeto já eram utilizados em outros projetos do grupo, razão pela qual foi considerado que a mobilização de equipamentos já depreciados representou 40% do custo de equipamentos

novos, totalizando R\$ 3.354.000,00. Os custos dos equipamentos novos foram estimados a partir de um banco de dados de aquisição de equipamentos de outro projeto do grupo, totalizando R\$ 8.385.000,00.

O capital de giro, que é o investimento necessário para suprir a operação da mina até que haja o primeiro volume de recebimentos, teve seu valor ideal estipulado em R\$ 500.000,00 para o início das operações. Os custos com estudos e projetos envolvem todos os requerimentos e consultorias contratadas antes da operação efetiva da mina; neste caso particular, a poligonal já estava em fase de concessão de lavra e já possuía Licença de Operação, sendo necessário somente comunicar aos órgãos o arrendamento e renovar as licenças das demais entidades (Prefeitura, Bombeiros, IBAMA etc.) em nome da Mineração Megaípe Eireli. Portanto, os custos de projeto podem ser resumidos em aproximadamente R\$ 80.000,00, já constando a assessoria do engenheiro de minas, do projeto de instalações elétricas, dentre outros custos. A tabela 1 apresenta de modo resumido os custos de implantação (CAPEX) do projeto:

Investimentos Iniciais	Custos (R\$)
Infraestrutura	1.372.000,00
Equipamentos	3.354.000,00
Capital de giro	500.000,00
Estudos e projetos	80.000,00
Total	5.306.000,00

Tabela 1 – Custos totais de implantação

Fonte: JUVENAL (2018)

Com relação ao OPEX, tem-se que, visto que as atividades serão inicializadas apenas no último trimestre de 2018, o OPEX desse ano será aproximadamente de um quarto do previsto para cada ano dos 14 anos seguintes. Como custos variáveis foram considerados basicamente os custos com pagamento ao superficiário e com as operações unitárias da lavra e do beneficiamento, como apresentado na tabela 2 a seguir:

Item	Mensal (R\$)	Anual (R\$)
Arrendamento	55.000,00	660.000,00
Custos gerais variáveis	30.330,00	363.960,00
Desmonte de rochas	40.140,63	481.687,58
Perfuração	40.474,81	485.697,70
Carregamento	131.890,78	1.582.689,36
Transporte	31.044,84	372.538,08
Beneficiamento	120.000,71	1.440.008,52
Total	448.881,77	5.386.581,24

Tabela 2 – Custos variáveis

Fonte: JUVENAL (2018)

Foram incluídos ainda os custos com taxas, contribuições e compensações. O ICMS incide sobre 18% do faturamento bruto do empreendimento, embora o incentivo do PRODEPE ofereça o desconto de 75% desta alíquota para a atividade e localização da empresa. A Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS) e o Programa de Integração Social/Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP) incidem, respectivamente, sobre 3% e 0,65% do faturamento líquido. Considerando que a Mineração Megaípe Eireli está inserida no regime de lucro presumido, as alíquotas do Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) e da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) representam 15% e 9% deste, respectivamente, além da presunção de 8% e 12% que, respectivamente, incidem sobre as alíquotas. Por fim, a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) incidente sobre minerações de agregados para uso imediato na construção civil equivale a 1% do faturamento líquido (Juvenal, 2018). A tabela 3 apresenta a descrição destes custos.

Item	Mensal (R\$)	Anual (R\$)
IRPJ	20.156,25	241.875,00
ICMS (com o incentivo PRODEPE)	75.585,94	907.031,25
COFINS	50.390,62	604.687,50
PIS/PASEP	10.917,97	131.015,63
CSLL	18.140,62	217.687,50
CFEM	13.750,00	165.000,00
Total	188.941,41	2.267.296,88

Tabela 3 – Taxas, contribuições e compensações

Fonte: JUVENAL (2018)

Já os custos fixos incluíram os salários dos profissionais e as taxas inerentes a cada função, como insalubridade, periculosidade (quando há), adicional noturno (quando há), Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), férias e décimo terceiro salário, além das refeições e dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), resultando em R\$ 1.588.330,92. Há ainda os custos necessários ao funcionamento pleno de todos os setores que compõem o empreendimento, como internet, telefonia, segurança, sistema administrativo, contabilidade e o pró-labore dos sócios, que juntos equivalem a R\$ 168.000,00 anuais, aproximadamente.

A tabela 4 apresenta o resumo OPEX total discriminado, onde a coluna “Anual Geral” se refere aos anos onde não há venda e aquisição de novos equipamentos. Nos anos onde acontecerá a troca do maquinário, este custo será adicionado aos custos variáveis daquele ano. Foram incluídos ainda os anos 2022, 2025 e 2027, nos quais ocorrerá troca de equipamentos por fim de suas vidas úteis, gerando faturamento e custo operacional variável extra nestes anos.

Custos Operacionais	Anual Geral (R\$)	2022 (R\$)	2025 (R\$)	2027 (R\$)
Variáveis	7.758.053,64	8.598.053,64	10.243.053,64	8.867.553,64
Fixos	1.756.330,92	1.756.330,92	1.756.330,92	1.756.330,92
Total	9.514.384,56	10.354.384,56	11.999.384,56	10.623.884,56

Tabela 4 – Resumo dos custos totais de operação

Fonte: JUVENAL (2018)

4.3 Avaliação Econômica

Foi elaborado um fluxo de caixa de 15 anos para a operação da Pedreira Megaípe Eireli. O fluxo de caixa do ano zero apresenta como resultado R\$ -3.720.739,72, devido ao processo pré-operacional de instalação e estruturação do empreendimento. As receitas e custos relativos à operação neste ano ocorrem somente no último trimestre, período no qual se iniciará a atividade da mina. O saldo esperado para os anos comuns (quando não há vendas nem aquisição de equipamentos) é positivo e equivale a R\$ 6.341.041,11. Nos anos 4, 7, e 8 (2022, 2025 e 2027 respectivamente) haverá saídas maiores devido às trocas de equipamentos, pois o custo de aquisição é substancialmente maior que os valores residuais das vendas, resultando num fluxo de caixa positivo, porém menor que o obtido em anos comuns, equivalendo a R\$ 5.141.041,11, R\$ 2.791.041,11 e R\$ 4.756.041,11 respectivamente. No último ano de funcionamento do empreendimento (ano 14) haverá uma entrada maior que nos demais, totalizando R\$ 6.841.041,11, em consequência das vendas ou desmobilização de todos os equipamentos utilizados. A figura 2 contém uma representação das grandezas de todos os fluxos de caixa do projeto.

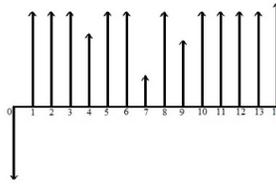


Figura 2 – Representação dos fluxos de caixa do empreendimento

Fonte: JUVENAL (2018)

A TMA considerada foi de 19,5%, como supracitado. Consoante aos valores do fluxo de caixa e à TMA, o VPL do empreendimento será de R\$ 24.006.309,20, o que o classificaria como lucrativo para as variáveis selecionadas. A TIR calculada foi de 169,22%, consideravelmente maior que a TMA utilizada, indicando que o projeto gera lucro acima do esperado. Em decorrência dos custos variáveis oscilarem conforme a venda e aquisição de novos equipamentos, o ponto de equilíbrio variará compativelmente a cada ano, conforme a tabela 5, onde a coluna “Anual Geral” se refere aos anos em que não haverá substituição de maquinário. O PR calculado foi de 20 meses, decorridos desde o início do projeto, levando em consideração o tempo pré-operacional. Em vias práticas, o período de retorno foi de 11 meses após o início da produtividade.

Ano	Anual Geral	2022	2025	2027
Ponto de equilíbrio (m³)	42.701,94	45.809,36	53.448,90	46.910,54

Tabela 5 – Ponto de equilíbrio de vendas nos diferentes anos do projeto

Fonte: JUVENAL (2018)

Diante dos resultados obtidos e considerando os critérios de atratividade econômica de um projeto de mineração, pode-se afirmar que o projeto de exploração do maciço rochoso da Mineração Megaípe Eireli para produção de agregados para a indústria da construção civil é viável técnica e economicamente.

5 | CONCLUSÃO

Para que a análise de viabilidade econômica fosse possível, inicialmente foram obtidos os dados referentes aos recursos geológicos, foi estimada uma taxa de produção em conformidade com a atual conjuntura do mercado de agregados, foram obtidas informações sobre os custos de capital, custos operacionais e custos gerais e administrativos, além

da tributação incidente no faturamento estimado do projeto. A partir desse conjunto de informações foi possível efetuar o fluxo de caixa dos 15 anos iniciais, quando terá fim o contrato de arrendamento, sendo efetuada a seguir a obtenção da TMA, do VPL e da TIR considerando um cenário econômico realista. Ao estipular a TMA de 16,5%, o VPL obtido foi da ordem de R\$ 24.006.309,20, que representa um empreendimento lucrativo, visto que o valor é maior que zero. A TIR obtida foi 169,22%, o que indica que o projeto terá lucratividade acima do esperado pelo fato de a TIR ser substancialmente maior que a TMA.

Entretanto, a análise econômica convencional não vislumbra possíveis variações no projeto ao longo do tempo, não considerando os riscos de o empreendimento atingir os valores previstos ou efetivamente ser rentável. Portanto, uma avaliação econômica probabilística pode elucidar o que a avaliação convencional não considerou.

REFERÊNCIAS

CURI, A. **Minas a Céu Aberto – Planejamento de Lavra**. São Paulo: Oficina de textos, 2014.

GENTRY, D. W.; O'NEIL, T. J. **Mine Investment Analysis**. New York: SME – AIME, 1984. 502 p.

HUSTRULID, W; KUCHTA, M. **Open Pit Mining Planning & Design**. 3° ed. Florida: CRC Press; 2013.

JUVENAL, R. S. **Estudo de viabilidade econômica preliminar de um projeto de mineração de agregados em fase de implantação na Região Metropolitana do Recife-PE**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso [Graduação em Engenharia de Minas] – Departamento de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

LASERNA, H. A.; REZENDE, M. M. **Agregados para a Construção Civil**. Brasília: DNPM, 2013. 34 p. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1/8-1-2013-agregados-minerais>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

LEE, T. D. Planning and mine feasibility study – And owners perspective. In: NWMA Short Course 'Mine Feasibility – Concept to Completion', 1984, Spokane, USA. G.E. **Proceedings...** McKelvey (Compiler), 1984.

MARIZ, J. L. V.; PERONI, R. L. Análise da Aderência à Realidade Brasileira dos Métodos de Previsão da Taxa de Produção em Fases Prematuras de Projeto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MINAS A CÉU ABERTO E MINAS SUBTERRÂNEAS, 9. 2018, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: CBMina, 2018. p. 1 - 15.

MIRANDA JÚNIOR, I. S. **Diretrizes Fundamentais para um Estudo de Avaliação Econômica de Empreendimentos de Mineração**: Um Estudo Bibliográfico. 2011. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) – Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção**: Operações Industriais e de Serviços. Curitiba: ISBN, 2007. 750 p.

PETTER, C. O.; SAMPAIO, C. H.; PETTER FILHO, E. A. Avaliação econômica de projetos de mineração aplicação da técnica do fluxo de caixa descontado. In: Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa (ENTMME), XXV, 2013 Outubro 20-24, Goiânia-GO, Brasil. **Anais...** Rio de Janeiro: CETEM, 2013. p. 707-714.

ROCHA, S. S. et al. Análise comparativa de métodos de lavra na mineração de gipsita em Pernambuco. In: Simpósio de Mineração, 19º, 2018 Outubro 6-8, São Paulo, Brasil. **Proceedings...** São Paulo: Blucher Proceedings, 2018. p. 456-467. ISSN: 2594-357X, doi 10.5151/2594-357X-32029

RUDENNO, V. **The Mining Valuation Handbook: Mining and Energy Valuation for Investors and Management**. 3. ed. Sydney: Wrightbooks, 2009. 539 p.

SUSLICK, S. B. Métodos de Avaliação Econômica. In: YAMAMOTO, J. K. **Avaliação e Classificação de Reservas Minerais**. São Paulo: EDUSP – Editora da Universidade de São Paulo, 2001. p. 193-226.

VALVERDE, F. M. **Agregados para Construção Civil: Balanço Mineral Brasileiro 2001**. Brasília: DNPM, 2001. 15 p.

VIEIRA, S. J. F. N. A. **Análise de Viabilidade Econômica de um Empreendimento de Água Mineral na Região Metropolitana do Recife**. 2017. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Minas) – Departamento de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagem Sistêmica 119, 120, 121, 131

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

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

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

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

B

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

C

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

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

D

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

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

E

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

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

Empresa Junior 198, 199

Energia Solar 1, 2, 3, 14

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

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

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

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

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

F

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

Formação Técnica 211, 213, 218

G

Geodésico 133, 134, 135, 138

Geotecnia 12, 196, 197, 199, 200

Geotecnologias 223, 225, 235

Gestão de Projetos 174, 181

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

Granulometria 62, 119, 121

I

Impactos Ambientais 53

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

L

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

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

M

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

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

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

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

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

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

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

O

Otimização 1, 51, 119, 120, 121

P

Pandemia 254, 256, 257, 258, 263

Pedagogia 222, 254, 255, 263

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

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

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

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

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

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

R

Recursos Hídricos 223, 224, 225, 227, 235

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

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

S

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

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

Segurança no Trabalho 160, 175, 176

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

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

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

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

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

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

T

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

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

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

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

V

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

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

W

Waldorf 254, 255, 256, 263

Z

Zona Rural 200

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](#) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 