

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

4

Francisco Odécio Sales
(Organizador)


Atena
Editora
Ano 2021

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

4

Francisco Odécio Sales
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021

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

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale 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 Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

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. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

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. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. 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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Secconal Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
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. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
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
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
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 Albornoz – 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. Lilian 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
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. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
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
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
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: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Francisco Odécio Sales

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exatas e da terra: exploração e qualificação de diferentes tecnologias 4 / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-713-0

DOI 10.22533/at.ed.130211301

1. Terra. 2. Ciências Exatas. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 551.1

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A coleção “Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 4” é uma obra que objetiva uma profunda discussão técnico-científica fomentada por diversos trabalhos dispostos em meio aos seus 21 capítulos. Esse 4º volume, bem como o volume 3, abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam nos vários caminhos das Ciências exatas e da Terra, bem como suas reverberações e impactos econômicos e sociais.

Tal obra objetiva publicitar de forma objetiva e categorizada estudos e pesquisas realizadas em diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais. Em todos os capítulos aqui expostos a linha condutora é o aspecto relacionado às Ciências Naturais, tecnologia da informação, ensino de ciências e áreas afins.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam por inovação, tecnologia, ensino de ciências e demais temas. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes campos da engenharia, ciência e ensino de forma temporal com dados geográficos, físicos, econômicos e sociais de regiões específicas do país é de suma importância, bem como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade.

Deste modo a obra Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 4 apresenta uma profunda e sólida fundamentação teórica bem com resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que desenvolvem seu trabalho de forma séria e comprometida, apresentados aqui de maneira didática e articulada com as demandas atuais. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Francisco Odécio Sales

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A AGRICULTURA URBANA COMO PROPOSTA DE USO E OCUPAÇÃO PARA AS ÁREAS DE RISCO: EXPERIÊNCIAS POTENCIAIS QUE SUBSIDIAM AÇÕES ESTRATÉGICAS PARA A CIDADE DE FORTALEZA-CE

Ana Carla Alves Gomes

Maria Lúcia Brito da Cruz

DOI 10.22533/at.ed.1302113011

CAPÍTULO 2..... 15

ANÁLISE DE ESPECTROS UTILIZANDO ESPECTROSCÓPIO CASEIRO

Marcelo Antonio Amorim

Denes Alves de Farias

Edite Maria dos Anjos

Eryka Christine Viana Nascimento

Wellington Francisco da Silva

DOI 10.22533/at.ed.1302113012

CAPÍTULO 3..... 26

ANÁLISE GEOESTATÍSTICA DOS ROUBOS NA CIDADE DE SÃO PAULO – SP PARA OS ANOS DE 2016 E 2017

Ícaro Viterbre Debique Sousa

Alexandre Alves Oliveira

Heron Viterbre Debique Sousa

Antonio Mendes Magalhães Júnior

DOI 10.22533/at.ed.1302113013

CAPÍTULO 4..... 36

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NA PRODUÇÃO DE CLONES DE *SWIETENIA MACROPHYLLA KING*

Ingrid Loraine Rocha Ribeiro

Rogério Oliveira Souza

DOI 10.22533/at.ed.1302113014

CAPÍTULO 5..... 47

BAGAÇO DE MALTE: ALTERNATIVAS DE REAPROVEITAMENTO

Jean Lucas Ribeiro de Farias

Jonas Cardoso de Oliveira

Kamila Paula Machado Rech

Vanessa Zorzan

Claudia Eugênia Castro Bravo

Ellen Porto Pinto

DOI 10.22533/at.ed.1302113015

CAPÍTULO 6..... 52

COLORIMETRIA E ABSORBÂNCIA DE FIBRAS DE TiO₂ OU DE TiO₂ CONTENDO

PERCURSORES DE TUNGSTÊNIO APLICANDO O SISTEMA CIELa*b*

Luana Góes Soares da Silva

Annelise Kopp Alves

DOI 10.22533/at.ed.1302113016

CAPÍTULO 7..... 64

CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM COULOMBOSCÓPIO DE BAIXO CUSTO

José Antônio Pinto

Luciano Soares Pedroso

Maria Lúcia Soares Pedroso

Giovanni Armando da Costa

Guilherme Almeida de Souza Pereira

DOI 10.22533/at.ed.1302113017

CAPÍTULO 8..... 77

CYTOTOXICITY OF ESSENTIAL OILS FROM *Murraya paniculata* (L.) JACK. AND THEIR BIOLOGICAL POTENTIAL AGAINST FUNGI OF AGRONOMIC INTEREST

Flávia Fernanda Alves da Silva

Cassia Cristina Fernandes

Aline Soares Diniz

Mayker Lazaro Dantas Miranda

DOI 10.22533/at.ed.1302113018

CAPÍTULO 9..... 86

DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE MÁXIMA DE ADSORÇÃO DE COBRE (II) EM CASCA DE OVO E REUSO NA PRODUÇÃO DE ALFACE AMERICANA (LACTUCA SATIVA L.)

José Antonio Rodrigues de Souza

Débora Astoni Moreira

Ellen Lemes Silva

Diego César Veloso Rezende

Matheus Rocha Mendes

João Gabriel Felismino

Wesley Anderson Siqueira Ribeiro

Walisson Marques de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.1302113019

CAPÍTULO 10..... 100

ESTUDO COMPARATIVO DE CATALISADORES $La_{(1-x)}Ca_xMnO_3$ (X=0,3) VIA MÉTODOS ÚMIDOS PARA APLICABILIDADE ECONÔMICA INDUSTRIAL AUTOMOBILÍSTICA

Symone Leandro de Castro

Davidson Nunes de Oliveira

Julia Alanne Silvino dos Santos

Filipe Martel de Magalhães Borges

DOI 10.22533/at.ed.13021130110

CAPÍTULO 11..... 111

IMPLEMENTAÇÃO DE UM DETECTOR DE CONTAS BOTS EM REDES SOCIAIS

Mateus da Silveira Colissi

Guilherme Chagas Kurtz
Sylvio André Garcia Vieira
Alexandre de Oliveira Zamberlan
DOI 10.22533/at.ed.13021130111

CAPÍTULO 12..... 132

LA MICROFÍSICA DEL PODER Y LA TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA: ELEMENTOS FUNDAMENTALES EN LA EMERGENCIA DEL SABER ESCOLAR MATEMÁTICO

Ana Mercedes Pérez Martínez

DOI 10.22533/at.ed.13021130112

CAPÍTULO 13..... 143

AVANÇOS METODOLÓGICOS NA DATAÇÃO POR TRAÇOS DE FISSÃO E U-Pb EM ZIRCÃO

Carlos Alberto Tello Sáenz
Luiz Augusto Stuani Pereira
Murilo Candido de Azevedo
Rosana Silveira Resende

DOI 10.22533/at.ed.13021130113

CAPÍTULO 14..... 155

O USO DE FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS EM AUXÍLIO À EDUCAÇÃO EM TEMPO DE DISTANCIAMENTO SOCIAL

Gabriel Kenji Furtado Mitome
Alexandre M. Melo Silva Pessoa

DOI 10.22533/at.ed.13021130114

CAPÍTULO 15..... 166

OXIDAÇÃO CATALÍTICA DE AZO-CORANTES SOBRE ÓXIDO DE FERRO SUPORTADO EM CARVÃO OBTIDO DA *Pachira aquatica Aubl*

Juraci Santos do Nascimento
Erlan Aragão Pacheco
Márcio Souza Santos
Tereza Simonne Mascarenhas Santos
Alexilda Oliveira de Souza
Cesário Francisco das Virgens

DOI 10.22533/at.ed.13021130115

CAPÍTULO 16..... 178

QUANTITATIVE ANALYSIS OF LIGHT ELEMENTS USING COMPACT XRF SPECTROMETERS

Cibele Bugno Zamboni
Dalton Giovanni Nogueira da Silva
Orion Giovane Tasso
Jose Agostinho Gonçalves de Medeiros
Maria Regina Andrade de Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.13021130116

CAPÍTULO 17	187
REVISÃO QUANTO A UTILIZAÇÃO DO FÍLER CALCÁRIO COMO MATERIAL CIMENTÍCIO SUPLEMENTAR	
Jayne Carlos Piovesan Raduan Krause Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.13021130117	
CAPÍTULO 18	200
SINCRONIZAÇÃO DO TEMPO DE SÍMBOLO EM SISTEMAS OFDM	
Rubem Vasconcelos Pacelli Antônio Macílio Pereira de Lucena Daniel Costa Araújo Jonas Almeida Mourão	
DOI 10.22533/at.ed.13021130118	
CAPÍTULO 19	208
SOLUÇÃO COMPUTACIONAL PARA COMUNICADO DE ACIDENTE DE TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Gustavo Batista Castagna Ana Paula Canal	
DOI 10.22533/at.ed.13021130119	
CAPÍTULO 20	228
“ <i>WEEPING ANGEL</i> ”: BIBLIOTECA <i>CROSS PLATAFORM</i> DE BAIXO CUSTO PARA DETECÇÃO DE ATENÇÃO EM DISPOSITIVOS MÓVEIS	
Alano Martins Pinto Yuri Lenon Barbosa Nogueira	
DOI 10.22533/at.ed.13021130120	
CAPÍTULO 21	235
APLICANDO O DESIGN THINKING NOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES	
Jonnathan Alves Teixeira Fellipe Henrique Alves de Paula Reane Franco Goulart	
DOI 10.22533/at.ed.13021130121	
SOBRE O ORGANIZADOR	241
ÍNDICE REMISSIVO	242

CAPÍTULO 17

REVISÃO QUANTO A UTILIZAÇÃO DO FÍLER CALCÁRIO COMO MATERIAL CIMENTÍCIO SUPLEMENTAR

Data de aceite: 04/01/2021

Jayne Carlos Piovesan

Centro Universitário São Lucas
Porto Velho – Rondônia

<http://lattes.cnpq.br/9698895015301332>

Raduan Krause Lopes

Centro Universitário São Lucas
Porto Velho – Rondônia

<http://lattes.cnpq.br/4240928242745906>

RESUMO: O aumento na produção de cimento vem crescendo de uma grande preocupação ambiental, visto o seu principal impacto estar relacionado a emissão de CO₂, portanto o principal desafio está relacionado à mitigação das emissões antrópicas de CO₂. A substituição parcial do clínquer por material cimentício suplementar em cimento ou concreto, sem dúvida é a estratégia mais viável e realista para reduzir os impactos ambientais. O fíler calcário vem sendo estudado a algum tempo, propondo a sua utilização em misturas cimentícias como cargas/material de enchimento. Este capítulo aborda uma referência bibliográfica sobre os estudos já realizados com o fíler calcário, bem como suas características químicas, físicas e sua reatividade. Também é discutido as propriedades mecânica de concretos e argamassas utilizando o fíler calcário, apresentando algumas reações químicas, de nucleação e hidratação que acontecem com a mistura. É possível perceber que ainda há muito o que se estudar sobre a

utilização do fíler calcário para entender todas as reações que acontecem e posterior aplicação definitiva no mercado.

PALAVRAS-CHAVE: Fíler Calcário, Hidratação, Dolomita, Carbonato.

REVIEW AS TO THE USE OF LIME FILER AS SUPPLEMENTARY CEMENT MATERIAL

ABSTRACT: The increase in cement production comes with a major environmental concern, since its main impact is related to CO₂ emissions, so the main challenge is related to the mitigation of anthropogenic CO₂ emissions. The partial replacement of clinker by supplementary cementitious material in cement or concrete is undoubtedly the most viable and realistic strategy to reduce environmental impacts. The limestone filler has been studied for some time, proposing its use in cement mixtures as fillers / filling material. This chapter addresses a bibliographic reference on the studies already carried out with the limestone filler, as well as its chemical, physical characteristics and its reactivity. The mechanical properties of concretes and mortars are also discussed using the limestone filler, presenting some chemical, nucleation and hydration reactions that happen with the mixture. It is possible to realize that there is still a lot to study about the use of limestone filler to understand all the reactions that happen and subsequent definitive application in the market.

KEYWORDS: Limestone filer, Hydration, Dolomite, Carbonate.

1 | INTRODUÇÃO

Os filers se destacam, pois, são materiais de baixo custo e de grande quantidade existente, embora tenha uma baixa reatividade ou sejam inertes (CECEL, 2019). De acordo com Barsi et al (2020), o calcário é utilizado como matéria prima para produção de cimento e como material cimentício suplementar também conhecido como material de enchimento. Por muito tempo o cimento Portland-calcário (PCL) foi produzido utilizando o calcário triturado, clínquer e gesso.

De acordo com Scrivener (2014), a adição de calcário contribui que a indústria de cimento seja mais sustentável, reduzindo o consumo de energia e o uso de recursos naturais, levando assim, a uma contribuição na diminuição da produção de carbono.

1.1 Origem, geração, histórico e estatísticas

Wang et al (2018) relatam que o pó de calcário é triturado e moído a partir do calcário natural. Em seus estudos, Kranjc (2006) distinguiu primeiro o calcário da dolomita como rocha sedimentar, sendo que, ele apresenta que o calcário é composto principalmente de fragmentos esqueléticos de organismos. A composição mineral do calcário tem as seguintes formas disponíveis: calcita, aragonita, vaterita e carbonato de cálcio amorfo.

Quanto a formação do calcário, Roeser et al (2016) e Panesar e Zhang (2020), relatam que o mesmo pode ser formado a partir de organismos marinhos, ambientes deposicionais lacustres e por evaporitos e que o calcário é uma rocha sedimentar de carbonato comum que contém em grande parte duas formas de carbonatos de cálcio, que são a calcita e aragonita. Somando a essa informação, Wang et al (2018) diz ainda que, o calcário também pode ser formado a partir da precipitação química da calcita ou aragonita e que com base no método de formação o calcário pode ser cristalino, clástico, granular ou maciço.

Cecel (2019), relata que a disponibilidade do filer calcário é grande e a produção é barata e de baixo impacto ambiental. Habert et al (2013), mostra que a produção do filer calcário envolve apenas a extração da matéria prima e o processo de moagem, o que gera em torno de 26 e 75kg de CO₂ por tonelada, e já no caso da produção do clínquer o cálculo é aproximadamente de 821 kg de CO₂ por toneladas (SNIC, 2013).

De acordo com Krishnan and Bishnoi (2018), a calcita (CaCO₃) e dolomita (CaMg(CO₃)₂) são dois importantes minerais carbonatos encontrados na natureza. A formação de dolomita pode ocorrer através de duas formas: a primeira é a precipitação direta da solução para formar a dolomita, e a segunda, é o processo de dolomitização em que a calcita sofre dissolução fornecendo os íons Ca₂₊ seguidos pela precipitação de dolomita de uma solução rica em íons Mg₂₊ (BANERJEE, 2016 e KRISHNAN AND BISHNOI, 2018).

O uso da dolomita como componente do cimento é raro de acordo com Zajac et al (2014). Krishnan and Bishnoi (2018) mostram que, o calcário dolomítico não pode ser

usado na produção do clínquer por conta da presença de dolomita, uma vez que, nos estágios mais avançados da hidratação do cimento, a dolomita se decompõe no forno e forma periclase (MgO) que por sua vez forma brucita (Mg(OH)₂), e a formação de brucita através da periclase é uma reação expansiva o que torna o cimento sem utilização, porém os estudos de Scrivener (2014), mostra que o calcário dolomítico é inadequado para ser usado na mistura de clínquer, mas é viável a utilização na mistura de cimento, e pode haver uma substituição de até 15% do clínquer pelo mesmo, uma vez que não irá mais ao forno.

De acordo com John et al (2018), desde a década de 1980 já se utiliza carga de calcário para substituição parcial em cimentos. De acordo com estudos de Ingram e Daugherty (1991), no início dos anos 90, a substituição de clínquer por cargas de calcário não era bem visto, porém já haviam propostas para modificação das especificações da ASTM de Cimento Portland (C150) para permitir que até 5% de calcário fosse intercalado com o clínquer ao cimento Portland. E, de acordo com Panesar e Zhang (2020), hoje a ASTM C150 exige que o calcário incorporado no cimento Portland, de 5% em massa, ocorra naturalmente e tenha em mais de 70% em massa de carbonato de cálcio.

Barsi et al (2020), traz em sua pesquisa um pequeno compêndio da evolução das normas quanto ao uso de calcário no cimento. Em 2000, a norma EN-197:2000 estabeleceu dois tipos de cimentos CEMII (A-L e B-L), que limitava a adição de calcário, respectivamente de 20% e 35% em massa de cimento, e com alguns requisitos necessários a ser cumprido. Já em 2017, a massa de calcário foi incorporada ao padrão ASTM C150:2017. Enquanto na Argentina, a norma IRAM 1592: 1994 seguia limitando a 20% a substituição da carga de calcário pelo tipo de cimento CEM II/A-L proposto pela norma EN 197:2000.

E, segundo relatos de Barbalho et al (2020), já a algum tempo, a fundação Nanocem fundada e coordenada pela pesquisadora Karen Scrivener tem realizado pesquisas sobre um novo tipo de cimento, prevendo a redução da porcentagem do clínquer, a partir da utilização de materiais disponíveis em abundância em todo o planeta, que são a argila calcinada e o fíler calcário. Este novo cimento é chamado LC3 (Limestone Calcined Clay Cement).

1.2 Características químicas

Quimicamente, Aqel e Panesar (2016), relatam que o fíler calcário possui um conteúdo de perda por ignição entre 35,8% a 43,1%, e de acordo com Panesar e Zhang (2020), isto se dá devido à alta proporção de carbonato de cálcio. Panesar e Zhang (2020) apresentam um resumo da composição química da massa calcária de acordo com diversos outros autores (AQEL E PANESAR, 2016; SUN E CHEN, 2018) conforme a Tabela 1.

Referência	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	Perda de Ignição
Massa Calcária	>43,8	0,4-15,8	0,29-1,98	0,2-1,2	0,4-2,9	0,03-0,6	0,01-0,06	0,13-0,3	35,8-43,1

Tabela 1 – Composição química da massa calcária

Fonte: Panesar e Zhang (2020)

Com relação a reação química do fíler calcário, observa-se que existe inconsistência em resultados, pois o estudo de Weerdt et al (2011) mostram que o fíler calcário reagiu com C₃A (aluminato tricálcico) no cimento, e a alcalinidade dos materiais à base de cimento diminuiu. Já estudos de Bizzozero e Scrivener (2015) apresentam também que o fíler calcário reagiu com o C₃A (aluminato tricálcico) no cimento, porém que não influenciou a alcalinidade dos materiais à base de cimento. Martin et al (2015) mostraram que o fíler calcário reagiu com o sulfoaluminato de cálcio e aumentou a alcalinidade dos materiais à base de cimento.

Em seus estudos Wang et al (2018), mostra que o efeito químico do fíler de calcário na mistura é influenciado principalmente por seu tamanho de partícula, e pelo conteúdo de alumina de C₃A e C₄AF no cimento, bem como nos MCSs. O mesmo ainda complementa explicando que, com o aumento do tamanho de partícula do fíler calcário, a taxa de dissolução do mesmo aumenta, e como resultado, a concentração de carbonato de cálcio na solução porosa também aumenta, o que promove o efeito químico gerado pelo fíler calcário. Por outro lado, Wang et al (2018) também mostra que o C₃A, C₄AF e MCSs podem fornecer fontes de aluminato, o que também melhora a reação química do fíler calcário.

1.3 Características físicas

Estudos de Aqel e Panesar (2016), relatam que o fíler calcário tem formato angular, com tamanho médio de 3,0 a 13,6 mm e massa específica de 2,61 a 2,70.

Para Panesar e Zhang (2020), entre os efeitos físicos causados pela substituição do cimento pelo fíler calcário pode ser citado, a modificação da distribuição do tamanho de partículas, a diluição e a nucleação heterogênea. O mesmo afirma que, a modificação da distribuição do tamanho das partículas e a nucleação heterogênea podem melhorar as propriedades do concreto, porém que a diluição pode ter efeitos adversos e ainda não totalmente comprovados.

Panesar e Zhang (2020) apresentam um resumo das propriedades físicas da massa calcária de acordo com outros autores (AQEL e PANESAR, 2016; LI e KWAN, 2015) conforme a Tabela 2.

Referência	Massa Calcária
Forma	Angular
Tamanho Médio (μm)	3,0 – 13,6
Área de superfície (m^2/kg)	380 – 1125
Gravidade específica	2,61 – 2,70

Tabela 2 – Propriedade físicas da massa calcária

Fonte: Panesar e Zhang (2020)

Embora a incorporação de fíler de calcário fino possa preencher o vazio entre as partículas de cimento, essa mesma incorporação reduzirá a fluidez dos materiais à base de cimento se o tamanho de partícula de fíler calcário for muito pequena, pois sua área de superfície específica será muito alta (WANG ET AL, 2018).

1.4 Reatividade

Fanghui et al (2016), relatam em seus estudos que o pó de calcário auxilia na formação e estabilização de AFm-carbonato equivalentes (como as fases de hemi e/ou monocarboaluminato), embora não possua propriedades pozolânicas e possua reatividade muito fraca.

Estudos de Panesar e Zhang (2020) relatam que, embora não há dúvidas que o uso de fíler calcário para substituir parcialmente o cimento Portland tenha muitos benefícios ambientais, ainda é necessário para ser de fato sustentável, que as propriedades mecânicas equivalentes ou superiores e a durabilidade sejam alcançadas em comparação com o concreto comum de cimento Portland. A falta de propriedades cimentícias ou pozolânicas do fíler calcário em relação aos MCSs é a razão predominante que limita a substituição do cimento Portland pelo fíler calcário a 15% ainda. As Reações pozolânicas e/ou cimentícias são exibidas por MCSs em materiais à base de cimento, que são atribuídos ao conteúdo solúvel de silício, aluminossilicato ou aluminossilicato de cálcio em diferentes tipos de MCS de acordo com pesquisas de Juenger et al (2019).

Ainda para Panesar e Zhang (2020), as propriedades químicas e físicas dos MCSs influenciam o grau de quais desses materiais são reativos, pozolânicos e/ou cimentícios, o que acaba afetando as propriedades do concreto.

1.5 Propriedades mecânica de concretos e argamassas

De acordo com Cecel (2019), a utilização de fíler calcário como adição pode melhorar o sistema de empacotamento e proporcionar a redução do teor de água, melhorando as propriedades mecânicas do compósito.

Estudos de John et al (2018), apoiado em outros estudos, mostra que o calcário é muito mais fácil de moer do que clínquer ou do que a escória, portanto, a trituração resultará em partículas de calcário muito mais finas do que as partículas do cimento. O

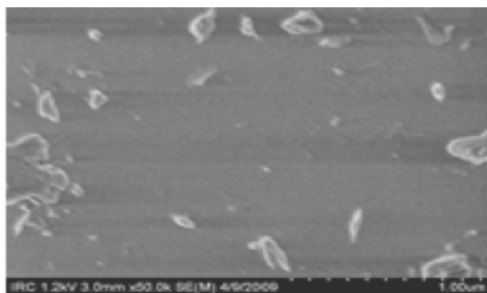
autor afirma que isso é ineficiente, pois aumentar a finura da carga de calcário afetará apenas levemente sua resistência mecânica, e completa dizendo que a substituição de partículas grosseiras de clínquer por cargas inertes é muito mais eficaz.

De acordo com Wang et al (2018) relatam que o efeito da carga de calcário tem pouca influência no processo de hidratação de materiais a base de cimento, e que os efeitos de nucleação, diluição e químicos do uso do filer calcário quem influenciam mais na hidratação dos materiais a base de cimento. Com relação ao efeito de nucleação do filer calcário no processo de hidratação de materiais à base de cimento é influenciado principalmente por seu tamanho de partícula, quantidade e estruturas de superfície. O efeito de diluição do filer calcário no processo de hidratação de materiais à base de cimento é influenciado principalmente por sua quantidade, principalmente quando são utilizados o pó de calcário com tamanho de partículas grossas. E por último, o efeito químico do filer calcário no processo de hidratação de materiais à base de cimento é principalmente influenciado pelo tamanho de suas partículas e seu efeito sinérgico com os MCSs.

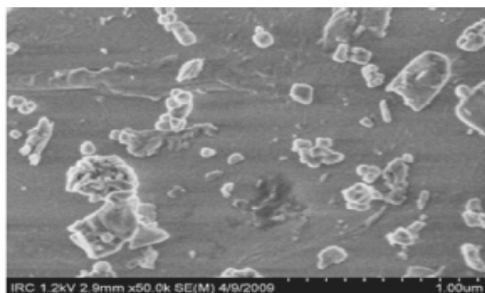
Ainda os autores Wang et al (2018) dizem que os principais produtos de hidratação de materiais à base de cimento sem filer calcário são hidratos de silicato de cálcio (CSH), etringita, monossulfato e hidróxido de cálcio, etc, e que de acordo com Menendez et al (2003) a incorporação de filer calcário no cimento Portland resultou em formação adicional de hemi e/ou monocarbonato em vez do monossulfato o que já é provado por muitos outros estudos. Além disso, um pouco mais de etringita foi formada quando o filer calcário foi incorporado em materiais cimentícios (LOTHENBACH ET AL, 2008).

Já com relação aos estudos de Krishnan et al (2018), os mesmo explicam que durante a hidratação do cimento portland comum, os íons de sulfato (adicionados para evitar o falso ajuste) reagem com o C_3A presente no cimento para formar a fase de etringita. No consumo completo de íons sulfato, a etringita formada combina com a fase C_3A para formar monossulfato. No caso da adição de calcário ou calcita são introduzidos os íons CO_3^{2-} no sistema, resultando na modificação da montagem da fase final.

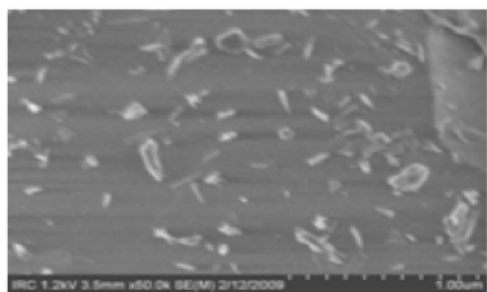
Wang et al (2018) complementam ainda dizendo que em geral, partículas de calcário podem solidificar a microestrutura de materiais à base de cimento em diferentes modas. Para o efeito de nucleação na hidratação de misturas, Wang et al (2018) utiliza imagens de MEV para algumas explicações, conforme a Figura 1.



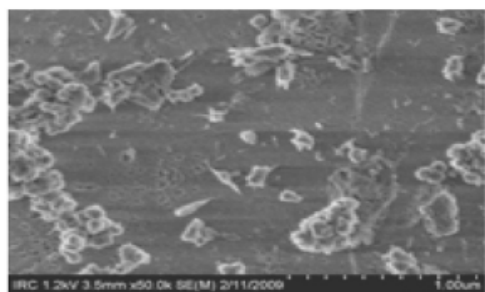
(a)



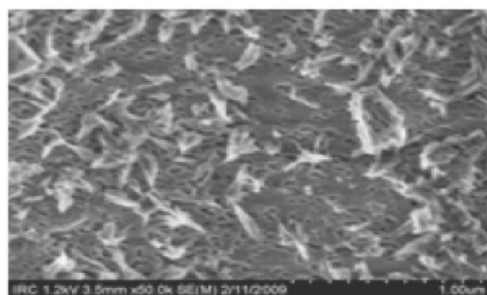
(b)



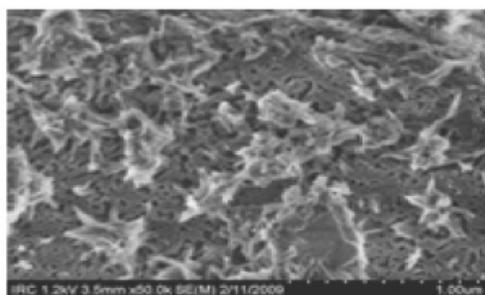
(c)



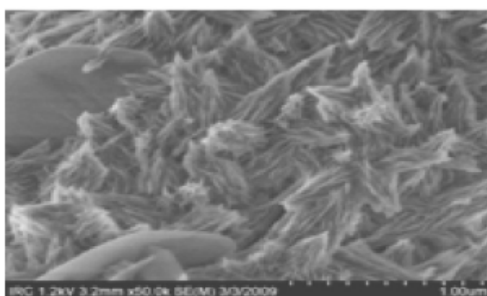
(d)



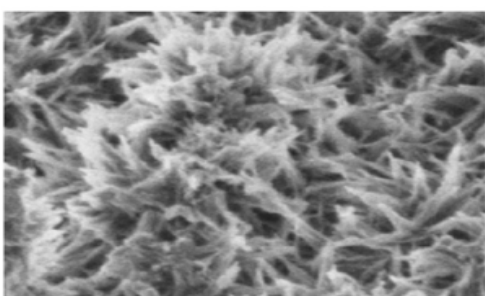
(e)



(f)



(g)



(h)

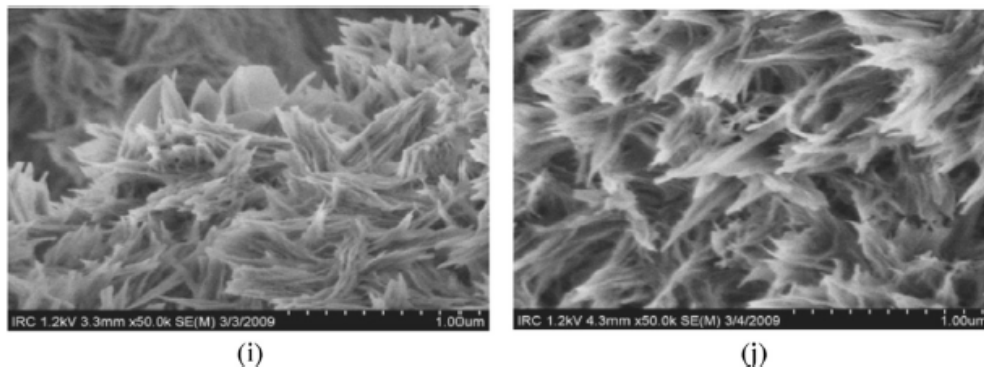


Figura 1 – Resultados MEV da mistura controle - C_3S (esquerda) e mistura com fíler calcário - $C_3S + \text{nano-CaCO}_3$ (direita), hidratados por (a, b) 0 h, (c, d) 2 h, (e, f) 4 h, (g, h) 1 dia e (i, j) 3 dias.

Fonte: Wang et al (2018)

A Figura 1 mostra o que acontece durante o processo de hidratação do cimento, os resultados de MEV de materiais à base de cimento sem e com fíler calcário foram observados. Wang et al (2020) relata que para a mistura controle, observou-se que algumas C-S-H fibrosas apareceram na superfície do C_3S às 2 h, enquanto as C-S-H fibrosas apareceram na superfície do CaCO_3 . Posteriormente, C-S-H foi precipitado nos poços de ataque durante o processo de hidratação do cimento.

Panesar e Zhang (2020), apresentam em seus estudos a Figura 2, que mostra no eixo vertical as razões de propriedade (%) de pastas, argamassas e concretos contendo um tipo de material de substituição de cimento sobre as propriedades de misturas de controle (sem substituição de qualquer outro material), portanto, a linha tracejada na proporção de propriedade de 100%, representa a mistura de cimento Portland 100% referida como a “linha de controle” na figura. Os dados que ficam acima da linha de controle de 100% indicam que a incorporação de calcário ou outro MCS utilizado, resulta em um valor de propriedade maior em comparação a mistura de controle e os dados abaixo da linha de controle indicam um valor de propriedade menor em comparação a mistura de controle.

Ainda sobre a Figura 2, Panesar e Zhang (2020), dizem que para algumas propriedades, por exemplo, a resistência à compressão, seria desejável observar que os dados estão acima da linha de controle, o que indicaria maior resistência à compressão com a incorporação de calcário ou os outros MCSs. Em contraste com as propriedades do ataque de sulfato ou a expansão de reação álcali-sílica, é benéfico observar que os dados do calcário e os outros MCSs estão abaixo da linha de controle, que indica expansões mais baixas comparada com a mistura controle.

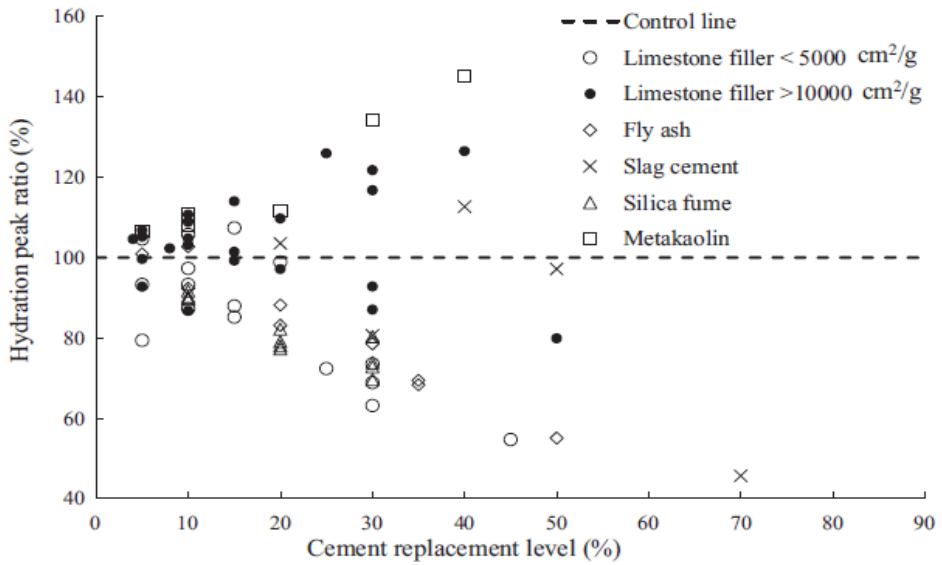


Figura 2 – Relação do pico de hidratação do concreto com diferentes materiais de substituição do cimento

Fonte: Panesar e Zhang (2020)

Panesar e Zhang (2020), mostram em suas pesquisas que o pico de hidratação é um indicador da taxa de hidratação precoce de materiais à base de cimento. Sobre a Figura 2, Panesar e Zhang (2020) dizem que diferentes impactos no pico de hidratação são observados, dependendo do tipo de material de substituição de cimento, com relação ao calcário fino (finura > 10.000 cm²/g), aumentar a porcentagem de substituição para 40% leva a um aumento na taxa de pico de hidratação em relação à mistura de controle, essa explicação segundo Berodier e Scrivener (2014) é porque o tamanho de partícula fina do calcário fornece mais locais de nucleação e os produtos de hidratação tendem a precipitar maior na superfície do calcário do que os grãos de cimento.

Quando o nível de substituição exceder 10%, a incorporação de cinzas volantes, fumo de sílica ou filler calcário grosso (finura < 5000 cm²/g) diminui o pico de hidratação do concreto fresco, devido à diluição de teor absoluto de cimento no sistema (PANESAR E ZHANG, 2020).

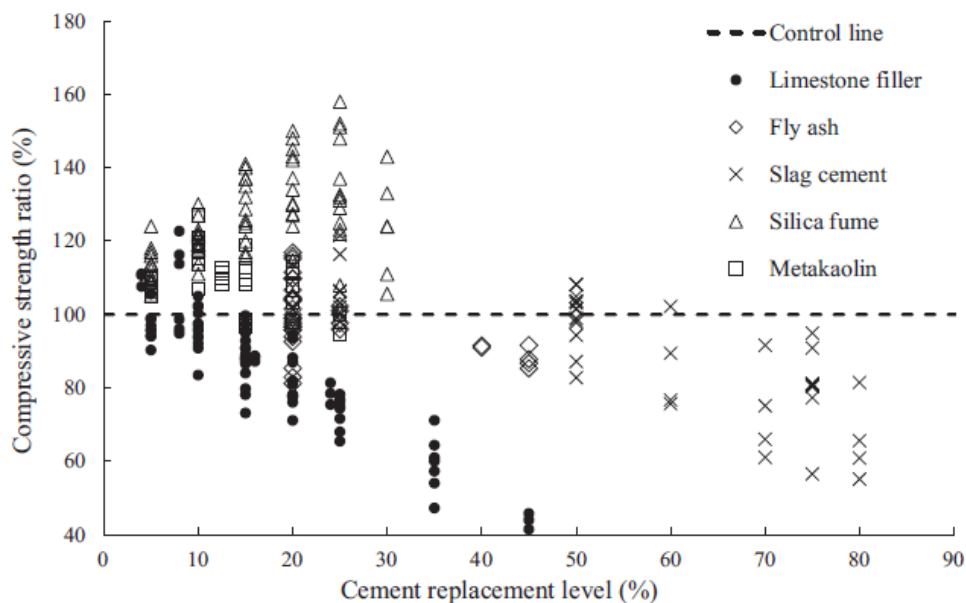


Figura 3 – Proporção de resistência a compressão (incluindo resultados de 28 e 90 dias) de concreto com diferentes materiais de substituição de cimento

Fonte: Panesar e Zhang (2020)

Os estudos de Panesar e Zhang (2020), trazem a Figura 3, um resumo de resultados de estudos de alguns autores (AQEL E PANESAR, 2016; DEMIRHAN ET AL, 2019), que apresentam a influência de diferentes materiais de substituição de cimento em razão da resistência a compressão de argamassa e concreto para 28 e 90 dias de hidratação. O desenvolvimento da resistência à compressão é principalmente determinado pela formação de hidratos de silicato de cálcio (CSH) derivados de alita (C_3S) e belita (C_2S) e secundária CSH derivado de MCSs (LOTHENBACH ET AL, 2011). Com base nisto, o concreto com incorporação de filler calcário apenas como substituto do cimento fornece resistência à compressão equivalente ou superior na faixa de substituição de 5% a 10%, como é possível observar na Figura 3.

1.6 Durabilidade de concretos e argamassas

De acordo com Panesar e Zhang (2020), a durabilidade é influenciada pelas propriedades físicas e químicas dos materiais endurecidos à base de cimento. Fisicamente, a estrutura dos poros, incluindo o volume dos poros, a distribuição do tamanho dos poros, a tortuosidade e a conectividade, determina a facilidade de gases, líquidos e íons externos penetrarem nos materiais endurecidos à base de cimento. Mecanismos de deterioração devido à entrada de matéria externa incluem carbonatação, dano por congelamento/degelo, entrada de íons sulfato. Já as propriedades mecânicas do sistema determinam a facilidade

dos materiais à base de cimento serem danificados por ações físicas e químicas internas e externas. Quimicamente, a composição de pasta e agregado determina a ocorrência de deteriorações químicas, como carbonatação, ataque de sulfato e a reação álcali-sílica.

Na maioria dos casos, a incorporação de fíler calcário como substituição de cimento tem um efeito prejudicial sobre a resistência ao sulfato da argamassa ou concreto, mas com algumas exceções de acordo com relatos de Panesar e Zhang (2020). Panesar e Zhang (2020) ainda relatam que embora a substituição do cimento por fíler calcário reduza o teor de aluminato dos materiais à base de cimento, o fíler calcário mal afeta o teor de hidróxido de cálcio na solução de poros e inevitavelmente aumenta a permeabilidade dos materiais à base de cimento, e concluí que a substituição do cimento por fíler calcário agrava a expansão relacionada ao ataque de sulfato de materiais à base de cimento.

O uso de fíler calcário como substituição de cimento geralmente resulta em porosidade e permeabilidade relativamente mais altas em comparação com a mistura de controle, particularmente em níveis de substituição superiores a 15%, razão pela qual o declínio da resistência à carbonatação dos materiais à base de cimento (PANESAR E ZHANG, 2020).

REFERÊNCIAS

AQEL, M.; PANESAR, D. K. **Hydration kinetics and compressive strength of steamcured cement pastes and mortars containing limestone filler**. Construction and Building Materials. Vol. 113, pag. 359–368. 2016.

BARBALHO, E. A.; SILVA, E. F.; RÉGO, J. H. DA S. **Estudo da proporção de argila calcinada e fíler calcário no cimento LC3 para diferentes teores de substituição**. Revista Matéria. Vol. 25, nº 01. 2020.

BARSI, A. D. S.; TREZZA, M. A.; IRASSAR, E. F. **Comparison of dolostone and limestone as filler in blended cements**. Bulletin of Engineering Geology and the Environment – Springer, vol. 79, pag. 243–253. 2020.

BANERJEE, A. **Estimation of dolomite formation: dolomite precipitation and dolomitization**. Journal Geological Society of India. V. 87, pag. 561-572, 2016.

BERODIER, E.; SCRIVENER, K. **Understanding the filler effect on the nucleation and growth of C-S-H**. J. Am. Ceram. Soc. Vol. 97, pag. 3764–3773. 2014.

BIZZOZERO, J; SCRIVENER, K. L. **Limestone reaction in calcium aluminate cement–calcium sulfate systems**. Cement and Concrete Research. Vol. 76, pag. 159–169. 2015.

CECEL, RAFAEL TESTONI. **Influência do uso de fíler calcário como material cimentício suplementar nas propriedades de fratura de pastas de cimento**. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 154 pag. São Paulo, 2019.

DEMIRHAN, S. TURK, K. ULUGERGER, K. **Fresh and hardened properties of self consolidating Portland limestone cement mortars: effect of high volume limestone powder replaced by cement.** Construction and Building Materials. Vol. 196, pag. 115–125. 2019.

FANGHUI, H.; QIANG, W.; MUTIAN, L.; YINGJUN, M. **Early hydration properties of composite binder containing limestone powder with different finenesses.** Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. Vol. 123, pag. 1141–1151. 2016.

INGRAM, K. D.; DAUGHERTY, K. E. **A Review of Limestone Additions to Portland Cement and Concrete.** Cement & Concrete Composites, Vol. 13, pag. 165-170, 1991.

HABERT, G.; DENARIÉ, E.; SAJNA, A.; ROSSI, P. **Lowering the global warming impact of bridge rehabilitations by using Ultra High Performance Fibre Reinforced Concretes.** Cement and Concrete Composites. Vol. 38, pag. 1-11. 2013.

JOHN, V. M.; DAMINELI, B. L.; QUATTRONE, M.; PILEGGI, R. G. **Fillers in cementitious materials – Experience, recent advances and future potencial.** Cement and Concrete Research. V. 114, pg. 65-78, 2018.

JUENGER, M. C.; SNELLINGS, R.; BERNAL, S. A. **Supplementary cementitious materials: new sources, characterization, and performance insights.** Cement and Concrete Research. Vol.122, pag. 257–273. 2019.

KRANJC, A. **Baltazar Hacquet (1739/40-1815), the Pioneer of Karst Geomorphologists.** Acta Carsologica, vol. 35, pag. 163–168. 2006.

KRISHNAN, S.; BISHNOI, S. **Understanding the Hydration of Dolomite in Cementitious Systems with Reactive Aluminosilicates Such as Calcined Clay.** Cement and Concrete Research. V. 108, pag. 116 – 128, 2018.

KRISHNAN, S. KANAUIA, S. K. MITHIA, S. BISHNOI, S. **Hydration kinetics and mechanisms of carbonates from stone wastes in ternary blends with calcined clay.** Construction and Building Materials. Vol. 164, pag. 265–274, 2018.

LI, L. G. KWAN, A. K. **Adding limestone fines as cementitious paste replacement to improve tensile strength, stiffness and durability of concrete.** Cement & Concrete Composites. Vol. 60, pag. 17–24. 2015.

LOTHENBACH, B.; LE, S. G.; GALLUCCI, E.; SCRIVENER, K. L. **Influence of limestone on the hydration of Portland cements.** Cement and Concrete Research. Vol. 38, pag. 848–860. 2008.

LOTHENBACH, B. SCRIVENER, K. HOOTON, R. D. **Supplementary cementitious materials.** Cement and Concrete Research. Vol.41, pag. 1244–1256. 2011.

MARTIN, L. H. J.; Winnefeld, F.; Müller, C. J.; Lothenbach, B. **Contribution of limestone to the hydration of calcium sulfoaluminate cement.** Cement & Concrete Composites. Vol. 62, pag. 204–211. 2015.

MENENDEZ, G.; BONAVENTTI, V.; IRASSAR, E. F. **Strength development of ternary blended cement with limestone filler and blast-furnace slag.** Cement & Concrete Composites. Vol. 25, pag. 61–67. 2003.

PANESAR, D. K.; ZHANG, R. **Performance comparison of cement replacing materials in concrete: Limestone fillers and supplementary cementing materials – A review.** Construction and Building Materials, vol. 251. 2020.

ROESER, P.; FRANZ, S. O.; LITT, T. **Aragonite and calcite preservation in sediments from Lake Iznik related to bottom lake oxygenation and water column depth.** Sedimentology, vol. 63, pag. 2253–2277. 2016.

SNIC, Sindicato Nacional da Indústria do Cimento. **Relatório Anual: 2013.** Disponível em: <http://snic.org.br/assets/pdf/relatorio_anual/rel_anual_2013.pdf>. Acesso em: 30 de junho de 2020.

SUN, J. CHEN, Z. **Influences of limestone powder on the resistance of concretes to the chloride ion penetration and sulfate attack.** Powder Technol, vol. 338, pag. 725–733. 2018.

WANG, D.; SHI, C.; FARZADNIA, N.; SHI, Z.; JIA, H.; OU, Z. **A review on use of limestone powder in cement-based materials: Mechanism, hydration and microstructures.** Construction and Building Materials, vol. 181, pag. 659–672. 2018.

WEERDT, K. De; HABA, M. BEN; SAOUT, G. Le; KJELSEN, O. K; JUSTNES, H.; LOTHENBACH, B. **Hydration mechanisms of ternary Portland cements containing limestone powder and fly ash.** Cement and Concrete Research. Vol. 41, pag. 279–291. 2011.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidente de Trabalho 208, 209, 210, 211, 212, 213, 217, 218, 219, 220, 223, 224
AIB 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43
Artemia Salina 77, 78
Ataque Químico 143

B

Bagaço de Malte 47, 48, 49, 50, 51
Biblioteca Cross Plataform 228
Bioadssorvente 86
Biocontrole 78
Bots 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 127, 128, 129, 130

C

Cariofileno 78
Centros de Cor 52
Coulomboscópio 64, 65, 66, 68, 72
Criminalidade 26, 27, 34

D

Datação Isotópica via U-Pb 143
Densidade de Traços de Fissão 143
Dependência Espacial 26, 29, 30
Design Thinking 235, 236, 237, 240
Detecção de Atenção em Dispositivos Móveis 228
Detector de Contas Bots 111, 112
Dolomita 187, 188, 189
Dosagem de Íons 178

E

Electrospinning 52, 53, 54, 56, 57, 58, 61, 62, 63
Eletrostática 64
Engenharia de Software 235, 236, 237, 239
Espectros 15, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 107, 170, 171
Espectroscópio Caseiro 15, 16, 20, 21

Estaquia 36, 45, 46

Estatística Espacial 26, 27

Experimento de Baixo Custo 64

F

Fíler Calcário 187, 188, 189, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 197

FRXDE 178

Fungo Pós-Colheita 78

G

Gestão Municipal 1, 10

H

Hidratação 187, 189, 192, 194, 195, 196

I

Inovação das Ideias 235

M

Metal Pesado 86, 95

Método de Traços de Fissão 143, 154

Mineral Zircão 143

Mitigação 1, 5, 9, 187

Mogno Brasileiro 36

O

OFDM 200, 201, 203, 204, 205, 206, 207

P

Perovskita 100, 101, 102, 104, 107, 109, 110

Poluentes Orgânicos 167

Propagação Vegetativa 36, 37, 45, 46

Propriedades Ópticas 52, 61, 62

R

Reação de Fenton Heterogêneo 167

Reaproveitamento 47, 49, 50, 98

Recursos Hídricos 167, 176

Redes Sociais 111, 112, 113, 129

Resíduos Agroindustriais 47, 48, 96, 98

Reuso 9, 86, 88, 96, 128

S

Sangue Total 178

Série Triboelétrica 64, 65, 70, 71, 72

Sincronismo 200, 201, 206

Sistema CIELa*b* 52

Solução Computacional 208

STO 141, 200, 201, 203, 206, 207

T

Teste Clínico 178

Transposiçión Didáctica 132, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 141, 142

W

Weeping Angel 228

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

4

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

4

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 