

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. Elói 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 Cremo
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 4

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

Data de aceite: 01/06/2021

Cristiane Carine dos Santos

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria/RS
<http://lattes.cnpq.br/4101897913771990>

Joice Dalla Nora

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões/RS

Marina Munaretto Copetti

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria/RS
<http://lattes.cnpq.br/9838212000232840>

Tássia Fanton

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria/RS
<http://lattes.cnpq.br/7951775822945634>

RESUMO: A realização do controle tecnológico em conformidade com as diretrizes da NBR 12655:2015 possui um papel fundamental no desempenho, durabilidade e segurança das edificações, uma vez que o emprego de concretos com características inadequadas ou fora dos parâmetros estabelecidos em projeto podem resultar na ocorrência de diversas patologias comprometendo a qualidade final da edificação. Controle o qual, apesar da sua relevância e importância está sendo negligenciado em obras na cidade de Frederico Westphalen, conforme pode ser verificado com a realização de quatro estudos de casos em obras distintas de pequeno e médio porte. As quais não costumavam

realizar os procedimentos descritos pela norma para verificação da conformidade do concreto recebido. Portanto os ensaios exigidos para o recebimento e aceitação do concreto foram adotados pela primeira vez no desenvolvimento do presente trabalho, sendo de extrema importância para a obtenção dos resultados da pesquisa, onde pode-se observar a ocorrência de desconformidades nos valores de *Slump* de alguns caminhões, a redução de 7,45% do valor *fck,estm* dos corpos de prova submetidos a mesma cura da obra quando comparados aos corpos de prova curados em laboratório e a ocorrência de outras desconformidades com as normas NBR 7212:2012 e NBR 12655:2015 durante as concretagens.

PALAVRA-CHAVE: Controle Tecnológico, Concreto, Aceitação, Consistência, Resistência.

ANALYSIS PERFORMANCE CONCRETE TECHNOLOGICAL CONTROL ACCORDING TO STANDARD 12655: 2015 IN A MUNICIPALITY OF RIO GRANDE DO SUL - CASE STUDY

ABSTRACT: Performing technological control in accordance with the guidelines of NBR 12655: 2015 plays a key role in the performance, durability and safety of buildings, as the use of concretes with inadequate characteristics or outside the project parameters may result in the occurrence of several pathologies compromising the final quality of the building. Control which, despite its relevance and importance is being overlooked in works in the city of Frederico Westphalen, as can be verified by conducting four case studies in distinct small and medium sized works. Which

did not usually perform the procedures described by the standard to verify the conformity of the received concrete. Therefore, the tests required to receive and accept the concrete were first adopted in the development of the present work, being extremely important to obtain the research results, where it can be observed the occurrence of Slump values of some trucks, a reduction of 7.45% in the fck value, are of the specimens subjected to the same curing of the work when compared to specimens cured in the laboratory and the occurrence of other nonconformities with the norms NBR 7212: 2012 and NBR 12655: 2015. during the concretes.

KEYWORDS: Technological control, Concrete, Acceptance, Consistency, Resistance.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente o concreto juntamente com o aço, constitui o que se entende por concreto estrutural, armado ou protendido. Caracteriza-se como um produto líder para uso estrutural nas construções, devido ao conjunto desses materiais resistirem simultaneamente a esforços de tração e compressão, possibilitando a construção de estruturas com maiores vãos e alturas.

Metha e Monteiro (2014) estimam que o consumo de concreto no mundo seja na ordem de 19 bilhões de toneladas métricas ao ano. Embora ele não seja tão duro e resistente quanto o aço seu consumo superior é justificado pelo menos por três razões principais: a primeira é a excelente resistência do concreto à água; a segunda razão é a facilidade com a qual ele se adapta a diferentes formas e tamanhos, devido a sua consistência plástica no estado fresco que favorece o fluxo do material para o interior das formas; e a terceira justificativa é o seu baixo custo e a rápida disponibilidade do material.

Segundo Neville (2013) enquanto o aço é produzido sob condições rigidamente controladas, com as propriedades de cada tipo de aço determinadas em laboratório e apresentadas no certificado do fabricante, cabendo aos projetistas da estrutura somente especifica-lo, e ao construtor garantir que o aço correto seja usado e que as conexões entre os elementos sejam efetuadas de maneira adequada. O controle tecnológico é mais complexo pois a garantia de sua qualidade depende das propriedades de cada um dos materiais componentes e os fatores que podem alterá-las, dosagem correta e execução cuidadosa da mistura, transporte, lançamento e a cura adequada até o endurecimento.

O controle tecnológico do concreto tem como objetivo garantir que este esteja de acordo com os parâmetros estabelecidos pelas normas e necessários para a perfeita execução das obras e consequente durabilidade da estrutura.

A “NBR 12655:2015 - Concreto de Cimento Portland - Preparo controle, recebimento e aceitação - Procedimento” estabelece diretrizes e ações a serem tomadas para garantir que o controle tecnológico seja realizado de forma eficiente.

Dentre essas diretrizes estabelecidas estão as responsabilidades de cada um dos profissionais envolvidos, a execução da rastreabilidade do concreto lançado na estrutura e realização dos ensaios de consistência e resistência a compressão axial ao menos aos 28

dias, para recebimento e aceitação do concreto.

No entanto, na realidade de muitas obras o controle tecnológico do concreto não ocorre de maneira satisfatória, conforme estabelecido pela norma. Em alguns casos o concreto dosado em central tem a sua resistência verificada apenas pelas empresas fornecedoras, sem a conferência por parte dos proprietários e responsáveis técnicos das obras se as características solicitadas do concreto estão realmente sendo atendidas.

Portando o presente trabalho foi realizado com intuito de verificar qual é o controle tecnológico empregado nas obras da cidade de Frederico Westphalen, já que esse desempenha um papel imprescindível na qualidade, desempenho e segurança das obras.

2 I CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO

Para Bauer (2017) o controle tecnológico do concreto é um processo aplicado nas obras de concreto armado, protendido ou pré-fabricado que visa o registro e a garantia da conformidade dos concretos empregados, com base nas especificações técnicas do projeto estrutural ou de outros documentos técnicos.

Desta maneira o controle tecnológico do concreto regido pela NBR 12655:2015, visa a partir de procedimentos descritos pela norma, assegurar a qualidade e conformidade dos concretos empregados em obras, de maneira que estes atendam aos requisitos estabelecidos em seus projetos estruturais.

2.1 Atribuições e responsabilidade de acordo com a NBR 12655:2015

Segundo estabelece a norma cabem ao proprietário e o responsável técnico por ele designado garantir o seu cumprimento, bem como armazenar pelo prazo de 5 anos os documentos comprobatórios (laudos, relatórios de ensaios e etc).

As empresas fornecedoras dos serviços de concretagem cabem garantir o cumprimento das prescrições da norma NBR 12655:2015 relativas as etapas de preparo do concreto bem como as prescrições da NBR 7212:2012, devendo armazenar pelo prazo de 5 anos a documentação comprobatória.

Aos profissionais responsáveis pelo projeto estrutural cabem explicitar em todos os contratos, desenhos e memoriais que descrevem o projeto da resistência característica à compressão do concreto (f_{ck}); especificação da resistência característica à compressão do concreto a j dias (f_{ckj}) para as etapas construtivas; especificação dos requisitos correspondentes à durabilidade da estrutura e elementos pré-moldados durante sua vida útil; especificação dos requisitos correspondentes às propriedades especiais do concreto durante a fase construtiva e vida útil da estrutura.

Já aos profissionais responsáveis pela execução da obra, cabem a escolha da modalidade de preparo; escolha do tipo de concreto a ser empregado, de acordo com as especificações de projeto e condições de aplicação; atendimento a todos os requisitos de

projeto; recebimento e aceitação do concreto.

2.2 Concreto dosado em central

O tempo de transporte, conforme estabelece a NBR 7212:2012, deve ser inferior a 90 minutos e fixado de maneira que o fim da descarga seja de no máximo 150 minutos, contado a partir da primeira adição de água no caso de veículo dotado de equipamento de agitação e 40 minutos para veículo não dotado de equipamento de agitação; ficando assim, o tempo da descarga limitado em 60 minutos. O tempo de descarga pode ser flexibilizado segundo Neville (2016, p. 228) “com a utilização de retardadores de pega, o tempo máximo pode ser estendido para três ou até mesmo quatro horas, desde que seja garantido que a temperatura do concreto na entrega seja inferior a 32°C.”

Já adição suplementar de água no canteiro de obra só é permitida, conforme a NBR 7212:2012, para correção de abatimento devido a evaporação antes do início da descarga, desde que o abatimento obtido anteriormente seja igual ou superior a 10 mm, após a correção o abatimento não atinja um valor superior a 25 mm ou ao valor máximo especificado, e que o tempo transcorrido entre a primeira adição de água aos materiais até o início da descarga não seja inferior a 15 minutos. Devendo a adição ser autorizada formalmente entre os representantes das partes envolvidas e obrigatoriamente registrada no documento de entrega. Caso seja realizada qualquer outra adição de água, a pedido do contratante, a empresa fornecedora ficará eximida de qualquer responsabilidade sobre as características do concreto, e tal fato também deverá ser registrado no documento de entrega.

2.3 Ensaios realizados para a aceitação do concreto

A NBR 12655:2015 determina que para cada tipo de classe de concreto, os quais são classificados pela “NBR 8953:2015 – Concretos para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência” conforme sua resistência e classe de consistência, além dos cuidados com a exposição da estrutura, conforme estabelece a ” NBR 6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto — Procedimento”, devem ser realizados os ensaios de consistência regidos pela “NM 67:1998 - Concreto –

Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone” , para aceitação do concreto no estado fresco e ensaio de resistência à compressão, conforme a “NBR 5739:2018 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos, para aceitação no estado endurecido”.

2.3.1 Ensaio de Consistência

Segundo Anbrozewicz (2012), a consistência do concreto é uma propriedade relacionada com a fluidez da mistura, sendo fundamental para garantir a trabalhabilidade do concreto.

Neville (2016), destaca que as propriedades do concreto endurecido são bastante afetadas pelo grau de adensamento, 5% de vazios podem diminuir em cerca de 30% a resistência final, sendo de vital importância o controle da trabalhabilidade ou consistência do concreto para que este seja adequadamente transportado, lançado, adensado e facilmente acabado, sem que ocorra a segregação.

2.3.2 Ensaio de resistência a compressão axial e Rastreabilidade do lançamento do concreto

A NBR 12655:2015 estabelece que devem ser coletadas aleatoriamente amostras do concreto, de acordo com a “NM 33:1998 - Concreto - Amostragem de concreto fresco”, durante a operação de concretagem para a realização do controle estatístico da resistência do concreto, o qual pode ser realizado por amostragem total ou por amostragem parcial.

As amostras devem ser coletadas aleatoriamente depois da última adição de água e completa homogeneização do concreto e dentro do intervalo de descarga de 15% e antes de completar a descarga de 85% do volume total da betonada

Cada exemplar de concreto deve ser constituído de dois corpos de prova, moldados conforme a “NBR 5738:2015 - Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova”, para cada idade de rompimento, tomando-se como resistência o maior valor dos dois valores no ensaio de resistência à compressão, realizado conforme a NBR 5739:2018.

3 | METODOLOGIA DA PESQUISA

Para o desenvolvimento da pesquisa foram acompanhadas as concretagens de quatro obras na cidade de Frederico Westphalen, denominadas Obras A, B, C e D respectivamente, nas quais eram empregados concreto usinado fornecido por 2 empresas da cidade, denominadas respectivamente de Empresa X e Empresa Y. Tais nomenclaturas foram adotadas para evitar a exposição das obras e empresas, mantendo desta maneira o seu anonimato.

Primeiramente foi realizado o acompanhamento do recebimento do concreto dosado em central, verificando nas notas fiscais de todos os caminhões o horário de saída da central dosadora e horário de chegada no canteiro de obra, anotando-os posteriormente em uma planilha de controle, juntamente com o horário de início e fim de cada descarga. Tais dados foram coletados com o intuito de verificar se eram atendidos os aspectos exigidos pela NBR 7212:2012, como tempo máximo de deslocamento de 1,5 horas até o canteiro de obra e de 2,5 horas entre o intervalo da primeira adição de água até o lançamento do concreto.

Antes do início da descarga de todos os caminhões foi realizado o ensaio de abatimento de tronco de cone (“slump test”), seguindo as diretrizes da ABNT NM 67:1998, para a verificação da consistência do concreto no estado fresco, analisando se este encontrava-se com trabalhabilidade adequada para seu lançamento nas formas ou se seu

abatimento deveria ser corrigido com adição suplementar de água. Verificando também a aceitação ou rejeição do concreto no estado fresco, conforme determina a NBR 12655:2015.

Posteriormente foi acompanhado o início da concretagem aguardando a descarga de pelo menos 15% do volume total de concreto para a coleta das amostras dos concretos e antes da descarga de 85% do volume. As amostras foram coletadas no final da tubulação de bombeamento em uma única porção em um recipiente adequado.

Após a coleta, cuidando para que não fosse ultrapassado o tempo máximo de 15 minutos, foram moldados 4 corpos de prova para cada caminhão de concreto os quais, seguindo as diretrizes da NBR 5738:2015, foram moldados em moldes cilíndricos de aço com diâmetro de 100 mm e altura igual ao dobro do diâmetro devidamente revestidos interiormente por uma camada fina de óleo vegetal, sendo adensados manualmente em 2 camadas com o uso de uma haste metálica, aplicando-se 12 golpes por camada.

Ao final da moldagem, os corpos de prova foram armazenados no local onde permaneceram pelo período de 24 horas, durante sua cura inicial. Sendo dois deles armazenados em local protegido das intempéries climáticas e os outros dois em local próximo a concretagem, recebendo as mesmas condições de exposição dos elementos concretados.

Durante o processo de concretagem foi realizada a rastreabilidade do concreto, de acordo com o estabelecido na NBR 12655:2015, onde, com o auxílio da planta de forma das lajes concretadas e de lápis de cores diferentes foram mapeados os locais onde foram lançados cada lote de concreto, possibilitando posteriormente, que em caso de falha na resistência de alguns dos lotes de concreto, saiba-se o local exato onde foram lançados.

Passadas 24 horas da concretagem, os corpos de prova que permaneceram expostos as intempéries climáticas, foram desmoldados e armazenados sobre as lajes concretadas, conforme ilustrado na Figura 3, recebendo a mesma cura e exposição dos elementos concretados por no mínimo 21 dias, sendo posteriormente levados ao laboratório onde foram submetidos ao ensaio de compressão axial. Os outros dois corpos de provas foram levados ao Laboratório de Materiais e Construção Civil – LMCC da URI, Campus de Frederico Westphalen logo após serem desmoldados, onde foram submetidos a cura em água saturada com cal a (23 ± 2) °C até o momento do ensaio.

Aos 28 dias de idade os corpos de prova foram submetidos ao ensaio e compressão axial, normatizado pela NBR 5739:2018, onde inicialmente a base e o topo dos corpos de prova foram retificados por desgaste mecânico, em máquina especialmente adaptada para a função. Posteriormente os corpos de prova foram posicionados adequadamente no equipamento de ensaio, onde foram submetidos a uma carga de compressão axial uniforme e sem choques, a uma velocidade fixada entre 0,3 a 0,8 MPa. Ao final, o valor da resistência foi obtido dividindo-se a carga de ruptura pela área transversal do corpo-de-prova.

Finalizado o ensaio de compressão axial, foi adotado o método de controle por amostragem total (100%), especificado pela NBR 12655:2015. Onde o valor adotado como

resistência característica a compressão axial de cada caminhão, foi o maior valor dentre os dois corpos de prova moldados. Posteriormente, os valores de $f_{ck,est}$ dos concretos curados em solução saturada de hidróxido de cálcio a $(23 \pm 2) ^\circ C$, $f_{ck,est}$ dos concretos curados em obra e o f_{ck} de projeto foram comparados graficamente. Verificando se os valores de $f_{ck,est}$ atendiam o valor de f_{ck} de projeto e dessa maneira, conforme a NBR 12655:2015 podiam ser aceitos ou deveriam ser rejeitados.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Verificação das diretrizes da NBR 12655:2015

Durante o acompanhamento da concretagem em todas as obras analisadas no presente trabalho, verificou-se que em nenhuma delas eram adotados os procedimentos preconizados pela NBR 12655:2015 para o recebimento e aceitação do concreto. Sendo a realização dos ensaios de consistência e compressão axial, previstos pela norma para o controle tecnológico dos concretos empregados, efetuados pela primeira vez com o desenvolvimento do presente trabalho.

Nota-se desta maneira, o descumprimento por parte do proprietário e responsável técnico da obra, no que diz respeito às suas atribuições e responsabilidades. Conforme estabelecido pela norma, cabem a eles as responsabilidades pela garantia de seu cumprimento, o recebimento e aceitação do concreto, armazenando pelo prazo de cinco anos toda documentação comprobatória da qualidade do concreto (relatórios de ensaios, laudos e outros).

4.2 Coleta de dados e análise

Obra A

Na obra A foram acompanhadas duas concretagens, a primeira no dia 05/06/2018 onde foi acompanhada a concretagem da laje do quarto andar e no dia 08/06/2018 a concretagens dos pilares deste mesmo andar, o concreto empregado foi fornecido pela empresa X. Onde nas respectivas datas foram coletados os dados demonstrados na Tabela 1 e a rastreabilidade do lançamento dos concretos pode ser verificada na Figura 1.

Informações Coletadas	Data da Concretagem			
	05/06/201		08/06/2018	
	Identificações dos Caminhões			
	C1	C2	C3	C1P
Horário saída da central (horas: minutos)	12:39	13:37	15:18	09:36
Horário chegada na obra (horas: minutos)	13:00	14:07	15:35	10:03
Abatimento (mm)	17,5	14,5	12,0	8,0
Horário início da descarga (horas: minutos)	13:20	14:40	15:47	10:40
Horário fim da descarga (horas: minutos)	14:40	15:40	16:30	12:30
Adição de água (litros)	-	-	-	50
Novo Slump (mm)		-	-	140

Tabela 1. Dados Coletados na Obra A

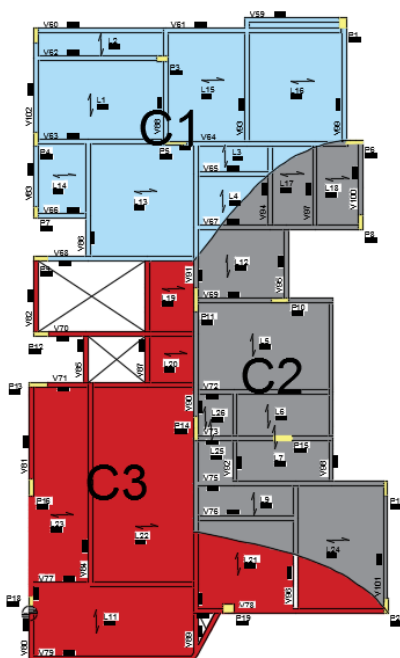


Figura 1 – Rastreabilidade

Obra B

Na Obra B foi acompanhada a concretagem da primeira laje, do Edifício Comercial e Residencial de 5 pavimentos no dia 31/08/2018, sendo empregado o concreto fornecido pela empresa Y. Os dados coletados estão expostos na Tabela 2 e a rastreabilidade na Figura 2.

Informações Coletadas	Identificação dos Caminhões		
	C1	C2	C3
Horário saída da concreteira (horas:minutos)	12:34	13:10	14:32
Horário chegada na obra (horas:minutos)	13:07	13:40	15:07
Abatimento (mm)	140	100	130
Horário início da descarga (horas:minutos)	13:16	13:45	15:10
Horário fim da descarga (horas:minutos)	13:38	14:40	15:38
Adição de água (litros)		50	

Tabela 2. Dados coletados da Obra B

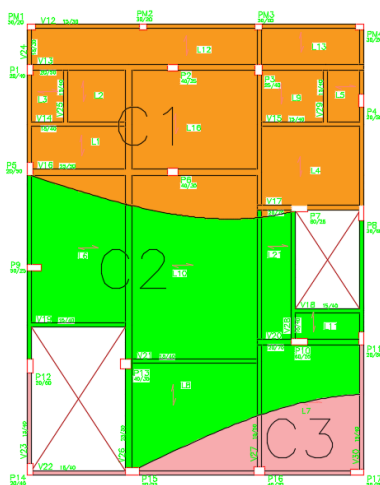


Figura 2 – Rastreabilidade

Obra C

Na obra C a concretagem acompanhada foi a da primeira laje da edificação residencial de 2 pavimentos, no dia 08/09/2018 sendo empregado o concreto fornecido pela Empresa Y. Os dados coletados podem ser verificados na Tabela 3 e a rastreabilidade na Figura 3.

Informações Coletadas	Identificação do caminhão	
	C1	C2
Horário saída da concreteira (horas:minutos)	07:02	08:45
Horário chegada na obra (horas:minutos)	07:28	09:05
Abatimento (mm)	140	110
Horário início da descarga (horas:minutos)	07:32	09:10
Horário fim da descarga (horas:minutos)	08:20	10:00
Adição de água (litros)	75	-
Novo Abatimento (mm)	170	-

Tabela 3. Dados Coletados na Obra C

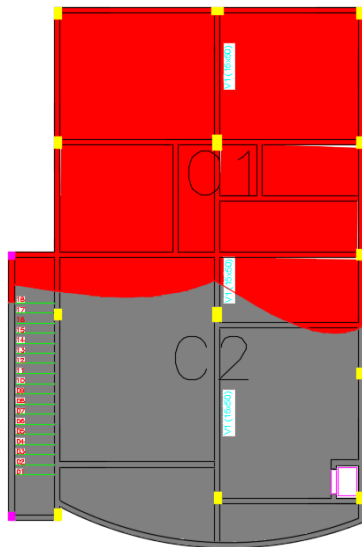


Figura 3 – Rastreabilidade

Obra D

A concretagem acompanhada foi a da sétima laje do Edifício Residencial, no dia 12/09/2018, sendo o concreto empregado fornecido pela empresa Y, o qual, foi solicitado pelo construtor com f_{ck} de 30 MPa e Slump de 140 mm(± 20). Os dados coletados durante o acompanhamento da concretagem estão expostos na Tabela 4 abaixo e a rastreabilidade na Figura 4.

Dados	Identificação dos Caminhões				
	C1	C2	C3	C4	C5
Horário saída da concreteira (horas:minutos)	12:49	13:59	14:37	14:47	15:36
Horário chegada na obra (horas:minutos)	13:09	14:18	14:50	15:15	15:55
Abatimento (mm)	150	170	150	180	140
Horário início da descarga (horas:minutos)	13:37	14:21	15:07	15:20	15:56
Horário fim da descarga (horas:minutos)	14:19	14:46	08:20	15:55	16:37
Adição de água (litros)	-	-	75	-	-
Novo Abatimento mm)	-	-	170	-	-

Tabela 4. Dados Coletados da Obra D

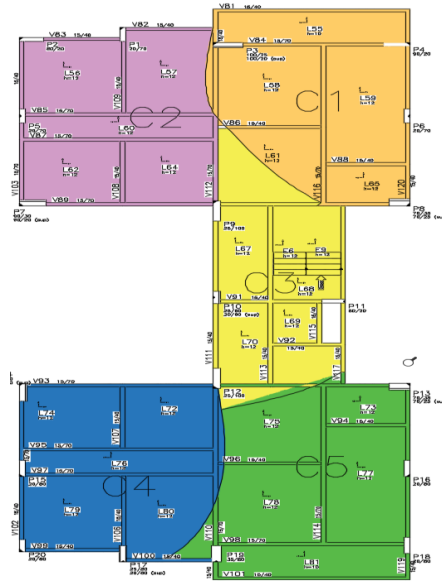


Figura 4 – Rastreabilidade

4.3 Resultados dos ensaios de recebimento e aceitação do concreto

4.3.1 Ensaio de Consistência

No Gráfico 1 são apresentados os valores resultantes da realização ensaio de abatimento de cone (*Slump test*), seguindo as diretrizes da NM 67 para a aceitação do recebimento do concreto no estado fresco conforme determina a NBR 12655:2015.

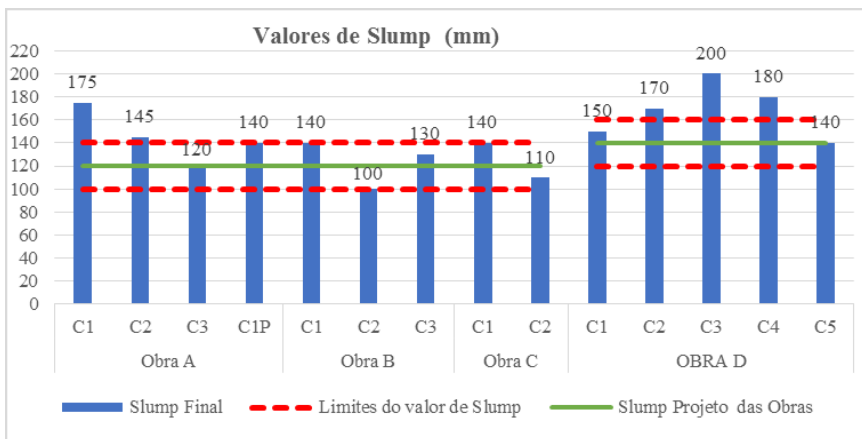


Gráfico 1 - Resultados obtidos com a realização do ensaio de abatimento de tronco de com (*slump test*)

Dentre as obras analisadas a única que especificou a consistência do concreto foi a obra D, na qual o mesmo foi solicitado um abatimento de 140 mm (± 20 mm). Nas demais a escolha do valor da consistência ficou a cargo das empresas fornecedoras, sendo adotado por ambas o valor de 120 (± 20 mm).

Conforme pode ser verificado no Gráfico 1 os valores de Slump dos caminhões C3 e C1P da Obra A, todos os caminhões analisados na obra B e C e os caminhões C1 e C5 da obra 5 encontravam-se dentro dos limites inferiores e superiores do Slump de projeto e desta maneira conforme determina a NBR 12655:2015 poderiam ser aceitos.

Já os valores de Slump dos caminhões C1 e C2 da Obra A, C2, C3 e C4 da Obra D, encontravam-se acima dos limites estabelecidos e de acordo com o estabelecido pela norma NBR 12655:2015 deveriam ter sido rejeitados. Nota-se desta maneira que a empresa Y mantém um maior controle na consistência dos concretos fornecidos.

4.3.2 *Ensaio de resistência à compressão axial*

O Gráfico 2 demonstra os resultados das resistências característica à compressão estimada ($f_{ck,est}$) dos concretos curados em obra e em laboratório no Laboratório.

Onde a Obra A não apresenta resultados para a cura realizada em obra porque na data em que ocorreu a concretagem ainda não havia sido determinada a realização de tal procedimento.

A partir da análise dos resultados observou-se que todos os corpos de prova submetidos a cura em laboratório, apresentaram resultados satisfatórios atendendo ao F_{ck} solicitado e desta maneira podendo ser aceitos conforme determinado pela NBR 12655:2015.

Resultados estes semelhantes aos encontrados nos estudos de casos realizados na cidade de Goiânia por Arantes e Vaz (2014) e Braz, Magalhães Filho e Zalaf (2014) onde todos os concretos empregados também obtiveram valores em conformidade com o f_{ck} de projeto. Já no trabalho realizado por Pedrosa (2016) para os concretos moldados *in loco* 3 das 12 amostras apresentaram valores abaixo do F_{ck} de projeto.

Gráfico 1 - Resultados obtidos com a realização do ensaio de abatimento de tronco de com (*slump test*)

Os corpos de prova submetidos às mesmas condições de exposição e cura que os elementos concretados na obra, com exceção do Caminhão 1 da Obra B, apresentaram uma queda média de 7,45% na sua resistência a compressão axial. Como consequência da diminuição dos valores de resistência o Caminhão 3 da Obra B apresentou o valor de F_{ck} , $estm$ inferior ao de projeto. Desta maneira, destaca-se a importância não apenas da realização do controle de recebimento e aceitação do concreto nas obras, como do controle de qualidade do todo da obra, pois a cura inadequada pode resultar em um concreto com resistência à compressão axial desconforme.

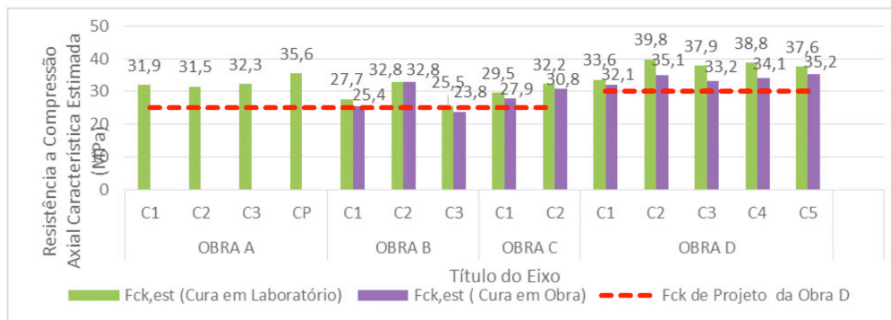


Gráfico 2 - Resistências característica à compressão estimada (fck,est)

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização do presente trabalho verificou-se a ausência do atendimento a NBR 12655:2015 em todas as obras analisadas, demonstrando a realidade encontrada em grande parte das obras de pequeno e médio porte na cidade de Frederico Westphalen, onde a realização de ensaios para a verificação da qualidade do concreto fica restrita apenas as empresas fornecedoras de concreto.

Notou-se também a desconformidade no valor de Slump dos concretos fornecidos pela empresa X, onde 4 dos 8 caminhões empregados nas obras apresentaram valor de Slump superior ao de projeto e deveriam ter sido rejeitados. Já referente ao ensaio de resistência a compressão axial, todos os valores de $F_{ck,est}$ dos concretos submetidos a cura em laboratório, seguindo as diretrizes da norma, obtiveram resultados satisfatórios atendendo ao F_{ck} de projeto.

No entanto no comparativo entre os valores de $F_{ck,est}$ dos corpos de prova curados em laboratório e os submetidos a cura em obra verificou-se a redução média de 7,45% no valor de $F_{ck,est}$, e desta maneira o valor de $F_{ck,est}$ do Caminhão 3 da Obra B ficou abaixo do F_{ck} de projeto.

Outro aspecto, observado em desconformidade com estabelecido pela norma NBR 12655:2015, foi a ausência de especificação por parte das obras nas características do concreto pois com exceção da Obra D, as demais obras realizaram o pedido contemplando apenas o valor de F_{ck} .

Quanto as diretrizes estabelecidas pela NBR 7212:2012 verificou-se a ocorrência de adição suplementar não permitida em todas as obras, não sendo em nenhuma delas o procedimento anotado no documento de entrega pelos funcionários conforme determinado pela norma.

Observa-se portanto que o controle tecnológico na cidade de Frederico Westphalen tem apresentado resultados abaixo do esperado e determinado nas normas correspondentes, sendo negligenciado pelos profissionais responsáveis e consequentemente pelos proprietários das obras.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 12655: **Concreto de Cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação- Procedimento**. Rio de Janeiro: 2015

_____. NBR NM 33/1998: **Amostragem do Concreto Fresco**. Rio de Janeiro, 1998.

_____. NBR 7212/2012: **Execução de concreto dosado em central – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2012.

_____. NBR 5738/2015: **Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2015.

_____. NBR 5739/2018: **Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2015.

_____. NBR 6118/2014: **Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio De Janeiro. RJ, 2014.

AMBROZEWICZ, P. H. L., **Materiais de Construção**. 1 Ed. São Paulo. PINI,2012.

MARTINS, A. S. F. S; MAIA FILHO, H. M. Vetor. **Verificação da Resistência do Concreto In Loco: Métodos de Ensaio Mais Usuais, Rio Grande**, v 25, n 2, p 25-40,2015. Disponível em:< <https://periodicos.furg.br/vetor/article/view/4794/4205>. Acesso em 5 de abril de 2020

NEVILLE, A. M; BROOKS, J.J. **Propriedades do Concreto**. 5. Ed. Porto Alegre: Bookmam, 2016.

PEDROSA, M. L. C. **Controle de qualidade e rastreabilidade para concreto moldado in-loco para habitações de interesse social**.2016, 74 f. Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

BRAZ, T.C; MAGALHÃES FILHO, S. R; ZALAF, R. S. **Estudo do controle tecnológico e recebimento do concreto em obra**, 2014, 91f. Monografia (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

ARANTES, G.M; VAZ, F.H.B. **Controle e qualidade no recebimento de concreto dosado em central, 2014, 66f**. Monografia (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

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