

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

ENGENHARIA CIVIL:

Componentes sociais e ambientais
e o crescimento autossustentado



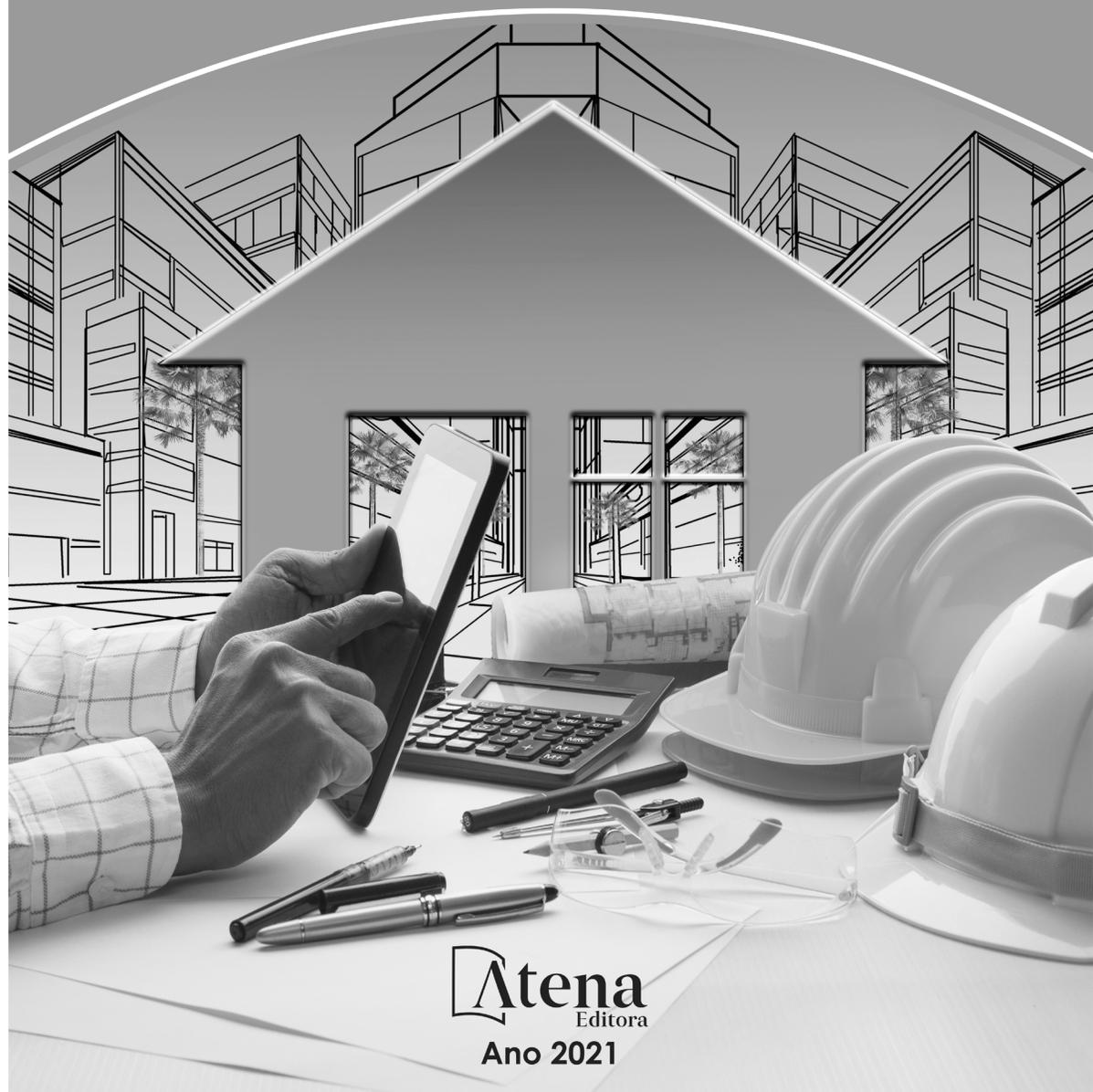
Atena
Editora

Ano 2021

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

ENGENHARIA CIVIL:

Componentes sociais e ambientais
e o crescimento autossustentado



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
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
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. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª 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
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl 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
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª 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. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
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
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Miraniide 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/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
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
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andrezza 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. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
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
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
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/UFGA
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 Fenomenología & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lúvia 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
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
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. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
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

Engenharia civil: componentes sociais e ambientais e o crescimento autossustentado

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Helenton Carlos da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia civil: componentes sociais e ambientais e o crescimento autossustentado / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-177-7
DOI 10.22533/at.ed.777211406

1. Engenharia civil. I. Silva, Helenton Carlos da (Organizador). II. Título.

CDD 624

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 obra *“Engenharia Civil: Componentes Sociais e Ambientais e o Crescimento Autossustentado”* aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora e apresenta, em seus 16 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância dos componentes sociais e ambientais no crescimento autossustentado.

O setor da Construção Civil conta com variáveis que podem afetar o seu desempenho e qualidade. Com o objetivo de melhorar o controle sobre os processos produtivos e atender às normas e especificações técnicas, vários sistemas de gestão de qualidade e processo foram desenvolvidos por volta dos anos 80.

Vivemos um momento de mudanças econômicas e tecnológicas, onde cresce a preocupação com o meio ambiente, desta forma o mercado de tecnologias ambientais vem crescendo significativamente. Ao realizar uma construção sustentável há diversos benefícios, como a valorização do imóvel e a economia que ela poderá apresentar através dos anos.

Em contraponto, os acidentes de trabalho situam-se como a principal causa ocupacional de morte na construção civil, sendo considerada uma das indústrias mais perigosas em todo o mundo, liderando as taxas de acidentes de trabalho fatais e não fatais.

No Brasil, a construção civil é um dos segmentos que mais registram acidentes de trabalho, sendo o primeiro do país em incapacidade permanente, o segundo em mortes (perde apenas para o transporte terrestre) e o quinto em afastamentos com mais de 15 dias, onde destaca-se que as principais causas destes acidentes são impactos com objetos, quedas, choques elétricos e soterramento ou desmoronamento.

Destaca-se ainda que a história econômica do Brasil é marcada por um grande processo de ocupação e exploração dos seus recursos naturais, apoiado na expansão agrícola.

Sendo assim, os ambientes naturais sofrem imensuráveis impactos originados pelo avanço da sociedade moderna, e conseqüentemente com a evolução do ser humano ocorrem alterações no espaço.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos que investigam a engenharia civil e a relação de seus componentes sociais e, principalmente, ambientais com o crescimento autossustentado. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista a preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DAS TENSÕES DE CANTONEIRAS DE AÇO FORMADAS A FRIO

Brenda Vieira Costa Fontes

Luciano Mendes Bezerra

Valdeir Francisco de Paula

DOI 10.22533/at.ed.7772114061

CAPÍTULO 2..... 18

ANÁLISE DE ACIDENTES NA INDÚSTRIA CERÂMICA VERMELHA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO NO PERÍODO DE 2012 A 2017

Eusinia Louzada Pereira

Vívian Silva dos Santos

Wladimir Poletti Jorge

DOI 10.22533/at.ed.7772114062

CAPÍTULO 3..... 27

ANÁLISE DE FISSURAS EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO

Rodrigue Totolo Lungisansilu

Roberta Medici Felix

Luiz Carlos Mendes

DOI 10.22533/at.ed.7772114063

CAPÍTULO 4..... 39

ANÁLISE DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO CONFORME A NORMA 12655:2015 EM UM MUNICÍPIO DO INTERIOR DO RIO GRANDE DO SUL – ESTUDO DE CASO

Cristiane Carine dos Santos

Joice Dalla Nora

Marina Munaretto Copetti

Tássia Fanton

DOI 10.22533/at.ed.7772114064

CAPÍTULO 5..... 53

APLICAÇÃO DA GESTÃO DE RESTRIÇÕES COM USO DE TECNOLOGIA E MELHORIA CONTÍNUA EM UMA CONSTRUTORA

Izadora Zanella Scariot Costenaro

Maria Luiza Malkowski

Fernanda Fernandes Marchiori

Ramon Roberto Deschamps

DOI 10.22533/at.ed.7772114065

CAPÍTULO 6..... 62

CASA ECOLOGICAMENTE CORRETA SEUS BENEFÍCIOS E MALEFÍCIOS SE COMPARADO A CASA CONVENCIONAL

Kevin Kaue Garcez

DOI 10.22533/at.ed.7772114066

CAPÍTULO 7.....	67
COEFICIENTES DE IMPACTO DINÂMICOS EM PONTES RODOVIÁRIAS: UMA AVALIAÇÃO DA NORMA BRASILEIRA EM RELAÇÃO AOS CÓDIGOS INTERNACIONAIS	
Anselmo Leal Carneiro Túlio Nogueira Bittencourt	
DOI 10.22533/at.ed.7772114067	
CAPÍTULO 8.....	78
DIMENSIONAMENTO A FLEXÃO DE LAJES LISAS PROTENDIDAS SEM ADERÊNCIA UTILIZANDO CARREGAMENTO EQUIVALENTE	
Anselmo Leal Carneiro Lorenzo Augusto Ruschi e Luchi	
DOI 10.22533/at.ed.7772114068	
CAPÍTULO 9.....	90
ESTUDO DE DOSAGEM E AVALIAÇÃO DE CONCRETO CELULAR ESPUMOSO COM ADIÇÃO DE CAL E CINZAS DA BIOMASSA DE EUCALIPTO COM FINS ESTRUTURAIS	
Stênio Cavalier Cabral Flávio Alchaar Barbosa Eduardo Lourenço Pinto Sérgio Antônio Brum Junior Érica Cantão da Fonseca Ricardo Ramalho dos Santos Taynara Borges de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.7772114069	
CAPÍTULO 10.....	103
GESTÃO DE RISCOS DE ACIDENTES DE TRABALHO UTILIZANDO PRINCÍPIOS DE PSICODINÂMICA DO TRABALHO	
Renata Moreira de Sá e Silva Claudio Henrique de Almeida Feitosa Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.77721140610	
CAPÍTULO 11.....	114
INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE DOSAGEM E SUAS INTERAÇÕES SOBRE O MÓDULO DE ELASTICIDADE DO CONCRETO	
Cristiane Carine dos Santos Denise Carpena Coitinho Dal Molin Geraldo Cechella Isaia João Ricardo Masuero André Lübeck	
DOI 10.22533/at.ed.77721140611	
CAPÍTULO 12.....	129
PROGRAMAS DE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS NO BRASIL E AS PERSPECTIVAS DOS PRODUTORES RURAIS	
Luiz Fernando de Moura Ferreira Ingrid Moreno Mamedes	

Paulo Tarso Sanches de Oliveira
DOI 10.22533/at.ed.77721140612

CAPÍTULO 13..... 137

PROJECT DEFINITION RATING INDEX NA IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS NA CONSTRUÇÃO

Luigi Carissimi Boff
Cristine do Nascimento Mutti

DOI 10.22533/at.ed.77721140613

CAPÍTULO 14..... 147

TOLERÂNCIA ALTIMÉTRICA PARA APLICAÇÃO EM ÁREAS SUSCETÍVEIS A INUNDAÇÃO

Frederico Mercer Guimarães Junior
Vivian da Silva Celestino Reginato

DOI 10.22533/at.ed.77721140614

CAPÍTULO 15..... 161

UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA PREDITIVA: AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO DE UM SHOPPING CENTER NO MUNICÍPIO DE ARAL MOREIRA-MS

Fernanda Adriéli Trenkel
Bruno Henrique Feitosa
Léia Mendes Guedes
Lucas Limeira Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.77721140615

CAPÍTULO 16..... 173

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE LAPIDÁRIO NA FABRICAÇÃO DE CONCRETO DECORATIVO

Celso Amaral Cordeiro
Stênio Cavalier Cabral
João Pedro Rabelo de Sousa Araújo
Sérgio Antônio Brum Junior

DOI 10.22533/at.ed.77721140616

SOBRE O ORGANIZADOR..... 184

ÍNDICE REMISSIVO..... 185

CAPÍTULO 16

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE LAPIDÁRIO NA FABRICAÇÃO DE CONCRETO DECORATIVO

Data de aceite: 01/06/2021

Data de submissão: 08/03/2021

Celso Amaral Cordeiro

Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri
Teófilo Otoni- MG
<http://lattes.cnpq.br/3169404328467041>

Stênio Cavalier Cabral

Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri
Teófilo Otoni- MG
<http://lattes.cnpq.br/2452889693767673>

João Pedro Rabelo de Sousa Araújo

Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri
Teófilo Otoni- MG
<http://lattes.cnpq.br/7056337540992709>

Sérgio Antônio Brum Junior

Universidade Federal da Integração Latino-
Americana
Foz do Iguaçu – PR
<http://lattes.cnpq.br/9286086846141450>

RESUMO: Verificar a viabilidade da completa substituição da areia natural pelo pó de lapidário e areia artificial (pó de pedra) em concreto, obtendo uma resistência maior que a utilizada nos traços convencionais utilizados por concreteiras, assim podendo ser utilizado na construção civil, e também na confecção de peças decorativas em concretos, viabilizando assim seu uso em

ambientes mais arrojados.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo de pó de lapidário, Concreto, Areia artificial, Pedras semipreciosas, Mosaico de pedras.

USE OF LAPIDARY WASTE IN THE MANUFACTURE OF DECORATIVE CONCRETE

ABSTRACT: Check the feasibility of completely replacing natural sand with lapidary powder and artificial sand (stone powder) in concrete, obtaining a greater resistance than that used in conventional lines used by concrete companies, thus being able to be used in civil construction, and also in the making of decorative pieces in concrete, thus enabling its use in bolder environments.

KEYWORDS: Waste of lapidary powder, Concrete, Artificial sand, Semi-precious stones, Mosaic of stones.

1 | INTRODUÇÃO

As atividades extrativas e industriais no setor de rochas ornamentais geram resíduos nos mais variados volumes, toxicidades e graus de aproveitamento. O acabamento é a produção de joias personalizadas e outros serviços desenvolvidos por empresas denominadas lapidários, que também geram resíduos, dos quais a maior parte são fragmentos e pós de diversos tipos de rochas.

O presente trabalho faz um estudo da substituição da areia natural existente no

concreto por um material alternativo: areia artificial (granulométrica maior) e pó de lapidário (granulométrica menor) que são descartados em abundância aqui na cidade de Teófilo Otoni - MG. Os cavacos maiores destas pedras são usados para produção de peças decorativas. O pó de lapidário é o rejeito do polimento das pedras semipreciosas da região e os cavacos são os rejeitos maiores também descartados na natureza.

Um dos fatores de grande impacto é que o pó de lapidário é descartado na maioria das vezes em redes de esgoto ou diretamente na natureza, desta forma entupindo as tubulações das redes de esgoto e também poluindo o meio ambiente, quando o mesmo é descartado direto nos rios da cidade.

2 | OBJETIVO(S)

Analisar o desempenho do concreto, com a substituição total de areia natural por resíduo de lapidário, quanto à resistência à compressão axial e a microestrutura e analisar a utilização dos rejeitos maiores dos lapidários como peça decorativa no concreto para a utilização em ambientes mais arrojados.

3 | METODOLOGIA

A lapidação de pedras preciosas e semipreciosas gera como rejeito o pó de lapidário que se acumula nas oficinas sem um destino certo, podendo ser despejado na natureza e provocar danos ao meio ambiente e à saúde humana. Por isso, este resíduo é o foco de nosso estudo.

As pesquisas referentes ao tema em questão são, ainda, escassas. Contudo, pode-se fazer uma analogia deste subproduto com um similar que possua características e propriedades semelhantes. Pôr o pó de lapidário ser em essência pó de pedra, as pesquisas relacionadas a resíduos de rochas ornamentais como granito e mármore podem ser usadas como referência para o nosso estudo.

O levantamento teórico oferece-nos informações relevantes como ciclo de vida dos materiais, suas utilidades e aplicações, composição, resistência, subproduto e ainda dispõe de dados que quantificam aspectos importantes acerca do produto e sua comercialização.

Quanto ao ciclo de vida do pó de pedra proveniente de rocas graníticas e de mármore sabemos, através de Silva (2011), que “a cadeia de rochas ornamentais se inicia normalmente nas pedreiras ou jazidas de onde são extraídas as rochas que são transportadas, geralmente em blocos, para as indústrias de beneficiamento, que são compostas por serrarias, responsáveis por desdobrar os mesmos em chapas, e as empresas de polimento, responsáveis para dar o acabamento final nas chapas. Após o desdobramento e polimento de chapas de rochas as mesmas são encaminhadas para as empresas responsáveis por cortar em pisos, ladrilhos, pias, bancadas e diversos outros

materiais para utilização geralmente na indústria da construção civil”.

Por outro lado, conforme afirma Silva e Lameiras (2012), as etapas da cadeia produtiva de gemas joias e artefatos “se inicia com a identificação da ocorrência dos minerais-gema. Uma vez avaliado o potencial de exploração da ocorrência, é executada a lavra da ocorrência. Boas práticas de lavra são necessárias para otimização do trabalho e redução da geração de resíduos. O martelamento é a etapa onde se separam as partes da pedra sem defeitos visuais e que são mais adequadas para a lapidação. A irradiação das pedras marteladas é feita em irradiadores gama (no Brasil) ou com feixe de elétrons (fora do Brasil ou no Brasil, a partir de março de 2008). As pedras são expostas à radiação por um determinado tempo para adquirirem ou intensificarem as suas cores. Depois elas passam por um aquecimento ou exposição a raios ultravioleta para desenvolvimento de outras cores. As pedras coradas são então submetidas à lapidação, para então serem enviadas para a confecção de joias. A última etapa dessa cadeia é o marketing”.

Em ambos os casos há a geração de lama que é constituída tanto pela rocha de origem na forma de pó quanto pelos componentes necessários para o trabalho e manuseio do material. No caso das rochas ornamentais, segundo Souza, Pinheiro e Holanda (2011), os resíduos na forma de lama são “ricos em óxidos como SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O , Na_2O , Fe_2O_3 e CaO . Estes óxidos são normalmente encontrados nas matérias primas convencionais utilizadas na fabricação de produtos cerâmicos diversos para construção civil”. Complementando, no estudo de Reis e Tristão (2007), constata-se que o “resíduo é constituído por pó de rocha acrescido de água no caso dos teares que usam fios diamantados, e no caso dos teares que utilizam lâminas metálicas, acrescenta-se também cal, granalha e fragmentos metálicos provenientes do desgaste das lâminas, formando assim a lama (polpa abrasiva), responsável por diversos problemas, principalmente ambiental”.

Já a composição da lama de lapidário temos, especificamente, os resultados da análise laboratorial de pó do lapidário da oficina do Isaac em que se predomina Fe e Mn ocorrendo também Zn e Cu. Além disso, encontram-se informações sobre a ocorrência de minerais-gemas na região do APL de Teófilo Otoni nos estudos de (SILVA, 2011).

Esta cadeia produtiva gera rejeitos que são prejudiciais ao meio ambiente. De acordo com Santos e Borlini (2011), “a produção brasileira de rochas ornamentais atingiu 8,9 milhões de toneladas em 2010”. Sabe-se também, conforme afirma Silva e Lameiras (2012), que somente no processo de desdobramento de rochas a quantidade de lama gerada é equivalente a 20 a 25% do bloco serrado.

240.000 toneladas por ano é a quantidade estimada de geração conjunta do resíduo de corte de mármore e granito distribuída entre ES, BA, CE e PB (MOURA; GONÇALVES e LEITE, 2002). Como podemos ver em Nogueira *et al* (2006), ocorre a deposição de rejeitos “sobre pequenas drenagens e nascentes de rios, assoreando diversos riachos e comprometendo assim os recursos hídricos locais e, no médio prazo, os recursos hídricos regionais”. Além de causar impactos ambientais negativos, uma vez que para se atingir a

rocha é necessária a remoção de solo e vegetação.

Porém, a imposição de leis ambientais e movimentos ecológicos surge como uma necessidade de preservação. O Instituto Estadual do Meio Ambiente do Espírito Santo (IEMA) e a Lei 6938/1981 já atuam neste sentido estabelecendo normas para armazenamento de resíduos e incentivando pesquisas voltadas para proteção de recursos ambientais, respectivamente (SILVA, 2011).

Além do mais, destaca-se que “o pó produzido pela serragem das rochas causa uma doença chamada silicose, que é provocada pela poeira da sílica que aspirada pelo funcionário provoca fibrose intersticial no pulmão”.

Em razão disso, procuram-se alternativas para destinação, redução e reciclagem do subproduto. As pesquisas apresentam 11 diferentes aplicações para o rejeito de pedra, britador e lapidário.

Para começar, tem-se que os subprodutos de extração de gemas podem ser utilizados para a produção de pedra composta feita de partículas minerais provenientes dos pegmatitos e resina de poliestireno (SILVA e LAMEIRAS, 2012).

Outra proposta é o ecodesign em que resíduo de gemas é matéria prima para a produção de colares. No texto de Bruxel, Etchepare e Brandt (2008) há também o projeto contábil para a viabilização formal desse mercado de colares de gemas.

Verificando a composição do resíduo de granito (75,25% de sílica e 0,18% de cálcio), pode-se ajustar a composição química da escória de aciaria uma vez que ela possui alto teor de CaO e baixo teor de SiO₂ (SANTOS e BORLINI, 2011)).

Principalmente nos trabalhos de ALVES-2008, constata-se o aproveitamento dos resíduos de rochas ornamentais para melhorar o desempenho do concreto. Além disso, este material pode ser usado na área de construção civil ainda para a produção de cerâmica vermelha, argamassas e lajotas para piso.

Segundo Souza, Rodrigues e Souza Neto (2005), o filer constituído de cimento Portland, cal e resíduo de serragem de granito podem encher o concreto asfáltico.

Os resíduos oriundos do corte de mármore podem ser adicionados à massa de produção de sabonetes esfoliantes, pois os resultados indicaram baixa perda de massa e alta estabilidade do produto final. No entanto, a utilização do resíduo fica limitada a 40% em massa, com tamanho de partícula de até 0,053 mm para que não haja irritabilidade dérmica. (OLIVEIRA, 2009).

Por sua composição química, os resíduos do corte de mármore e granito podem ser também usados para a fabricação de lâ mineral como menciona Rodrigues *et al* (2011).

Por fim, o adubo é outra aplicação para o rejeito. Quanto à incorporação de pó de pedra no solo existem duas abordagens que garantem a sua fertilidade.

Na primeira, o pó de mármore constituído de CaCO₃ e MgCO₃ corrige a acidez do solo. Nos testes realizados com a cultura de milho houve elevação do Ph e dos teores de Ca₂⁺ e Mg₂⁺, a neutralização de Al₃⁺ e maior produção de massa seca e nutrientes,

comparada a corretivos comerciais (BALDOTTO *et al* 2007).

Já na segunda abordagem, os testes foram realizados com o pinhão manso usando resíduo de rochas ornamentais associados com compostos orgânicos via compostagem. Nesse caso foi avaliada a disponibilidade de potássio no solo que, segundo Cazotti *et al* (2011), aumentou refletindo em maior produção de massa seca.

COSTA *et al* (2010) adverte que altos teores de ferro devido à presença de resíduos de granalha podem ser tóxicos.

Ademais, como se trata de um estudo de aproveitamento de pó de lapidário da região de Teófilo Otoni, não poderia deixar de lembrar da importância dos conhecimentos que dizem respeito a extração e comercialização de gemas na nossa região assim como a funcionalidade de Associações e APL's. O artigo "Pólo de gemas e joias do estado de Minas Gerais" aponta para a grande desorganização, informalidade e vulnerabilidade quanto a isso, o texto começa da seguinte forma: "Sobre as características da região do Vale do Jequitinhonha (Araçuaí e Coronel Murta), Mucuri (Teófilo Otoni) e Rio Doce (Governador Valadares), o Diagnóstico Setorial de Gemas e Joias do Nordeste de Minas Gerais assinala que: 'assentada numa das maiores províncias gemológicas do mundo, dada sua extensão e a diversidade de gemas que vão desde o diamante até a ametista e o citrino, tendo ainda dentro de suas fronteiras a produção de ouro aluvionar, além de diversos minerais industriais, esta região se constitui no maior paradoxo econômico-social, pois é a região mais pobre do Estado de Minas Gerais" (SILVA e LAMEIRAS, 2012).

O traço utilizado no preparo dos corpos de prova foi o traço comercial da Pedreira e Concreteira Um Valemix da cidade de Teófilo Otoni – MG para concreto de fck de 20 MPa.

O pó de lapidário e os rejeitos maiores foram fornecidos pela Oficina de Lapidação do Isaac. A areia artificial foi obtida com a contribuição da Pedreira e Concreteira Um Valemix.

Para execução do traço, utilizou-se como agregado miúdo pó de lapidário e areia artificial em substituição de 100% da areia natural, em proporção respectiva de 40% e 60%; como agregado graúdo, utilizou-se brita "1" e cimento portland CII-E-32RS ambos fornecidos pela Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC) – Campus de Teófilo Otoni.

O teor de argamassa do traço é de 54% e o fator água/cimento de 9%. O traço foi rodado em betoneira CS145. Em substituição do índice de remoldagem de Powers, foi utilizado o "Slump Test" para avaliar a trabalhabilidade do concreto.

Foram preparados seis corpos de provas cilíndricos de 10x20 cm com duas camadas de 12 golpes para serem rompidos em pares para uma análise comparativa aos 7, 14 e 28 dias.

Para confecção das peças decorativas em concreto foram feitas duas tentativas realizadas no laboratório de engenharia civil da Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC) – Campus de Teófilo Otoni.

Para confecção das peças foi produzida uma fôrma metálica de 25x10x5 cm.

Na primeira tentativa, utilizou-se o concreto deste trabalho especificado acima que foi colocado primeiro. Depois, incrustou-se os cavacos em cima homogeneamente.

Na segunda tentativa, utilizou-se concreto com agregados de brita “1” e areia natural e o cimento foi o portland CPII-E-32RS. Colocou-se primeiro os pedaços de pedras semipreciosas no fundo da forma, homogeneamente, fixados com cola tenaz. Em seguida, adicionou-se o concreto.

Em ambas as tentativas, foram confeccionadas duas lajotas e o tempo de cura foi de 28 dias.

Para retirar a camada de concreto superficial e enaltecer o brilho das pedras, a peça foi lixada com lixas d’água Norton e Carborundum de granulometrias: 80, 100, 120, 150, 180, 220, 320, 360, 400 e 600 mesh. Luvas e máscara foram usadas para proteção durante o trabalho.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra a composição dos metais presentes no pó de lapidários, em mg/kg (ppm).

Cu	Fe	Mn	Zn
42	4310	288	27

Tabela 1: Análise foliar.

A tabela 2 mostra a resistência à compressão axial dos corpos de prova após 7, 14, 28 dias de cura. A figura 1 mostra a evolução da resistência à compressão em MPa.

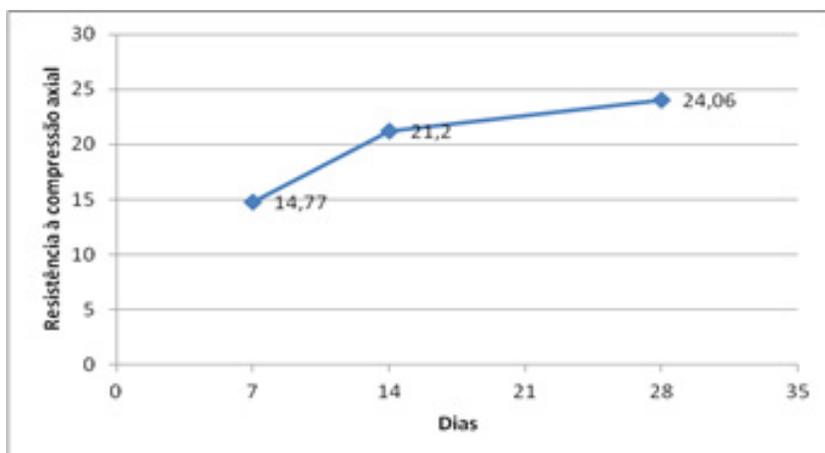


Figura 1: Evolução da resistência à compressão axial.

Corpo de Prova	Dias de Cura	Força (MN)	Área (m ²)	Pressão (MPa)
1	7 dias	0,112	0,007854	14,26
2		0,12	0,007854	15,28
3	14 dias	0,165	0,007854	21,01
4		0,168	0,007854	21,39
5	28 dias	0,2	0,007854	25,46
6		0,178	0,007854	22,66

Tabela 2: Resistência à compressão axial.

A partir do “Slump Test”, realizado de acordo com a NBR 7223: 1992, obteve-se a consistência do concreto. A tabela 3 mostra a classificação da consistência do concreto (MENOSSI, 2004).

Consistência	Abatimento (cm)
Seca	0 a 2
Firme	2 a 5
Média	5 a 12
Mole	12 a 18
Fluida	18 a 25

Tabela 3: Consistência do concreto conforme abatimento.

O resultado do abatimento foi de 11,5 cm, demonstrando que o concreto possui consistência média. A figura 2 mostra a rede de poros formada após o rompimento do corpo de prova de 7 dias.



Figura 2: Rede de poros após 7 dias.

A consistência do concreto obtida foi satisfatória, sendo concisa e homogênea, com poucos poros em sua estrutura. A resistência obtida foi maior do que a esperada de 20 MPa, demonstrando a viabilidade da substituição da areia natural em 100% pela areia artificial e pó de lapidário.

A figura 3 mostra que o aspecto do concreto (1ª tentativa) antes do polimento é mais rústico, mas podemos ver algumas pedras de cores diferentes aparecendo.



Figura 3: Concreto antes do polimento (1ª tentativa).

A figura 4 mostra que o concreto (1ª tentativa) após ser lixado ainda apresenta muitas imperfeições devido aos diferentes níveis e ângulos dos cavacos fixados. Uma das pedras situada numa profundidade maior criou superfície de clivagem em uma das amostras que, conseqüentemente, quebrou-se.



Figura 4: Concreto depois do polimento (1ª tentativa).

A figura 5 mostra que depois do polimento o concreto (2ª tentativa) ficou bem homogêneo com uma aparência muito bonita onde também as pedras semipreciosas ficaram bem fixadas não sendo arrancadas no momento do polimento.



Figura 5: Concreto após o polimento (2ª tentativa) seco e molhado.

Na figura 6, a superfície que forma o mosaico (2ª tentativa) foi envernizada com verniz Sparlack Premium que mudou a coloração para um tom mais amadeirado. As vantagens percebidas estão na textura e proteção da peça.



Figura 6: Concreto polido e envernizado (1ª tentativa).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As experiências bem-sucedidas de desenvolvimento de produtos para a construção civil com resíduos incorporados são impulsionadas, principalmente, pela legislação ambiental, e há uma verdadeira política visando reduzir a eliminação direta de resíduos descartados direto na natureza.

Do trabalho realizado relacionando a utilização de resíduos de pós de lapidário e areia artificial (pó de pedra), verificou-se que a utilização dos mesmos para a produção de concreto teve bons resultados, obtendo uma resistência maior que a utilizada nos traços da concreteira que forneceu o traço para análise, assim podendo ser utilizado na construção civil.

Além disso, os resíduos da lapidação também podem ser utilizados na confecção de peças decorativas em concretos para ambientes abertos ou fechados, públicos ou privados onde se procura um visual arrojado e ambientalmente saudável.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. 1992.

BALDOTTO, M. A.; ASPIAZÚ, I.; SILVA, A. P.; CORRÊA, M. L. T.; VENEGAS, V. H. A. Potencialidades agrônômicas do resíduo de rochas ornamentais. 2007. **Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia**, v. 3, p. 1-8, 2007.

BRUXEL, E.; ETCHEPARE, H. D.; BRANDT, E. A. Viabilidade econômica de utilização do ecodesign na diminuição do impacto ambiental no beneficiamento de gemas. **IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão**. Rio de Janeiro – RJ, 2008.

CAZOTTI, M. M.; RIBEIRO, R. C. C.; MACHADO, L. V.; MACHADO, R. V.; ANDRADE F. V. **Resíduos de rochas ornamentais associados à compostagem e liberação de potássio no solo e o desenvolvimento do pinhão manso**. XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Para. 2011.

COSTA, A. S. V.; HORN, A. H.; DONAGEMMA, G. K.; SILVA, M. B. Uso do resíduo de granito oriundo da serraria e polimento como corretivo e fertilizante de solos agrícolas. **GEONOMOS** 18(1): 23 - 27. 2010.

MENOSSEI, R. T. **Utilização do pó de pedra basáltica em substituição à areia natural do concreto**. Dissertação - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP. Engenharia Civil. Ilha Solteira – SP, 2004.

MOURA, W. A.; GONÇALVES, J. P.; LEITE, R. S. Utilização do resíduo do corte de mármore e granito em argamassas de revestimento e confecção de lajotas para pisos. *Sitientibus* n 26, p. 49-61. Feira de Santana – BA, 2002.

NOGUEIRA, R. E. F. Q.; ARGONZ, R.; MATTOS, I. C.; CORDEIRO, E. R.. Caracterização de resíduos provenientes da extração de granitos da Serra da Meruoca (CE) visando seu aproveitamento como matéria-prima cerâmica. **17º CBECIMat** – Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. Foz do Iguaçu – PR, 2006.

OLIVEIRA, C. N. Aplicação de Resíduos Oriundos do Corte de Rochas Ornamentais na Produção de Cosméticos. **XVII Jornada de Iniciação Científica** – CETEM 123. Palmas – TO, 2009.

REIS, A. S.; TRISTÃO, F. A. Análise de argamassas com resíduos de corte de rochas ornamentais. **2º Congresso Nacional de Argamassas de Construção**. Lisboa – Portugal, 2007.

RODRIGUES, G. F.; ALVES, J. O.; TENÓRIO J. A. S.; ESPINOSA, D. C. R. Estudo de resíduo de rochas ornamentais para a produção de materiais vítreos. **Tecnol. Metal. Mater. Miner.**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 203-207, jul.-set. 2011.

SANTOS, L. G.; BORLINI, M. C. Estudo da ferramenta ACV voltado para o setor de rochas ornamentais. **Centro de Tecnologia Mineral – CETEM**. Rio de Janeiro – RJ, 2011.

SILVA, A. A. A. Gestão de resíduos na indústria de rochas ornamentais, com enfoque para a lama abrasiva. **VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, ISSN 1984-9354. Rio de Janeiro – RJ, 2011.

SILVA, E. C.; LAMEIRAS, F. C. **Utilização dos resíduos da extração de gemas no APL de gemas, joias e artefatos de pedra de Teófilo Otoni**. Teófilo Otoni – MG, 2012.

SOUZA, A. J.; PINHEIRO, B. C. A.; HOLANDA, J. N. F. Efeito da adição de resíduo de rocha ornamental nas propriedades tecnológicas e microestrutura de piso cerâmico vitrificado. **Cerâmica** [online]. 2011, vol.57, n.342, pp.212-218. ISSN 0366-6913. 2011.

SOUZA, J. N.; RODRIGUES, J. K. G.; SOUZA NETO, P. N. **Utilização do resíduo proveniente da serragem de rochas graníticas como material de enchimento em concreto asfáltico usinados a quente**. Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Campina Grande – PB, 2005.

SOBRE O ORGANIZADOR

HELENTON CARLOS DA SILVA - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aceitação 39, 40, 41, 42, 44, 45, 49, 50, 52, 98, 137

Acidente de trabalho 26, 103, 105, 113

Acidentes de trabalho 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 103, 104, 105, 106, 111

Agregado graúdo 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 128, 177

Ambiente 20, 54, 61, 62, 64, 66, 83, 101, 106, 107, 110, 119, 126, 128, 129, 130, 145, 161, 162, 163, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 184

Análise estrutural 27

Areia artificial 173, 174, 177, 180, 182

C

Cal 44, 85, 86, 87, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 100, 101, 119, 175, 176

Cantoneiras 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 16

Carregamento equivalente 78, 80, 81, 83, 85

Cinza de biomassa de eucalipto 90, 91

Cobrimento 27, 28, 29, 79

Coefficiente de redução da seção líquida 1

Coefficientes de impacto dinâmicos 67, 68

Concreto 3, 16, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 62, 63, 68, 70, 71, 74, 76, 77, 79, 83, 85, 86, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 167, 173, 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183

Concreto armado 27, 28, 29, 32, 37, 38, 41, 70, 76

Concreto celular espumoso 90, 91, 92, 94, 98, 100, 101

Conexões parafusadas 1

Consistência 39, 40, 42, 43, 45, 49, 50, 126, 179, 180, 182

Construção 2, 3, 16, 18, 19, 20, 26, 40, 44, 52, 54, 61, 62, 63, 64, 66, 78, 91, 92, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 109, 110, 111, 113, 126, 137, 138, 142, 143, 148, 158, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 182, 183, 184

Construção civil 2, 3, 16, 18, 19, 20, 26, 44, 54, 61, 91, 92, 102, 103, 104, 105, 109, 110, 111, 113, 126, 138, 142, 161, 162, 163, 167, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 182, 184

Controle tecnológico 39, 40, 41, 45, 51, 52

D

Dimensionamento a flexão 78, 88

E

Engenharia civil 16, 26, 27, 52, 62, 67, 78, 90, 101, 126, 128, 129, 147, 160, 172, 177, 183, 184

Escopo 137, 138, 139, 141, 142

Estruturas metálicas 1, 2, 63

F

Forma do agregado graúdo 114, 117, 120, 121, 123, 124, 125

G

Gestão 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 111, 112, 131, 137, 138, 139, 141, 145, 147, 148, 170, 171, 172, 182, 183, 184

L

Laje lisa 78, 88

Lajes 44, 68, 69, 72, 74, 78, 81, 83, 89

M

Medidas mitigadoras 161, 168

Mosaico de pedras 173

N

Nivelamento geométrico 147, 150, 151, 152, 155, 156, 157, 158, 159, 160

Nivelamento GNSS 147, 149, 152, 158, 159

P

PDRI-buildings 137, 138, 140, 141, 142, 145

Pedras semipreciosas 173, 174, 178, 181

Planejamento 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 107, 139, 144, 162, 166, 184

Pontes rodoviárias 32, 67, 68, 75, 77

Prazo 41, 45, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 63, 93, 139, 165, 175

Pré-projeto 137, 139, 140, 141, 145

Produtor de água 129, 136

Protensão sem aderência 78

Psicodinâmica do trabalho 103, 104, 105, 108, 112

R

Resíduo de pó de lapidário 173

Resistência 2, 3, 16, 19, 28, 31, 32, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 50, 51, 52, 79, 84, 85, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 100, 114, 115, 116, 119, 120, 125, 128, 173, 174, 178, 179, 180, 182

Resistência característica à compressão 41, 79, 114

Restauração ecológica 129

Restrições 8, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 148

Riscos 18, 19, 20, 24, 25, 26, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 148, 162, 167, 184

S

Segurança do trabalho 18, 19, 24, 103, 104, 105, 111, 184

Serviços ecossistêmicos 129

Sociedade 130, 131, 135, 161, 162, 163, 169

Sustentável 25, 61, 62, 63, 64, 132, 170, 172, 184

T

Tecnologia 24, 26, 53, 55, 61, 90, 126, 149, 151, 159, 171, 172, 182, 183

Teor de pasta 114, 116, 119, 120, 121, 122, 125

V

Vigas 2, 16, 27, 28, 29, 32, 36, 37, 38, 69, 86

ENGENHARIA CIVIL:

**Componentes sociais e ambientais
e o crescimento autossustentado**

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIA CIVIL:

**Componentes sociais e ambientais
e o crescimento autossustentado**

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br