

# O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ENGENHARIA CIVIL 2

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

# O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ENGENHARIA CIVIL 2

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

**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

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de 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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



## **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

## **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
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  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
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 Alborno – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

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

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Vanessa Mottin de Oliveira Batista  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

D451 O desenvolvimento sustentável na engenharia civil 2 /  
Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João  
Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-614-0

DOI 10.22533/at.ed.140202511

1. Engenharia civil. 2. Desenvolvimento sustentável. I.  
Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Dallamuta, João  
(Organizador). III. 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](mailto: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.

## APRESENTAÇÃO

Um dos grandes desafios enfrentados atualmente pelos engenheiros nos mais diversos ramos do conhecimento, é de saber ser multidisciplinar, aliando conceitos de diversas áreas. Hoje exige-se que os profissionais saibam transitar entres os conceitos e práticas, tendo um viés humano e técnico.

Neste sentido este livro traz capítulos ligados a teoria e prática em um caráter multidisciplinar, apresentando de maneira clara e lógica conceitos pertinentes aos profissionais das mais diversas áreas do saber.

Para isso o mesmo traz temas correlacionados a engenharia civil, apresentando estudos sobre os solos e, bem como de construções e patologias, estando diretamente ligadas ao impacto ambiental causado e ao reaproveitamento dos resíduos da construção.

Destaca-se ainda a abordagem sob meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do estudo aprofundado sob eficiência energética em construções.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO AUTOMATIZADO EM INDÚSTRIA ESPECIALIZADA NA FABRICAÇÃO DE BLOCOS E PISOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO

Andrezzo Julio Dantas Nascimento

Daniel de Jesus Lopes

João Luiz Cardeal Craveiro

Magno Santos Batista

**DOI 10.22533/at.ed.1402025111**

### **CAPÍTULO 2..... 14**

AGREGADO MIÚDO PROVENIENTE DO RIO DOCE E SUA INFLUÊNCIA NA DURABILIDADE, RESISTÊNCIA E CARBONATAÇÃO DO CONCRETO

Luan Rangel dos Santos

Claudinei Antônio Montebeller

Lucas Soares Milanezi

Adriana Zamprogno

**DOI 10.22533/at.ed.1402025112**

### **CAPÍTULO 3..... 30**

ANÁLISE DA ACELERAÇÃO DO RECALQUE DE UM ATERRO SOBRE SOLO MOLE

Talita Menegaz

Gisele Marilha Pereira Reginatto

Narayana Saniele Massocco

Rafael Augusto dos Reis Higashi

Thaís Ventura Chibiaqui

**DOI 10.22533/at.ed.1402025113**

### **CAPÍTULO 4..... 44**

ANÁLISE DE RECALQUES EM ESTACAS ESCAVADAS EQUIPADAS COM O SISTEMA *EXPANDER BODY*

Fernando Feitosa Monteiro

Renato Pinto da Cunha

Carlos Medeiros Silva

Marcos Fábio Porto de Aguiar

**DOI 10.22533/at.ed.1402025114**

### **CAPÍTULO 5..... 55**

ANÁLISE DE RISCO A ESCORREGAMENTO NA VILA COQUEIRAL REGIÃO NOROESTE DE BELO HORIZONTE

Charline Tarcilia Ferreira dos Santos

Lorrany Magescki Faria

Magno André de Oliveira

Eduarda Moreira Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.1402025115**



<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>74</b>
<b>UTILIZAÇÃO DE BARREIRAS VERTICAIS NA REMEDIAÇÃO AMBIENTAL</b>	
Luciana Regina Cajaseiras de Gusmão	
José Fernando Thomé Jucá	
Karla Salvagni Heineck	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1402025116</b>	
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>87</b>
<b>ESTUDO DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO EM ALTAS TEMPERATURAS UTILIZANDO CINZA DA QUEIMA DE MADEIRA</b>	
Marlon Hable	
Olaf Graupmann	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1402025117</b>	
<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>106</b>
<b>AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA À COMPRESSÃO DE ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO COM USO DA VELOCIDADE DE PULSO ULTRASSÔNICO</b>	
Kleber Marcelo Braz Carvalho	
José Renato de Castro Pessoa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1402025118</b>	
<b>CAPÍTULO 9.....</b>	<b>121</b>
<b>ANÁLISE TENSÃO-DEFORMAÇÃO POR MEIO DO SOFTWARE PLAXIS 2D EM ESTACA HÉLICE CONTÍNUA MONITORADA</b>	
Arthur Duarte Dias	
Renato Pinto da Cunha	
Moises Antônio da Costa Lemos	
Gabriela de Athayde Duboc Bahia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1402025119</b>	
<b>CAPÍTULO 10.....</b>	<b>133</b>
<b>UMA REVISÃO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CASCA DE ARROZ NA CONSTRUÇÃO CIVIL</b>	
Alex Gomes Pereira	
Benício de Moraes Lacerda	
Cristiano da Silva Vieira	
Emerson Diniz Viriato	
<b>DOI 10.22533/at.ed.14020251110</b>	
<b>CAPÍTULO 11.....</b>	<b>147</b>
<b>ESTUDO DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DE RIO VERDE, GO</b>	
Marcel Sousa Marques	
Adriana Antunes Lopes	
Camila Ribeiro Rodrigues	
Katianne Lopes de Paiva	
Marcelo Mendes Pedroza	

Danielma Silva Maia  
Enicléia Nunes de Sousa Barros  
Daniel Rodrigues Campos  
**DOI 10.22533/at.ed.14020251111**

**CAPÍTULO 12..... 153**

**EVOLUÇÃO DA DIRETIVA EUROPEIA RELATIVA AO DESEMPENHO ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS, O SUCESSO DE APLICAÇÃO PORTUGUÊS E OS DESAFIOS DO PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM EM EDIFICAÇÕES**

Jaime Francisco de Sousa Resende  
Andrea Lucia Teixeira Charbel  
Teresa Cristina Nogueira Bessa Assunção

**DOI 10.22533/at.ed.14020251112**

**CAPÍTULO 13..... 164**

**DESEMPENHO COMERCIAL DE EDIFÍCIOS CORPORATIVOS COM SELO AMBIENTAL NA REGIÃO DO PORTO MARAVILHA – RJ**

Gustavo Ezequiel Andrés

**DOI 10.22533/at.ed.14020251113**

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 178**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 179**

## ANÁLISE DE RISCO A ESCORREGAMENTO NA VILA COQUEIRAL REGIÃO NOROESTE DE BELO HORIZONTE

Data de aceite: 16/11/2020

Data de submissão: 04/09/2020

### **Charline Tarcilia Ferreira dos Santos**

Graduando em Geologia pelo Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH  
Belo Horizonte, MG. Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3442504695130722>

### **Lorrany Magescki Faria**

Graduanda em Geologia pelo Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH  
Santa Luzia, MG. Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5942504755130750>

### **Magno André de Oliveira**

Doutorando em Engenharia Geotécnica pela Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP  
Belo Horizonte, MG. Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0732848021487033>

### **Eduarda Moreira Nascimento**

Mestrado em engenharia ambiental, Szent Istvan University  
<http://lattes.cnpq.br/2539305662359642>

**RESUMO:** O presente trabalho trata-se do mapeamento de risco a escorregamentos da Vila Coqueiral região noroeste de Belo Horizonte, MG. Para isso foi aplicado o método heurístico, por meio de análise qualitativa que identificou a suscetibilidade a escorregamentos em função das características do relevo, do substrato geológico e do uso e ocupação do terreno. A caracterização geológica-geotécnica

se deu pela classificação do grau de risco considerando aspectos geomorfológicos de declividade e identificação do solo. Os resultados demonstram que a intensidade de risco é de “alto a médio”, e está interligado aos vários fatores da ocupação do meio físico, visto que a área de estudo é suscetível a eventos geotécnicos. Nesse contexto, foi produzido uma carta de risco a escorregamento na escala de 1:1000, possibilitando melhor compreensão sobre a Vila. **PALAVRAS-CHAVE:** Vila Coqueiral. Risco. Geológica-Geotécnica. Método Heurístico. URBEL.

### LANDSLIDE RISK ANALYSIS AT COQUEIRAL VILLAGE, NORTHWESTERN REGION OF BELO HORIZONTE

**ABSTRACT:** The present work deals with the mapping of risk to landslides of the Coqueiral Village northwest region of Belo Horizonte, MG. For this, the heuristic method was applied through the qualitative analysis that identified the susceptibility to landslides as a function of the characteristics of the relief, the geological substrate and the use and occupation of the terrain. The geological-geotechnical characterization was based on the classification of the degree of risk considering geomorphological, slope and soil identification. The results show that the intensity of risk is “high to medium”, and is interconnected to the various factors of the occupation of the physical environment, since the study area is susceptible geotechnical events. In this context, a risk letter to the scale of 1: 1000 was produced, allowing a better understanding of the village.

**KEYWORDS:** Vila Coqueiral. Risk. Geotechnical

## 1 | INTRODUÇÃO

Com a expansão urbana observa-se que algumas ocupações ocorrem de forma irregular, devido às condições naturais do terreno e a aplicação de obras de forma incorreta (SALLES *et al.*, 2013).

Essas situações estão presentes em encostas urbanas caracteristicamente associadas a fenômenos destrutivos. Estes fenômenos são induzidos pela ocupação inadequada de áreas vulneráveis em virtude de condições geológico-geotécnicas geradoras de perigo, cujas restrições ao uso são muitas vezes definidas na Lei Federal 12.608/2012. A lei institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, a PNPDEC, que introduziu alterações no Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/2011), e estabelece a obrigatoriedade de elaboração do plano diretor nos municípios, vilas e favelas que possuem áreas suscetíveis a processos geológicos ou hidrológicos. Ela também implica que o plano diretor desses municípios deve conter o mapeamento das áreas suscetíveis, além de requerer que nele conste as cartas geotécnicas (BITAR, 2015).

O município de Belo Horizonte apresenta predisposição à ocorrência de processos geodinâmicos como escorregamento, erosão, solapamento, queda e rolamento de blocos de rocha, além de eventos de inundação (CAMPOS, 2011). O PEAR - Programa Estrutural em Áreas de Risco que é gerido pela Diretoria de Áreas de Risco da Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte (URBEL) é um programa de atendimento contínuo baseado na realização de vistorias individualizadas, ações preventivas durante o ano e monitoramento de ações emergenciais no período chuvoso em Vila e Favelas (URBEL, 2015).

O programa tem como premissa a convivência com risco, onde o morador é co-responsável pelo monitoramento e a remoção da família em risco geológico-geotécnico ocorre apenas em casos extremos (FURTADO, 2014).

A área de estudo fica na Região Noroeste de Belo Horizonte MG, Vila Coqueiral, a qual vem carecendo de atualização de diagnósticos que apontam diretrizes para um gerenciamento racional do uso e ocupação do solo. Problemas de ordem ambiental e de planejamento estão em desenvolvimento nesta região.

Os problemas geológicos são originados basicamente pelo total desconhecimento das características dos componentes do meio físico (rochas, águas, relevo e materiais inconsolidados) a que estão relacionados e das condições climáticas, que influenciam nestas características (DINIZ, 2012).



Este estudo tem como objetivo caracterizar o uso e ocupação do solo relacionados aos processos de movimento de massa baseando na análise heurística, resultando na carta de risco a escorregamento na escala de 1:1000 a fim de facilitar a identificação de possíveis riscos.

## 2 | METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em uma área considerada de risco alto pelas análises e estudos realizados pela Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte (URBEL). A área de estudo possui conteúdo geológico e geotécnico consideráveis para avaliação e caracterização dos processos geodinâmicos atuantes através da avaliação do grau de risco por meio do método heurístico.

Inicialmente foram levantados dados bibliográficos de cunho geológico, geotécnico e cartográfico de Belo Horizonte. Elaboração de fichas de cadastro de riscos baseados no método proposto pelo Ministério das Cidades (2007), considerando indicadores naturais, antrópicos e evidências de movimentação do terreno. Para obtenção de dados locais foram levantados dados em campo relacionados a litologia, geomorfologia e pedologia realizados nos meses de setembro, outubro e novembro de 2018.

Por meio do método heurístico foi realizado o mapeamento da área de estudo para determinação do grau de risco em campo e pós campo, que perdurou por 60 dias de análise devido ao histórico da região e pela complexibilidade dos dados obtidos. Para auxílio foram utilizados mapas topográficos, de declividade, geológicos. Na determinação de risco baixo ou inexistente, médio ou alto foi utilizado o método de análise relativa (ou qualitativa) para a classificação, que peristiu na comparação entre as situações de risco identificados (CAMPOS, 2011).

Foi realizado o reconhecimento da área com base no diagnóstico repassado pela Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte (URBEL) analisando a estrutura e situação de risco das moradias e obras realizadas no momento de elaboração deste trabalho. Sequencialmente foram correlacionados os dados coletados com os dados existentes (geológicos, geotécnicos, pedológicos, geomorfológicos, topográficos), definindo o grau de risco da Vila Coqueiral.

No mapeamento direto, o grau de risco é verificado diretamente no campo ou é determinado após o trabalho de campo, com base em um mapa geomorfológico detalhado (LEÃO, 2016).

Para melhor entendimento e detalhamento dos dados da área de estudo, foi realizado um perfil geológico de sondagem com dados da campanha de sondagem disponibilizados pela Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte (URBEL). O perfil de sondagem foi realizado em 2015 na rua Delson Renault próximo ao número

126, pela técnica de simples reconhecimento de solo (SPT) para o projeto de estabilidade do talude em obra de contenção direcionado pelo Programa Estrutural de Áreas de Risco (PEAR) em 2015. Foram analisados e selecionado os furos (SPT – 02 (N – 601.926 / E – 7797483), SPT – 02A (N – 601938 / E – 7797492) e SPT - 02B (N - 601939 / E – 7797494).

A carta geotécnica de risco foi elaborada evidenciando os diferentes graus de risco na escala de 1:1000 baseado nas definições proposto por Santos (2010) e Souza e Sobreira (2015). Para sua execução foram utilizadas informações da área de estudo disponibilizada pela URBEL no último diagnóstico de vilas e favelas de Belo Horizonte (2015), e do projeto de estabilização e contenção de encostas realizada na rua Delson Renault 126.

Foram confeccionados também mapas geológico, pedológico, de declividade e hipsométrico da Vila Coqueiral, utilizando a base de dados do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2009), Forestgis (2018), Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) respectivamente, produzidos no software ArcGis 10.5 licenciado e disponibilizado pelo Centro Universitário de Belo Horizonte UniBH (2018).

### **3 | ÁREA DE ESTUDO**

A Vila Coqueiral está localizada na Região Noroeste no Município de Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, possui coordenadas (N) 601953 (E) 7797468 (Figura 1).

Sua extensão é de aproximadamente 391 metros, dispendo-se em forma alongada segundo a direção Norte-Sul com cerca de 257 metros de largura máxima na direção Leste-Oeste.

É limitada ao sul com o bairro Jardim Filadélfia, a leste com o bairro Pindorama, a norte com a rua Rio Petrópolis, a oeste com rua Morada Nova. A rodovia federal Juscelino Kubitschek (BR–135) faz acesso a Vila Coqueiral.

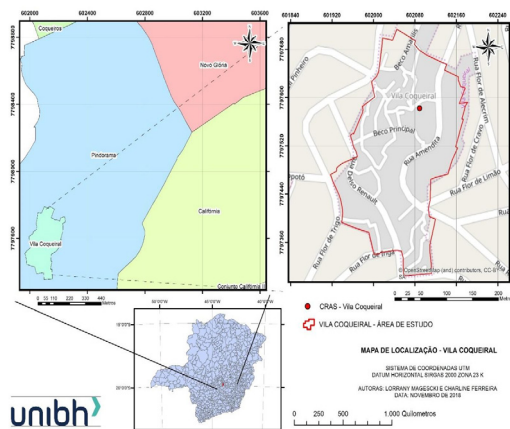


Figura 1. Mapa de localização.

De acordo com Campos (2011) Belo Horizonte está regionalmente inserida na unidade geológica conhecida como Cráton do São Francisco ou Província geotectônica São Francisco, referindo ao núcleo crustal denominado Quadrilátero Ferrífero.

A Vila Coqueiral está inserida no Complexo Belo Horizonte que de acordo com Parizzi (2004) é constituído de rochas gnáissicas arqueanas, parcialmente remobilizadas e migmatizadas no Paleoproterozóico, constituindo cerca de 70% do território municipal. Tendo sua área de maior expressão a norte da calha do ribeirão Arrudas (Figura 2).

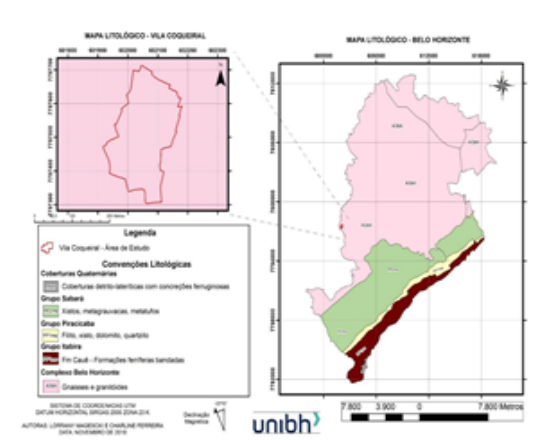


Figura 2. Mapa geológico de Belo Horizonte.

Geomorfologicamente está inserida na Depressão de Belo Horizonte. De acordo com Vieira (2018) predominam colinas de topos de plano a arqueados, encostas côncavo-convexas com altitudes variando entre 800 a 900m constituídas pela dissecação fluvial das áreas gnáissicas, causadas pela rede de drenagem dos Rio das Velhas e Paraopeba.

A região noroeste de Belo Horizonte é caracterizada pela cobertura pedológica composta de latossolos e argissolos vermelho – amarelo. De acordo com Reis Junior (2016), o argissolo se caracteriza por intenso desenvolvimento pedogenético, ocorrendo perda de argilas em sua porção superficial, resultando em um acúmulo de porções mais profundas. São solos mais coesos e plásticos, podendo ocorrer pegajosidade em profundidade. Caracteriza ocorrência em relevos acidentados e dissecados. Apresenta elevada susceptibilidade a processos erosivos, sobretudo quando o gradiente textural e acentuado indicam predomínio de textura arenoso. Geralmente estão saprolitizado ou recoberto pelo manto de intemperismo silto-argiloso de tonalidades avermelhadas.

#### 4 | RESULTADOS

O gnaise é a litologia principal da área de estudo (Figura 3). Foram identificados também rochas intrusivas básicas caracterizadas como blocos rolados observados em toda vila.



Figura 3. Afloramento de gnaise do Complexo Belo Horizonte na Vila Coqueiral.

Localmente o gnaise apresenta cor bege com poções negras. A mineralogia principal é composta principalmente por álcali-feldspato (branco, maciço), plagioclásio (ocre, hábito tabular) e quartzo (incolor), em suas porções centimétricas leucocráticas, já nas porções centimétricas melanocráticas apresenta anfibólio

(preto, prismático) e biotita (preto, lamelar) vistas macroscopicamente. Apresenta em geral textura granolepidoblástica com mineral acessório clorita que indica fácies metamórfica xisto verde, indicando metamorfismo de baixo a médio grau, de origem ortoderivado (Figura 4).



Figura 4. Gnaiss encontrado na área de estudo.

Segundo os autores, do ponto de vista geotécnico local, os gnaisses apresentam como rocha pouco alterada, coerente, pouco fraturado, aferindo a baixa favorabilidade à ocorrência de processos geodinâmicos.

As rochas intrusivas básicas na área de estudo estão representadas em forma de blocos rolados de tamanhos variando de centimétricos a métricos, apresentando cor verde escuro, com protólito proveniente de rochas ígneas básicas. Macroscopicamente apresenta textura afanítica impossibilitando a caracterização mineralógica em detalhe, percebe-se que não apresenta quartzo, e constitui-se de clorita (verde), plagioclásio (branco), anfibólio/piroxênio (preto) e biotita (preto). Apresenta camada de alteração, de cor avermelhada que possivelmente deriva-se da alteração da clorita enriquecida em ferro (Figuras 5).



Figura 5. Rocha Ígnea Básica encontrada na área de estudo.

Foi observado que na Vila Coqueiral ocorrem solos do tipo residuais maduros, solos residuais jovens, rochas alteradas provenientes do gnaiss e solos residuais maduros originados possivelmente das alterações de rochas intrusivas básica.

Os solos residuais maduros provenientes dos gnaisses possuem coloração alaranjada a avermelhada, textura silto-arenoso próximo à superfície, à medida que aumenta a profundidade passa a ter textura silto-argilosa caracterizado pela sedosidade (Figura 6).



Figura 6. Solo Residual maduro de Gnaiss.

Já os solos residuais jovens possuem coloração amarelada, textura silto-arenosa, identificado leve sedosidade (Figura 7).



Figura 7. Solo Residual Jovem de Gnaiss.



A porção vista de rocha alterada situa-se em um ponto específico não observada em outros pontos da Vila Coqueiral. Possui coloração amarelada de textura silto - arenosa (Figura 8).



Figura 8. Rocha alterada de Gnaisse.

O solo residual proveniente de rocha básica possui cor marrom avermelhada, textura argilosa. Foi observado principalmente na porção superficial da área de estudo, na Rua Delson Renault número 126, em contato com o solo residual de gnaisse (Figura 9).



Figura 9. Encosta com contato de solos residuais maduros de gnaisse e rocha básica.

A análise do perfil de sondagem (Apêndice A) revelou que a base da área de estudo é constituída de gnaisse, principal conteúdo litológico. Ademais, o solo é de silto arenoso gradando para silto argiloso, à medida do aumento de profundidade, é característico no local da sondagem o solo residual proveniente de rochas básicas, encontrados em pontos específicos como nas proximidades da Rua Delson Renault número 126.

Analisando as descrições realizadas no processo de sondagem percebeu-se que a descrição se mostra incompleta, faltando características como a plasticidade das amostras, fator importante se tratando de descrição geotécnica dos solos.

Na avaliação dos resultados observou-se que o furo SPT-02 alcançou 6,31 metros e caracterizado como impenetrável. A partir deste fato e da caracterização da Vila de possuir muitos blocos de rocha básica, foi inferido como intrusão de rocha básica na porção abaixo de 6,31m pela ocorrência de blocos encontrados em toda Vila e pela caracterização pedológica que seria possivelmente proveniente da alteração de rochas básicas.

A Vila Coqueiral apresentou características que foram descritas através dos graus de riscos apresentados evidenciando os processos geodinâmicos predispostos e relacionados principalmente com a declividade, corroborando com Gaberti e Robaina (2017) que diz que a declividade é a principal condicionante considerada em todos os estudos realizados.

A característica geral do relevo da Vila Coqueiral apresenta o plano de curvatura côncavo em caráter convergente. Suas encostas de forma geral apresentam perfil de curvatura côncavo – convexo de topos planos com vales encaixados no final de suas vertentes. Foram aplicados os atributos indicados por Fernandes e Amaral (2003), analisados nos dados obtidos que o relevo favorece os processos de movimentos de massa locais.

Além disso possui variações dinâmicas em sua declividade observado principalmente com a análise da topografia. Regiões que variam entre 0 a 15% são apontadas como declividades baixas caracterizado pela coloração esverdeada a amarelado e são áreas desfavoráveis a processos geodinâmicos, mesmo que em algumas porções (exceções) devido a característica do terreno apresentando propensas a escorregamentos. Declividades médias a altas variam de 21 a 45% caracterizado pelas colorações alaranjadas a avermelhadas cobrindo a maior parte da Vila Coqueiral, verificado em campo pelo relevo acidentado.

Na porção centro sudoeste da Vila entre as cotas 940 a 920m. Foi constatada a alta declividade das encostas côncavo – convexas, apresentando declividades entre 20 a 45%, suscetível a processos de escorregamento (Figura 10).



Figura 10. Encosta com alta declividade.

A vila possui moradias na qual foram construídas e/ou ocupadas de forma inadequada, relacionadas principalmente às áreas caracterizadas com vulnerabilidade alta á escorregamentos (Figura 11).

Notou-se o descarte incorreto de resíduos orgânicos e domésticos em lotes vagos, lançamentos de água servida com ausência de esgotamento sanitário adequado, e em suas proximidades o cultivo de bananeiras e ocupações em situações vulneráveis, observados principalmente nas áreas propensas a escorregamentos um dos fatores que potencializam os processos geodinâmicos locais.



Figura 11 – Cultivo de Bananeiras.

As áreas consideradas com risco alto têm potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos (CERRI, 2006). A Vila Coqueiral apresenta características predominantes em relevo de encosta côncavo – convexa, declividades acima de 20%. Foram observados blocos rolados e ocorrência de solos residuais maduros de gnaiss e solos residuais provenientes de rochas básicas.

As áreas classificadas como risco alto apresentam características como edificações irregulares (Figura 12 A) e solos residuais com presença de resíduos domésticos e orgânicos (Figura 12 B). Foram detectados indicativos de movimentação (Figura 12 C) e algumas edificações apresentavam o aplainamento por meio de aterros mal compactados (Figura 12 D).



Figura 12. Características evidentes na área de risco alto.

Na rua Rainha das Flores nº 98 ((N) 602120 – (E) 7797646), foi observado a instabilidade de uma encosta que por relatos verbais da moradora já ocorreu escorregamentos. A encosta possui declividade em média de 25%, apresentando solo residual, degraus de abatimento, presença de vegetação rasteira. Foram constatados moradores bem próximos à encosta (Figura 13 A e B) e percebeu-se que o local está propenso a escorregamentos. Durante a realização deste trabalho ocorreu eventos de movimentação devido às chuvas intensas durante os dias 08, 09 e 10, de novembro de 2018 (Figura 13 C e D).

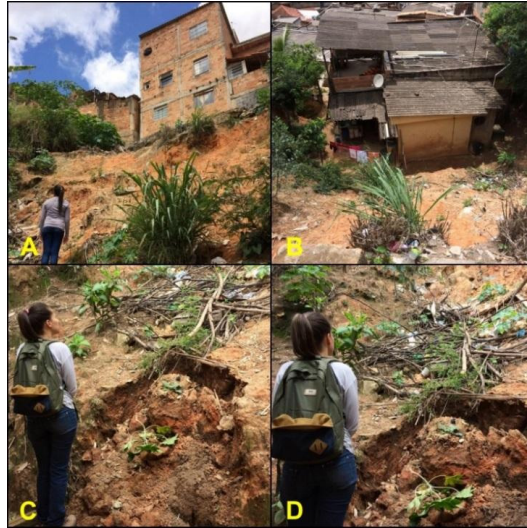


Figura 13. Vista da encosta localizado na Rua Rainha das Flores, caracterizado como risco alto.

A Rua Delson Renault próximo ao nº 126 ((N) 601951 – (E) 7797486) possui um histórico de remoções em 2003 e 2012 devido aos fatores relacionados à deslizamentos. Neste ponto ocorre a intervenção do PEAR programa gerido pela URBEL em obras de contenção de estabilização do talude, constituído de solo coluvionar e solo residual maduro e declividade acima de 25%. Observou o cultivo de bambu em torno, blocos centimétricos a métricos, passível de processos de escorregamentos (Figura 14).



Figura 14. Encosta com intervenção do PEAR na Rua Delson Renault.



O risco médio é caracterizado pelos fatores geológicos-geotécnicos de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observou-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente (CERRI, 2006).

Nas áreas denominadas risco médio na Vila Coqueiral observou-se presença de blocos rolados, relevo de meia vertente, encosta convexa, com declividades maiores que 15% e com predomínio de solos residuais jovens provenientes de gnaisses.

Ao longo da Rua Rainha das Flores nas proximidades do Centro de Referência de Assistência Social (CRAS Coqueiral) notou-se edificações fundadas sobre a camada saprolítica observando exposição da rocha (Figura 15 A e B). Os processos predisponentes são rolamento de blocos que dependendo da intensidade do período chuvoso e a evolução pedogenética local possivelmente pode estar causando instabilidades nas moradias locais e próximas.



Figura 15. Caracterização da área classificada como risco médio.

O risco baixo é descrito pelos fatores geológicos-geotécnicos caracterizados de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Não há indícios de desenvolvimentos de processos destrutivos em encostas e margens de drenagens. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período de um ciclo chuvoso (CERRI, 2006).

As áreas caracterizadas como risco baixo ou inexistente compreendem as extremidades noroeste, nordeste e sul da área de estudo, na qual ocorreu a

complexidade de identificação do solo predominante. Em análise com os mapas de declividade e topográfico notou-se que na porção noroeste e nordeste compreende a áreas que possuem espaçamento consideráveis entre as curvas de nível caracterizadas pelo relevo suavemente retilíneo observando edificações adensadas (Figura 16 A, B e C).

Em relação às edificações no extremo sul da área de estudo foi observado espaçamento adensado entre as curvas de níveis e declividade acima de 25%, relevo acidentado e caracteristicamente obras aplicadas de forma correta ao tipo de terreno (Figura 16 D).



Figura 16. Caracterização da área classificada como risco baixo ou inexistente.

Após todas considerações levantadas para caracterização da Vila Coqueiral, foi classificada em domínios de risco baixo ou inexistente, médio e alto (Figura 17).

Para cada classificação presente no mapa de risco a escorregamentos, foram considerados detalhadamente cada evidência vista em campo, avaliados em caso de longos e intensos períodos chuvosos, gerando além do mapa de risco a carta de risco a escorregamentos representados no Apêndice B.

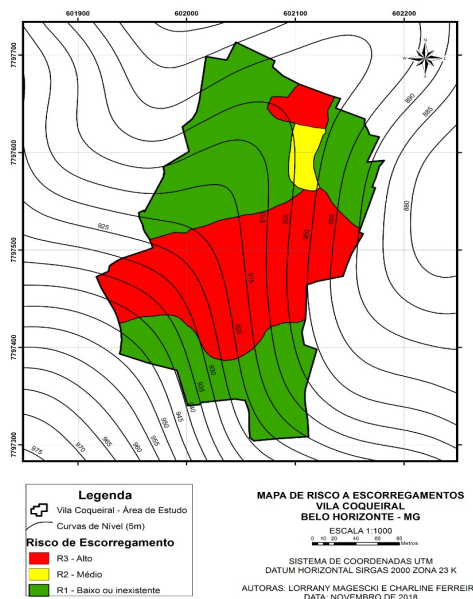


Figura 17. Mapa de risco a escorregamentos da Vila Coqueiral.

## 5 | CONCLUSÃO

Conclui-se que a área de estudo está predisposta a processos de escorregamento e rolamento de blocos, e que as principais características locais estão relacionadas com a declividade, os solos em seu uso e ocupação, voltados principalmente às ações antrópicas locais. Observou-se nitidamente descarte de resíduos de forma incorreta, acúmulo de entulhos, ocupações irregulares e cultivos favorecem a evolução dos processos geodinâmicos no local, evoluindo cada vez mais em áreas vulneráveis.

Na avaliação e classificação do risco observou-se que cada feição apresentada estava diretamente relacionada com a características do solo local, forma e declividade das encostas. Neste contexto, foram compreendidos os principais processos do meio, frisando que além dos aspectos geológicos-geotécnicos, há problemas ambientais, sociais e econômicos que também influenciam no cenário da ocupação da Vila Coqueiral.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a URBEL, ao Nathan Mac Laren, ao Magno André de Oliveira e a UFOP.



## REFERÊNCIAS

BITAR, O. Y. **Guia Cartas geotécnicas: orientações básicas aos municípios - São Paulo**: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2015.

CAMPOS, L. C. **Proposta de reanálise do risco geológico-geotécnico de escorregamentos em Belo Horizonte – Minas Gerais**. 2011. 143 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte 2011.

CERRI, L. E. S. **Mapeamento de riscos nos municípios**. In: Ministérios das Cidades/Cities Alliance. Prevenção de riscos de deslizamento em encostas; Guia para elaboração de Políticas Municipais. Brasília, 2006.

DINIZ, N. C. **Cartografia geotécnica por classificação de unidades de terreno e avaliação de suscetibilidade e aptidão**. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, v. 2, p. 29-77, 2012.

FURTADO, S. B. **Gerenciamento de riscos e redução de acidentes geológicos associados a escorregamentos**. 2014. 92 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto MG, 2014.

LEÃO, R. P. **Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa de Nova Lima – MG**. 2016. 131 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

NBR 6484/01 **Solos- Reconhecimento de simples reconhecimento com SPT – Método de Ensaio**. Disponível em: <[https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2014/11/sptmetodo\\_de\\_ensaio\\_nbr\\_6484.pdf](https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2014/11/sptmetodo_de_ensaio_nbr_6484.pdf)> Acesso em: 15/10/2018.

PARIZZI, M. G. **Condicionantes e Mecanismos de Ruptura em Taludes da Região Metropolitana de Belo Horizonte, MG**. 2004 233 p. Dissertação (Doutorado em Geodinâmica Ambiental e Conservação de Recursos Naturais) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto 2004.

PORTALPBH. **Urbel Área de Atuação**. Belo Horizonte. 2015.  
Disponível em: [http://portalpbhbm.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pldPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=urbel&tax=7491&lang=pt\\_BR&pg=5580&taxp=0&](http://portalpbhbm.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pldPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=urbel&tax=7491&lang=pt_BR&pg=5580&taxp=0&) Acesso em: 05/11/2018.

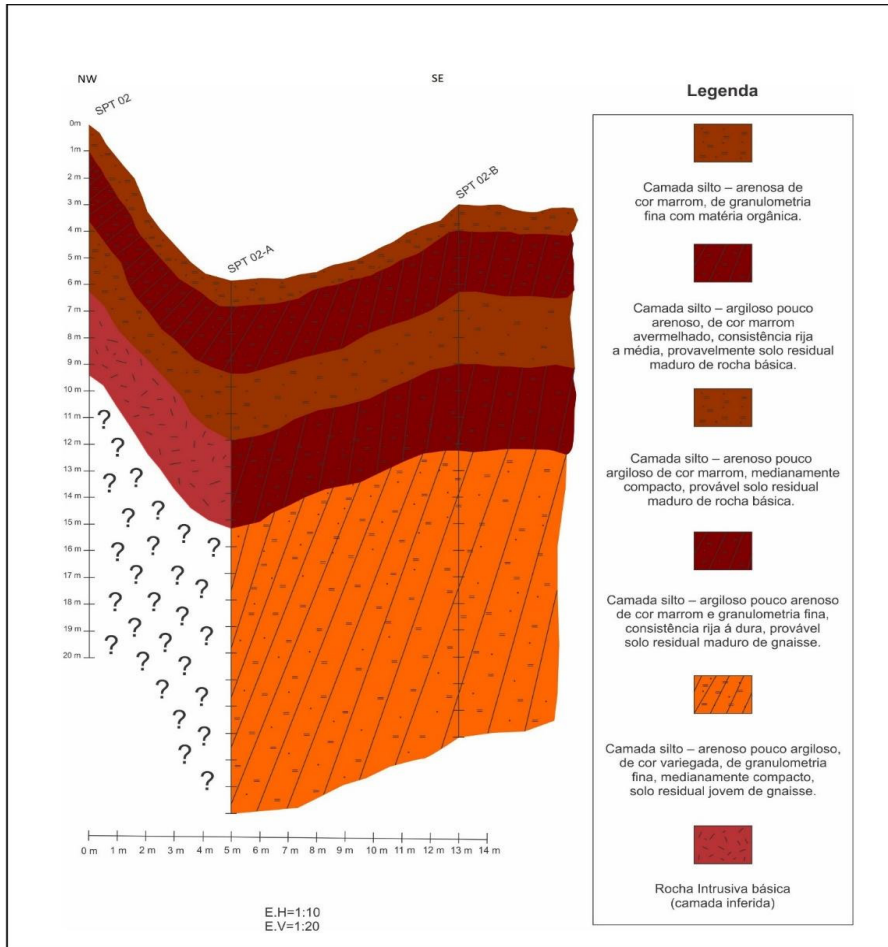
REIS JUNIOR, W. **Caracterização das Unidades Geotécnicas da Porção Leste da Região Metropolitana de Belo Horizonte, MG**. 2016 166 p. Dissertação (Mestrado em Geologia Aplicada) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2016.

SALLES, M. C. T; GRÍGIO, A. M; SILVA, M. R. F. **Expansão Urbana e Conflito Ambiental: Uma Descrição da Problemática do Município de Mossoró RN –BRASIL**. Sociedade & Natureza, vol. 25, nº2, 2013, p.281 – 290.

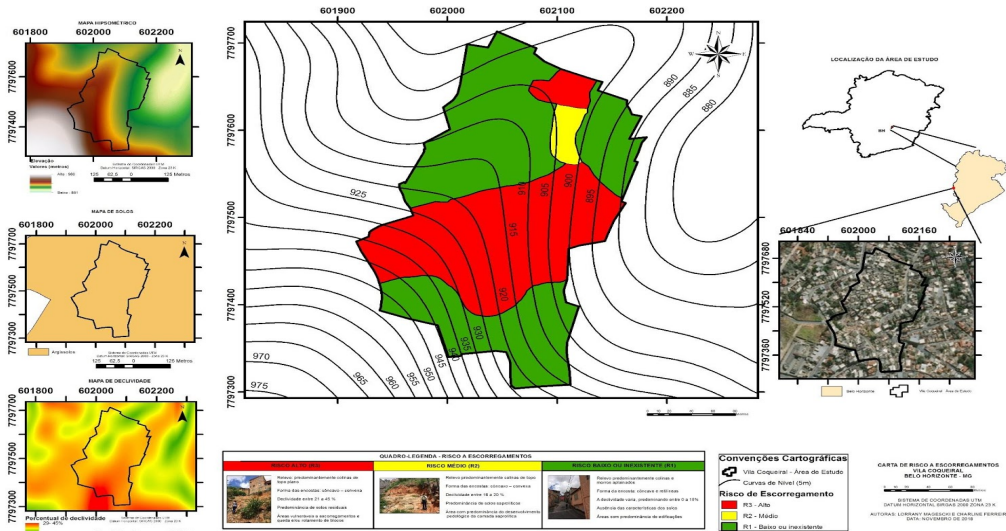
SANTOS, A. R. **Carta Geotécnica e Carta de Riscos: Distinções no Significado, na Elaboração e no Uso** In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica: Engenharia Geotécnica para o Desenvolvimento, Inovação e Sustentabilidade, ABMS, GRAMADO, 2010.

VIEIRA, T. C. M. **Efeito dos Extremos Pluviométricos na Cidade de Belo Horizonte no Período de 2006 a 2016**. 2018 156 p. Dissertação (Mestrado em Geografia em Tratamento da Informação Espacial) – Pontifícia Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2.

## APÊNDICE A: PERFIL DE SONDAGEM



# APÊNDICE B: CARTA DE RISCO Á ESCORREGAMENTO



## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adensamento 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 95, 110, 115, 119, 126  
Agregado 14, 15, 19, 21, 27, 28, 90, 91, 92, 93, 94, 102, 103, 104, 106, 139, 140, 146, 148  
Argilas 30, 36, 39, 40, 42, 60  
Aterro sanitário 90, 104, 147, 148  
Automação 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 13

### B

Barreiras verticais 74, 76, 85, 86  
Bentonita 74, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86  
Blocos 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 56, 60, 61, 64, 66, 67, 68, 70, 123, 124, 137

### C

Carbonatação 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 25, 27, 28, 29  
Carga 5, 9, 17, 36, 39, 44, 45, 46, 50, 51, 52, 54, 88, 121, 122, 123, 126, 128, 129, 130, 131  
Casca de arroz 88, 104, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 142, 143, 144, 145, 146  
Cinzas 93, 134, 137, 138, 140, 143  
Compressão 14, 15, 18, 19, 22, 25, 27, 28, 34, 35, 53, 54, 83, 87, 88, 89, 90, 94, 97, 98, 102, 103, 104, 106, 107, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 125, 139  
Concreto 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 27, 28, 29, 78, 79, 87, 88, 89, 90, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 123, 125, 127, 128, 131, 134, 137, 138, 139, 140, 144, 146  
Construção civil 2, 5, 7, 12, 14, 16, 19, 29, 90, 102, 104, 120, 133, 134, 135, 140, 142, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 171

### D

Diretiva Europeia 153, 154  
Drenos 30, 36, 37, 38, 41, 42

### E

Eficiência energética 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163  
Ensaio 13, 14, 17, 18, 19, 22, 25, 26, 27, 29, 32, 43, 44, 45, 47, 49, 50, 53, 89, 97,

106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 126, 131, 139  
Estaca 44, 45, 46, 50, 52, 54, 121, 122, 123, 125, 127, 128, 129, 131  
Etiquetagem 153, 154, 158, 159, 160, 161, 162, 163  
Expand Body 44, 45, 46, 49, 50, 53, 54

## **F**

Fogo 87, 88, 89, 97, 98, 100, 103

## **G**

Geológica 55, 59

Geotécnica 31, 54, 55, 58, 64, 71, 78, 125, 126

## **H**

Heurístico 55, 57

## **M**

Madeira 19, 20, 87, 91, 93, 134

## **N**

Numérica 32, 121, 122, 124, 126

## **P**

Patologia 14, 18, 29, 119

Pisos 1, 2

Plaxis 2D 121, 122, 124, 127, 130, 131, 132

Pulso ultrassônico 106, 107, 108, 109, 111, 115, 117, 118

## **R**

Recalque 30, 31, 32, 34, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 52, 53, 122, 123, 129, 130, 131

Remediação 74, 75, 76, 77, 84

Resíduos 65, 66, 70, 87, 89, 90, 91, 102, 133, 134, 138, 139, 147, 148, 149, 150, 151, 152

Resistência 14, 15, 16, 18, 19, 22, 25, 27, 28, 30, 31, 33, 34, 39, 41, 46, 48, 74, 76, 78, 81, 82, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 123, 125, 139

Rio Doce 14, 15, 18, 19, 21, 22, 23, 26, 27, 28

Risco 7, 10, 14, 55, 56, 57, 58, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 80, 88, 96, 97, 151, 168

## **S**




Segurança 1, 3, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 88, 107, 122

Simulação 97, 121, 124, 126, 128

## **U**

Urbel 55, 56, 57, 58, 67, 70, 71

# O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ENGENHARIA CIVIL 2

-  [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)

# O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ENGENHARIA CIVIL 2

-  [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)