

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](http://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**

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

## TOLERÂNCIA ALTIMÉTRICA PARA APLICAÇÃO EM ÁREAS SUSCETÍVEIS A INUNDAÇÃO

*Data de aceite: 01/06/2021*

### **Frederico Mercer Guimarães Junior**

Universidade Federal de Santa Catarina  
(UFSC)

Mestrando do Programa de Pós Graduação em  
Engenharia de Transportes e Gestão Territorial  
(PPGTG)

Florianópolis – Santa Catarina  
ORCID: 0000-0002-0708-5567

### **Vivian da Silva Celestino Reginato**

Universidade Federal de Santa Catarina  
(UFSC)

Departamento de Engenharia Civil (ECV) –  
Centro Tecnológico (CTC). Programa de Pós  
Graduação em Engenharia de Transportes e  
Gestão Territorial (PPGTG)

Florianópolis – Santa Catarina  
ORCID: 0000-0003-3543-7977

**RESUMO:** Com as variações climáticas abruptas nos últimos anos, são evidenciadas mudanças consideráveis nos locais passíveis de alagamentos ou inundações. Cada enchente torna-se um modelo singular pelo motivo de atingir locais distintos e, conseqüentemente, altitudes diferentes, que podem estar relacionadas ou não a um marco ou referência. O problema abordado nesta pesquisa utiliza como área de estudo o município de Rio Negro no Estado do Paraná, sendo que boa parte dele é delimitado pelo rio Negro. Na margem oposta ao rio se situa o município catarinense de Mafra e é justamente nesta fronteira que ocorreram diversas inundações nas últimas décadas. O

objetivo deste trabalho é definir uma tolerância altimétrica a ser utilizada em regiões suscetíveis a inundações, como é o caso da área de estudo definida, gerando um modelo geoidal local via nivelamento GNSS. Foram realizados trabalhos preliminares de nivelamento de precisão e rastreamento via GNSS, o que retornou valor médio de 0,26 m na diferença entre as altitudes obtidas pelo nivelamento geométrico e as altitudes obtidas através do nivelamento GNSS.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nivelamento GNSS, nivelamento geométrico, modelo geoidal local.

### ALTIMETRIC TOLERANCE FOR APPLICATION IN AREAS SUSCEPTIBLE TO FLOODING

**ABSTRACT:** With the abrupt climatic variations in the last years, considerable changes are evident in the places susceptible to floods or floods. Each flood becomes a unique model for the reason that it reaches different locations and, consequently, different altitudes, which may or may not be related to a landmark or reference. The problem addressed in this research uses the municipality of Rio Negro in the state of Paraná as its study area, with a good part of it being delimited by the Negro river. On the opposite bank of the river, the municipality of Mafra is located in Santa Catarina and it is precisely on this frontier that several floods have occurred in recent decades. The objective of this work is to define an altimetric tolerance to be used in regions susceptible to flooding, as is the case of the defined study area, generating a local geoid model via GNSS leveling. Preliminary work of precision leveling and tracking via GNSS was carried out, which returned an average value

of 0.26 m in the difference between the altitudes obtained by geometric leveling and the altitudes obtained through GNSS leveling.

**KEYWORDS:** GNSS leveling, geometric leveling, local geoid model.

## 1 | INTRODUÇÃO

Segundo Tucci e Bertoni (2003), a maioria dos problemas relativos às inundações, é consequência de uma visão distorcida do controle por parte dos profissionais que ainda priorizam projetos localizados sem uma visão da bacia e dos aspectos sociais e institucionais das cidades. Observa-se que países em desenvolvimento e mais pobres, priorizam ações insustentáveis economicamente como as medidas estruturais, enquanto os países desenvolvidos buscam prevenir os problemas com medidas não estruturais (educação, participação pública, legislação etc.) mais econômicas e com sustentabilidade ambiental. Como a maioria das soluções sustentáveis passa por medidas não estruturais que envolvem restrições à população, dificilmente o poder público responsável pela gestão municipal busca soluções deste tipo, pois elas implicam na implementação de ações que interferem nos interesses dos proprietários dessas áreas de risco, o que torna o ato politicamente complexo e não compreendido.

Em contrapartida ao existir um evento climático que causa inundação em um determinado local, o poder público é o primeiro a ser responsabilizado por sua falta de ação ou legislação, bem como acaba se tornando público, em muitas vezes, o prejuízo causado a particulares situados nestas regiões.

O problema abordado nesta pesquisa utiliza como área de estudo o município de Rio Negro no Estado do Paraná, sendo que boa parte dele é delimitado pelo Rio Negro. Na margem oposta ao rio se situa o município catarinense de Mafra e é justamente nesta fronteira que ocorreram diversas inundações nas últimas décadas.

Para minimizar o problema a prefeitura de Rio Negro estabeleceu em seu plano diretor uma política para evitar a construção em áreas de inundação. As novas edificações podem ser construídas livremente nas cotas acima de 779 m, entre as cotas 776 m e 779 m elas devem ser construídas com a estrutura de pilotis e, abaixo da cota 776 m, não são permitidas edificações (MUNICÍPIO DE RIO NEGRO, 2021). Ver Figura 01.

Quando os imóveis se situam em locais de risco de inundação existe a problemática de requerer autorização de construção nestes locais por parte da prefeitura. Tanto a população como a administração pública devem ter segurança na liberação de construção nos locais de riscos de inundação para não acarretar transtornos futuros. Devido a esta regulamentação de medida de segurança municipal, a busca por uma metodologia eficiente, confiável e precisa vem se tornando o foco principal da equipe técnica do município de Rio Negro para dar agilidade e segurança aos resultados de processos de viabilidade para construções nestas áreas.



Figura 01- Cota da soleira da edificação= 779,00 m

Diversas tecnologias têm sido utilizadas como suporte a obras de engenharia e também para resolver esta questão, desde nivelamentos via *Global Navigation Satellite System* (GNSS) até a utilização de modelos geoidais locais. O problema é que a altitude determinada utilizando um receptor GNSS não está relacionada ao nível médio do mar, mas ao elipsoide de referência (altitude geométrica).

Em função de sua rapidez e precisão na obtenção de coordenadas planimétricas, o GNSS revolucionou as atividades que necessitam de posicionamento. Portanto, torna-se necessário conhecer a diferença de altitude entre as superfícies do geoide e do elipsoide (ondulação geoidal) para que se possa obter a altitude com referência ao nível médio do mar (altitude ortométrica). Desta forma, existe um grande interesse por um modelo de ondulação geoidal brasileiro cada vez mais preciso para aplicações nas áreas de mapeamento e engenharia.

Mas por mais que a tecnologia possa ter evoluído ainda restam questões a serem respondidas quando se trata de áreas de inundação. Como averiguar as regiões sujeitas a inundações? Levando em consideração que não existe regulamentação de tolerância altimétrica aplicada a áreas de inundação no município de Rio Negro, como pode ser estabelecida uma tolerância altimétrica nos locais sujeitos a inundações? Como as técnicas relacionadas ao nivelamento GNSS e ao desenvolvimento de um modelo geoidal local podem auxiliar nos levantamentos altimétricos nestas áreas?

Neste íterim o objetivo geral desta pesquisa é definir uma tolerância altimétrica a ser utilizada em regiões suscetíveis a inundações, utilizando como estudo de caso a Vila Paraná no município de Rio Negro/Paraná. Especificamente os objetivos são gerar modelo geoidal local via nivelamento GNSS, avaliar a qualidade do modelo geoidal local verificando

sua tolerância altimétrica e analisar se a tolerância altimétrica obtida pelo modelo geoidal local é suficiente para ser aplicada nas áreas suscetíveis a inundações no município de Rio Negro.

## 2 | JUSTIFICATIVA

Com o desenvolvimento de novas tecnologias para determinação das altitudes ortométricas foram produzidos novos conhecimentos para preencher espaços outrora ocupados pela topografia clássica convencional, neste caso específico, o nivelamento geométrico de precisão, para transporte de altitudes e materialização de Referências de Nível (RRNN).

Desde a década de 80 vêm sendo debatidos conceitos para a realização de um IHRS (*International Height Reference System*), isto é, uma unificação dos sistemas de altitudes existentes bem como a definição de parâmetros fundamentais para sua realização. Esses tópicos vêm sendo discutidos pela IAG (*International Association of Geodesy*), através de comissões e grupos de estudo especiais, além de várias publicações sobre o tema (IHDE e SÀNCHEZ, 2005).

Nos últimos anos o GNSS vem se aperfeiçoando diariamente para providenciar coordenadas em tempo real, inclusive altimétricas. Segundo Guimarães *et al* (2015), a determinação de um modelo geoidal pode ser realizada a partir de várias técnicas, uma delas é a obtenção direta da ondulação geoidal pela diferença entre a altitude geodésica (GNSS) e a ortométrica (nivelamento geométrico). A problemática da carência de uma técnica otimizada para verificar *in loco* se a altitude ortométrica da área a ser construída, está ou não, acima da altitude estabelecida pelo plano diretor do município de Rio Negro e, conseqüentemente se, a edificação se situará em uma região segura em relações às inundações ou não, é o que justifica esta pesquisa.

Esta situação não trivial e que se encontra aberta no campo de conhecimento da geodésia, foi a motivação para encontrar um caminho que possa minimizar os diversos procedimentos utilizados até agora pela equipe técnica do município de Rio Negro. Importante ressaltar a importância da pesquisa não somente no campo prático e técnico da engenharia, como encontrar técnicas que forneçam maior rapidez e precisão, por exemplo, mas também para fornecer garantias para que as futuras construções, sejam realmente situadas em locais seguros e imunes a alagamentos, visando assim, a preservação dos patrimônios, a vida dos moradores e o bem-estar geral do município.

## 3 | PROBLEMÁTICA DA PESQUISA

A geodésia é a área do conhecimento responsável para densificação e materialização de redes geodésicas, sendo que as grandes obras de engenharia no geral são amarradas a elas e estas são vinculadas a referenciais tanto planimétricos quanto altimétricos. Em



locais suscetíveis a alagamentos a referência relacionada a altitude deve ser caracterizada com muito rigor, garantindo segurança nas construções.

Outra característica que deve ser considerada é o relevo ou topologia da região onde a inundação ocorre, sendo importante identificar se o relevo pode ser caracterizado de forma ondulada, suavemente ondulada, plana, entre outras. Diversas são as formas utilizadas para representar este relevo e a consequente altimetria inerente a ele, desde modelos digitais de elevação, curvas de nível até pontos cotados, entre outros.

Se as áreas de inundações estiverem referidas a um referencial altimétrico bem definido a modelagem altimétrica inerente ao relevo terá melhor representação na interpolação das curvas de nível e também uma melhor acurácia na avaliação da qualidade de pontos altimétricos. Sendo assim, quando a referência altimétrica é bem determinada e estabelecida, a probabilidade de existir uma nova edificação demarcada em regiões mais seguras torna-se maior. Uma rede geodésica altimétrica bem estruturada é de vital importância para diversos projetos de engenharia, como: saneamento básico, irrigação e drenagem, estradas, telecomunicações, obras civis, edificações, obras de arte especiais entre outros.

Mas a rede geodésica somente não pode dar conta de todos problemas que existem nas determinações pontuais necessárias aos empreendimentos de engenharia, pois apesar de todos os avanços ocorridos nos últimos tempos, a rede geodésica altimétrica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em muitas regiões do Brasil ainda não é suficiente, fazendo com que o uso de GNSS se propague para longas distâncias de suas bases. Além disto, a dimensão territorial do país é um dos grandes obstáculos para a expansão da rede altimétrica existente, e a realização de nivelamento geométrico de forma clássica se mostra ainda mais complexa nos casos de levantamentos de longos trechos e em situações de difícil acesso, se transformando em um método cansativo, custoso e nada econômico, além de aumentar significativamente a probabilidade de erros acima do especificado pelas normas.

Por estes motivos a determinação de forma rápida e eficiente da altitude ortométrica representa economia de recursos em obras de engenharia, assim como em outras situações que demandam o cálculo da altitude, além de representar segurança nas medidas.

Desta forma as soluções têm evoluído no sentido de estabelecer e densificar redes geodésicas, como auxílio aos projetos de engenharia, minimizar os erros inerentes aos transportes em grandes distâncias A densificação se faz importante também para o desenvolvimento de modelos geoidais para serem utilizados em conjunto nestas obras. É necessário destacar a dificuldade inerente ao desenvolvimento de modelos geoidais a partir do uso de GNSS em áreas onde existe uma movimentação de relevo muito significativa e/ ou em áreas onde exista grandes discrepâncias entre o geoide e o elipsoide.

O crescente desenvolvimento da tecnologia GNSS proporcionou diversos estudos para substituir os tradicionais métodos clássicos por métodos modernos de levantamento e

o nivelamento GNSS, bem como os modelos geoidais gerados a partir deles, tem combinado alturas geoidais a pontos já materializados das redes altimétricas convencionais às alturas geométricas dos levantamentos remotos, facilitando assim as práticas de engenharia.

O grande problema existente na geodésia e no estabelecimento destes modelos geoidais é a existência da dicotomia dos referenciais, porque se de um lado o SGB (Sistema Geodésico Brasileiro) leva em consideração o nível médio dos mares, indicando o marégrafo de Imbituba como *datum* vertical e referencial físico altimétrico, por outro lado utiliza como referencial horizontal um elipsoide de revolução, ou seja, um referencial matemático planimétrico.

Buscar uma alternativa otimizada para determinar a altitude ortométrica da área a ser construída com rapidez e precisão, substituindo o moroso nivelamento geométrico pelo rápido nivelamento GNSS, encontrando um fator de correção de modelo geoidal na região de inundação do município de Rio Negro é o problema norteador desta pesquisa.

## **4 | A IMPORTÂNCIA DA TOPOGRAFIA E DA GEODÉSIA PARA AS OBRAS DE ENGENHARIA**

A altimetria/hipsometria é área da topografia responsável pela medição da distância vertical ou diferença de nível (DN) entre pontos. Essa área é importante para a engenharia porque todas as obras se remetem a componente física envolvida nas medições, ou seja, a componente vertical ou simplesmente o fio de prumo que deve ser nivelado antes de iniciar qualquer obra. Existem inúmeros métodos para obter a altitude de pontos, porém o mais preciso a ser utilizado em obras de engenharia, de acordo com a NBR 13133 (ABNT, 1994), ainda é o nivelamento geométrico.

O nivelamento geométrico (ou nivelamento direto) realiza a medida da diferença de nível entre pontos do terreno por intermédio de leituras correspondentes a visadas horizontais, obtidas com um nível, em miras colocadas verticalmente nos referidos pontos (TULER E SARAIVA, 2014).

Segundo Moreira (2003), os nivelamentos são necessários em muitas atividades de engenharia, como nivelamento de perfil para obras rodoviárias, saneamento, mineração e locação de fundações e superestruturas em edificações. Apesar da ampla utilização e precisão obtida, o nivelamento geométrico tradicional possui limitações como alto custo e tempo de execução, pois são necessários vários operadores e requer cuidados técnicos para evitar a ocorrência e a propagação de erros sistêmicos (CASTRO, 2002).

Didaticamente, de acordo com Tuller e Saraiva (2016), a geodésia ainda pode ser dividida por conteúdos (é a divisão adotada por muitos cursos de Engenharia Cartográfica e/ou Agrimensura do País) em: geodésia geométrica, quando trata da obtenção e transporte de coordenadas; geodésia física quando trata dos estudos do campo de gravidade e; geodésia espacial ou celeste: quando trata dos levantamentos orbitais dos tipos GNSS e

*Global Positioning System* (GPS). Logo, de acordo com os autores, entre os levantamentos geodésicos, é possível utilizar operações geométricas (medidas angulares e lineares), ou técnicas baseadas em fenômenos físicos (por exemplo, valer-se de medidas gravimétricas para conhecimento do campo de gravidade) e, mais recentemente, satélites artificiais (com amparo de aspectos geométricos e físicos) para avaliar grandezas.

É o que ocorre em muitos projetos de engenharia onde as coordenadas dos pontos de apoio às grandes obras podem ser obtidas por diferentes métodos de forma integrada, envolvendo tanto a topografia (em um terreno plano), quanto a geodésia (considerando a curvatura terrestre). Independentemente do tipo, elas devem estar referenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB).

De acordo com Tuller e Saraiva (2014), para suporte dos trabalhos geodésicos, o IBGE apresenta as estações RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo), que desempenham justamente a função de fornecer um banco de dados de coordenadas conhecidas pertencentes ao SGB para aplicação e levantamento relativo por GPS. Não menos importante neste contexto é o estabelecimento, em 2005, do novo sistema de referência geodésico para o SGB e para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN): o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), com base em um sistema geodésico mundial (geocêntrico), com facilidade de posicionamento automático de alta precisão (TULLER E SARAIVA, 2014).

De acordo com IBGE (2017), o Sistema de Referência Global está baseado em um sistema elipsóidico global e relacionado ao elipsoide de referência que melhor descreve o comportamento da Terra como um todo. Para relacionar o geóide ao elipsoide é utilizado o *datum* geodésico, que é um conjunto de parâmetros que descreve a relação entre o elipsoide e geóide.

Em um sistema de referência geodésico global, a origem desse sistema é o centro de massa da Terra, por isso ele é denominado geocêntrico. Atualmente, devido a adoção do SIRGAS como SGB oficial, o elipsoide utilizado como referência é o *Geodetic Reference System 1980* (GRS80). É a ele que são referidas as coordenadas planas da latitude e da longitude (*datum* horizontal).

O sistema vertical do SIRGAS é baseado nas componentes geométrica e física, sendo que a componente geométrica é GRS80, para relacionar à forma geométrica da Terra esta componente já está bem resolvida. A componente física, porém, segundo Sánchez (2007), implica nos cálculos dos números geopotenciais para um ajustamento continental, na determinação de um modelo quase-geoidal unificado para o continente, além das transformações do sistema de altitude clássico para o sistema de altitude moderno. No Brasil, a componente física (geóide) é materializada através do *datum* vertical, ou seja, o Marégrafo de Imbituba.

A adoção de um sistema de altitude moderno é importante, pois atualmente a componente vertical do SIRGAS não é completamente integrada, devido ao fato dos

sistemas de altitudes clássicos não serem compatíveis com as altitudes elipsoidais obtidas pelas técnicas GNSS. Eles referem-se ao NMM determinado por marégrafos individuais em cada País, em épocas diferentes entre eles, e se utilizam geralmente de altitudes niveladas que não são corrigidas dos efeitos do campo da gravidade (DREWES *et al*, 2002).

A determinação da altitude ortométrica através do GPS pressupõe o conhecimento da ondulação do geoide com precisão compatível ao desejado na componente altitude. Segundo Arana (2004), atualmente, as técnicas mais usadas para a determinação do geoide com alta precisão, visando o nivelamento com o GPS, consistem basicamente na representação das altitudes geoidais através de componentes distintas, denominadas global, regional e local. A componente global é determinada a partir dos coeficientes que representam o elipsoide de revolução, a componente regional usualmente é determinada a partir de dados do campo de gravidade (satélite, gravimetria terrestre e oceânica) e a componente local introduz correções calculadas através de dados complementares, tais como modelos digitais da topografia e da densidade da crosta.

A realização do rastreamento dos satélites do sistema GPS sobre as RRNN, nos propicia a determinação da ondulação do geoide. Assim, em uma linha formada por duas RRNN com altitudes geométricas conhecidas, pode-se interpolar a ondulação do geoide em pontos desta linha, ou próximo à mesma (ARANA, 2004).

Isso se dá porque nos levantamentos geodésicos e topográficos, para garantir a horizontalidade dos equipamentos é utilizada como recurso a componente física da gravidade, através de uma linha perpendicular chamada de linha de força ou vertical. A linha de força pode ser materializada na superfície terrestre com um fio de prumo, usualmente utilizado nos levantamentos de campo.

## 5 | MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão apresentados os materiais utilizados na pesquisa, a caracterização da área de estudo, bem como os procedimentos metodológicos que serão realizados para atender aos objetivos.

Os equipamentos, softwares e acessórios que serão utilizados para realizar esta pesquisa estão sendo apresentados na listagem abaixo:

- Par de receptores GNSS de dupla frequência
- Nível geodésico
- Tripé de alumínio de dupla trava
- Mira articulada de alumínio com 5 metros de altura
- *Software* Microsoft Excel
- *Software* MATLAB
- *Software* Spectrum Survey Office

- *Software* QGIS
- *Software* Autodesk Autocad 2020
- *Software* LibreOffice Calc 5.0/2016: utilizado para cálculo do nivelamento geométrico.

A área de estudo definida situa-se no município de Rio Negro a sudeste do Estado do Paraná. Tem altitude média de 775 m, área total de 595 km<sup>2</sup>, população estimada no ano de 2019 pelo IBGE em 34.170 habitantes.

É limítrofe ao Estado de Santa Catarina, através do rio Negro, tendo sua sede integrada à cidade vizinha de Mafra, formando um aglomerado urbano de cerca de 80.000 habitantes; fenômeno típico de cidades-irmãs, localizadas em margens opostas nos pontos de travessia de rios de grande porte, apresentando uma simbiose no relacionamento socioeconômico, comportando-se como uma cidade única.

O local de estudo situa-se dentro do perímetro urbano na Vila Paraná, a sudoeste do município, confrontando com a margem direita do Rio Negro. A área estudada tem a particularidade de ser sujeita a alagamentos e inundações Ver Figuras 02 e 03.



Figura 02: Planta de localização da área de estudo.





Figura 03: Área de estudo com o evento inundação no ano de 2018.

Fonte: Google Earth (2018)

Como procedimentos metodológicos, primeiramente, será realizada pesquisa documental em prefeituras de municípios que estejam situados em áreas de inundação e/ou enchente para verificar a existência de tolerância altimétrica para tomada de decisão nestas áreas.

A partir da definição da área de estudo serão distribuídos 32 pontos para realizar a pesquisa. Estes pontos deverão estar homogeneamente distribuídos, sendo que, pelo menos 20% deles deverão estar em cada quadrante da área (ao todo serão quatro quadrantes).

Será realizado nivelamento geométrico de precisão de acordo com a NBR13133 (ABNT, 1994): Classe IIN, precisão média ( $\leq \pm 10$  mm/km). O transporte de coordenadas altimétricas será realizado a partir da RN-19J do IBGE, situada nas proximidades da área. Serão realizados nivelamento e contranivelamento geométrico, devido a inexistência de uma segunda RN. Um PS (ponto de segurança) ficará disponível próximo da área de estudo servindo de apoio para o nivelamento.

Após será realizado o rastreamento GNSS através do método relativo estático dos 32

pontos com tempo suficiente (pelo menos 30 min) para fixar os pontos com ajustamento e resolver as ambiguidades. Os pontos serão rastreados com dois receptores de base em RRNN e RBMC do IBGE, enquanto um terceiro receptor coletará os pontos de interesse.

Será realizado o processamento GNSS utilizando as efemérides: ultrarrápidas (3-9 horas), rápidas (17- 41 horas) e finais (12-18 dias) para melhorar a precisão das coordenadas corrigidas pelas órbitas dos satélites.

A área de estudo está próxima de 2 (dois) RRNN do IBGE, a distância aproximada destes pontos é de 1,0 km. O rastreamento deverá ser realizado com 2 (duas) bases nos RRNN e mais um receptor móvel que rastreará os pontos topográficos de interesse.

Através das altitudes ortométricas obtidas com o nivelamento geométrico ajustado e das altitudes geométricas obtidas por levantamento GNSS, será possível obter as ondulações geoidais e desta forma será desenvolvido um modelo geoidal local, onde deverá ser analisado o menor desvio padrão obtido, bem como a ondulação média representativa. Esses parâmetros deverão compor a correção do modelo geoidal local para obter a altitude ortométrica em qualquer ponto da área de estudo.

Para verificar a qualidade do modelo geoidal local, serão realizados levantamentos GNSS e nivelamento geométrico em 10 pontos distribuídos via sorteio manual simples na região de estudo, onde deverá ser realizada a comparação entre as altitudes ortométricas obtidas via modelo geoidal local e nivelamento geométrico.

Serão analisados se os valores de exatidão e precisão da altitude ortométrica obtida pelo modelo geoidal local são compatíveis com os valores pesquisados para a tolerância altimétrica definida por outros municípios que possuem áreas de inundação e/ou enchente.

## 6 | RESULTADOS PRELIMINARES

Como resultados preliminares são apresentados os dados e informações coletados acerca da tolerância altimétrica e/ou definições gerais sobre proibições de construções e parcelamentos em áreas passíveis de enchentes e/ou inundações em municípios situados em margens de rios e que também tem problemas de enchentes e/ou inundações.

Nos planos diretores de muitos municípios pode ser percebido que as tolerâncias altimétricas não são evidenciadas ou são inexistentes. Nas áreas de risco de enchentes e/ou inundações este elemento é de suma importância pois, em locais de transição entre as altitudes seguras e regiões de risco, as solicitações de consultas prévias de construções são abundantes e os técnicos da administração pública são poucos para produzir a grande quantidade de pareceres técnicos confiáveis e seguros que são necessários. A proposta deste projeto é que as análises altimétricas dos locais confrontantes com áreas passíveis de enchentes e/ou inundações se tornem seguras, eficientes e práticas, levando em consideração a tolerância altimétrica que necessita ser definida.

Foi verificado que no município de Blumenau/SC é vedado parcelar imóveis abaixo

da cota de enchente de 12 m, tendo como referência o artigo 8º, Inciso V da Lei de Parcelamento do Solo deste município (MUNICÍPIO DE BLUMENAU, 2010a).

No município de Rio Negrinho/SC não é permitido parcelar imóveis em áreas abaixo da cota 792 m, conforme a Lei Complementar nº 35 (MUNICÍPIO DE RIO NEGRINHO, 2006).

Em alguns municípios foram encontradas evidências que podem ser transformadas em valores para estabelecimento da tolerância altimétrica, como, por exemplo:

- No plano diretor do município de Blumenau/SC são referidas as áreas com potencial de risco a partir da escala de 1:25.000 (MUNICÍPIO DE BLUMENAU, 2010b).
- No plano diretor do município de Rio do Sul/SC (MUNICÍPIO DE RIO DO SUL, 2006), destaca-se, no artigo 671, que a cota inundável de cheia máxima fica sujeita a uma margem de variação de até um metro. Nesta situação uma futura construção deve considerar esse valor tanto para mais quanto para menos. Também quando o requerente solicita a viabilidade de construção em áreas de risco de alagamentos a administração pública deve verificar com precisão se o local a ser construído está situado em altitudes seguras, ou seja, se o futuro local a ser construído está situado na cota acima de 779 m. Esta análise deve ser verificada com segurança para que não ocorra transtornos, tanto para o requerente quanto para a administração pública. Nesse sentido a obra executada torna-se livre de possíveis desastres oriundos de cheias e inundações.

Ainda como resultado preliminar o método de trabalho permitiu verificar a ondulação geoidal média da região, o que ocorreu através de nivelamento geométrico e contranivelamento em dez pontos de controle para levantamento das altitudes ortométricas (H) e o consequente rastreamento pelo método estático rápido dos pontos a partir de RBMC, para levantamento das altitudes geométricas (h). Como resultados preliminares estão sendo apresentadas, na Tabela 01, as ondulações geoidais (N1) calculadas.

Ao obter a média de N1 para os dez pontos obteve-se um N1 médio de 4,17 m. Ao subtrair o N1 médio de “h”, pode-se observar que os valores apresentados se aproximaram dos valores obtidos por nivelamento geométrico, resultando em H2. As diferenças entre H (obtidas por nivelamento) e H2 (obtidas pelo nivelamento GNSS subtraído pelo N1 médio) apresentaram resultados satisfatórios, pois o ponto com maior discrepância ficou com diferença menor que 0,259 m (03\_0264), o que evidencia que o método de nivelamento GNSS para obter altitudes ortométricas pode ser utilizado, uma vez que se conheça a ondulação geoidal local da área de estudo.

Ponto	Nivelamento GNSS	Nivelamento Geométrico	N calculados		Diferença
	h (m)	H (m)	N1 = h - H	H2	H - H2
01_0266	778,441	774,252	4,189	774,281	-0,029
02_0265	778,701	774,456	4,245	774,541	-0,085
03_0264	779,050	775,149	3,901	774,89	0,259
05_0262	784,812	780,609	4,203	780,652	-0,043
07_0260	789,265	785,086	4,179	785,105	-0,019
12_0268	793,210	788,997	4,213	789,05	-0,053
13_0269	792,216	787,989	4,227	788,056	-0,067
14_0270	789,516	785,285	4,231	785,356	-0,071
15_0271	786,231	782,172	4,059	782,071	0,101
17_0273	779,471	775,199	4,272	775,301	-0,102

Tabela 01: Tabela de coordenadas dos nivelamentos GNSS e geométrico.

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que, ao desenvolver um modelo geoidal local, o mesmo pode ser utilizado nos levantamentos de campo no momento de verificar a viabilidade de construções, até mesmo pelo método de nivelamento GNSS relativo estático rápido, para obter as altitudes ortométricas (H), pois a maior discrepância verificada foi menor que 0,26 m entre pontos obtidos por nivelamento geométrico e nivelamento GNSS. Ao verificar a legislação sobre discrepância altimétrica, não se verificou nenhum valor de diferença entre altitudes maiores que um metro, o que pode ser um indicativo de que a utilização do método citado nesta pesquisa seja suficiente para atender a expectativa de exatidão definida pelos municípios.

O cálculo de um valor de ondulação geoidal médio e a definição da tolerância altimétrica para a região de estudo será de suma importância para a equipe técnica do município de Rio Negro verificar a viabilidade de novas construções nos locais inseridos abaixo ou próximo das altitudes definidas no plano diretor.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13133: Execução do Levantamento Topográfico** - Procedimento. Rio de Janeiro, 1994.

ARANA, J.M. O uso do GPS na determinação de altitudes ortométricas. **6º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário**, Florianópolis, 2004.

CASTRO, A. L. P. **Nivelamento Através do GPS: Avaliação e proposição de estratégias**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciências Cartográficas, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2002.

DREWES, H.; SANCHEZ, L.; BLITZKOW, D.; DE FREITAS, S. R. C. Scientific foundations of the SIRGAS Vertical Reference System. In: DREWES, H.; DODSON, A. L.; SOUTO FORTES, L. P.; SANCHEZ, L.; SANDOVAL, P. **Vertical Reference Systems**. v. 124. Cartagena, Colombia: Springer Berlin Heidelberg, p. 297-301, 2002.

GUIMARÃES, G.N.; MATOS, A.C.O.C.M.; BLITZKOW, D. O Quase-Geoide do Estado de São Paulo e a Avaliação dos Modelos Recentes do GOCE. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, nº 67/8, p. 1707-1721, 2015.

IHDE, J.; SANCHEZ, L. A unified global height reference system as a basis for IGGOS. **Journal of Geodynamics**, v. 40, n. 4–5, p. 400–413, 2005.

MOREIRA, A. S. B. **Nivelamento Trigonométrico e Nivelamento Geométrico Classe IIN da NBR 13.133: Limites e Condições de Compatibilidade**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil: Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

MUNICÍPIO DE BLUMENAU. **Lei Complementar nº 749: Dispõe sobre o código de parcelamento do solo para fins urbanos no município de Blumenau/SC**. 23 de março de 2010a.

MUNICÍPIO DE BLUMENAU. **Lei Complementar nº 751: Dispõe sobre o código de zoneamento, uso e ocupação do solo no município de Blumenau/SC**. 23 de março de 2010b.

MUNICÍPIO DE RIO DO SUL. **Lei Complementar nº 163: Dispõe sobre o plano diretor do município de Rio do Sul/SC**. 12 de dezembro de 2006.

MUNICÍPIO DE RIO NEGRINHO. **Lei Complementar nº 35: Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Ambiental – Urbano e Rural do Município de Rio Negrinho/SC**. 10 de outubro de 2006.

MUNICÍPIO DE RIO NEGRO. **Lei Complementar nº 44: Dispõe sobre o ordenamento territorial do município de Rio Negro/ PR**. 19 de janeiro de 2021.

SANCHEZ L. Definition and realisation of the SIRGAS vertical reference system within a globally unified height system. In P. Tregoning and C. Rizos (Eds.), **Dynamic Planet, International Association of Geodesy Symposia**, 130, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, p. 638–645, 2007.

TUCCI, C.; BERTONI, C. E.M. **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2003.

TULER, M.; SARAIVA, S. **Fundamentos de Geodésia e Cartografia**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2016.

TULER, M.; SARAIVA, S. **Fundamentos de Topografia**. Porto Alegre: Editora Bookman, 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](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# ENGENHARIA CIVIL:

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

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