

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

ENGENHARIA CIVIL:

Componentes sociais e ambientais
e o crescimento autossustentado



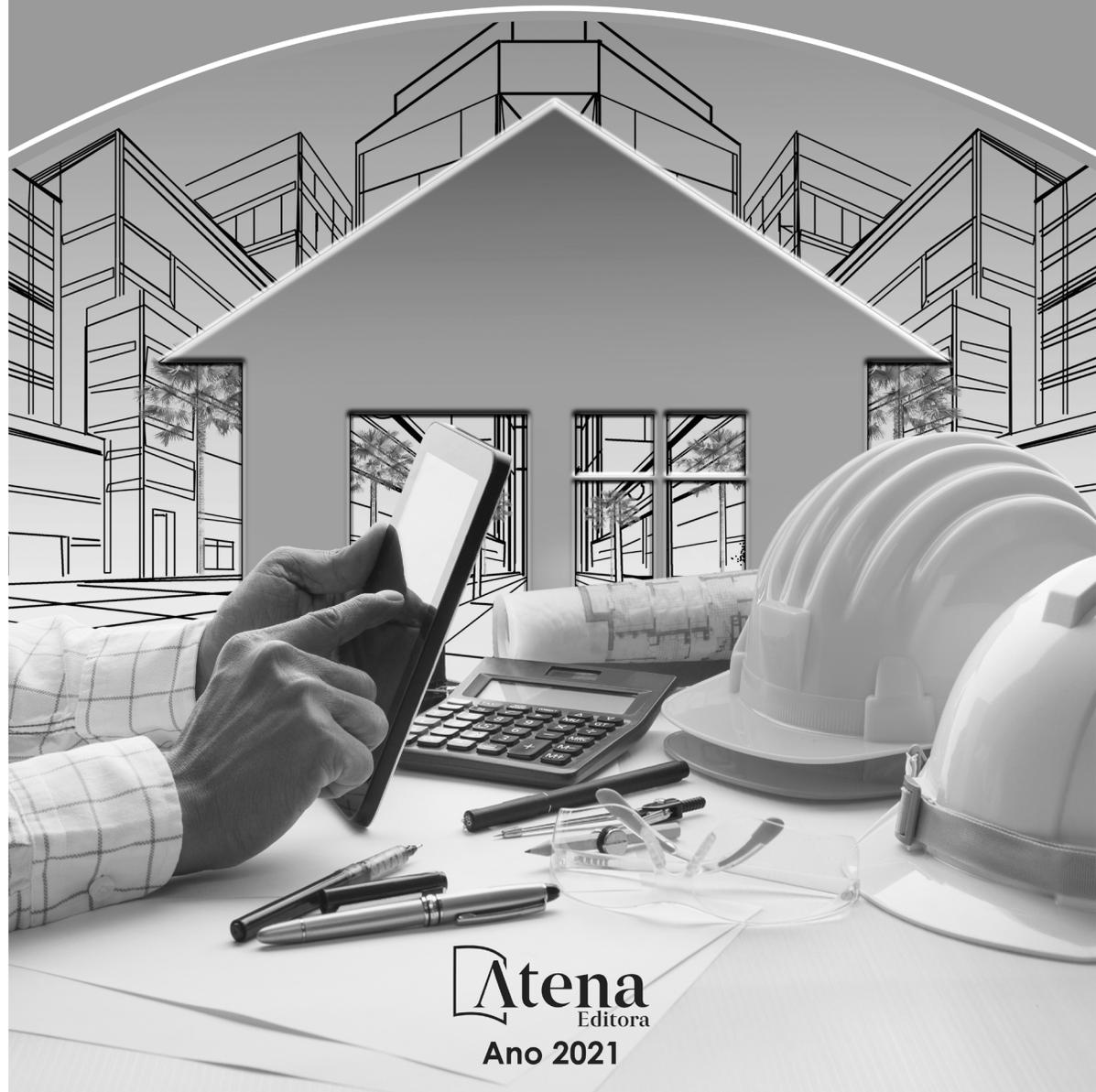
Atena
Editora

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 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

PROJECT DEFINITION RATING INDEX NA IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS NA CONSTRUÇÃO

Data de aceite: 01/06/2021

Luigi Carissimi Boff
Falconi Consultores SA

Cristine do Nascimento Mutti
Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO: A gestão de riscos na indústria da construção contribui para um melhor aproveitamento dos recursos. Nesse trabalho investigou-se a maturidade das definições de escopo durante as etapas de pré-projeto de empresas construtoras e incorporadoras de pequeno e médio porte, enfocando os principais riscos potenciais durante as etapas que antecedem a elaboração dos projetos executivos de empreendimentos. Foram aplicadas entrevistas semiestruturadas, em quatro empresas de Santa Catarina. Verificou-se que tais empresas apresentaram baixa maturidade em gerenciamento de riscos. Observou-se grande influência da subjetividade dos profissionais nas decisões durante a fase de definição do pré-projeto. Identificou-se que a ferramenta PDRI-Buildings é uma possível solução para apoiar o monitoramento da evolução de decisões, indicando os elementos que apresentam menor definição e, conseqüentemente, que necessitam maior acompanhamento. A aplicação da ferramenta nesse estudo apontou para boa aceitação como apoio à decisão em projetos futuros.

PALAVRAS-CHAVE: PDRI-buildings, riscos, escopo, pré-projeto.

ABSTRACT: Risk management in the construction industry contributes to ensure fewer losses. A study about the maturity of the scope definitions during pre-project stages of small and medium-sized construction companies was conducted. The main risks that can be identified during the stages that precede preparation of the executive projects of new developments were identified. The study included four companies from Santa Catarina, through semi-structured interviews. Specific characteristics from the companies regarding their decision-making processes were identified. These companies showed low maturity regarding risk management. Furthermore, a high influence of subjectivity from the professionals involved with decision-making during pre-project definition phase was observed. The PDRI-Buildings tool emerged as a possible solution to support the monitoring of decision-making evolution, indicating the elements that need further monitoring. Results indicated a good acceptance of the PDRI tool by the companies studied. (Tipos 9 e 3)

KEYWORDS: PDRI-buildings, risks, scope, pre-project.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo Cheng (2014), dentre os inúmeros processos de projeto de um empreendimento, um dos maiores ganhos que as empresas podem ter é desenvolver uma gestão de projetos focada em riscos. Este foco, já adotado amplamente nos empreendimentos de grande porte, visa garantir que o escopo, custos e prazos mantenham-se dentro do

esperado. Como assumido por Barreto e Andrey (2015), partiu-se do pressuposto de que a maioria das empresas de pequeno e médio porte do setor imobiliário, não possui uma formalização concreta do desenvolvimento de projetos e nem da gestão adequada de riscos para cada fase.

O objetivo do estudo é avaliar a pertinência da ferramenta *Project Definition Rating Index for Buildings (PDRI-Buildings)* para gestão de riscos de empreendimentos. O foco está nos processos de pré-projetos (etapa de definições de requisitos e escopo de empreendimentos) compreendido desde a fase de idealização do empreendimento, prospecção do terreno e estudo de viabilidade até a etapa anterior à elaboração dos projetos executivos com as informações já consolidadas. Buscou-se identificar possíveis indefinições que possam gerar perdas nas etapas futuras do empreendimento. O escopo voltou-se para a identificação dos riscos, classificação dos elementos quanto ao seu nível de definição e à viabilidade de utilização da ferramenta *PDRI-Buildings* no dia-a-dia das empresas.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gestão de projetos

Estudos recentes constataam que a complexidade dos projetos e a exposição a riscos na construção tem aumentado. Ainda que a definição das causas de incerteza varie de acordo com a percepção dos agentes, na sua maioria concordam que a redução do risco está associada à melhoria do processo de projeto, em especial à própria gestão dos riscos nessa fase (MC GRAW-HILL, 2014).

Em qualquer projeto, ao menos um dos objetivos finais é a execução satisfatória desse projeto, sendo esta medida através de diversos parâmetros. O custo minimizado e duração do cronograma são os dois parâmetros mais relevantes (WOLF, 2013). Para garantir esses parâmetros, faz-se necessária a definição correta do escopo de projetos, que é o conjunto de características e definições que asseguram que o projeto cumpra com as funções almeçadas e seja completado com sucesso (PMBOK, 2017). Ainda segundo o guia, há duas formas distintas a que o termo escopo se refere dentro de um projeto: escopo do produto e escopo do projeto. No entanto, nesse artigo abordam-se essas duas definições como complementares, sendo entendidas como o conjunto de elementos que definem e suportam a elaboração dos diversos projetos de um empreendimento.

Uma das ferramentas mais utilizadas para definição de escopo é o PDRI, que surgiu em 1994 como resultado de uma pesquisa conduzida pelo CII (*Construction Industry Institute*) para permitir aos *stakeholders* melhor atingirem os objetivos de projeto, operacionais, e de negócio. Em 1997 o CII conduziu um novo estudo para adaptar a ferramenta PDRI à realidade da construção civil, criando assim o *PDRI-Buildings* (GIBSON;

IRONS; RAY, 2006). Segundo Gibson, Irons e Ray (2006), o desenvolvimento de um escopo de projeto eficaz é uma tarefa bastante complexa e uma das mais importantes durante a fase de pré-projeto. O baixo grau de definição de escopo é reconhecido como uma das principais causas que levam ao fracasso de projetos, resultando em aumento significativo nos custos e cronogramas, além de problemas de operação a longo prazo (VALENCY INC., 2015). É durante a elaboração do escopo que são analisados riscos associados ao projeto, *designs* preliminares são formulados, decisões críticas sobre o escopo final são tomadas, e detalhes da execução do projeto são definidos. Ainda assim, muitas empresas carecem de experiência, ou de vontade, para cumprir detalhadamente cada uma das tarefas de elaboração do escopo (GIBSON; IRONS; RAY, 2006).

2.2 Gestão de riscos

O conceito de risco é tratado de maneira muito semelhante pela maioria dos autores. Para Smith e Bohn (1999), os riscos são percebidos de maneira diferente pelos diversos stakeholders. Assim cada parte interessada, e cada projeto, irão apresentar uma tolerância variável e distinta aos diferentes riscos envolvidos. De maneira geral, um risco representa a incerteza sobre os objetivos do projeto (ABNT, 2018). Segundo RICS (2003), tal incerteza pode estar ligada a duas causas diferentes. A primeira é fazer suposições duvidosas devido à falta de informações concretas sobre um fato típico, mas desconhecido. A segunda causa é a alta variabilidade das informações, o que não permite estabelecer um padrão sobre tal fato. Sendo assim, os riscos devem ser quantificados e comparados pela equipe do projeto, para então poderem ser trabalhados. A quantificação de um risco, da maneira mais simples, pode ser vista como o produto da probabilidade da ocorrência de um evento e das suas consequências. Destaca-se nesse momento a atuação do gerente do projeto em definir os riscos principais, pois um risco com alta probabilidade e baixa consequência pode ter igual representatividade quantitativa que um risco com baixa probabilidade e alta consequência. Cabe então ao gerente de projeto definir as melhores estratégias de aumento ou prevenção dos riscos apontados, após a correta e detalhada identificação, classificação e quantificação dos riscos (RICS, 2003).

O processo de gerenciamento de riscos envolve etapas estruturadas para otimizar as chances de sucesso do projeto. Segundo o manual PMBOK (2017), essas são: planejamento do gerenciamento de riscos; identificação dos riscos; análise qualitativa; análise quantitativa; planejamento das estratégias para tratar os riscos; implementação das estratégias; e monitoramento dos riscos. De maneira geral, essas são as etapas seguidas em todos os diferentes projetos. A ISO 31000:2018 (ABNT, 2018) estabelece também diretrizes gerais para gerenciamento de riscos, sendo que cada empresa e setor industrial deve então adaptar o processo à sua realidade.

De acordo com o guia PMBOK (2017), a organização dos riscos em uma estrutura analítica de riscos (EAR) é uma forma bastante comum de representar os riscos de maneira

hierárquica, organizando-os em categorias e subcategorias, podendo ser útil para identificar as fontes dos riscos e ajudando também na classificação deles. Após a identificação dos riscos, esses devem ser devidamente registrados para poder dar prosseguimento às demais etapas do gerenciamento de riscos. Portanto, o principal documento gerado na etapa de identificação dos riscos é a descrição detalhada das ameaças e oportunidades enfrentadas pelo projeto, para evitar a ocorrência de equívocos em seus entendimentos no decorrer do projeto (PMBOK, 2017; CHAPMAN, 1997).

2.3 Project Definition Rating Index for buildings

O *PDRI-Buildings*, é uma ferramenta direcionada à avaliação do nível de definição e maturidade de um projeto. Esta avaliação ocorre por meio de um índice numérico calculado conforme as atribuições dadas aos itens na ferramenta. Ele é composto por três seções: bases para as decisões do projeto, bases para a elaboração do projeto e abordagem executiva do projeto. Segundo Marques, Starling e Andery (2015) a utilização da ferramenta na análise e identificação de riscos e incertezas em empreendimentos imobiliários pode ser muito eficaz se utilizada de forma criteriosa pelas construtoras e incorporadoras brasileiras. Isso auxilia os diferentes agentes de um projeto. O aumento da segurança das informações permite que o time de projeto avalie a probabilidade de sucesso ainda durante a fase de pré-projeto (CHO; GIBSON, 2000). Para tanto, a CII considera que os processos de pré-projeto são primordiais para controlar os custos e prazos de execução dos empreendimentos. Estudos realizados pela CII, em obras que somam cerca de 96 bilhões, mostraram que a utilização da ferramenta pode atingir patamares de até 25% de redução dos custos e 17% de redução de cronograma (VALENCY INC., 2015). O *PDRI-Buildings* é composto de três seções, divididas em 11 categorias e subdivididas em 64 elementos. Para avaliar do nível de maturidade do projeto, os elementos devem ser ranqueados numericamente de 0 a 5 (0 – não aplicável; 1 – completamente aplicável; 2- poucas deficiências; 3 – algumas deficiências; 4 – maiores deficiências; 5 – definição pobre ou incompleta (CII, 2008)). As pontuações individuais são então somadas e divididas pela pontuação total possível (desconsiderando os itens não aplicáveis), determinando assim, a pontuação normalizada que reflete o nível de vulnerabilidade a riscos do projeto como um todo.

A pontuação máxima do *PDRI-Buildings* é de 1000 pontos, dos quais 413 são referentes à seção I, 429 à seção II e 158 à seção III. O nível de definição e a pontuação obtida na ferramenta são inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior o nível de definição do empreendimento, menor será a sua pontuação. Destaca-se que a ferramenta não é específica para um determinado tipo de empreendimento e por isso, pode haver elementos que não sejam aplicáveis ao projeto em análise (nível de definição=0) reduzindo, portanto, a pontuação máxima da ferramenta (CII, 2008). Devido a essa expectativa de evolução da maturidade, a pontuação obtida no PDRI tende a diminuir. Isto ocorre porque, segundo a Valency Inc. (2015), à medida que as decisões são tomadas, são levantados

novos focos de atenção e são tomadas novas ações. Idealmente, se a maturidade de escopo estiver adequada, os resultados para o índice obtido pelo *PDRI-Buildings* devem estar contidos nos intervalos abaixo (Tabela 1).

	PDRI - 0	PDRI - 1	PDRI - 2	PDRI - 3
Mínimo	550	450	300	150
Máximo	800	600	450	250

Tabela 1 - Variação ideal do *PDRI-Buildings* durante os processos pré-projetuais

Fonte: Adaptado de Valency Inc. (2015).

Segundo Cho e Gibson (2000), o *PDRI-Buildings* é uma ferramenta robusta que permite avaliar as probabilidades de atingir os objetivos do empreendimento ainda nas etapas iniciais de projeto. Uma maior concentração de esforços nas fases de pré-projeto e na definição clara do escopo aplicando o PDRI tem efeitos significativos no sucesso do projeto. Dessa forma, uma gestão de riscos utilizando a ferramenta poderia ser uma boa alternativa para garantir o atingimento dos objetivos do projeto, bem como, diminuir os riscos de não cumprimento dos custos e prazos pré-estabelecidos (WANG, 2002; WANG; GIBSON, 2002).

3 | MÉTODO

Após a definição dos objetivos, método e foco do trabalho, buscaram-se empresas construtoras e incorporadoras de pequeno ou médio porte, com foco no setor imobiliário residencial e comercial. O critério utilizado para a caracterização das empresas foi o número de funcionários. Segundo o SEBRAE (2013) na indústria, empresas de 20 a 99 funcionários são consideradas pequenas e de 100 a 499 médias. As entrevistas foram realizadas através de vídeo chamadas por um dos autores e do gestor nomeado pela empresa como representante. A coleta de dados, realizada no final de 2018, foi dividida em duas sessões de entrevistas. Na primeira foi realizado o alinhamento de expectativas entre as partes e apresentados os objetivos, as referências e as demandas para a realização deste trabalho. Foi realizado o levantamento dos principais riscos comumente identificados pela empresa e entrevistado nas fases de pré-projeto. Por fim, foi solicitado ao entrevistado que pontuasse, seguindo as definições de maturidade, todos os elementos do *PDRI-Buildings* com base em suas experiências na empresa e em projetos passados. A segunda sessão de entrevistas visou identificar os benefícios da aplicação da ferramenta *PDRI-Buildings*. Para tanto, foi refeito o levantamento dos principais riscos com o intuito de identificar possíveis riscos que passaram despercebidos na primeira entrevista. Como complemento, foram coletadas críticas, sugestões, aspectos positivos e negativos identificados pelo entrevistado durante esse trabalho.

4 | IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS E APLICAÇÃO DA FERRAMENTA PDRI-BUILDINGS

Para resguardar o sigilo das empresas, essas foram codificadas como Empresa A, B, C e D. As empresas tinham as seguintes características: (1) Empresa A: construtora e incorporadora de pequeno porte. Atua há 28 anos, principalmente no mercado residencial multifamiliar, de médio e alto padrão na região de Joinville-SC. Construiu cerca de 82,000 m², totalizando 30 obras finalizadas. Tem 20 colaboradores próprios e não possui certificações de qualidade. (2) Empresa B: construtora e incorporadora de médio porte. Atua há mais de 32 anos na construção civil. Tem foco em empreendimentos residenciais multifamiliares de baixo e médio padrão, já realizou obras unifamiliares, comerciais e industriais de pequeno porte atuando principalmente na região de Criciúma, Tubarão e Florianópolis (Santa Catarina). Possui histórico de construção e incorporação de mais de 500 obras, tendo 410 colaboradores diretos. Possui certificações ISO9001 e PBQP-H (Programa Brasileiro de Produtividade e Qualidade do Habitat). (3) Empresa C: construtora e administradora de obras de pequeno porte. Atua, desde 2015, no mercado comercial, industrial e residencial de padrão popular e médio em Blumenau-SC. Possui 4 obras já finalizadas e conta com 39 colaboradores próprios. Não possui certificações de qualidade. (4) Empresa D: construtora e incorporadora de médio porte. Tem aproximadamente 24 anos de atuação como construtora e recentemente passou a atuar também na incorporação imobiliária. Possui empreendimentos de baixo, médio e alto padrão e atua principalmente na região da grande Florianópolis e litoral norte do estado de Santa Catarina. Tem cerca de 400.000 m² de área construída. Possui 11 obras em andamento e 400 colaboradores diretos. Não possui certificações de qualidade.

Na tabela 2 estão apresentados os riscos identificados pelas empresas na primeira etapa do estudo. Comparando os resultados, nota-se que a Empresa C foi a que identificou o maior número de riscos nesta primeira etapa, seguida da Empresa B. Observando os resultados na tabela 3, é possível identificar uma relação entre o número de riscos identificados e a pontuação obtida pela empresa no *PDRI-Buildings*, já que a Empresa B e C foram as que apresentaram maior maturidade de definições. Embora as pontuações normalizadas total das empresas B e C sejam significativamente inferiores às empresas A e D, há ainda diversos elementos avaliados nestas empresas com algum nível de deficiência de definição. Assim, fica evidente que mesmo apresentando um nível global de maturidade de escopo melhor, pode haver elementos que individualmente apresentem potenciais impactos negativos devido aos riscos inerentes ao baixo nível de especificação e detalhe das definições necessárias.

Riscos	Empresas			
	A	B	C	D
Chuvas prolongadas dificultando a construção	X		X	
Mudança de legislação	X			
Variação do custo de capital devido à instabilidade econômica	X	X	X	X
Utilização de métodos construtivos inadequados	X		X	X
Falta de conhecimento amplo e específico do público alvo	X	X	X	X
Terreno, localização e solo inadequados		X	X	
Baixa produtividade da mão de obra		X	X	
Falta de capacitação da mão de obra		X	X	
Escassez de fornecedores, empreiteiros e projetistas qualificados		X		X
Compatibilização inadequada de projetos		X		
Velocidade das vendas e engajamento dos corretores			X	X
Ocorrência de acidentes durante a execução			X	
Furtos e roubos ao canteiro			X	
Confiabilidade de dados do mercado				X

Tabela 2 - Riscos identificados na primeira entrevista

Fonte: autores

Seções	Empresas			
	A	B	C	D
Bases para as decisões do projeto	122	96	104	180
Bases para a elaboração do projeto	196	177	49	222
Abordagem executiva do projeto	85	64	65	61
Pontuação Normalizada	411,22	355,48	239,82	476,33

Tabela 3 - Resumo da Pontuação PDRI

Fonte: autores

Analisando a Tabela 4, é possível ver que após a utilização da ferramenta PDRI todas as empresas identificaram riscos relacionados aos elementos considerados mais deficientes pelos entrevistados. Ainda, nota-se que as Empresas B e C, que obtiveram as melhores pontuações no PDRI, foram as que identificaram menos riscos nesta etapa. Isso indica que, possivelmente, as suas maiores maturidades de definição influenciaram positivamente na identificação de riscos.

Riscos	Empresas			
	A	B	C	D
Ausência de definição prévia de elementos de vedação e mobiliários e equipamentos	X		X	X
Planejamento de compra pouco detalhado	X		X	X
Ocorrência de acidentes durante a execução	X			
Perda de informações devido à ausência de registros	X			X
Ausência de definições prévias do canteiro de obras	X			
Ausência de definições claras de responsabilidades dos participantes		X		X
Variação do custo de capital devido à instabilidade econômica		X		
Cronograma inexecutável	X	X	X	
Utilização de métodos construtivos inadequados		X		
Compatibilização inadequada de projetos			X	X
Mudança de legislação				X

Tabela 4 - Riscos identificados na segunda entrevista

Fonte: autores

Verificou-se que o direcionamento dado pelo PDRI aos esforços de projeto foi percebido pelas quatro empresas como uma alternativa viável de identificação de riscos. Os entrevistados reconheceram os benefícios da ferramenta no processo projetual e a necessidade de promover uma maior integração dos envolvidos para garantir que haja uma contribuição conjunta para a melhoria das decisões de projeto. Porém, relataram também a necessidade de testar repetidas vezes o uso para comprovar a melhoria gradual das definições e o caráter auxiliar da ferramenta, sendo necessário utilizar ainda outras formas de identificação de riscos. Entretanto, não basta apenas identificar os riscos atrelados aos projetos. É necessário mensurar, qualificar, tratar e monitorá-los para que se aumentem as chances de sucesso.

5 | CONCLUSÕES

A ferramenta possibilitou identificar falhas pontuais e oportunidades de melhorias, podendo proporcionar uma visão ampla dos projetos. Dentre os principais riscos identificados, destaca-se a viabilidade financeira do retorno sobre o investimento como o mais importante. Isso mostra que, como na bibliografia, as preocupações das construtoras e incorporadoras de pequeno e médio porte estão voltadas para a capacidade financeira de execução dos projetos. A ferramenta possibilitou, também, direcionar a atenção dos entrevistados aos riscos de formulação e execução do projeto. Mostrou-se importante também um maior alinhamento de expectativas entre proprietário e projetistas de forma

a mitigar as inconsistências dos projetos. Observou-se que, mesmo as empresas não apresentando processos formalizados para a elaboração dos projetos e gestão de riscos, essas possuem determinada estrutura de passos a serem seguidos que direcionam a melhoria gradual do nível de definição. Tal estrutura auxilia na redução de incertezas dos empreendimentos por elas realizados, sendo que quanto menor o nível de incertezas relacionado a um projeto, menor é o grau de risco a que esse está sujeito, sejam eles negativos ou positivos (oportunidades). As pontuações obtidas pelas quatro empresas no *PDRI-Buildings* mostram uma maturidade regular das definições de projeto. Porém, a pontuação representou o que os entrevistados acreditam ser o nível de definição dos elementos ao fim do pré-projeto, mas poderia trazer conclusões diferentes acerca do nível de definições, já que cada empreendimento possui características próprias. Verificou-se que além dos riscos inerentes às definições de projeto, incertezas relacionadas ao ambiente externo à empresa são, em muitos casos, tão significativas quanto os internos.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 31000: Gestão de riscos: princípios e diretrizes**. 2018.

BARRETO, Felipe de Souza Pinto; ANDERY, Paulo Roberto Pereira. Contribuição à gestão de riscos no processo de projeto de incorporadoras de médio porte. **Ambiente Construído**, v. 15, n. 4, p. 71-85. Porto Alegre, 2015.

CHAPMAN, Chris. Project risk analysis and management—PRAM the generic process. **International Journal of Project Management**, v. 15, n. 5, p. 273-281. Viena, 1997.

CHENG, Ying-Mei. An exploration into cost-influencing factors on construction projects. **International Journal of Project Management**, v. 32, n. 5, p. 850-860. Viena, 2014.

CHO, Chung-Suk; GIBSON JR, G. Edward. Development of a Project Definition Rating Index (PDRI) for general building projects. **Construction Congress VI: Building Together for a Better Tomorrow In An Increasingly Complex World**. Orlando, 2000. p. 343-352.

GIBSON, Jr, G. Edward; IRONS, Kyle T.; RAY, Michael P. Front end planning for buildings. In: **Building Integration Solutions**. 2006. p. 1-14.

MARQUES, Ulisses S.; STARLING, Cícero M. D.; ANDERY, Paulo R. P. Análise e identificação de riscos e incertezas em empreendimentos de incorporação imobiliária aplicando o “project definition rating index”. **Construído**, v. 7, n. 1, 2015.

MC GRAW-HILL, **Managing Uncertainty and Expectations in Building Design and Construction**. McGraw-Hill Construction Report, 2014.

PMBOK. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**. Sexta Edição, 2017.

RICS-THE ROYAL INSTITUTION OF CHARTERED SURVEYORS. **The management of risk – yours, mine and ours**. Londres, 2003.

SEBRAE. **Anuário do trabalho na micro e pequena empresa: 2013**. 6. ed. / Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas; Departamento Intersindical de Estatística e Estudos . Brasília, DF; DIEESE, 2013.

SMITH, Gary R.; BOHN, Caryn M. Small to medium contractor contingency and assumption of risk. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 125, n. 2, p. 101-108, 1999.

THE CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE (CII). **Project Definition Rating Index (PDRI) – Building Projects**. Implementation Resource 155-2, Austin, TX, 2008.

VALENCY INC. **Introduction to the Project Definition Rating Index (PDRI)**. Canadá, 2015.

WANG, Yu-Ren. **Applying the PDRI in project risk management**. Tese de Doutorado. Austin, Texas: The University of Texas at Austin, 2002.

WANG, Y.-R.; GIBSON, G. E. Using PDRI for project risk management: an empirical study of current practices. Paper presented at **PMI® Research Conference 2002: Frontiers of Project Management Research and Applications**, Seattle, Washington. Newtown Square, PA: Project Management Institute.

WOLF, T. E. **Successful Project Execution - Methodologies to Ensure Success**, Front End Engineering and Design, and Front End Loading. Disponível em: <http://prjmgrcap.com/executionmethodologyforsuccess.html>>. Acesso em: 19 Jun. 2018

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