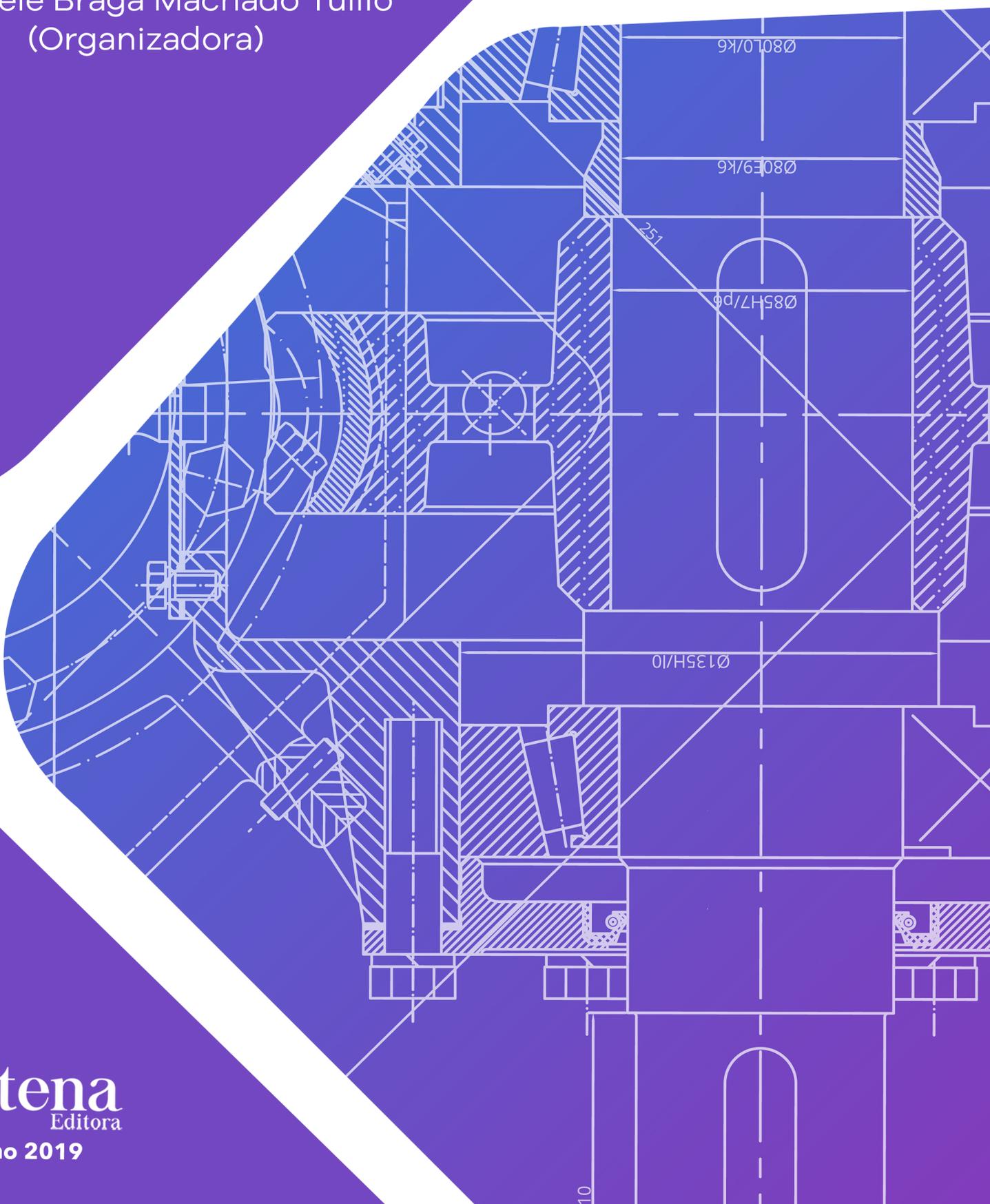


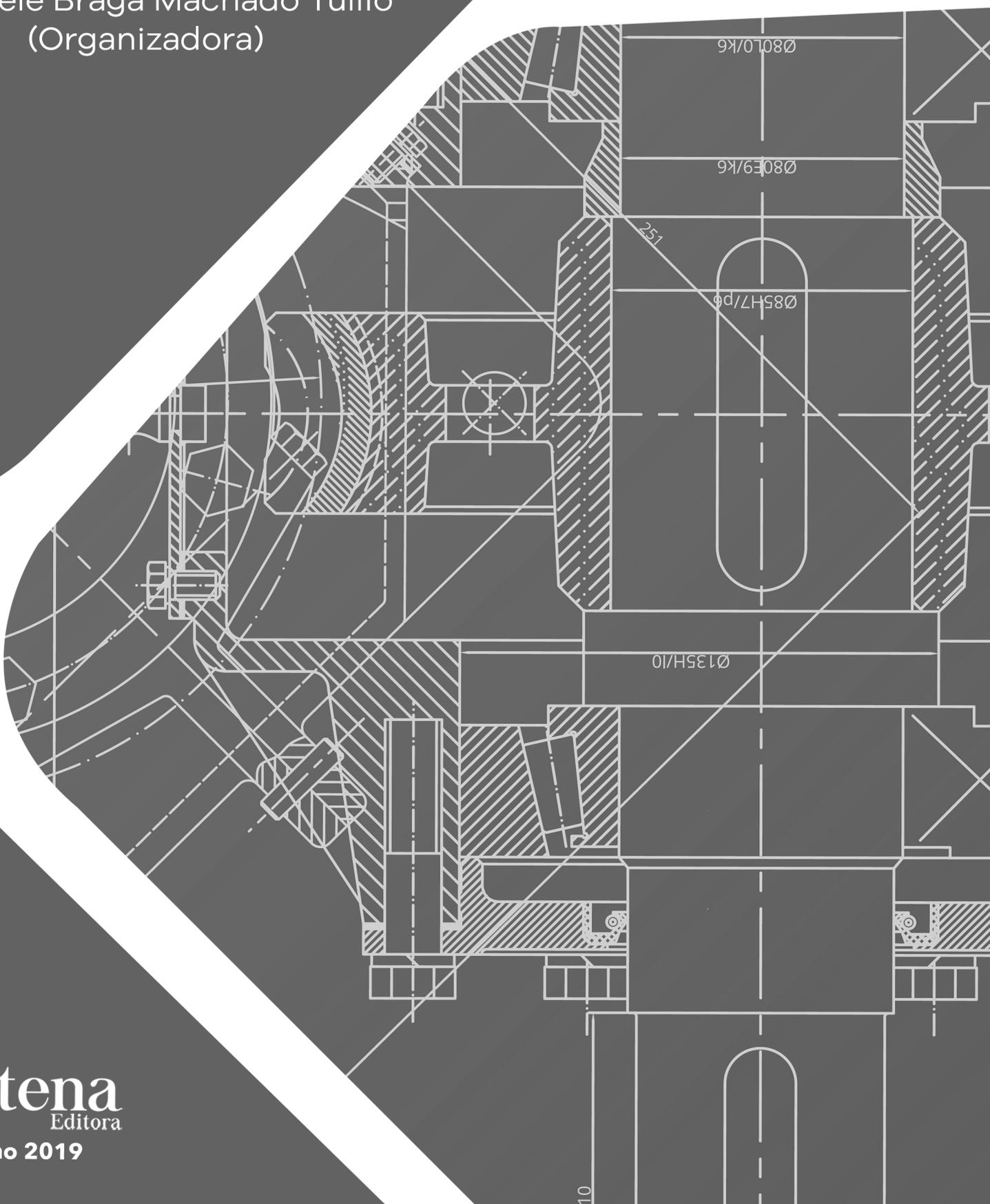
Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 2

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 2

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
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
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
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 Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
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
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
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. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
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
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

P474 Pesquisa científica e inovação tecnológica nas engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa PR: Atena Editora, 2019. – (Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-903-5

DOI 10.22533/at.ed.035200601

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas.
3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Série.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

A obra “Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 2” contempla vinte e quatro capítulos em que os autores abordam pesquisas científicas e inovações tecnológicas aplicadas nas diversas áreas de engenharia.

Inovações tecnológicas são promovidas através dos resultados obtidos de pesquisas científicas, e visam permitir melhorias a sociedade através de seu uso nas engenharias.

A utilização racional de energia, consiste em utilizar de forma eficiente a energia para se obter determinado resultado. O estudo sobre novas fontes de energia, e o seu comportamento podem trazer benefícios ao meio ambiente e trazer progresso a diversos setores.

A aplicação de novas tecnologias pode permitir avanços em diversas áreas, como saúde, construção, meio ambiente, proporcionando melhorias na qualidade de vida de diversas comunidades.

Diante do exposto, almejamos que o leitor faça uso das pesquisas aqui apresentadas, permitindo uma reflexão sobre seu uso na promoção de desenvolvimento social e tecnológico.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
EVOLUÇÃO DA SEGURANÇA NO TRABALHO PARA A ATIVIDADE DO SETOR ELÉTRICO	
Humberto Rodrigues Macedo Valci Ferreira Victor Kaisson Teodoro de Souza Paulo Henrique Martins Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.0352006011	
CAPÍTULO 2	10
GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: LEGISLAÇÃO REGULATÓRIA E BENEFÍCIOS AOS CONSUMIDORES PELA COMPENSAÇÃO DE ENERGIA	
Neide Alves Dalla Vecchia Ruan Michel Alves Dalla Vecchia	
DOI 10.22533/at.ed.0352006012	
CAPÍTULO 3	20
HIDROENERGIA: ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE UMA TURBINA FRANCIS PARA APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO EM PCHS	
Cristine Machado Schwanke Ingrid Augusto Caneca da Silva Vanessa Silva Goulart Suélen Mena Meneses Nathália Dias Imthon Matheus Henrique Baesso Joyce Alves Silva Cruz Ethan Ribas Pereira Perez Matheus Felicio Palmeira dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.0352006013	
CAPÍTULO 4	34
MAPEAMENTO TECNOLÓGICO DE PEDIDOS DE PATENTES RELACIONADOS À UTILIZAÇÃO DAS MICROALGAS	
Kamila Cavalcante dos Santos Jéssica Guimarães Lopes Andréia Alves Costa	
DOI 10.22533/at.ed.0352006014	
CAPÍTULO 5	43
ESTUDO DE AÇÕES PARA A REDUÇÃO DOS CUSTOS DO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA GRANDES CONSUMIDORES	
Valci Ferreira Victor Humberto Rodrigues Macedo Adail Pereira Carvalho Lucas Cardoso da Silva Pitágoras Rodrigues de Melo Sobrinho	
DOI 10.22533/at.ed.0352006015	

CAPÍTULO 6	53
PROPOSTA DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO E DESPACHO DE MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NO CONCEITO DE CENTRAIS VIRTUAIS DE ENERGIA	
Rodrigo Regis de Almeida Galvão Thiago José Lippo de França Breno Carneiro Pinheiro Luis Thiago Lucio	
DOI 10.22533/at.ed.0352006016	
CAPÍTULO 7	67
PROTEÇÃO TÉRMICA CONTRA ARCOS ELÉTRICOS: UM ESTUDO DE CASO COM UMA SUBESTAÇÃO DE 13,8 KV	
Herick Talles Queiroz Lemos Humberto Dionísio de Andrade Matheus Emanuel Tavares Sousa Adriano Aron Freitas de Moura Ednardo Pereira da Rocha Ailson Pereira de Moura	
DOI 10.22533/at.ed.0352006017	
CAPÍTULO 8	81
VEÍCULOS ELÉTRICOS E A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA PARTIR DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	
Jardel Eugenio da Silva Fabianna Tonin Jair Urbanetz Junior	
DOI 10.22533/at.ed.0352006018	
CAPÍTULO 9	92
ANÁLISE DA CURVA E FATOR DE CARGA COM E SEM PRESENÇA DE MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA	
Murilo Miceno Frigo Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho	
DOI 10.22533/at.ed.0352006019	
CAPÍTULO 10	101
ANÁLISE DE VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DE LASER SCANNER TERRESTRE EM MINERAÇÃO DE CALCÁRIO	
Caio Cesar Vivian Guedes Oliveira Luis Eduardo de Souza Luciana Arnt Abichequer	
DOI 10.22533/at.ed.03520060110	
CAPÍTULO 11	114
APLICAÇÃO DA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA NO ESTUDO DE CASO DA PALMILHA SENSORIZADA PARA PÉS DIABÉTICOS	
Luciana Maria de Oliveira Cortinhas Leonara Gonçalves e Silva Pires Anna Patrícia Teixeira Barbosa Jeane Souza Chaves Sidou	

Camila Alves Areda
Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento
Rafael Leite Pinto de Andrade

DOI 10.22533/at.ed.03520060111

CAPÍTULO 12 127

**AVALIAÇÃO DA EXATIDÃO E REPETIBILIDADE DO SENSOR LEAP MOTION
CONTROLLER PARA A SUA UTILIZAÇÃO EM REABILITAÇÃO VIRTUAL**

Marcus Romano Salles Bernardes de Souza
Eduardo Apolinário Lopes
Rogério Sales Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.03520060112

CAPÍTULO 13 134

**ESTUDO PROSPECTIVO DE ÁCIDO LÁTICO PRODUZIDO POR LEVEDURAS EM
GLICEROL BRUTO**

Leandro Rodrigues Doroteu
Fabrício de Andrade Raymundo
Rogerio de Jesus Camargo Emidio
Marcilene Cordeiro Gomes
Camila Alves Areda
Eliana Fortes Gris
Grace Ferreira Ghesti
Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento
Nadia Skorupa Parachin
Eduardo Antônio Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.03520060113

CAPÍTULO 14 146

**MOUSE AUXILIAR DISTRIBUIDOR DE CARGA DE TRABALHO NA INTERAÇÃO COM
UM COMPUTADOR PESSOAL PARA DUAS MÃOS**

Fabrício de Andrade Raymundo
Marcelo Borges de Andrade
Marcus Vinícius Lopes Bezerra
Marina Couto Giordano de Oliveira
Sânia Léa Alves Rocha Lopes
Adriana Regina Martin
Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.03520060114

CAPÍTULO 15 163

**ÓXIDOS MISTOS A BASE DE TIO_2/ZNO APLICADOS NA DEGRADAÇÃO
FOTOCATALÍTICA DA ATRAZINA**

Gabriel Maschio de Souza
Gabriela Nascimento da Silva
Luiz Mário de Matos Jorge
Onélia Aparecida Andreo dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.03520060115

CAPÍTULO 16	172
PARADIGMAS TECNOLÓGICOS E REGIMES DE APROPRIABILIDADE: O CASO DA INDÚSTRIA FONOGRÁFICA NA ERA DIGITAL	
Sheila de Souza Corrêa de Melo Edoardo Sigaud Gonzales Natália Bonela de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.03520060116	
CAPÍTULO 17	183
UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS AND AIRSPACE INTERFACES	
Omar Daniel Martins Netto Maria Emília Baltazar Jorge Miguel dos Reis Silva	
DOI 10.22533/at.ed.03520060117	
CAPÍTULO 18	201
UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA PARA DELINEAR ESTRATÉGIAS DE POSICIONAMENTO DE MERCADO DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS DE MONITORAMENTO	
Janaina dos Santos Melo Maria Fernanda Mascarenhas dos Santos Melis Levi dos Santos Sandra Malveira Grace Ferreira Ghesti Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.03520060118	
CAPÍTULO 19	213
ANALISE COMPUTACIONAL DE VIGAS RETANGULARES DE CONCRETO ARMADO REFORÇADA AO CISALHAMENTO COM PRFC	
Maicon de Freitas Arcine Nara Villanova Menon	
DOI 10.22533/at.ed.03520060119	
CAPÍTULO 20	228
ANÁLISE COMPARATIVA DE TÉCNICAS DE INTERPOLAÇÃO APLICADAS À ANÁLISE DE POLUIÇÃO ELETROMAGNÉTICA	
Talles Amomy Alves de Santana Humberto Dionísio de Andrade Herick Talles Queiroz Lemos Matheus Emanuel Tavares Sousa Adriano Aron Freitas de Moura Ednardo Pereira da Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.03520060120	
CAPÍTULO 21	241
ANÁLISE CRÍTICA E PROPOSIÇÕES DE INOVAÇÃO AO MÉTODO DE ENSAIO DE AÇÃO DE CALOR E CHOQUE TERMICO À LUZ DA ABNT NBR 15575 (2013)	
Luciani Somensi Lorenzi Luiz Carlos Pinto da Silva Filho	
DOI 10.22533/at.ed.03520060121	

CAPÍTULO 22	254
ESTUDO NUMÉRICO BIDIMENSIONAL DO EFEITO DA PRESENÇA DE UM TUMOR NO CAMPO DE TEMPERATURA DE UMA MAMA	
José Ricardo Ferreira Oliveira	
Vinicius Soares Medeiros	
Jefferson Gomes do Nascimento	
Alisson Augusto Azevedo Figueiredo	
Gilmar Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.03520060122	
CAPÍTULO 23	261
AMBIENTE DE PROJETO DE HARDWARE E SOFTWARE INTEGRADOS PARA APRENDIZADO E ENGENHARIA DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS	
Edson Lisboa Barbosa	
Lucas Fontes Cartaxo	
Cícero Samuel Rodrigues Mendes	
Guilherme Álvaro Rodrigues Maia Esmeraldo	
DOI 10.22533/at.ed.03520060123	
CAPÍTULO 24	273
UMA PROPOSTA PRÁTICA DE MANUFATURA DE CONCRETO QUE PERPASSA DISCUSSÕES SOBRE SUSTENTABILIDADE E PENSAMENTO CRÍTICO	
Alaor Valério Filho	
Ânderson Martins Pereira	
Carlos Alfredo Barcellos Bellinaso	
Daniela Giffoni Marques	
DOI 10.22533/at.ed.03520060124	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	281
ÍNDICE REMISSIVO	282

ANÁLISE DE VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DE LASER SCANNER TERRESTRE EM MINERAÇÃO DE CALCÁRIO

Data de aceite: 26/11/2019

Caio Cesar Vivian Guedes Oliveira

Universidade Federal do Pampa, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Mineral
Caçapava do Sul – RS

Luis Eduardo de Souza

Universidade Federal do Pampa, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Mineral
Caçapava do Sul – RS

Luciana Arnt Abichequer

Universidade Federal do Pampa, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Mineral
Caçapava do Sul – RS

RESUMO: Muitos avanços tecnológicos em equipamentos e processos vêm ocorrendo atualmente, mas suas aplicações acabam sendo consideradas inviáveis financeiramente, pelo investimento necessário ou por falta de mão-de-obra capacitada, apesar das vantagens a médio e longo prazo que as empresas poderiam conseguir com sua implementação. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar o uso do *scanner a laser* terrestre, juntamente com suas ferramentas computacionais para interpretação de dados, em ambiente de mineração, analisando praças, taludes e o fator de diluição em bancadas. O estudo foi realizado em mineração de calcário, no município de

Caçapava do Sul. Verificou-se e analisou-se a aplicabilidade do *Scanner a Laser* em praças e taludes em bancadas de trabalho, nos avanços de lavra em mineração de calcário, utilizando-se de coleta de dados, estudo bibliográfico e caracterização dos procedimentos realizados. O uso do equipamento em mineração de calcário possibilitou a obtenção de dados e informações da mina de forma rápida e segura, sendo capaz de alcançar lugares inacessíveis, instáveis e de risco, extraíndo uma alta densidade de pontos que, após o processamento, proporciona ferramentas de análise e tomada de decisão em relação à situação atual e futura da área.

PALAVRAS-CHAVE: mineração de calcário, *scanner a laser* terrestre, diluição, geometria de bancada, modelo tridimensional.

FEASABILITY ANALYSIS OF GROUND LASER SCANNER APPLICATION IN LIMESTONE MINING

ABSTRACT: Many technological advances in equipment and processes are currently occurring, but their applications are considered financially unviable due to the necessary investment or lack of skilled labor, despite the medium and long term advantages that companies could achieve with their implementation. Thus, the present work aimed to analyze the use of ground laser scanner, and its computational tools for data

interpretation, in a mining environment, analyzing working benches elements (height, width, and slopes) and the dilution factor. The equipment made possible to obtain data and information from the mine quickly and safely, being able to reach inaccessible, unstable and risky places, in an extremely narrow point spacing, allowing to analyze the current and future situation of the area.

KEYWORDS: limestone mining, ground laser scanner, dilution, bench geometry, 3D model.

1 | INTRODUÇÃO

Enquanto o desenvolvimento tecnológico tanto de equipamentos quanto de processos avança muito rapidamente, a indústria de mineração como um todo, mas de maneira especial as operações de pequeno e médio porte, não parece conseguir acompanhar esse crescimento, no sentido de aplicar estas tecnologias para otimização do ciclo produtivo ou redução dos custos operacionais. Muitos avanços tecnológicos ocorrem, mas sua aplicação acaba sendo considerada inviável financeiramente, pelo investimento necessário ou por falta de mão-de-obra capacitada, apesar das vantagens a médio e longo prazo que as empresas poderiam conseguir com sua implementação (VAN DER MERWE; ANDERSEN, 2012).

A utilização de instrumentos topográficos é considerada como método antigo de levantamentos de distâncias e direções. A técnica utilizada atualmente com medidores eletrônicos de distâncias e direções tornou-se mais eficiente, utilizando-se das estações totais. Com a melhora dos medidores a laser tornou-se possível a realização de medidas de distâncias sem a necessidade de refletores, o que permitiu a determinação remota de coordenadas, sem tocar o objeto. Com isso, a evolução da tecnologia aplicada a estes equipamentos, desenvolveu a medição programada de pontos, sem a necessidade de um operador e sem expor pessoal a zonas com risco de ruptura ou caimento (TOMMASELLI, 2003).

O *scanner a laser* terrestre é um aperfeiçoamento desses equipamentos, que recentemente tornou-se utilizado em levantamento de minas. Porém sua utilização é ampla e pode abranger diversos setores em diferentes indústrias.

Segundo Gerry (2016), o uso do *scanner a laser* vai depender de como é a área que se deseja obter resultado, classificando o uso de diferentes equipamentos para diferentes áreas, sugerindo o uso de drones para pequenas áreas e centros urbanos, para grandes áreas em locais remotos o uso do levantamento por *PhotoSat*, e para levantamentos de solo em áreas abertas e com regiões de cobertura o uso do *scanner a laser* com tecnologias LIDAR (*Light Detection and Ranging*), assim como em ambiente de mineração.

Atualmente, as empresas buscam manter o máximo controle de suas

operações. Logo sabe-se que, quanto melhor é o controle e o domínio sobre as atividades desenvolvidas na empresa, menores serão os riscos e erros associados ao controle das operações. Conseqüentemente, esses erros podem levar a resultados indesejáveis e ao não aproveitamento dos recursos minerais existentes. A variabilidade geológica é um dos parâmetros que devemos ter o máximo de domínio possível sobre seu comportamento, pois está diretamente relacionada com a lavra do minério. Essa variabilidade geológica afeta diretamente a diluição do material de interesse, portanto ela deve ser considerada no planejamento dos avanços de lavra do minério.

Segundo Diakite (1999) a diluição de minério é a adição de rocha residual, material não minério e o material que está abaixo do teor de corte para o minério durante o processo de mineração. Em outras palavras, a diluição é definida como o material de baixo teor que entra em um fluxo de minério, reduzindo seu valor.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar o uso do *Scanner a Laser Terrestre 3D*, juntamente com suas ferramentas computacionais para interpretação de dados, em ambiente de mineração, analisando praças, taludes e a diluição do material nas bancadas de avanços de lavra em mineração de calcário.

1.1 Localização e contexto geológico

O estudo foi realizado em mineração de calcário, localizada na região das caieiras, no município de Caçapava do Sul, que está localizado na chamada Zona da Campanha do estado do Rio Grande do Sul, distante aproximadamente 262 km da capital do estado, Porto Alegre.

A área de estudo está inserida na Suíte Granítica Caçapava do Sul (SGCS), localizada no Escudo Sul-Riograndense. A Suíte Granítica Caçapava do Sul, com idade aproximada de 540 milhões de anos, é constituída principalmente por sienogranito, contornando e intrudindo monzogranito a allanita granodiorito, médio a fino, dominante na porção central, com foliação protomilonítica ao longo das bordas do corpo granítico. A SGCS possui uma forma de corpo elíptico com o eixo maior orientado na direção N-S. Esta compreende dois corpos graníticos intrusivos no Complexo Metamórfico Vacacaí, sendo que este complexo forma um cinturão metamórfico no entorno da SGCS (PORCHER *et al.*, 2000).

1.2 Uso do laser scanner 3D

Nos últimos anos houve uma crescente utilização do *scanner a laser* terrestre em diversas áreas, sendo utilizado principalmente na documentação gráfica e métrica de objetos variados. O uso dessa técnica de monitoramento é consideravelmente aceito pelas empresas, pois utiliza-se de maneiras não invasivas e não destrutivas,

assim não necessitando de contato direto com o material. O *scanner a laser* terrestre é considerado um equipamento de sensoriamento remoto, pois consegue captar uma grande quantidade de dados com alta taxa de aquisição de uma superfície observada e, de certa forma, com grande precisão (BELLIAN *et al.*, 2005).

1.3 Aplicação do scanner a laser terrestre 3D na mineração

A tecnologia LIDAR presente no *scanner a laser* terrestre vem sendo utilizada desde 1995 para realização de trabalhos na área de estratigrafia de maneira qualitativa e quantitativa, os trabalhos de Kerans and Tinker (1997) e Read *et al.* (1995) são exemplos de aplicação dessa tecnologia.

Segundo Rocha (2002), o levantamento topográfico em mineração com o uso do *Scanner a Laser Terrestre 3D* possui vantagens em relação a outros sistemas de medidas topográficas, pois possibilita um maior rendimento, maior velocidade, precisão e segurança, visto que permite capturar informações topográficas em lugares inacessíveis como tetos e galerias irregulares de minas. Ele também menciona outras aplicabilidades do equipamento em ambiente de mineração, que estão descritos logo abaixo:

- auxilia no controle do ângulo de talude;
- permite a cubagem de pilhas pulmão e depósitos de estéreis;
- facilita o levantamento de estruturas geológicas como falhas e dobras;
- realiza monitoramento de cavidades, erosões e deslizamentos;
- possibilita o levantamento de volumes de caçambas e conchas dos equipamentos.

Muitas empresas de mineração estão descobrindo que os *scanners a laser* terrestres fornecem um método de levantamento e monitoramento de minas que podem ajudar a aumentar a produtividade e melhorar a competitividade no mercado. Conforti (2017) utilizou dois tipos de *scanners a laser* terrestres na mineração: um *scanner a laser* estático e um móvel, para comparar resultados de testes de campo em diferentes aplicações na mineração, incluindo estimativas de volumes, com o objetivo de obter o nível mais alto de precisão e a melhor cobertura de áreas inacessíveis. Ele utilizou-se de nuvens de pontos geradas e do georreferenciamento desses pontos, assim como, mapas de declives e mapas de superfícies de deslocamentos em seus resultados e discussões.

1.4 Diluição

Diluição refere-se ao material residual (estéril) que não é separado do minério durante a operação e é extraído com minério. Este estéril é misturado com o minério

e enviado para a planta de processamento. A diluição aumenta a tonelagem de minério enquanto diminui seu teor. A diluição pode ser definida como a razão entre a tonelagem de estéril enviados para a usina de beneficiamento e a tonelagem total de minérios e estéril combinados que são beneficiados (JARA *et al.*, 2006; SINCLAIR, 2002).

Esse entendimento, mencionado no parágrafo anterior, pode ser aplicado na cava a céu aberto, em material *in situ*, ou seja, a diluição de uma bancada lavrada é igual a razão entre as intrusões presentes na bancada (estéril) e a tonelagem total de material desmontado naquele avanço de lavra. Geralmente, a diluição (d_i) é expressa em formato percentual, como mostrado na equação a seguir:

$$d_i = \left(\frac{\text{volume de estéril}}{\text{volume total (minério + estéril)}} \right) \times 100$$

Por exemplo, se 15 toneladas de estéril (ou minério abaixo do teor de corte) forem mineradas com 85 toneladas de minério, ao todo teremos 100 toneladas enviadas para o beneficiamento, a diluição resultará em 15,0%. De acordo com essa definição, d_i por cento da diluição (no caso os 15%) em uma mina, sugere que d_i por cento da razão não é economicamente rentável para ser processada. Este montante d_i não deve ser enviado para o beneficiamento e ações adequadas devem ser tomadas na mina, para separá-las da alimentação no britador, tanto quanto possível.

2 | METODOLOGIA

Primeiramente buscou-se verificar na prática a precisão do *scanner a laser*, partindo já no laboratório de mineração, onde utilizou-se os azulejos que recobrem as paredes, como foco de medições. Foi então medido a largura dos azulejos, utilizando-se de uma trena de mão e, posteriormente, realizando o mapeamento dos azulejos com o *scanner a laser*, logo mais apresentado em resultados e discussões.

Dando início às atividades na mineração, buscou-se averiguar na prática o funcionamento do *scanner a laser* em cava a céu aberto, em uma mineração de calcário, possibilitando experiência com o método, de maneira a obter os melhores resultados possíveis nas futuras atividades com o equipamento. Os monitoramentos foram realizados em 2018, ao longo de 3 meses, totalizando aproximadamente 9 varreduras com o equipamento, sendo o grande intervalo de tempo devido ao mal tempo predominante na região e à disponibilidade da empresa em nos receber. Porém, grande parte dos dados coletados foram descartados devido às irregularidades nos pontos e superfícies da cava, espaços não mapeados e posicionamento desfocado

do equipamento em relação à área de interesse. Com esses mapeamentos em 2018 buscou-se averiguar as dimensões de praças de trabalho e controle de talude, fatores esses de suma importância no avanço de lavra em uma mineração.

Já em 2019, em acordo com a empresa onde foi desenvolvido o trabalho, buscou-se analisar a diluição nas bancadas de avanço de lavra.

3 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Utilizou-se a nuvem de pontos gerada nos processos de varredura no *software Reconstructor*[®], para precisão construtiva em modelagem 3D dos pontos obtidos. O *scanner a laser* realiza um mapeamento tão denso de pontos que a imagem gerada se assemelha muito a uma foto, quando o *zoom* é aplicado percebe-se os inúmeros pontos coletados milimetricamente. Temos então nossa primeira imagem, a qual foi coletada em laboratório, como mencionado anteriormente. A varredura buscou mapear os azulejos na parede (Figura 1), os quais foram medidos com trena e *scanner* e os resultados apresentados a seguir (Quadro 1).

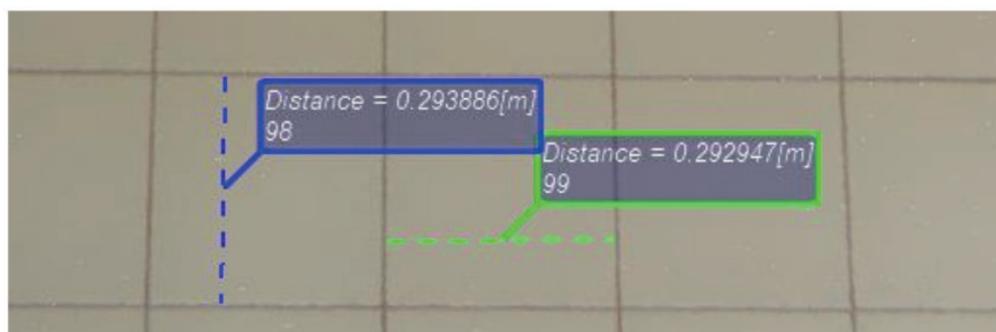


Figura 1 – Scan dos azulejos do laboratório de mineração como teste de precisão do *scanner*.

Fonte: do autor, 2018.

	Trena	Scanner 3D
Lado (Azul)	29,30 cm	29,3886 cm
Lado (Verde)	29,30 cm	29,2947 cm

Quadro 1 - Largura dos azulejos no laboratório de mineração.

Fonte: do autor, 2018.

Pode-se observar na Figura 1, que a medida no *software reconstructor* tem uma precisão de 6 casas depois da virgula, sendo essa medida dada em metros. É demonstrado os valores dos lados do azulejo em azul e verde, com os quais pode-se calcular a área caso necessário, por exemplo $0,293886 \times 0,292947 = 0,086$ m² de área para cada azulejo. Logo após a Figura 1, temos o Quadro 1, o qual

demonstra uma comparação entre os dados medidos com a trena e os medidos com o *scanner*. Podemos perceber a baixa variabilidade entre os mesmos, sendo esses valores variando na casa dos milímetros, e com pouca variação se comparado ao todo medido. Reforçando que as medidas apresentadas no Quadro 1 estão em centímetros, e que sua coleta teve intuito de verificar a precisão do equipamento para embasar futuras varreduras com o mesmo em ambiente de mineração.

Posteriormente foi realizado medidas utilizando uma trena de mão, para assim mapear metricamente as dimensões da praça, bancada de trabalho e altura de talude. E, sucessivamente, o mapeamento da área com o *scanner* 3D, assim possibilitando coletar as medidas, que anteriormente foram coletadas com trena e que demandaram muito mais tempo e risco, perante bancadas irregulares. Utilizou-se a nuvem de pontos gerada nos processos de varredura no software, para precisão construtiva em modelagem 3D dos pontos obtidos (Figura 2).

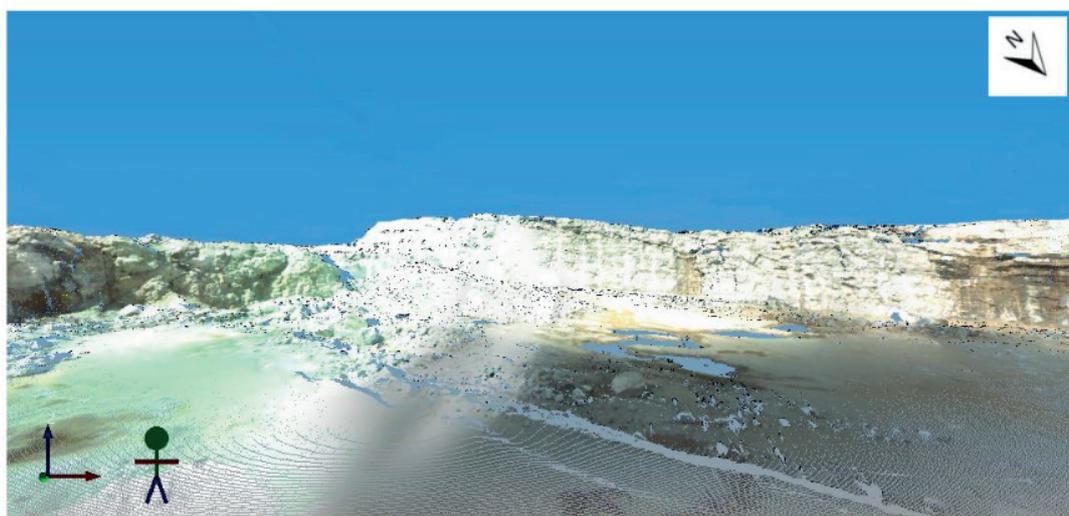


Figura 2 – Nuvem de pontos após conversão e tratamento dos dados.

Fonte: do autor, 2018.

Com os dados em mãos, extraiu-se do *software* (*Stonex 3D Reconstructor*) as medidas referentes a praça e ao talude de avanço da cava, utilizando a ferramenta de modelamento de superfície (Figura 3), os quais também haviam sido medidos *in situ* com a utilização da trena, de maneira a compará-los em sua precisão ou aproximação com os dados coletados pelo equipamento.

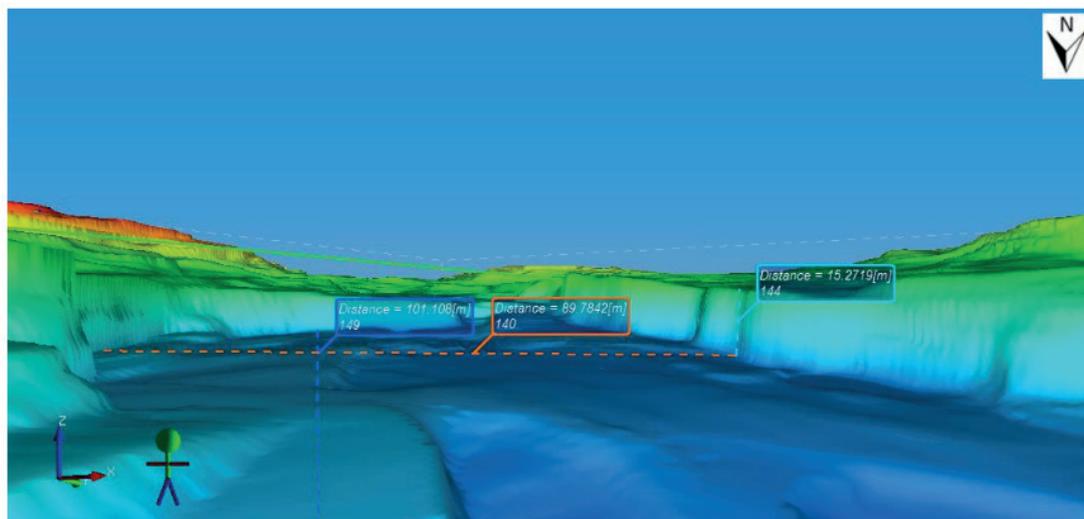


Figura 3 – Modelamento de superfície e verificação de distâncias entre pontos.

Fonte: do autor, 2018.

Observou-se no terreno diversas irregularidades, as quais foram minimizadas quando utilizado o modelamento de superfície, porém essas irregularidades em superfície dificultaram a precisão das medidas com a trena, o que ocasionou consequentemente valores diferentes dos medidos pelo software. Entretanto, em teste prévio realizado, buscou-se verificar a precisão do mapeamento dos pontos conhecidos com a realidade, e confirmou-se o constatado pelo manual do equipamento, que sua precisão chega na casa dos milímetros, como demonstrado no teste inicial em laboratório.

Após a coleta dos dados, buscou-se analisar a precisão do equipamento com a realidade, agora em ambiente de mineração, como demonstrado no Quadro 2, logo abaixo.

	Largura da praça	Comprimento da praça	Altura do talude
Trena	89,45 m	101,40 m	15,60 m
Scanner	89,78 m	101,11 m	15,27 m

Quadro 2 – Largura da praça e do talude em mineração a céu aberto. Medidas realizadas com utilização de trena e com o *Scanner* 3D.

Fonte: do autor, 2018.

Pôde-se observar uma variabilidade de centímetros entre os valores, porém essa variabilidade demonstrada deve-se a alguns fatores, tais como: (i) irregularidade nas bancadas e praças de trabalho, o que ocasionou desníveis em superfície; (ii) elevado grau de faturamento nos taludes, ocasionado pelas condições geológicas presentes e de possível planejamento irregular no desmonte, que acarretou em

faces de taludes deformadas e sem ângulo predominante, assim como a formação de repés. Esses fatores mencionados ocasionaram em medidas não tão confiáveis com a trena. Temos aí então, mais um fator a favor do equipamento para realização de medidas em superfícies irregulares e de difícil acesso.

Já em 2019 as atividades envolvendo o *scanner a laser* foram dedicadas ao mapeamento, interpretação e análise da diluição frente às bancadas de avanço na mineração de calcário. O modelo tridimensional composto pela nuvem de pontos pode ser trabalhado em formato que possibilita a identificação do estéril e do minério através da reflectância (Figura 4) ou mesmo de maneira colorida naturalmente pelo ambiente.

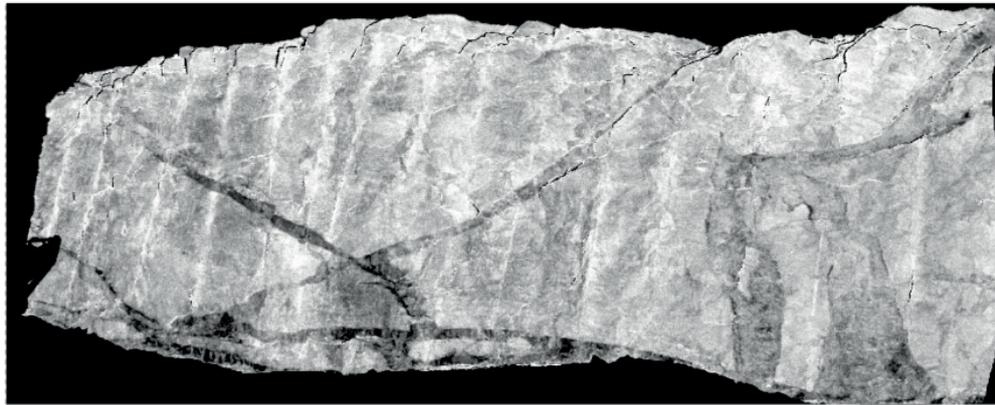


Figura 4 – Bancada de avanço de lavra representada pela nuvem de pontos de reflectância.
Fonte: do autor, 2019.

Utilizando-se dos monitoramentos com o *scanner* pode-se calcular as áreas de diversas formações geológicas com diferentes irregularidades. O recorte é realizado manualmente através do *software* (Figura 5), podendo ser visualizado e comparado também com modelos de reflectância, para obtenção de maior precisão na identificação das litologias.

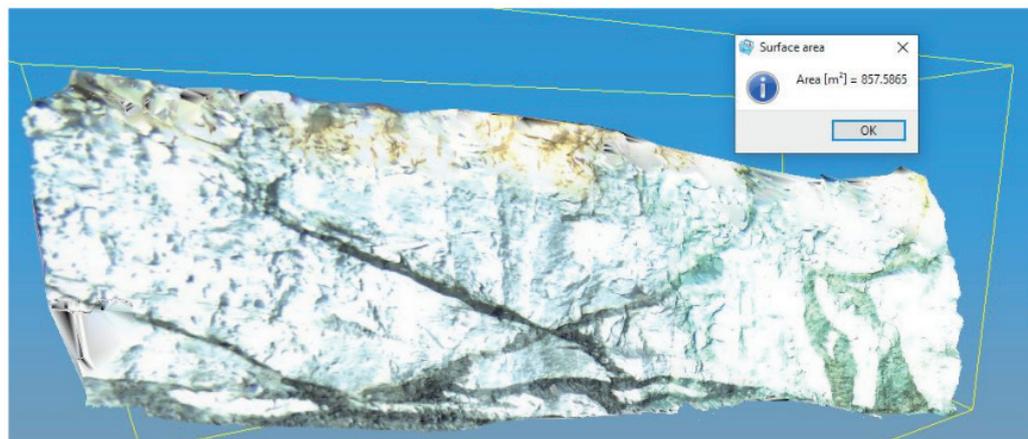


Figura 5 – Bancada de avanço de lavra com sua respectiva área.
Fonte: do autor, 2019.

Assim consegue-se obter um recorte manual, tanto no minério como do estéril, de maneira mais precisa possível.

Posteriormente é identificado e separado o estéril do minério e calculado suas respectivas áreas, como mostrado na Figura 6 e 7.

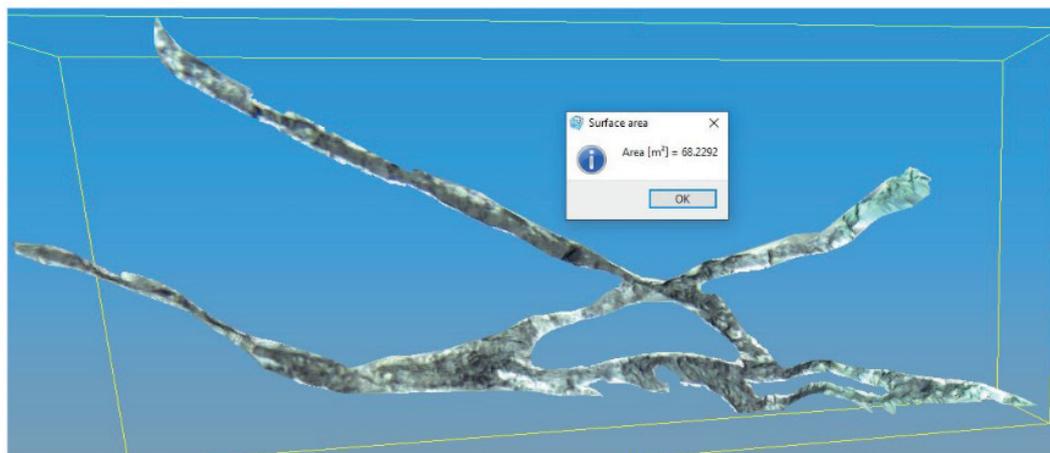


Figura 6 – Recorte da intrusão n° 1 (estéril) e sua respectiva área.

Fonte: do autor, 2019.

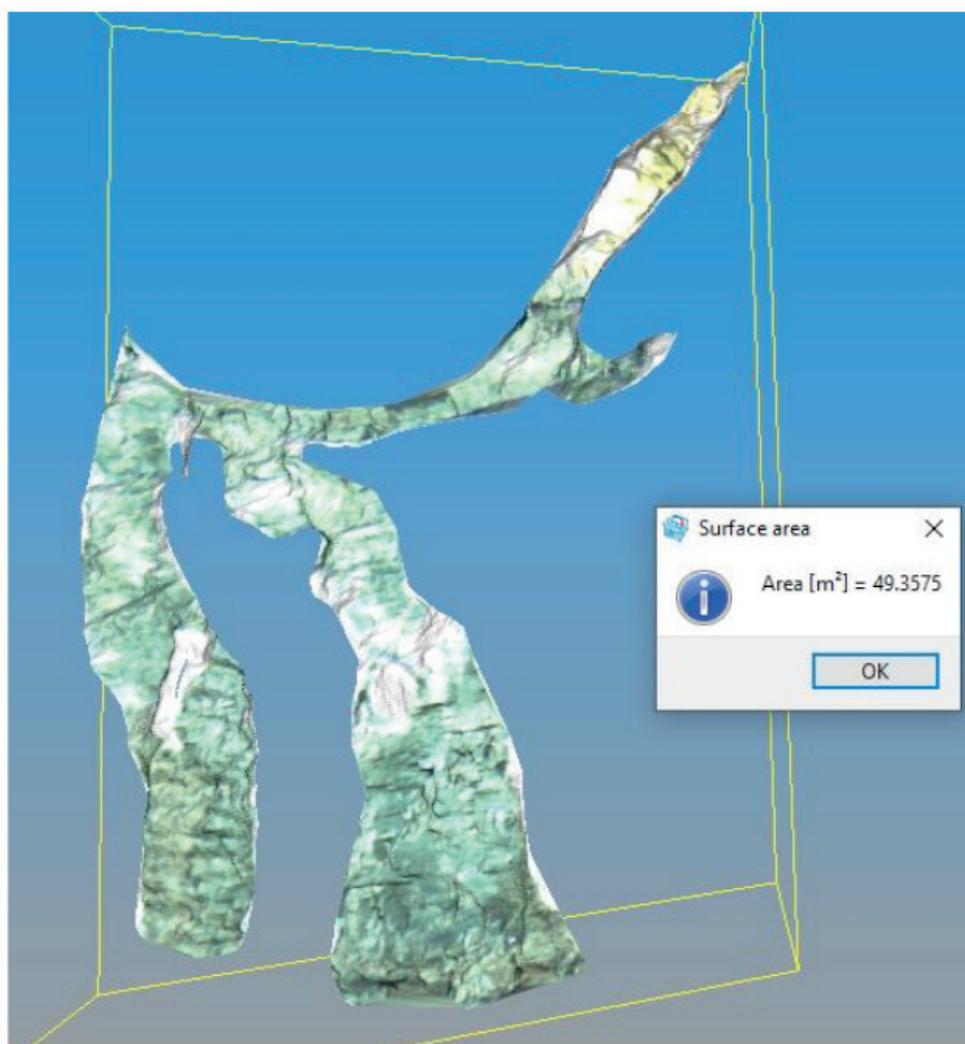


Figura 7 – Recorte da intrusão n° 2 (estéril) e sua respectiva área.

Fonte: do autor, 2019.

Sabendo as áreas das intrusões e da bancada total, podemos calcular a relação de diluição presente na bancada tanto em área como em volume, acrescentando o avanço realizada na bancada de acordo com a malha do plano de fogo. Para esta situação apresentada o avanço nessa bancada foi de 4 metros. Assim, podemos realizar os cálculos como apresentado logo abaixo.

Para a área de minério temos a área total menos a área das intrusões:

$$\text{Área Minério} = 857,59 \text{ m}^2 - 117,59 \text{ m}^2$$

$$\text{Área Minério} = 740 \text{ m}^2$$

Para calcularmos o volume de minério na bancada detonada teremos:

$$\text{Volume Minério} = 740 \text{ m}^2 \times 4 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume Minério} = 2960 \text{ m}^3$$

Para averiguarmos a diluição ocorrida na bancada aplicamos a relação do volume de estéril pelo volume total (minério + estéril), ambos multiplicados por 100 para obter um resultado em porcentagem, ou seja:

$$\text{Diluição} = \left(\frac{(117,59 \times 4) \text{ m}^2}{(857,59 \times 4) \text{ m}^2} \right) \times 100$$

$$\text{Diluição} = 13,71 \%$$

Com isso podemos correlacionar o fator diluição com outros aspectos referentes ao desmonte de rochas, como adequar o plano de fogo e/ou até mesmo verificar o custo x benefício dos desmontes em relação ao aumento do fator de Diluição.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo sobre o *scanner a laser* 3D, abre uma gama de oportunidades em termos de desenvolvimento científico e inovação, unindo a área de Sensoriamento Remoto ao planejamento mineiro, atividade fundamental no importante processo de lavra e beneficiamento de minérios, podendo ser aplicada nos mais diversos setores e tipos de minas.

Através da aplicação do equipamento em mina de calcário, foi possível

observar que o uso do equipamento é valioso e incomparável. A obtenção de dados e informações da mina ocorreu de forma rápida e segura, sendo capaz de alcançar lugares inacessíveis, instáveis e de risco, onde extraiu-se uma alta densidade de pontos, sendo assim, adquirida e processada em um baixo tempo, trazendo assim, condições de analisar a situação atual e futura da área.

O manuseio do equipamento é relativamente simples, porém é necessário que o operador esteja preparado e familiarizado com os princípios básicos de operação, para obter um melhor aproveitamento dessa tecnologia. Deve-se também estar ciente das limitações impostas pelo equipamento e seu funcionamento.

A utilização *do software* para interpretação de dados é de suma importância, e esse processo pode ser demorado devido à pouca familiarização com o mesmo, por isso apesar da prática de campo ser rápida e eficiente, o tratamento dos dados já é algo que demanda mais tempo. Assim como, o processo de análise e interpretação da nuvem de pontos para obtenção do fator de seletividade, independentemente da imagem colorida ou por reflectância.

O presente trabalho pode servir de suporte a futuras pesquisas realizadas na área da mineração, pois apresenta de maneira mais geral algumas, dentre tantas outras aplicações possíveis do equipamento, podendo ser utilizado em estudos geológicos e ambientais, assim como na área de construção civil, pois demonstrou-se uma técnica viável, inovadora e confiável em se tratando de representação tridimensional de pontos.

REFERÊNCIAS

BELLIAN, J. A., KERANS, C., JENNETTE, D. C. **Digital Outcrop Models: applications of terrestrial scanning lidar technology in stratigraphic modeling**. Journal of Sedimentary Research, v. 75, n. 2, p. 166-176, 2005.

CONFORTI, D. Optech Incorporated. Using Static and Mobile Laser Scanners to Measure and Manage Open Pit Mines. Open Pit Mine Surveying. ILRIS Application Note: IL – 004, REV A. Canada, 2017.

DIAKITE, O. **Ore Dilution In Sublevel Stopping**; Department of Mining and Metallurgical Engineering, McGill University, PhD Theses, pp. 36-38. Montreal, 1999.

GERRY, M. President PhotoSat. **Leaders in Satellite Surveying for Mining and Energy**. Vancouver, British Columbia, Canada, 2016.

JARA, R. M. et al. **Block size selection and its impact on open-pit design and mine planning**. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, v. 106, n. 3, p. 205-211, 2006.

KERANS, C., AND TINKER, S. **Sequence Stratigraphy and Characterization of Carbonate Reservoirs**: SEPM, Short Course, no. 40, 130 p, 1997.

PORCHER, C. A.; LOPES, R. C; J. A. FONSECA. **Programa levantamentos geológicos básicos do**

Brasil. Ministério de Minas e Energia, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM. Cachoeira do Sul, Folha SH.22-Y-A. Brasília, Distrito Federal, 2000.

READ, J.F., KERANS, C., WEBER, L.J., SARG, R., AND WRIGHT, F.M. **Milankovitch Sea-Level Changes, Cycles, and Reservoirs on Carbonate Platforms in Greenhouse and Ice-house Worlds:** SEPM, Short Course no. 35, 147 p, 1995.

SINCLAIR, A. J.; BLACKWELL, G. H. **Applied mineral inventory estimation.** Cambridge University Press, 2006.

TOMMASELLI, A. M. G. **Um Estudo Sobre as Técnicas de Varredura a Laser e Fotogrametria para Levantamentos 3D a Curta Distância.** GEODÉSIA Online - Revista da Comissão Brasileira de Geodésia. 4 / 2003 [ISSN 1415-1111].

VAN DER MERWE, J. W., ANDERSEN, D. C. **Applications and benefits of 3D laser scanning for the mining industry.** Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, v. 113, n. 3, 2013.

SOBRE A ORGANIZADORA

Franciele Braga Machado Tullio - Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abaqus 213, 214, 215, 218, 219, 221, 222, 223, 226, 227

Acidente de trabalho 1

Air Traffic Management (ATM) 183

Análise de patentes 41

Apontador 129, 147

Arco elétrico 67, 68, 69, 70, 73, 74, 79, 80

Atrazina 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170

B

Biopolímeros 134, 135

C

Compensação de energia 10, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 54, 100

Corpo 103, 114, 118, 119, 124, 134, 143, 177, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 255

D

Degradação 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 245, 250

Demanda contratada 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51

Diluição 101, 103, 104, 105, 106, 109, 111

Dispositivo 22, 73, 74, 127, 128, 129, 132, 147, 148, 151, 177, 180, 209, 245

Distribuição 1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 40, 41, 54, 73, 76, 90, 92, 93, 100, 117, 119, 138, 140, 147, 160, 161, 173, 174, 178, 180, 182, 206, 226, 229, 233, 234, 236, 247, 248

E

Economia de energia 43, 51

Eletricista 1, 2, 5, 7, 69

Energia elétrica 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 32, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 52, 53, 54, 59, 60, 63, 65, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 92, 97, 98, 100

Energia incidente 67, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 78, 79

Energia solar fotovoltaica 81

Equipamentos de proteção individual 8, 67, 68

F

Fator de carga 92, 93, 94, 98, 99, 100

Fonte hídrica 20

Fotocatálise 163, 165

G

Geometria de bancada 101

Geração distribuída 10, 11, 13, 14, 15, 16, 19, 21, 53, 54, 57, 65, 81, 89, 90

Geração elétrica distribuída 20

I

Indústria fonográfica 172, 173, 176, 178, 179, 181, 182

Interpolação 228, 229, 230, 231, 232, 236, 237, 238, 239, 240

J

Jogos sérios 127, 128, 132

L

Leap motion controller 127, 128, 129, 132, 133

Leveduras 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144

M

Método da validação cruzada 228, 230, 237, 238

Microalgas 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 135

Microgeração 15, 17, 18, 53, 55, 56, 57, 63, 64, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100

Mineração de calcário 101, 103, 105, 109

Modelo tridimensional 101, 109

Mouse 146, 147, 148, 149, 150, 155, 159, 160, 161

N

Nr10 1, 2

O

Óxidos mistos 163, 165, 169

P

Palmilha 114, 115, 116, 117, 122, 123, 124, 126

Paradigmas tecnológicos 172, 173

Poli(ácido láctico) 134, 135, 137

Polímeros Reforçados com Fibra de Carbono (PRFC) 213, 214, 218, 223, 225, 226, 227

Poluição eletromagnética 228, 238

Prospecção tecnológica 34, 36, 41, 42, 114, 117, 145, 149, 162, 203, 204

R

Reabilitação virtual 127, 128, 132

Rede de distribuição 14, 15, 76, 92, 93

Reforço ao cisalhamento 213, 215, 216, 227

Regimes de apropriabilidade 172, 173, 174, 175

S

Sap2000 v15 213, 214, 215, 219, 226

Scanner a laser terrestre 101, 102, 103, 104

Sinais bioelétricos 114, 118, 124

Sistemas fotovoltaicos 81, 82, 90, 92, 93, 100

T

Turbinas 14, 20, 22, 23, 24, 31, 32

U

UAS Traffic Management (UTM) 183, 185, 186, 187, 189, 190, 194, 196, 197, 198, 200

Unmanned Aircraft System (UAS) 183, 184, 186, 200

V

Veículo elétrico 81, 84, 86, 88, 89, 90

