

**Cleberton Correia Santos
(Organizador)**

**Estudos Interdisciplinares
nas Ciências e da Terra
e Engenharias 3**

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 3 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 3)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-642-3 DOI 10.22533/at.ed.423192309</p> <p>1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 016.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O livro “Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias” de publicação da Atena Editora apresenta em seu 3º volume 37 capítulos relacionados temáticas de área multidisciplinar associadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como outros pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES BIODEGRADÁVEIS REFORÇADOS COM FIBRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR	
Paula Consoli Ireno Franco Mary Leiva Faria Ana Paula Bilck	
DOI 10.22533/at.ed.71619103091	
CAPÍTULO 2	10
ACESSIBILIDADE AO LABORATÓRIO DIDÁTICO DE BIOLOGIA, MICROSCOPIA E ANÁLISES CLÍNICAS DA UEZO POR PESSOAS EM CADEIRA DE RODAS	
Tiago Alexandre Silva Nascimento Gabriella Oliveira Alves Moreira De Carvalho Thiago Manchester De Mello Fabio Da Silva De Azevedo Fortes	
DOI 10.22533/at.ed.71619103092	
CAPÍTULO 3	23
ANÁLISE DA ESTABILIDADE DAS ESCAVAÇÕES NO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA	
Marinésio Pinheiro de Lima Robson Ribeiro Lima Francisco Wilson Hollanda Vidal	
DOI 10.22533/at.ed.71619103093	
CAPÍTULO 4	33
ELABORAÇÃO DE MODELO COMPUTACIONAL PARA O ESTUDO DE VIBRAÇÕES LIVRES EM UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO	
Arlindo Pires Lopes Esterfeny Guedes Pires Larissa Lázara Mesquita Cavalcante Matheus Pereira da Silva Mayk Oris Guerreiro Stefanny di Samuel da Costa Tiago de Souza Seixas	
DOI 10.22533/at.ed.71619103094	
CAPÍTULO 5	45
ANÁLISE SENSORIAL: TESTES DISCRIMINATIVOS, DESCRITIVOS E AFETIVOS	
Antônio das Graças Amaral Neto Elisa Norberto Ferreira Santos	
DOI 10.22533/at.ed.71619103095	
CAPÍTULO 6	57
APLICAÇÃO DE JOGOS E GAMIFICAÇÃO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS BÁSICOS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	
José Ribamar Azevedo dos Santos João Roberto Ursino da Cruz Marcos Paulo Santos Cardoso	
DOI 10.22533/at.ed.71619103096	

CAPÍTULO 7 70

ASPECTOS ECONÔMICOS DA LAVRA INTEGRAL DO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA

Marinésio Pinheiro de Lima
Júlio Cezar de Souza
Francisco Wilson Hollanda Vidal

DOI 10.22533/at.ed.71619103097

CAPÍTULO 8 78

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM RELAÇÃO A CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO INALÁVEL NA CIDADE DE CAMBORIÚ, SC

Beatriz Faga
Joeci Ricardo Godoi
Viviane Furtado Velho
Letícia Flohr

DOI 10.22533/at.ed.71619103098

CAPÍTULO 9 90

DESENVOLVENDO BIOMATERIAIS DE HIDROXIAPATITA RECOBERTA COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA (AgNPs) PARA APLICAÇÃO EM DEFEITOS CRÍTICOS ÓSSEOS

Ingrid Russoni de Lima
Gabrielle Cristine Lemos Duarte Freitas
Elaine Cristina Lopes Pereira
Lucas Furtado Loesh
Fernanda A. Sampaio da Silva
Heleno Souza da Silva
Renata Antoum Simão
José Adilson de Castro
Gláucio Soares Fonseca

DOI 10.22533/at.ed.71619103099

CAPÍTULO 10 102

AVALIAÇÃO DO PRÉ-TRATAMENTO DO INOCULANTE E DA COMBINAÇÃO DE SUBSTRATOS SOBRE A PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO A PARTIR DE GLICEROL BRUTO, DEJETOS SUÍNOS E GLICOSE

Fidel Alejandro Aguilar Aguilar
Ronnie Von Dos Santos Veloso
Luis Fernando Santis Espinosa
Lilian de Araújo Pantoja
Alexandre Soares dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.716191030910

CAPÍTULO 11 114

CAPTURE DE CARBONO VOLÁTIL DO PROCESSO DE BIORREMEDIAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

Odete Gonçalves
Paulo Fernando de Almeida
Cristina Maria A. L. T. M. H. Quintella
Ana Maria Álvares Tavares da Mata

DOI 10.22533/at.ed.716191030911

CAPÍTULO 12 129

CARBETO DE BORO (B₄C): REVISÃO acadêmica ACERCA DAS PROPRIEDADES E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Eduardo Braga Costa Santos
Denise Dantas Muniz
Eliandro Pereira Teles
Danielle Guedes de Lima Cavalcante
Ricardo Alves da Silva

DOI 10.22533/at.ed.716191030912

CAPÍTULO 13 141

CLIMATOLOGIA DA REGIÃO OESTE DO PARÁ - CENTRO DA AMAZÔNIA - E IMPACTO DOS TRÊS ÚLTIMOS EVENTOS DE SECAS SEVERAS NA TEMPERATURA DO AR E PRECIPITAÇÃO

Gabriel Brito Costa
Waldeir dos Santos Pereira
Mayara Barbosa Lima
Juliane da Silva Sampaio
Ana Caroline da Silva Macambira
Letícia Victória Santos Matias
Duany Thainara Corrêa da Silva
Natan Barbosa Almada
Rogério Favacho da Cruz
Jéssica Aline Godinho da Silva

DOI 10.22533/at.ed.716191030913

CAPÍTULO 14 153

DESIGN DE ENUNCIADOS COM O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS SOB O ENFOQUE DA (RE) FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS

Fabiane Fischer Figueiredo
Claudia Lisete Oliveira Groenwald

DOI 10.22533/at.ed.716191030914

CAPÍTULO 15 164

DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO TOTAL E BIOACESSÍVEL *in vitro* DE CÁLCIO EM DIFERENTES TIPOS DE LEITE POR FOTOMETRIA DE CHAMA

Ani Caroline Weber
Luiz Ricardo Mallmann Oliveira
Sabrina Grando Cordeiro
Eniz Conceição Oliveira
Eduardo Miranda Ethur
Lucélia Hoehne

DOI 10.22533/at.ed.716191030915

CAPÍTULO 16 175

ESPAÇO ARTE_ON: PLATAFORMA ON-LINE PARA EXPOSIÇÕES ARTÍSTICAS DOS DISCENTES DO ENSINO MÉDIO DO IFC-CAS

Leonardo Cristovam de Jesus
Lucas Pereira Elias
Marcos Henrique de Moraes Golinelli
Tereza Cristina Benevenuto Lautério

DOI 10.22533/at.ed.716191030916

CAPÍTULO 17 188

ESTRATÉGIAS FOCADAS NO ENSINO DE LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA BRASILEIRA

Deborah Godoy Martins Corrêa
Tiago de Oliveira
Denise Stringhini

DOI 10.22533/at.ed.716191030917

CAPÍTULO 18 201

ESTUDO DA FRAÇÃO ÁCIDA DO ÓLEO DE COPAÍBA

Carlos Vinícius Machado Miranda
Railda Neyva Moreira Araújo Cabral
Luely Oliveira da Silva
Giselle Maria Skelding Pinheiro Guilhon
Marivaldo José Costa Corrêa
Eloisa Helena de Aguiar Andrade
Manoel Leão Lopes Junior
Lourivaldo Silva Santos

DOI 10.22533/at.ed.716191030918

CAPÍTULO 19 209

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DO REAPROVEITAMENTO DO ESTÉRIL DE ROCHAS ORNAMENTAIS COMO AGREGADOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Weverton Pereira do Sacramento
Maria de Lourdes de Oliveira
Luana Leite Ferreira
Robson Wotikowski Guedes

DOI 10.22533/at.ed.716191030919

CAPÍTULO 20 218

EXPLORANDO CONCEITOS GEOMÉTRICOS NA EDUCAÇÃO INFANTIL

Leila Pessôa Da Costa
Sandra Regina D'Antonio Verrengia

DOI 10.22533/at.ed.716191030920

CAPÍTULO 21 226

GESTÃO DE INFORMAÇÕES CLÍNICAS DE ANIMAIS DE GRANDE PORTE: UMA PROPOSTA DE SOLUÇÃO BASEADA EM COMUNIDADE DE PRÁTICA

Gersica Agripino Alencar
Rafael Santos Barbosa
Ricardo André Cavalcante de Souza

DOI 10.22533/at.ed.716191030921

CAPÍTULO 22 239

GRUPOS DE HOMOLOGIA SIMPLICIAL

Wendy Díaz Valdés
Lígia Laís Fêmina
Gisele Andrade Lemos
Jorge Vicente Barbosa Júnior

DOI 10.22533/at.ed.716191030922

CAPÍTULO 23 246

LAMINADOS DE MATRIZ POLIÉSTER REFORÇADOS COM FIOS DE JUTA NA FORMA DE TECIDO E ORIENTADOS A 0°, 45° E 90°

José Emílio Medeiros dos Santos
Douglas Santos Silva
Igor dos Santos Gomes
Maurício Maia Ribeiro
Roberto Tetsuo Fujiyama

DOI 10.22533/at.ed.716191030923

CAPÍTULO 24 263

MAGONIA PUBESCENS A.ST.-HIL: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Ana Mayra Pereira da Silva
Amanda Ribeiro Correa
Cárita Rodrigues de Aquino Arantes
Rosiane Alexandre Pena Guimarães
Monica Franco Nunes
Dielle Carmo de Carvalho Neres
Elisangela Clarete Camili
Carla Spiller

DOI 10.22533/at.ed.716191030924

CAPÍTULO 25 270

O CURSO DE PRÉ-CÁLCULO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR

Erasmus Tales Fonseca
Leandro Teles Antunes dos Santos
Patrícia Milagre de Freitas
Dayane Andrade Queiroz

DOI 10.22533/at.ed.716191030925

CAPÍTULO 26 279

OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM REDE NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Dafne Fonseca Alarcon
Luziana Quadros da Rosa
Robson Santos da Silva
Felipe de Matos Müller
Márcio Vieira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.716191030926

CAPÍTULO 27 294

PRÁTICAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA COM VISTAS À EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO DA TRANSVERSALIDADE

Daniana de Costa
Edilson Pontarolo

DOI 10.22533/at.ed.716191030927

CAPÍTULO 28 304

RESULTADOS PRELIMINARES DA UTILIZAÇÃO DO WRF NO INPE/EUSÉBIO - UM ESTUDO DE CASO

Vanessa de Almeida Dantas
Vicente de Paulo Silva
Adilson Gandu

DOI 10.22533/at.ed.716191030928

CAPÍTULO 29	313
A MODELAGEM MATEMÁTICA NA PRODUÇÃO DE MILHO INFLUENCIADO PELA SUCESSÃO DE CULTURAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA	
Lilian Fátima Ancerowicz Rubia Diana Mantai	
DOI 10.22533/at.ed.716191030929	
CAPÍTULO 30	326
SISTEMA PARA PREVENÇÃO DE QUEDAS E PENSAMENTO DO PASSAGEIRO NA PORTA DO TRANSPORTE COLETIVO BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO	
Lucas Goiabeira Farias Francisco da Conceição Silva Wellington Luis Mineiro França	
DOI 10.22533/at.ed.716191030930	
CAPÍTULO 31	332
TEATRO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DE FRAÇÕES	
Fabiana Geresa Leindeker da Silva Jenifer Cassandra da Silva Oliveira Bruno Ferreira da Luz Tamires Bon Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.716191030931	
CAPÍTULO 32	342
UM ESTUDO SOBRE O DESEMPENHO DE VIRTUALIZAÇÃO NOS HYPERVISORS VMWARE E KVM	
Lúcio Flávio de Jesus Silva Marco Antônio Castro Martins	
DOI 10.22533/at.ed.716191030932	
CAPÍTULO 33	349
CONTRIBUIÇÃO DO PIBID/QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA): UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO MUNICÍPIO DE COARI-AMAZONAS	
Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi Cristiana Nunes Rodrigues Carlos Victor Lamarão Maria Aparecida Silva Furtado	
DOI 10.22533/at.ed.716191030933	
CAPÍTULO 34	358
OCORRÊNCIA DE PARALISIA FACIAL PERIFÉRICA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA CIDADE DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP: ANÁLISE DE CASOS ATENDIDOS EM UMA CLÍNICA/ESCOLA NO PERÍODO DE 2012 A 2014	
Marcos Barros de Souza Daiane de Oliveira Portella Miriam Rodrigues Silvestre Lúcia Martins Barbatto	
DOI 10.22533/at.ed.716191030934	

CAPÍTULO 35	368
APLICAÇÃO DE SISTEMAS LINEARES EM CIRCUITOS ELÉTRICOS DE CORRENTE CONTÍNUA	
Robson Cabral Severo	
Leonardo Vale de Araujo	
Rafael The Bonifácio de Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.716191030935	
CAPÍTULO 36	378
DIAGNÓSTICO SOBRE OS CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E AS FALHAS QUE OCACIONARAM OS DESABAMENTOS NA CICLOVIA TIM MAIA	
Vinicius da Silva Freitas	
Rafael Alves da Rocha	
Marcelo Augusto da Silva Cunha	
Bruno Matos de Faria	
DOI 10.22533/at.ed.716191030936	
CAPÍTULO 37	388
RECICLAGEM DE VIDRO DE PARA-BRISAS PARA PRODUÇÃO DE VITROCERÂMICA COM 15% DE ÓXIDO DE NIÓBIO	
Hiasmim Rohem Gualberto	
Iury Almeida Moraes	
Mônica Calixto de Andrade	
Edgard Poiate Junior	
Fernanda Arruda Nogueira Gomes da Silva	
Isis Andrea Venturini Pola Poiate	
DOI 10.22533/at.ed.716191030937	
SOBRE O ORGANIZADOR	401
ÍNDICE REMISSIVO	402

ANÁLISE DA ESTABILIDADE DAS ESCAVAÇÕES NO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA

Marinésio Pinheiro de Lima

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Engenharia de Minas
Recife - Pernambuco

Robson Ribeiro Lima

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Engenharia de Minas
Recife - Pernambuco

Francisco Wilson Hollanda Vidal

Centro de Tecnologia Mineral – CETEM
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

RESUMO: O Pegmatito Alto da Serra Branca, localizado no município de Pedra Lavrada/PB vem sendo lavrado de forma artesanal a um bom tempo, produzindo em sua maioria feldspato sódico (albita), para o mercado da indústria cerâmica, e abastecimento de plantas de britagem e moagens locais. A boa qualidade do feldspato contido no pegmatito, e os minerais acessórios que ocorrem no mesmo como: tantalita e turmalina, levaram uma escavação aleatória, gerando alguns locais onde as estruturas do maciço proporcionam potencialmente tipos de rupturas diferentes. O presente trabalho possui objetivo de avaliar os possíveis tipos de ruptura nos taludes existentes, escavados nos trabalhos de lavra executados até o momento. A análise cinemática realizada nas escavações consistiu no levantamento das

propriedades geométricas das descontinuidades aflorantes nas faces dos taludes existentes. As atitudes das descontinuidades foram coletadas utilizando-se de trena e bússola para levantamento das scanline nas frentes de lavra. Em seguida os dados foram representando espacialmente e verificadas as relações entre as estruturas geológicas do maciço e as atitudes dos taludes, proporcionando uma visualização dos possíveis tipos de ruptura para cada frente de lavra escavada. A descontinuidade mais representativa para a instabilidade das escavações do pegmatito possui mergulho variando de 20° a 30° com direção de mergulho que vai de 128 AZ a 135 AZ. Desta forma, foi avaliado cada direção de talude e sentido da escavação, concluindo-se que o sentido de escavação mais desfavoráveis são as que possui rumo noroeste (315 AZ), e as mais favoráveis são as que possuem sudeste (135 AZ).

PALAVRAS-CHAVE: Lavra, Estabilidade, Pegmatito,

ANALYSIS OF STABILITY OF EXCAVATIONS IN THE PEGMATITO ALTO OF SERRA BRANCA

ABSTRACT: The pegmatite Alto da Serra Branca, located in the municipality of Transcribed

stone / PB has been drawn up by hand for a long time, producing mostly sodium feldspar (albite), to market the ceramic industry and supply crushing plants and local mills. The good quality of feldspar contained in the pegmatite, and accessory minerals that occur in the same as tantalite and tourmaline, provided a random excavation, generating some places where massive structures potentially provide different types of breaks. This work has to evaluate the possible types of break the existing embankments, dug in mining work performed to date. Kinematic analysis in the excavations consisted of lifting the geometric properties of the outcropping discontinuities on the faces of existing embankments. The attitudes of discontinuities (dip and dip direction) were collected using a measuring tape and compass to survey the scanline in the mining fronts. Then the data were spatially represented and verified the relationships between the geological structures of the massif and the attitudes of the slopes, providing a visualization of the possible types of rupture for each trenched front.. The most representative discontinuity to the instability of pegmatite excavations have diving ranging from 20 to 30 with the direction of diving ranging from 128 AZ 135 AZ. Thus, we evaluated each direction of slope and direction of excavation, concluding that the sense of more unfavorable excavation are having towards northwest (315 AZ), and the most favorable are those with southeast (135 AZ).

KEYWORDS: mining, stability, pegmatite

1 | INTRODUÇÃO

O maciço rochoso é um material agregado, que consiste de uma associação entre matriz rochosa e descontinuidades. Sua resistência e deformação dependem muito das características da matriz rochosa e das descontinuidades, e estão sujeitos a solicitações que afetam a sua estabilidade. O estudo de uma potencial instabilidade de um maciço requer um trabalho de campo cuidadoso e uma boa análise dos dados obtidos. As classificações geomecânicas se tornaram uma ferramenta importante para se determinar um zoneamento geotécnico de um maciço rochoso. Por tanto, o registro das características geométricas e mecânicas de todas as descontinuidades dos taludes se tornam uma ferramenta fundamental para determinação das características geomecânicas dos maciços rochosos.

2 | OBJETIVOS

O objeto geral do trabalho é fazer o levantamento dos parâmetros de classificação geomecânica que compõe os sistema RMR e SMR, através das observações realizadas *in loco*, e ensaios laboratoriais, para verificar os possíveis tipos de ruptura nos taludes gerados pelas escavações existentes provenientes da lavra do Pegmatito Alto da Serra Branca.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas visitas ao Pegmatito Alto da Serra Branca localizado no município de Pedra Lavrada – PB, com intuito de fazer um levantamento das características do maciço rochoso, e coleta de amostras para ensaios laboratoriais, para determinação dos parâmetros do maciço.

3.1 Resistência da matriz rochosa à compressão uniaxial

Foram coletadas amostras nas frentes de lavra, em forma de bloco para realização de ensaios de compressão simples, densidade e porosidade, que foram realizados nos laboratórios do DMINAS da UFPE. Uma amostra, em forma de bloco foi encaminhada para a equipe da UFCG, para realização de medidas com o Martelo de Schmidt, para estimativa quantitativa da resistência a compressão simples. Foram realizadas 22 medidas entre vertical horizontal e diagonal. De posse da densidade da rocha foram lançados os valores da leitura nos ábacos para determinação da resistência a compressão simples da rocha, que deu 54 MPa.

3.2 Rock Quality Designation (RQD)

Foi determinado o RQD nas escavações existentes, onde foi observado o número de descontinuidades por unidade de volume (J_v), e aplicando na expressão empírica de Palmstrom (1975). $RQD = 115 - 3,3 \cdot J_v$

No maciço observou-se que o padrão de faturamento se repete ao longo do pegmatito. De acordo com os resultados obtidos podemos classificar o maciço, segundo o RQD, como BOM, onde os valores encontram-se dentro da faixa de 75 a 90%.

3.3 Espaçamento das descontinuidades

O espaçamento foi obtido durante um levantamento em *scanline*. De acordo com os levantamentos realizados ficou caracterizado um espaçamento médio em torno de 0,53 m para o maciço em questão.

3.4 Condições das descontinuidades

De acordo com a orientação para classificação das descontinuidades propostas pelo Sistema de Classificação RMR, foram levantados os seguintes parâmetros das descontinuidades:

- Comprimento de 3 a 10m (Peso = 4)
- Abertura maior que 5mm (Peso = 4)
- Rugosa (Peso = 5)
- Enchimento mole e maior que 5 mm (Peso = 2)
- Ligeiramente alterado (Peso = 5)

Somatório dos pesos = 20

3.5 Condições Hidrogeológicas e Orientação das Descontinuidades

A percolação está relacionada com o fluxo de água e humidade livre, visível em descontinuidades individuais ou no maciço rochoso de modo geral. No mapeamento observou-se um maciço totalmente seco.

A orientação das descontinuidades com relação escavação possui um caráter razoável, pois a mesma encontra-se a favor da inclinação com valor que varia 20° a 45° , compreendendo em um ajuste de fator razoável, com pontuação de -25, a ser aplicado para o cálculo do RMR.

3.6 Classificação Geomecânica RMR (Rock Mass Rating)

Desenvolvida por Bieniawski (1973, 1976, 1979, 1984, 1989). O valor de RMR pode ser determinado pela soma dos parâmetros: resistência da matriz rochosa; RQD - Rock Quality Designation; espaçamento das descontinuidades; condições das descontinuidades; condições hidrogeológicas; orientação das descontinuidades em relação à escavação. Obtendo-se um valor que varia entre 0 e 100.

Os pesos atribuídos a cada parâmetro do sistema de classificação encontram-se ilustrados no Quadro 01.

Parâmetros	Valores e Pesos				
Compressão Simples (MPa)	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 05
Pesos	15	12	7	4	2
RQD	90-100	75-90	50-75	25-50	< 25
Pesos	20	17	13	8	3
Espaçamento das desc.	>2	0,6-2	0,2-0,6	0,06-0,2	<0,06
Pesos	20	15	10	8	3
Superfície das desc.	Muito rugosa, sem alteração preenchimento	Pouco rugosa leve alteração abertura <1mm	Pouco rugosa muito alterada abertura >1mm	Estriada preenchida <5mm ou abertura entre 1 e 5mm	Preenchida com argila <5mm ou abertura >5mm
Pesos	30	35	20	10	0
Condição de água no maciço	Seco	Úmido	Úmido	Gotejando	Fluxo alto
Pesos	15	10	7	4	0

Quadro 01 – Parâmetros para classificação RMR

3.7 Classificação SMR (Slope Mass Rating)

Um dos métodos que se utiliza para avaliar as situações de instabilidade em taludes rochosos, adaptação da classificação de Bieniawski, RMR, é a classificação geomecânica Slope Mass Rating (SMR). Esta classificação requer os

mesmos dados e dá uma previsão de problemas de estabilidade e técnicas de apoio para cada classe de estabilidade.

$$SMR = RMR + (F_1 \cdot F_2 \cdot F_3) + F_4$$

F_1 : depende do ângulo relacionado com a direção do mergulho das descontinuidades e do talude;

F_2 : Depende da inclinação das descontinuidades no plano de ruptura;

F_3 : Reflete a relação entre os ângulos do mergulho das descontinuidades e do talude referente ao P_6 do RMR;

F_4 : Fator de ajuste relativo ao método de escavação utilizado.

Tipo de situação		Muito favorável	Favorável	Normal	Desfavorável	Muito desfavorável
P	$ \alpha_j - \alpha_s $	>30	20 - 30	10 - 20	5 - 10	<5
B	$ \alpha_j - \alpha_s - 180 $					
P/B	F1	0,15	0,4	0,7	0,85	1
P/B	$ \beta_j $	<20	20 - 30	30 - 35	35 - 45	>45
P	F2	0,15	0,4	0,7	0,85	1
B		1	1	1	1	1
P	$\beta_j - \beta_s$	>10	0 - 10	0	0 - -10	<-10
B	$\beta_j + \beta_s$	<110	110 - 120	>120	-	-
P/B	F3	0	-6	-25	-50	-60

Método	Talude natural ou vertentes	Desmonte de Pré-corte	Desmonte com explosivos do tipo <i>smooth blasting</i>	Desmonte com explosivos ou escavação mecânica	Desmonte com explosivo deficiente
F4	15	10	8	0	-8

Quadro 02 – Quadro para determinação dos parâmetros F1, F2 e F3 e F4 adaptado de Romana, (1996)

Classe	V	IV	III	II	I
Coesão (MPa)	<0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,3	0,3 - 0,4	0,4
Angulo de atrito (°)	15	15 - 25	25 - 35	35 - 45	>45
SMR	0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100
Descrição	Muito má	Má	Normal	Boa	Muito boa
Estabilidade	Completamente instável	Instável	Parcialmente instável	Estável	Completamente estável
Roturas	Roturas de grandes dimensões por planos contínuos	Roturas planares ou roturas por cunhas de grandes dimensões	Algumas roturas planares ou muitas roturas por cunhas	Alguns blocos	Nenhuma
Sustimento	Re-escavação	Correcção	Sistemático	Ocasional	Nenhum

Quadro 03 – Classificação da estabilidade (adaptado de Romana, (1996))

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Levantamento das descontinuidades

O levantamento das descontinuidades foi realizado no entorno da cava 01, onde se verificou o mesmo padrão em todo maciço. A Figura 01 ilustra a concentração dos polos das medições realizadas em campo, bem como, os planos preferenciais ocasionados pelas descontinuidades. Confirmando a presença de 03 famílias representativas, que irão interferir de forma diferenciada nas faces da escavação.

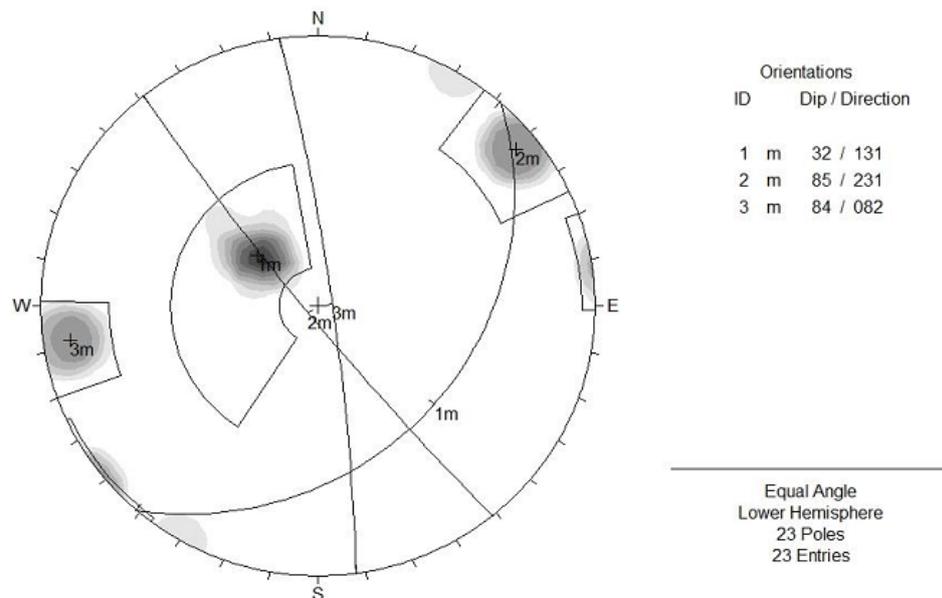


Figura 01 – Representação estereográfica das descontinuidades equivalentes

4.2 Classificação Geomecânica RMR (Rock Mass Rating)

Os parâmetros levantados com os respectivos pesos para o cálculo do RMR são:

Resistência a compressão simples: Peso = 7

RQD: Peso = 17

Espaçamento das descontinuidades: Peso = 10

Condições da superfície das descontinuidades: Peso = 20

Condição de água no maciço: Peso = 15

De acordo com o somatório dos pesos: $07 + 17 + 10 + 20 + 15 = 69$, aplicando-se o ajustes de (-25) temos o **RMR = 69 – 25 = 44**. Que caracteriza o maciço da seguinte forma:

Classe do Maciço Rochoso = Rocha de qualidade razoável (classe III)

Coesão do Maciço Rochoso = 200 KPa a 300 KPa

Ângulo de Atrito = 25° a 35°

Tempo de altosuporte para um vão de 5,0 m será de uma semana

4.3 Classificação Geomecânica SMR (Slope Mass Rating)

Os parâmetros do SMR foram calculados nas quatro faces dos taludes da cava 01 (Figura 02), e analisados de forma individual, tendo em vista uma análise da estabilidade de cada segundo a teoria Romana (1996).

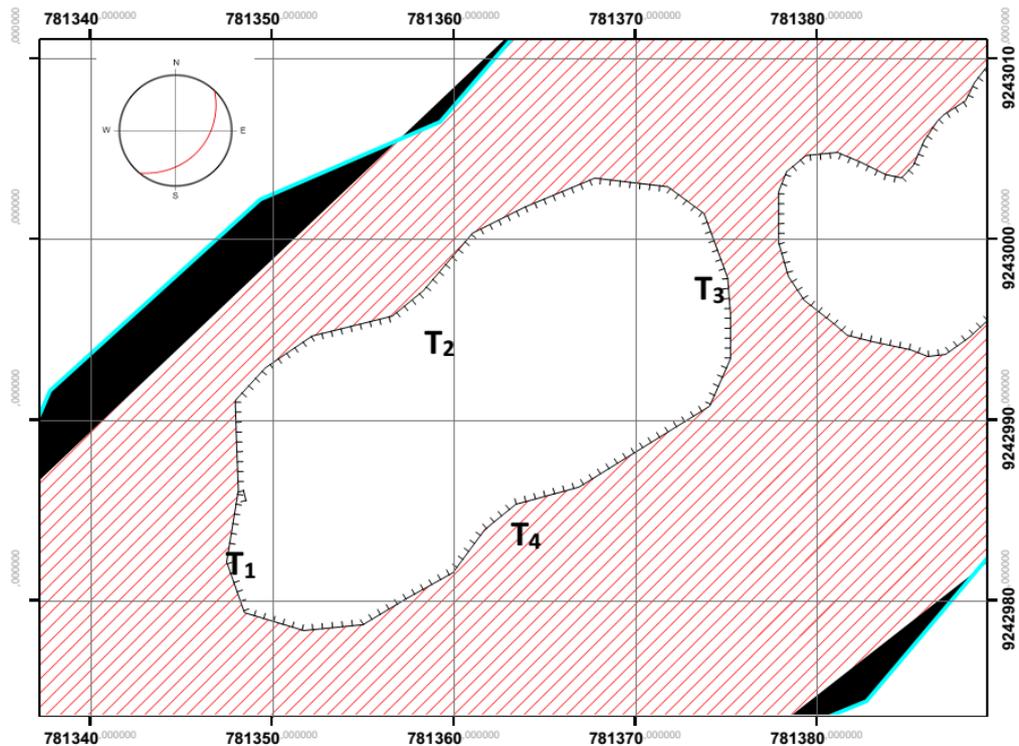


Figura 02 – Detalhe da cava 01 onde foi realizado o estudo.

4.3.1 Determinação do SMR para T1

Com o mergulho igual a 32° e direção de mergulho igual a 131° , da principal família de descontinuidades do maciço, realizaram-se os cálculos do SMR com o talude T1, que possui direção de mergulho 90° AZ.

$$F1 = |131 - 90| = 41 > 30 \therefore F1 = 0,15$$

$$F2 = |32| = 32 \therefore F2 = 0,70$$

$$F3 = P6 \text{ (RMR)} \therefore F3 = -50$$

$$F4 = 0$$

$$\text{Temos: } SMR = 44 + (0,15 \times 0,70 \times -50) + 0 \therefore \mathbf{SMR = 38,75}$$

4.3.2 Determinação do SMR para T2

Com o mergulho igual a 32° e direção de mergulho igual a 131° , da principal família de descontinuidades do maciço, realizaram-se os cálculos do SMR com o talude T2, que possui direção de mergulho 130° AZ.

$$F1 = |131 - 130| = 0 < 5 \therefore F1 = 1,00$$

$$F2 = |32| = 32 \therefore F2 = 0,70$$

$$F3 = P6 \text{ (RMR)} \therefore F3 = -60$$

$$F4 = 0$$

$$\text{temos: } SMR = 44 + (1,0 \times 0,70 \times -60) + 0 \therefore \mathbf{SMR = 2,00}$$

4.3.3 Determinação do SMR para T3

Com o mergulho igual a 32° e direção de mergulho igual a 131° , da principal família de descontinuidades do maciço, realizaram-se os cálculos do SMR com o talude T3, que possui direção de mergulho 180° AZ.

$$F1 = |131 - 180| = 49 > 30 \therefore F1 = 0,15$$

$$F2 = |32| = 32 \therefore F2 = 0,70$$

$$F3 = P6 \text{ (RMR)} \therefore F3 = 0$$

$$F4 = 0$$

$$\text{temos: } SMR = 44 + (1,0 \times 0,70 \times 0) + 0 \therefore \mathbf{SMR = 44,00}$$

4.3.4 Determinação do SMR para T4

Com o mergulho igual a 32° e direção de mergulho igual a 131° , da principal família de descontinuidades do maciço, realizaram-se os cálculos do SMR com o talude T4, que possui direção de mergulho 300° AZ.

$$F1 = |131 - 300| = 169 > 30 \therefore F1 = 0,15$$

$$F2 = |32| = 32 \therefore F2 = 0,70$$

$$F3 = P6 \text{ (RMR)} \therefore F3 = 0$$

$$F4 = 0$$

$$\text{temos: } SMR = 44 + (1,0 \times 0,70 \times 0) + 0 \therefore \mathbf{SMR = 44,00}$$

Ruptura planar	Grande					Alguma			Nenhuma					
Basculamento	Grande					Alguma			Mínima		Nenhuma			
Queda de blocos	Possível					Nenhuma								
SMR	0 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	35 - 40	40 - 45	45 - 50	50 - 55	55 - 60	60 - 65	65 - 70	70 - 75	75 - 80
Reescavação	Modificação da geometria do talude e muros de contenção													
Drenagem	Drenagem superficial ou profunda													
Betão	Colocação de betão (betão projectado, contrafortes, muros no pé do talude)													
Reforço	Reforço do talude (pregagens, ancoragens)													
Protecção								Protecção do talude (redes metálicas, valas no pé dos taludes, protecção no pé dos taludes)						
Não aplicado											Não são aplicadas medidas de estabilização (possível retirada dos blocos instáveis)			

T2
T1
T3 e T4

Quadro 04 - SMR para diferentes tipos de rotura e respectivos métodos de suporte (Romana, et al.,2003)

5 | CONCLUSÕES

Através dos valores de SMR pode-se verificar que o maciço rochoso analisado possui qualidade regular. No entanto o talude T2, apresenta o pior valor, e potencialmente mais instável, indicando até mesmo a realização de um retaludamento. Os problemas de instabilidade podem ser evitados inclinando as direcções de avanço, de forma a evitar a direcção de talude de 132° AZ.

A avaliação do maciço rochoso através do SMR possibilitou a compreensão da estabilidade do mesmo em relação a direcção de escavação. Deixando claro que o talude T2 é o talude mais instável da escavação existente no pegmatito.

O método de classificação geomecânica SMR, forneceu um resultado satisfatório, indicando que o maciço rochoso estudado é um maciço de qualidade regular, com níveis de instabilidade de acordo com a direcção do talude. Essa resposta possibilita um maior esclarecimento acerca dos perigos que envolvem a lavra na área em questão. A partir do SMR obtido pode-se propor cenários adequados do ponto de vista econômico e de segurança para a lavra garimpeira do Pegmatito Alto da Serra Branca.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CETEM, UFCG, UFPE, para realização deste trabalho acadêmico.

REFERÊNCIAS

AGENCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE – CPRH, Governo Do Estado De Pernambuco, disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatorios/PEDR134.pdf> Acesso em: 1 de janeiro de 2016 às 20h00min.

BIENIAWSKI, Z.T. **Engineering Rock Mass Classifications**. John Wiley & Sons publ., New York, USA, 1989.

GOODMAN, R.E.. **Introduction To Rock Mechanics**, 2nd Ed, John Wiley & Sons, New York, USA, 1989.

HUDSON, J. A. HARRISON, J. P., . **Engineering Rock Mechanics, An Introduction to the Principles**, 2nd Ed, Pergamon, Amsterdan, 2000.

LIMA, M P. **Aspectos De Lavra De Feldspato Em Pegmatitos Da Província Da Borborema**. UFCG, Campina Grande, PB, 2002

MONTEIRO, Rosália I. M. R. **Estudo geológico e geotécnico de taludes rochosos em S. Pedro da Afurada (Vila Nova de Gaia): contributos para a avaliação da estabilidade estrutural**, ISEP, Portugal, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PEDRA LAVRADA – PB disponível em: <http://www.pedralavrada.pb.gov.br/paginas/dados-geograficos> Acesso em: 1 de janeiro de 2016 às 16h00min.

SOBRE O ORGANIZADOR

CLEBERTON CORREIA SANTOS- Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratamentos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: cleber_frs@yahoo.com.br) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acessibilidade 10, 11, 20, 21, 22, 186
Amazônia 141, 142, 143, 150, 207, 208, 246, 261
Amido de mandioca 1, 2, 3, 4, 9
Análise sensorial 45, 46, 56

B

Bioacessibilidade 164, 165, 166, 168, 172, 173
Biofilmes 4
Biomateriais 92
Biorremediação 114, 116, 117, 123, 125, 126, 128

C

Carbeto de boro 129, 130, 131, 132, 140
Carbono cristalizado 114

D

Dejetos de suínos 112

G

Gamificação 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 191, 194, 195
Geometria 34, 118, 134, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225, 248, 259, 271, 390

H

Homologia simplicial 239

I

Inteligências múltiplas 188, 190, 191, 192, 193, 197, 198, 199, 200

M

Matrizes 2, 129, 136, 138, 139, 247, 369
Mineração 76, 80, 125, 197, 209, 211, 216, 217

N

Nanopartículas 90, 91, 92, 93, 95, 98, 99, 100, 114, 116, 123, 125, 126

O

Óleo de copaíba 201, 203, 204, 207

P

Paralisia facial 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367

Pegmatito 23, 24, 25, 31, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

Pensamento computacional 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 66, 67, 68, 195

Q

Qualidade do ar 78, 79, 80, 81, 87, 88

R

Reciclagem 3, 52, 294, 297, 298, 300, 302, 388, 389, 399

Robótica 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 199, 279, 282, 284, 285, 287, 288, 289, 291

S

SAP 2000 33, 34, 40

Sistemas lineares 368, 369, 373, 374, 377

T

Tecnologias Digitais 153, 154, 155, 156, 157, 161, 162, 163, 195, 287

V

Variabilidade climática 142

W

Website 175, 176, 181, 183

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-642-3

