



# As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 2

Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a  
Economia e o Meio Ambiente 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª 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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E57	<p>As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente 2 [recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Engenharias Frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-430-6 DOI 10.22533/at.ed.306192506</p> <p>1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente Volume 1, 2, 3 e 4 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 31 capítulos, com assuntos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 32 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção civil de baixo impacto.

O Volume 3 apresenta estudos de materiais para aplicação eficiente e econômica em projetos, bem como o desenvolvimento de projetos mecânico e eletroeletrônicos voltados a otimização industrial e a redução de impacto ambiental, sendo organizados na forma de 28 capítulos.

No último Volume, são apresentados capítulos com temas referentes a engenharia de alimentos, e a melhoria em processos e produtos.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ESTUDOS DA ÁGUA E SEDIMENTOS NA BACIA DO RIO UBERABINHA EM UBERLÂNDIA - MG	
Maria da Graça Vasconcelos	
Luiz Alfredo Pavanin	
Erich Vectore Pavanin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
BATIMETRIA E MEDIÇÃO DE VAZÃO NA BACIA DO RIO JI-PARANÁ - RO	
Renato Billia de Miranda	
Camila Bermond Ruezzeno	
Bruno Bernardo dos Santos	
Frederico Fabio Mauad	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
MONITORAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA ENSAIO DE PROVA DE CARGA EM SOLO BASÁLTICO	
Daniel Russi	
Sandra Garcia Gabas	
Giancarlo Lastoria	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PAPEL FILTRO E CENTRÍFUGA PARA DETERMINAÇÃO DE CURVAS DE RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO E CORRELAÇÕES COM PARÂMETROS GEOTÉCNICOS	
Ana Carolina Dias Baêso	
Eduardo Souza Cândido	
Roberto Francisco de Azevedo	
Gustavo Armando dos Santos	
Tulyo Diniz Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925064</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>51</b>
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS DE UM SOLO TROPICAL DA BAIXADA FLUMINENSE NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
Fernando Benedicto Mainier	
Claudio Fernando Mahler	
Viktor Labuto Ramos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925065</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>61</b>
ELABORAÇÃO DE UMA CARTA DE UNIDADES DE TERRENO DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM – ES	
Bruna Xavier Faitanin	
Éder Carlos Moreira	
Altair Carrasco de Souza	
Vitor Roberto Schettino	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925066</b>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>69</b>
ESTABILIZAÇÃO DE UM SOLO SILTE ARENOSO DA FORMAÇÃO GUABIROTUBA COM CAL PARA USO EM PAVIMENTAÇÃO	
Wagner Teixeira	
Eclesielter Batista Moreira	
João Luiz Rissardi	
Vanessa Corrêa de Andrade	
Ronaldo Luis dos Santos Izzo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925067</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>80</b>
INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE CAL HIDRATADA NA RESISTÊNCIA DE SOLOS SEDIMENTARES	
Jair de Jesús Arrieta Baldovino	
Eclesielter Batista Moreira	
Ronaldo Luis Dos Santos Izzo	
Juliana Lundgren Rose	
Erico Rafael Da Silva	
Wagner Teixeira	
Felipe Perretto	
Roberto Pan	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925068</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>95</b>
PERFILAGEM DO SUBSOLO NO MUNICÍPIO DE APUCARANA-PR COM BASE EM DADOS DE SONDAGENS DE SIMPLES RECONHECIMENTO COM SPT	
Mariana Alher Fernandes	
Augusto Montor de Freitas Luiz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925069</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>104</b>
UTILIZAÇÃO DO PERMEÂMETRO DE TUBO NA DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DE CAMADAS SUPERFICIAIS DE SOLOS	
Marcos Túlio Fernandes	
Glaucimar Lima Dutra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250610</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>116</b>
DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO EM SOLO REFORÇADO COM GEOSSINTÉTICOS	
Alessandra Lidia Mazon	
Maytê Pietrobelli de Souza	
Bianca Penteado de Almeida Tonus	
André Fanaya	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250611</b>	

**CAPÍTULO 12 ..... 133**

AVALIAÇÃO DA ERODIBILIDADE DO SOLO DE CARACTERÍSTICA NÃO LATERÍTICA SOB O ENFOQUE GEOTÉCNICO NAS MARGENS DA TO-222 NO MUNICÍPIO DE ARAGUAÍNA - TO

Glacielle Fernandes Medeiros  
Renata de Moraes Farias  
Palloma Borges Soares  
Ana Sofia Oliveira Japiassu  
Andressa Fiuza de Souza  
Igor Guimarães Matias

**DOI 10.22533/at.ed.30619250612**

**CAPÍTULO 13 ..... 144**

ADAPTAÇÃO DE METODOLOGIA DE HIERARQUIZAÇÃO DE NÍVEIS DE ATENÇÃO UTILIZADA EM MINERAÇÃO PARA TRABALHOS DE MAPEAMENTO DE RISCOS GEOTÉCNICOS EM ÁREA URBANA

Marcelo Corrêa da Silva  
Daiara Luiza Guimarães

**DOI 10.22533/at.ed.30619250613**

**CAPÍTULO 14 ..... 157**

PRODUÇÃO DE CONCENTRADO ÚMIDO FOSFATADO: UMA EXPERIÊNCIA DE ESTÁGIO NA MINERAÇÃO

Matheus Henrique Borges Coutinho  
Ricardo Antonio de Rezende  
Cibele Tunussi  
Marcos Vinicius Agapito Mendes

**DOI 10.22533/at.ed.30619250614**

**CAPÍTULO 15 ..... 163**

ESTUDO DOS DESPERDÍCIOS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUGESTÕES PARA A MINIMIZAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DOS MESMOS, VISANDO A OTIMIZAÇÃO DOS CUSTOS DAS OBRAS E MENORES IMPACTOS AMBIENTAIS

Beatriz Zeurgo Fernandes  
Rafael Bergjohann  
Luiz Carlos de Campos

**DOI 10.22533/at.ed.30619250615**

**CAPÍTULO 16 ..... 176**

USO DA CINZA DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR COMO SUBSTITUTO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND

Kenyson Diony Souza Silva  
Raduan Krause Lopes  
Fabiano Medeiros Da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.30619250616**

**CAPÍTULO 17 ..... 192**

ESTUDOS PRELIMINARES DA APLICAÇÃO DE RESÍDUO DE MINÉRIO DE COBRE SULFETADO NA ELABORAÇÃO DE ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO E REVESTIMENTO

Julia Alves Rodrigues  
Dilson Nazareno Pereira Cardoso  
Abel Jorge Rodrigues Ferreira  
Edinaldo José de Sousa Cunha  
Bruno Marques Viegas  
Edilson Marques Magalhães  
José Antônio da Silva Souza

**DOI 10.22533/at.ed.30619250617**

**CAPÍTULO 18 ..... 200**

AValiação DO COMPORTAMENTO DE COMPOSIÇÕES A BASE DE CIMENTO DE ALUMINATO DE CÁLCIO FRENTE AOS MICRORGANISMOS STAPHYLOCOCCUS AUREUS E ESCHERICHIA COLI

Renata Martins Parrreira  
Talita Luana de Andrade  
Newton Soares da Silva  
Cristina Pacheco Soares  
Victor Carlos Pandolfelli  
Ivone Regina de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.30619250618**

**CAPÍTULO 19 ..... 209**

UMA TÉCNICA, BASEADA EM PROJETO DE EXPERIMENTOS, PARA OTIMIZAÇÃO DA DOSAGEM DE ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL E AREIA

André Rodrigues Monticeli  
Paulo César Mappa  
Aellington Freire de Araújo  
Emerson Ricky Pinheiro  
Karoline Santos da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.30619250619**

**CAPÍTULO 20 ..... 221**

REDUÇÃO DO CONSUMO DE AÇO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO SUBMETIDAS AO ESFORÇO CORTANTE ATRAVÉS DA ESCOLHA DO ÂNGULO DAS BIELAS

Lucas Teotônio de Souza  
Paula de Oliveira Ribeiro

**DOI 10.22533/at.ed.30619250620**

**CAPÍTULO 21 ..... 232**

ANÁLISE DE CRONOGRAMA FÍSICO x CRONOGRAMA REALIZADO NA OBRA DO FÓRUM DE RIO NEGRO/PR PARA FINS DE DIMINUIÇÃO DOS ATRASOS

Nathalia Loureiro de Almeida Correa

**DOI 10.22533/at.ed.30619250621**

**CAPÍTULO 22 ..... 250**

ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA DO CORRETO DIMENSIONAMENTO DOS VERTEDORES EM BARRAGENS E SUAS INFLUÊNCIAS ECOLÓGICAS E SOCIOECONÔMICAS. ESTUDO DE CASO: USINA HIDRELÉTRICA DE XINGÓ

Jéssica Beatriz Dantas  
Djair Félix da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.30619250622**

<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>262</b>
ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTO PERMEÁVEL EM UMA ÁREA DA CIDADE DE JOINVILLE/SC	
Adilon Marques dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250623</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>281</b>
ANÁLISE NUMÉRICA DA SENSIBILIDADE DO ALGORITMO IMPLEX APLICADO EM UM CENÁRIO HIPOTÉTICO DE ESTABILIDADE DE TALUDE VIA TÉCNICA DE DESCONTINUIDADES FORTES	
Nayara Torres Belfort	
Ana Itamara Paz de Araujo	
Kátia Torres Botelho Galindo	
Igor Fernandes Gomes	
Leonardo José do Nascimento Guimarães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250624</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>294</b>
DIMENSIONAMENTO DE LAJES MACIÇAS POR MEIO DE CÁLCULO MANUAL E COM O AUXÍLIO DE UM SOFTWARE COMPUTACIONAL	
Iva Emanuely Pereira Lima	
Vitor Bruno Santos Pereira	
Vinicius Costa Correia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250625</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>306</b>
DIMENSIONAMENTO OTIMIZADO DE PILARES MISTOS PREENCHIDOS DE AÇO E CONCRETO	
Jéssica Salomão Lourenção	
Élcio Cassimiro Alves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250626</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>325</b>
ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS: MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	
João Augusto Dunck Dalosto	
Luiz Fernando Hencke	
Jhonatan Conceição dos Santos	
Hevrlí da Silva Carneiro Pilatti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250627</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>336</b>
APLICAÇÃO DO CPR EM SOLOS MOLES NA REGIÃO DO CAMPO DOS PERDIZES: DUPLICAÇÃO DA BR 135, ENTRE O KM 39,36 E O KM 39,90	
Rodrigo Nascimento Barros	
Larysse Lohana Leal Nunes	
Saymo Wendel de Jesus Peixoto Viana	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250628</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>348</b>
ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR INTERNO DE UMA TERAPIA INTENSIVA	
Sylvia Katherine de Medeiros Moura	
Antonio Calmon de Araújo Marinho	
Wagner Amadeus Galvão de Souza	
Angelo Roncalli Oliveira Guerra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250629</b>	

<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>357</b>
'ARTENGENHARIA': UMA PONTE TRANSDISCIPLINAR PARA O DESENVOLVIMENTO DO POTENCIAL HUMANO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO	
Ana Alice Trubbianelli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250630</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>371</b>
PROCEDIMENTO DE ANÁLISE EXPERIMENTAL E NÚMÉRICO DE UMA PONTE EXECUTADA COM PALITOS DE PICOLÉ	
Matheus Henrique Morato de Moraes	
João Eduardo Sousa de Freitas	
Diogo Henrique Morato de Moraes	
Juarez Francisco Freire Junior	
Wellington Andrade da Silva	
Geraldo Magela Gonçalves Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250631</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>383</b>
EXERGIA HÍDRICA EM SISTEMAS REDUTORES DE PRESSÃO	
Conrado Mendes Moraes	
Ângela B. D. Moura	
Eduardo D. P. Schuch	
Eduardo de M. Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250632</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>393</b>

## ADAPTAÇÃO DE METODOLOGIA DE HIERARQUIZAÇÃO DE NÍVEIS DE ATENÇÃO UTILIZADA EM MINERAÇÃO PARA TRABALHOS DE MAPEAMENTO DE RISCOS GEOTÉCNICOS EM ÁREA URBANA

**Marcelo Corrêa da Silva**

Universidade Federal de Viçosa,  
Viçosa-MG, Brasil

**Daiara Luiza Guimarães**

União de Ensino Superior de Viçosa,  
Viçosa-MG, Brasil

**RESUMO:** O cadastramento e mapeamento de riscos geotécnicos em meio urbano é um trabalho de suma importância para previsão de custos e planejamento das ações de controle. O presente trabalho tem por objetivo verificar resultados de uma classificação de riscos geotécnicos em meio urbano, baseada numa adaptação da metodologia desenvolvida pelo autor em trabalhos em mineração. Buscando base comparativa para validação dos resultados obtidos por essa metodologia adaptada, utilizou-se como referência a dissertação de mestrado de Roque (2013), que fez classificações de risco geotécnicos no município de Viçosa-MG, com base na metodologia descrita pelo Ministério das Cidades. Os resultados mostraram que a metodologia adaptada da mineração pode ser empregada em meios urbanos, pois foi encontrada coerência com a realidade de campo, e alguma similaridades de resultados com o trabalho de Rock (2013).

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação de risco, Mapeamento geotécnico.

**ABSTRACT:** The registration and mapping of geotechnical risks in an urban region is a very important work for cost forecasting and planning of control actions. This work aims to verify the results of a classification of geotechnical risks in an urban region, based on an adaptation of the methodology developed by the author in mining works. In order to validate the results obtained by this adapted methodology, Roque's master dissertation (2013) was used as reference, which made geotechnical risk classifications in the city of Viçosa-MG, based on the methodology described by the Ministry of Cities. The results showed that the adapted methodology of the mining can be used in urban environments, because it was found coherence with the field reality, and some similarities of results with the work of Rock (2013).

**KEYWORDS:** Risk assessment, Geotechnical mapping.

### 1 | INTRODUÇÃO

A concentração populacional e o crescimento desordenado das áreas urbanas têm causado vários conflitos, tornando-se uma preocupação administrativa, por gerar prejuízos e gastos públicos. São vários os fatores responsáveis por esse transtorno econômico. As ações de planejamento sobre uso do solo

são voltadas para garantir uma melhoria na segurança e economia, porém a taxa de crescimento em algumas regiões tem mostrado que essas ações muitas vezes são ineficazes e incompatíveis para esse grande número de ocupação.

Conforme Higashi (2006), as consequências das construções de obras civis e outras formas de uso e ocupação do solo está afetando cada vez mais o estado natural do meio ambiente de forma cada vez mais intensa devido ao crescente processo de desenvolvimento dos centros urbanos. Segundo Prandini, et al. (1995), esta concentração desordenada ocorre quase que unicamente pelos motivos especulativos de mercado, que surgem ignorando as reais limitações e potencialidades das áreas a serem ocupadas, determinando assim a ocupação inadequada de regiões, tais como áreas propícias à riscos relativos ao desenvolvimento de escorregamentos ou grandes erosões, áreas sujeitas a inundações, entre outras.

Esse crescimento desordenado gera situações de risco às pessoas e ao meio ambiente que necessitam de intervenção dos setores públicos ou privados. Portanto, trabalhos de mapeamento de risco são utilizados no cadastramento e gerenciamento dessas anomalias, auxiliando os ramos da engenharia civil nos trabalhos de mitigação do problema. Logo o cadastramento e mapeamento de riscos é um trabalho de suma importância para previsão de custos e ações necessárias para traçar metas de controle ou eliminação dos riscos gerados por obras inadequadas.

As administrações municipais, de forma geral, têm se caracterizado pela implantação de ações corretivas emergenciais, conforme os problemas acumulados se advêm. Esta atuação corretiva poderá, gradativamente, ser reduzida e substituída por ações preventivas, principalmente com o planejamento ordenado do crescimento urbano.

Neste contexto, a Geologia da Engenharia - ciência dedicada à investigação, estudo e solução de problemas de engenharia e meio ambiente, decorrentes da interação entre a geologia e os trabalhos e atividades do homem, bem como à previsão e desenvolvimento de medidas preventivas ou reparadoras de acidentes geológicos (IAEG, 1992) e a Geotecnia – ramo da engenharia civil e geologia que estuda o comportamento estrutural do solo e das rochas, reúnem expressiva capacitação técnico-científica que pode subsidiar as ações do Poder Público Municipal.

Dentre as questões ressaltadas pela Geologia de Engenharia e a Geotecnia, inclui-se o mapeamento de risco geotécnico, que podem agrupar informações fundamentais nas tomadas de decisões do poder público relativas ao direcionamento de recursos financeiros destinados à prevenção ou remediação de problemas oriundos do desenvolvimento urbano desordenado.

A forma de apresentação e a interpretação dos dados e componentes de riscos à ocupação urbana têm sido bem debatidas em meio a vários processos de mapeamento ou cartografia geotécnica. Destas metodologias (propostas e frequentemente utilizadas, tanto no Brasil, como em outros países), algumas são bastante distintas e outras apresentam alguns pontos comuns. Assim, torna-se claro que a análise e a

evolução dos conhecimentos já acumulados nos estudos de mapeamento geológico-geotécnico são essenciais para que seu aproveitamento seja mais efetivo, tornando-se, realmente, um instrumento que auxilie no planejamento e a gestão do uso urbano do solo.

Foi verificado a possibilidade de se colocar à disposição do Poder Público, bem como de empresas públicas e privadas envolvidas na prestação de serviços urbanos, documentos que permitam de forma mais ativa definir as prioridades para intervenção dos problemas e riscos identificados. Como metodologia dessa priorização (hierarquização) de riscos foi utilizado e adaptado para o meio urbano o método de definição de níveis de atenção para cadastramento e hierarquização de riscos geotécnicos utilizado em trabalhos de gerenciamento de risco geotécnico realizados pelo autor na Vale S/A, cujo objetivo era definir os níveis de prioridade através de conceitos que justificavam as escolhas para alocação de recursos financeiros.

O local selecionado para a realização desse trabalho de mapeamento e hierarquização dos riscos urbanos, com o método adaptado desta experiência na mineração, foi o Município Viçosa-MG.

## 2 | OBJETIVO

Foi objetivo desse trabalho utilizar em meio urbano uma metodologia de hierarquização de níveis de atenção de risco, adaptada de experiências realizadas pelo autor no setor minerário. Buscou-se a verificação das dificuldades e potencialidades dessa metodologia adaptada a partir dos resultados obtidos.

## 3 | ÁREA DE ESTUDO

Os ambientes urbanos selecionados para o estudo localizam-se no município de Viçosa - MG, região da zona da mata mineira. A escolha desse município se deve aos registros de mapeamentos de riscos geotécnicos realizados em estudos anteriores, e que servirão de base comparativa aos resultados obtidos pela metodologia analisada nesse trabalho.

O município possui 299,418 Km<sup>2</sup>, localizado na Macro Região da Zona da Mata Mineira e está situado em um planalto, com relevo acidentado, composto por cadeias de montanhas agrupadas, próximas umas das outras, com altas declividades, formando vales estreitos, obtendo uma atual população residente estimada de 78.381 pessoas, possuindo uma densidade demográfica de 214,2 hab/Km<sup>2</sup> (IBGE, 2017).

Situa-se no Complexo Mantiqueira, composta por rochas do embasamento Granito-Gnáissico indiviso, referentes ao período pré-Cambriano. De acordo com Vieira (2000), são compostas de gnaisses muito alterados; apresentam condições quartzosas com presença de intrusões de rocha metabásica às vezes positivas ou

não com a foliação da rocha local.

De acordo com o mapeamento feito pelo Instituto de Geociências Aplicadas da Secretaria do Estado de Minas Gerais no ano de 1982, o Município de Viçosa – MG está implantado na Bacia Hidrográfica do rio Turvo Sujo que corta o município no sentido SE-NW, e é a aflente do rio Turvo Limpo. Ferreira, Nobres, Ribeirão São Bartolomeu, São João Silvestre, Ribeirão Santa Tereza e os córregos Pau de Cedro são os principais afluentes do Rio Turvo Sujo dentro do município de Viçosa. A bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu abrange grande parte do centro urbano de Viçosa.

As classes de solos encontrados na bacia Ribeirão São Bartolomeu são, segundo Orlandini (2002):

a) Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico: Presente no terço superior das áreas com perfis convexos e nos topos das elevações; b) Cambissolos Latossólicos: Encontrados nos terraços e nos terços superiores das vantes, quando da existência de horizonte B de pequena espessura; c) Podzólico vermelho-Amarelo: Presente nas áreas de perfis côncavos e nos terraços; d) Gleissolos e Neossolos Flúvicos: Encontrados no leito maior dos cursos d'água (ORLANDINI, 2002).

A região se insere em um clima tipo Cwa (Clima Tropical de Altitude de Verões Brandos), a classificação de Köppen se dá por invernos frios e secos e verões quentes e úmidos; ou seja, clima mesotérmico, obtendo uma precipitação média anual entre 1200 mm a 1400 mm. A região possui temperatura média anual de 19.6° C e umidade com amplitude variável entre 30% e 65% (ORLANDINI, 2002).

## 4 | METODOLOGIA

Para se atingir os objetivos do trabalho, foi definido inicialmente critérios para seleção dos locais para testar a metodologia de hierarquização de riscos adaptada da mineração, e finalmente foi aplicada a metodologia em si, conforme descrito a seguir.

### 4.1 Critérios para Seleção de Áreas

Para selecionar áreas dentro do município de Viçosa-MG para serem alvo da aplicação da metodologia testada nesse trabalho, foram utilizados os resultados do trabalho de Roque (2013), que realizou um mapeamento das áreas de risco geológico-geotécnicas associadas a movimentos de massas na área urbana do município, através do cadastro de pontos e áreas de diferentes graus de risco geológico-geotécnico, de acordo com os critérios definidos pelo Ministério das Cidades. Ao todo Roque (2013) cadastrou 101 pontos de risco, e definindo 45 áreas de risco em 32 bairros dos 51 bairros do município, utilizando mapas temáticos elaborados a partir de ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas - SIG. Essas áreas e pontos de riscos foram cadastradas por Roque (2013), georeferenciadas e identificadas por grau de risco, conforme apresentado na Figura 1.

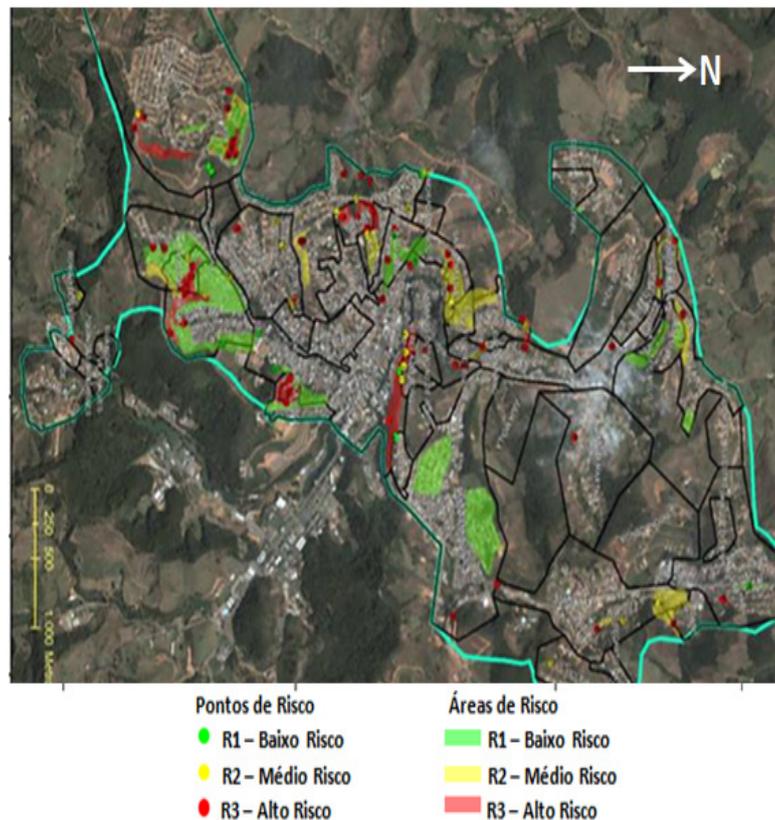


Figura 1. Cadastramento de riscos em Viçosa-MG (adaptado de Roque, 2013)

Para a escolha inicial dos locais para verificação da metodologia de hierarquização de níveis de atenção, objeto desse trabalho, optou-se em avaliar no campo as mesmas áreas de risco mapeadas por Rock (2013) e classificadas como grau R3 – Alto. A partir dessa delimitação foram preliminarmente definidos 14 dos 32 bairros mapeados por Roque (2013), onde estão registradas as mais relevantes ocorrências de áreas de risco.

Desta forma, ficaram essas áreas como alvo inicial na aplicação desta metodologia adaptada pelo autor, porém no decorrer do trabalho de análise de campo, todos os pontos de risco relevantes que foram encontrados nos trajetos até as áreas alvo também, foram cadastrados e analisados usando a metodologia para as classificações de riscos.

#### 4.2 Hierarquização de Níveis de Atenção de Risco

A hierarquização de níveis de atenção riscos é importante para se definir as ações prioritárias de controle dos problemas. A metodologia utilizada nesse trabalho foi desenvolvida pelo autor nos trabalhos de gestão de riscos geotécnicos na Vale S/A em 2012, e adaptado nesse trabalho para gestão de riscos geotécnicos em meio urbano.

Essa técnica consiste na valoração de parâmetros para avaliação de risco, de modo a se encontrar o Nível de Atenção (NA) que cada risco deve obter. Sendo esses

parâmetros o Grau de Probabilidade (GP), Grau de Risco Humano (GRH), Grau de Risco Ambiental (GRA), e o Grau de Risco Financeiro (GRF). Esses parâmetros e os critérios para valorá-los serão apresentados a seguir.

- Grau de Probabilidade (GP): Valor que determina a probabilidade do acidente, com base na planilha adaptada do Ministério das Cidades para avaliações de riscos em encostas (Tabela 1)

Valores	Descrição
<b>Baixo ou Sem risco (16)</b>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa ou nenhuma potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>2. Não observa (m) sinal/feição/evidencia (s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.</p>
<b>Médio (8)</b>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnico predisponentes (inclinação, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>2. Observa-se a presença de algum (s) sinal/feição/evidencia (s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente (s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<b>Alto (4)</b>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>2. Observa-se a presença de significativo (s) sinal/feição/evidência (s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.) Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<b>Muito Alto (1)</b>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnico predisponentes (inclinação/ tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>2. Os sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores postes inclinados, cicatrizes de escorregamentos, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margens de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>

Tabela 1. Grau de Probabilidade (GP)

- Grau de Risco Humano (GRH): Representa a possibilidade de danos a humanos em função do problema em questão (Tabela 2).

Valores	Descrição da área a jusante do ponto de risco
<b>Muito Baixo</b> (4)	Local sem acesso à passagem de pessoas. Local de difícil circulação de pessoas. Inexistência de construções.
<b>Baixo</b> (3)	Estradas, e acessos de pouca circulação de pessoas e veículos.
<b>Médio</b> (2)	Estradas e acessos de média circulação de veículos. Residências.
<b>Alto</b> (1)	Local com ocupação permanente e de grande quantidade de pessoas. Escolas, hospitais, centros comerciais de grande movimento, vilas residenciais, Avenidas e estradas de grande circulação de veículos.

Tabela 2. Grau de Risco Humano (GRH)

- Grau de Risco Ambiental (GRA): Valor que representa o risco ambiental gerado (Tabela 3).

Valores	Descrição da área a jusante do ponto de risco
<b>Muito Baixo</b> (5)	Área totalmente descaracterizada, sem possibilidade de propagar impactos.
<b>Baixo</b> (4)	Área descaracterizada, com possibilidades de propagação de impacto de baixas proporções.
<b>Médio</b> (3)	Área de preservação. O impacto pode se propagar com possibilidades de controle e danos de médio prazo.
<b>Alto</b> (1)	Área de alto interesse ambiental. Rios de alto padrão de qualidade. Áreas de preservação permanente. Biomas endêmicos. O impacto pode se propagar descontroladamente gerando danos irreversíveis ou de longo prazo.

Tabela 3. Grau de Risco Ambiental (GRA)

- Grau de Risco Financeiro (GRF): Valor que representa o risco financeiro gerado pelo problema em questão (Tabela 4).

Valores	Descrição do impacto financeiro
<b>Muito Baixo</b> (5)	Impacto de valor desprezível até no máximo um salário mínimo
<b>Baixo</b> (4)	Impacto variando de um salário mínimo até 20 salários mínimos
<b>Médio</b> (3)	Impacto variando de 20 salários mínimos até 100 salários mínimos.
<b>Alto</b> (2)	Impacto de custo superior a 100 salários mínimos

Tabela 4. Grau de Risco Financeiro (GRF)

- Nível de Atenção (NA): É o resultado matemático das multiplicações dos parâmetros mencionados, conforme apresentado na equação a seguir.

$$NA = GP \times GRH \times GRA \times GRF$$

A classificação dos resultados obtidos para o Nível de Atenção (NA), segue a ordem descrita na Tabela 5.

Valor do NA	Nível de Atenção
$01 \leq NA < 70$	(A) Máxima
$70 \leq NA < 120$	(B) Alta
$120 \leq NA < 250$	(C) Média
$250 \leq NA < 400$	(D) Baixa
$400 \leq NA$	(E) Mínima

Tabela 5. Classificação do Nível de Atenção (NA)

A Figura 2 apresenta o fluxograma para determinação do cálculo do Nível de Atenção dos riscos identificados:

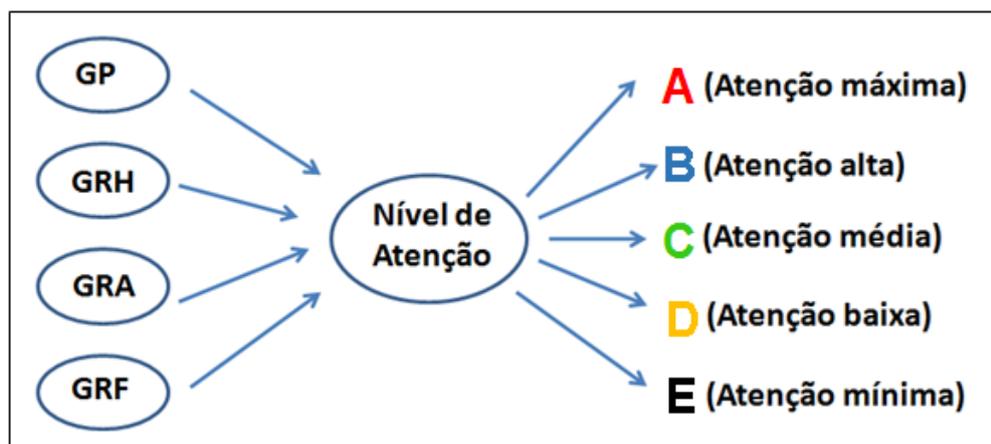


Figura 2. Fluxograma para hierarquização dos riscos, definido em função do N.A.

Portanto, para cada risco identificado e cadastrado no mapa de riscos da área, deve ser realizada a atribuição de valores para cada parâmetro da análise de modo a se chegar no nível de atenção desse risco. Para melhor eficácia do método é recomendado que a análise seja realizada inicialmente no maior risco identificado pelos avaliadores, de modo a se conseguir com base nesse um parâmetro comparativo para aplicação de valores nos demais pontos de risco.

## 5 | RESULTADOS

O trabalho realizado resultou num total de 36 pontos de riscos analisados dentro de 14 bairros no município de Viçosa-MG. Desses pontos avaliados 27,8% correspondem ao nível de atenção máxima; 30,6% ao nível de atenção alta; 36,11% ao nível de atenção média; 2,8% correspondem ao nível de atenção baixa; e 2,8% ao

nível de atenção mínima. Os resultados distribuídos por bairro verificado encontram-se na Tabela 6.

Bairros	Níveis de Atenção (NA)					Total
	Máx (A)	Alta (B)	Média (C)	Baixa (D)	Mín. (E)	
Centro	4	4	1			9
Sagrada Família	1	1				2
Bom Jesus	1		1			2
Santa Clara			1			1
Fátima		1				1
João Brás	1		1			2
Silvestre	1	2				3
Liberdade			1			1
Nova Era	2		1			3
Barrinha		1				1
Val Açu			1			1
Nova Viçosa			2	1		3
São Sebastião		2	3		1	6
Betânia				1		1
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>36</b>

Tabela 6. Distribuição dos pontos (locais) analisados por bairro e Nivel de Atenção obtido

A menor incidência de riscos classificados como “baixo” e “mínimo” nível de atenção devem-se ao critério estabelecido na definição de áreas para a análise (item 4.1). Visto que foi priorizado a avaliação das áreas classificadas por Roque (2013) como áreas de alto risco. Então já era esperado encontrar uma maior quantidade de riscos considerados de maior gravidade.

Os riscos identificados foram cadastrados em fichário com registro fotográfico, e as coordenadas de localização destes foram anotadas e para, posteriormente, apontar estes em imagens do Google Earth, conforme Figura 3, que exemplifica a distribuição de riscos para o bairro de Nova Era. Nesse exemplo foram identificados os pontos de risco chamados I.1, I.2 e I.3, onde as cores vermelhas representam os Níveis de Atenção A (Máxima) e a cor amarela representa o Nível de Atenção C (Média). A Figura 4 apresenta um resumo dos registros fotográficos cadastrados no bairro Nova Era, sendo o Ponto I.1 um problema de graves erosões nas proximidades de uma ponte provisória utilizada por moradores, e os problemas I.2 e I.3 são referentes à taludes descobertos e erodidos próximos às residências.



Figura 3. Distribuição de riscos cadastrados no Bairro Nova Era, sendo I.1 e I.3 classificados com NA máximo, e I.2 com NA médio.



Figura 4. Resumo de registro fotográfico das ocorrências de risco registradas no Bairro Nova Era, à título de exemplo.

Dos 36 pontos de riscos cadastrados nesse trabalho, 12 deles foram encontrados exatamente sobre os locais avaliados por Roque (2013), sendo isso confirmado pelas coordenadas e registros fotográficos arquivados. Portanto, esses 12 pontos de risco permitem um comparativo de resultados do atual trabalho com a metodologia de avaliação utilizada por Roque (2013). A Tabela 7 apresenta o comparativo desses resultados.

Dentro das 12 áreas definidas como alto risco na tese de Roque (2013), dos 59 pontos encontrados com nível alto, 43 deles estão em áreas que correspondem ao nível de atenção máxima (alto risco) da metodologia adaptada neste trabalho, que é o equivalente à 72,8% do total de pontos. Isso não é surpresa uma vez que não era esperado que todos os pontos encontrados nas áreas de alto risco fossem necessariamente de alto risco. Pois, na geração de limites de áreas de risco, são usadas interpolações de informações temáticas georreferenciadas, que com uso de softwares de SIG pode-se chegar a conclusões referentes à espacialização de áreas com propensões aos níveis de risco. Entretanto, no presente trabalho, os riscos foram analisados pontualmente.

Nome do Ponto	Nível de atenção (NA)	Ponto de Risco (Roque, 2013)	Área de Risco (Roque, 2013)
A.2	B- Alta	R2 - Médio	R3 – Alto
A.3.2	B- Alta	R2 - Médio	R3 – Alto
F.2	C- Média	R3 - Alto	Sem
B.1	A- Máxima	R3 - Alto	R3 – Alto
D.1	A- Máxima	R3 - Alto	R3 – Alto
M.4	B- Alta	R3 - Alto	R2 – Médio
O.1	C- Média	R3 - Alto	R3 – Alto
F.1	A- Máxima	R3 - Alto	Sem
M.2	B- Alta	R2 - Médio	R2 – Médio
G.1	B- Alta	R3 - Alto	R3 – Alto
A.1	A- Máxima	R3 - Alto	R3 – Alto
I.1	A- Máxima	R3 - Alto	Sem

Tabela 7. Resultados dos Níveis de Atenção (NA) comparados com os resultados de Roque (2013)

A valoração proposta nos parâmetros de avaliação de riscos, e os intervalos dos níveis de atenção proporcionam maior relevância para segurança humana, seguida da segurança ambiental e por último da segurança financeira, conforme pode ser visto respectivamente nas tabelas de GRH, GRA e GRF. Já a valoração do Grau de Probabilidade (GP) induz a uma redução significativa do nível de atenção para baixas probabilidades de ocorrência do evento, devido à valoração (16) de quatro a três vezes superior à valoração dos demais valores máximos de cada parâmetro de análise de risco.

Para traçar um comparativo dos resultados apresentados na Tabela 7, foi

necessário considerar entre a metodologia deste trabalho e a empregada por Roque (2013), as seguintes equivalências: nível A (atenção máxima) e o nível B (atenção alta) equivalem à classificação R3 (Alto); já o nível C (atenção média) passa a ser referente ao R2 (Médio); e para o nível D (atenção baixa) e nível E (atenção mínima) correspondem a R1 (Baixo). Essa consideração foi necessária pois a presente metodologia de hierarquização de níveis de atenção possui 5 níveis de classificação, e a metodologia do Ministério das Cidades utilizada por Roque (2013) possui apenas 3 níveis de classificação.

Analisando o comparativo entre os Níveis de Atenção (NA) e os Pontos de Risco de Roque (2013) verificou-se que dos 12 pontos comparados, em 7 deles (58,3%) ocorreram similaridade de resultados. Os pontos de risco de Roque (2013) tiveram um total de 75% de riscos classificados como R3 (Alto) e apenas 25% para R2 (Médio). Já o Nível de Atenção apontou um valor de 83,3% para os níveis considerados mais agravantes (A e B; Máxima e Alta, respectivamente), e 16,7% para nível C (Médio).

Apesar da Tabela 7 também apresentar a classificação para áreas de risco, um comparativo direto entre os níveis de atenção com a classificação dessas áreas não faria sentido pois para cada área de risco (independente de sua classificação) diferentes tipos de riscos pontuais podem ocorrer.

## 6 | CONCLUSÕES

A utilização dessa metodologia adaptada de trabalhos de gerenciamento de riscos geotécnicos no setor de mineração, mostrou que pode ser empregada em meios urbanos pois os resultados foram coerentes na hierarquização dos riscos. Visto que nos pontos de risco analisados não foram percebidos nenhuma situação onde os níveis de atenção não se adequassem à realidade do campo.

Apesar do meio urbano apresentar maiores influências antrópicas, variáveis ligadas às complexidades construtivas podem ser indutivamente consideradas na valorização de GRH e GRF. Mas uma reformulação metodológica considerando essas variáveis, poderia aumentar a assertividade de resultados.

Essa metodologia de hierarquização dos níveis de atenção, adaptada ao meio urbano, possui fácil aplicação e entendimento, podendo ser executada por engenheiros e técnicos sem a necessidade de treinamentos refinados, e apresenta resultados na hierarquização de riscos que podem ser utilizados pelo setor público ou privado nas tomadas de decisões de alocação financeira para soluções de riscos.

Avalia-se, por fim, que essa metodologia pode ser empregada como avaliação preliminar dos riscos, contribuindo para o direcionamento de ações, mas não dispensando avaliações mais criteriosas e investigações geotécnicas para definição da real situação de risco e condicionantes geométricos do problema com base nas técnicas consagradas de engenharia

## REFERÊNCIAS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE - 1996. **Contagem da população 1996**. Rio de Janeiro, IBGE, p. 485.

HIGASHI, R. R.; GELOSA, A. **Utilização do Geoprocessamento para a Análise de Problemas Ambientais do Rio Tubarão**. Monografia de Especialização em Processamento das Informações Geográficas na Gestão Ambiental, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, SC, 2006, p.4-10.

ORLANDINI, D. **Avaliação do uso dos recursos naturais de uma sub-bacia do Ribeirão São Bartolomeu com vista ao aumento da produção de água com qualidade**. Viçosa: UFV, 2002. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal de Viçosa, 2002.

PRANDINI, F. L.; NAKAZAWA, V. A.; LUZ DE FREITAS, C. G.; DINIZ, N. C. **Cartografia geotécnica nos planos diretores regionais e municipais. Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**, São Paulo, SP, 1995, p.187-202.

ROQUE, L.A. **Mapeamento das áreas de risco geológico-geotécnicas associados a movimentos de massa na área urbana de Viçosa – MG**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VIEIRA, V. **Caracterização preliminar do risco geológico da área urbana de Viçosa-MG**. 2000. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-430-6



9 788572 474306