

# As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 4

Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)



Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a  
Economia e o Meio Ambiente 4

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 4 [recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Engenharias Frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente; v. 4)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-433-7 DOI 10.22533/at.ed.337192506</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>
VARIAÇÃO ESTACIONAL DA OFERTA E DO PREÇO DE TOMATE LONGA VIDA EM MINAS GERAIS	
Luis Felipe Lima e Silva Douglas Correa de Souza Wilson Roberto Maluf	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3371925061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
ANÁLISE DA CINÉTICA DE SECAGEM DO NABO JAPONES ( <i>Raphanus Sativus Var. Acanthioformis</i> ) E DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DIFUSIVO DE TRANSFERÊNCIA DE MASSA	
Thayná de Lima Costa Keyvlin dos Santos Pais Marcela Felix dos Santos Monique Mendes dos Santos Raquel Manozzo Galante Leandro Osmar Werle	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3371925062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>22</b>
CINÉTICA DE SECAGEM DE YACON ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> ) E AVALIAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS	
Luan Gustavo dos Santos Thais de Freitas Brauna Joice Cristina Catache Menezes Rosângela Cacho Ferreira Raquel Manozzo Galante Leandro Osmar Werle	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3371925063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>31</b>
CINÉTICA DE SECAGEM DA FRUTA DE NONI ( <i>Morinda citrifolia linn</i> ): INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA DIFUSIVIDADE EFETIVA	
Thayná de Lima Costa Fernanda de Oliveira Coaresma Bruna Martinhago Raquel Manozzo Galante Leandro Osmar Werle	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3371925064</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>40</b>
AVALIAÇÃO DE MODELOS DE SECAGEM E DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DIFUSIVO DE CARÁ ( <i>Dioscorea alata</i> )	
Luan Gustavo dos Santos Cristian Rocha da Silva Marcela Felix dos Santos Raquel Manozzo Galante Leandro Osmar Werle	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3371925065</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 49**

TRATAMENTO DE CASTANHA DE CAJU POR RADIAÇÃO UV-C DE LED PARA REDUÇÃO DE BOLORES

Leticia Cabrera Parra Bortoluzzi  
Iasmim Pereira de Moraes  
Ana Rita Zulim Leite  
Brenda Dall Molin  
Sidnei Macedo Pereira Filho  
Márcia Regina Ferreira Geraldo Perdoncini  
Fabio Henrique Poliseli Scopel  
Roberto Ribeiro Neli  
Roberta de Souza Leone  
Heron Oliveira dos Santos Lima

**DOI 10.22533/at.ed.3371925066**

**CAPÍTULO 7 ..... 58**

AVALIAÇÃO DA AÇÃO ANTIFÚNGICA DOS EXTRATOS BRUTOS DE MUTAMBA E CATUABA CONTRA O FUNGO *Botrytis cinerea*

Amanda Correia Gardenal  
Ana Rita Zulim Leite  
Iasmim Pereira de Moraes  
João Carlos Palazzo de Mello  
Daniela Cristina de Medeiros  
Danielly Chierrito de Oliveira Tolentino  
Mariane Roberta Ritter  
Naiara Cássia Gancedo  
Sharize Betoni Galende  
André Oliveira Fernandes da Silva  
Leila Larisa Medeiros Marques  
Márcia Regina Ferreira Geraldo Perdoncini

**DOI 10.22533/at.ed.3371925067**

**CAPÍTULO 8 ..... 67**

COMPARAÇÃO DE LEVEDURAS CERVEJEIRAS SECA E ÚMIDA

Camila A. Carazzato  
Mário L. Lopes  
Sandra H. da Cruz

**DOI 10.22533/at.ed.3371925068**

**CAPÍTULO 9 ..... 76**

INFLUÊNCIA DO USO DE TRAÇADOR COLORIDO NO CULTIVO EM ESTADO SÓLIDO

Marianny Silva Canedo  
Lucas Portilho da Cunha  
João Paulo Henrique  
João Cláudio Thoméo

**DOI 10.22533/at.ed.3371925069**

**CAPÍTULO 10 ..... 85**

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE DIFERENTES FORMULAÇÕES DE CUPCAKES COM FARINHA DE TARO (*Colocasia esculenta*) COMO ALTERNATIVA NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS PARA PORTADORES DE DOENÇA CELÍACA

Pedro Garcia Pereira da Silva  
Aline Rodrigues Pontes  
Gisele Fernanda Alves da Silva  
Marcello Lima Bertuci  
Tuany Yuri Kuboyama Nogueira

**DOI 10.22533/at.ed.33719250610**

**CAPÍTULO 11 ..... 91**

OTIMIZAÇÃO DE FORMULAÇÃO DE BISCOITO TIPO COOKIE ISENTO DE GLÚTEN UTILIZANDO FARINHA DE ARROZ, TEFF E SORGO

Geovana Teixeira de Castro  
Luiza Pelinson Tridapalli  
Angélica Maria Delovo Fernandes  
Flávia Aparecida Reitz Cardoso  
Leila Larisa Medeiros Marques  
Renata Hernandez Barros Fuchs  
Adriana Aparecida Droval  
Hellen Fernanda da Silva Paulino  
Lucas de Souza Nespeca  
Beatriz Musi Sarris Gomes Lourenço  
Leonardo Vasconcelos Jacovassi  
Pamela da Silva Souza

**DOI 10.22533/at.ed.33719250611**

**CAPÍTULO 12 ..... 100**

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE TRÊS MARCAS DE BACON COMERCIAL

Bruna Grassetti Fonseca  
Bianca Guimarães  
Maria Julia Neves Martins  
Ana Carolina Conti e Silva

**DOI 10.22533/at.ed.33719250612**

**CAPÍTULO 13 ..... 108**

DESENVOLVIMENTO DE LOMBO DEFUMADO PRODUZIDO COM CARNE DE JAVALI

Lucas de Souza Nespeca  
Camila da Silva Venancio  
Ana Claudia Montuan de Sousa  
Adriana Aparecida Droval  
Leila Larisa Medeiros Marques  
Renata Hernandez Barros Fuchs  
Flávia Aparecida Reitz Cardoso  
Natália da Silva Leitão Peres  
Angélica Maria Delovo Fernandes  
Lucas Shinti Iwamura  
Larissa Correa

**DOI 10.22533/at.ed.33719250613**



**CAPÍTULO 14 ..... 118**

**OTIMIZAÇÃO DE MORTADELA COM APLICAÇÃO DE MACA PERUANA**

Natália da Silva Leitão Peres  
Letícia Cabrera Parra Bortoluzzi  
Adriana Aparecida Droval  
Leila Larisa Medeiros Marques  
Flávia Aparecida Reitz Cardoso  
Renata Hernandez BarrosFuchs  
Camila da Silva Venancio  
Lucas de Souza Nespeca  
Luiza Pelinson Tridapalli  
Lucas Shinti Iwamura  
Larissa Correa  
Angélica Maria Delovo Fernandes

**DOI 10.22533/at.ed.33719250614**

**CAPÍTULO 15 ..... 127**

**CARACTERIZAÇÃO DA GELATINA OBTIDA DA PELE DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Bárbara de Sena Nunes Menezes  
Beatriz Helena Paschoalinotto  
Camila da Silva Venancio  
Flávia Aparecida Reitz Cardoso  
Adriana Aparecida Droval  
Renata Hernandez Barros Fuchs  
Pâmela da Silva Souza  
Natália da Silva Leitão Peres  
Maria Gabriella Felipe Silva  
Leila Larisa Medeiros Marques  
Larissa Correa  
Lucas Shinti Iwamura

**DOI 10.22533/at.ed.33719250615**

**CAPÍTULO 16 ..... 137**

**PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MICROCÁPSULAS POLI (UREIA-FORMALDEÍDO) PREENCHIDAS COM ÓLEO DE SILICONE COMO INIBIDOR DE CORROSAO PARA APLICAÇÃO EM TINTAS**

Renata França Palhano  
Rogério Gomes de Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.33719250616**

**CAPÍTULO 17 ..... 152**

**REMOÇÃO DE Cu(II) POR ADSORÇÃO EMPREGANDO CASCA DE COCO MODIFICADA COM FORMALDEÍDO POLIMERIZADO**

José Eduardo da Silva  
Francisco Idelbrando Lima Rodrigues  
Sara Nóbrega Pacífico  
Aline Sales Ferreira  
Leonardo Félix Santiago  
Luisa Celia Melo Pacheco  
Francisco André Andrade Aguiar  
Vicente Oliveira de Sousa Neto

**DOI 10.22533/at.ed.33719250617**

**CAPÍTULO 18 ..... 163**

ENTALPIA E ENTROPIA DE SORÇÃO DE ÁGUA DA FARINHA DE CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule Aellen*)

Julles Mitoura dos Santos Junior  
Mona Mellissa Oliveira Cruz  
Augusto Pumacahua Ramos  
Diana Maria Cano Higueta  
Romildo Martins Sampaio  
Harvey Alexander Villa Vélez

**DOI 10.22533/at.ed.33719250618**

**CAPÍTULO 19 ..... 178**

NANOTECNOLOGIA E MEDICINA: NOVAS PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

Gustavo Marquezi Borges  
Douglas Daniel Dalle Corte  
Iago Bissani Pesavento  
Odirlei Antônio Magnagnagno

**DOI 10.22533/at.ed.33719250619**

**CAPÍTULO 20 ..... 186**

RISCO E DOLO EVENTUAL NA INTERFACE ENTRE ENGENHARIA E DIREITO

Antonio Maria Claret-Gouveia  
Alberto Frederico Vieira de Sousa-Gouveia  
Miguel Paganin Neto

**DOI 10.22533/at.ed.33719250620**

**CAPÍTULO 21 ..... 199**

AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA EM POSTOS DE TRABALHO DE MARCENARIAS NA CIDADE DE MOSSORÓ – RN

Bruno Ítalo Franco de Oliveira  
Fabrícia Nascimento de Oliveira  
Carolina Mendes Lemos  
João Márcio Rebouças Araújo  
Thaynon Brendon Pinto Noronha  
Wandick Nascimento Dantas  
Pedro Renato Moraes Salgado  
Anderson Nunes Silva  
Ana Victoria Carlos Almeida  
Luara Karolinny Machado de Oliveira  
Jerfson Moura Lima

**DOI 10.22533/at.ed.33719250621**

**CAPÍTULO 22 ..... 216**

COMO A DISSEMINAÇÃO EFICIENTE DAS POLÍTICAS DE TI PODE INFLUENCIAR NA MELHORIA DOS SERVIÇOS PRESTADOS À CIDADE

Luiz Fernando Rocha Pombo  
Ana Paula Guzela Bertolin

**DOI 10.22533/at.ed.33719250622**

**CAPÍTULO 23 ..... 228**

ESTUDO COMPARATIVO DE DESEMPENHO DE EXECUÇÃO DE ALGORITMOS NO CUDA E NO OPENCL

Antonio Raian de Lima Mendes

Angelo Amâncio Duarte

**DOI 10.22533/at.ed.33719250623**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 234**

## RISCO E DOLO EVENTUAL NA INTERFACE ENTRE ENGENHARIA E DIREITO

### **Antonio Maria Claret-Gouveia**

Departamento de Engenharia Urbana, UFOP  
Ouro Preto - Minas Gerais

### **Alberto Frederico Vieira de Sousa-Gouveia**

Procuradoria do Município, Prefeitura de Ouro Preto  
Ouro Preto - Minas Gerais

### **Miguel Paganin Neto**

ArcelorMittal Canadá, Mina de Mont Wright  
Fermont - Québec, Canadá

**RESUMO:** Esse trabalho parte da constatação de que existe uma tendência nos meios jurídicos de vários países de imputação de crime com dolo eventual a profissionais de Engenharia, quando são responsáveis técnicos por estruturas que sofrem colapso. Discutem-se os fundamentos desse tipo de imputação com o objetivo de limitá-la aos casos em que se evidenciem os elementos do tipo penal com dolo eventual. Emprega-se como metodologia o exame hermenêutico tanto de textos jurídicos quanto de textos técnicos. As conclusões apontam para a existência de um vazio normativo que não conceitua adequadamente perigo e risco. A avaliação de riscos é impedida pela simples falta da definição do risco máximo admissível nos textos normativos. Nessa situação, a assunção coletiva de perigo vem dando lugar à assunção de riscos que fundamenta a imputação de dolo

eventual.

**PALAVRAS-CHAVE:** Perigo, Risco Máximo Admissível, Dolo, Dolo Eventual.

**ABSTRACT:** This work is based on the fact that there is a tendency in the legal circles of several countries to impute crime with eventual intention to Engineering professionals, when they are responsible for technical structures that collapse. The reasons for this type of imputation are discussed herein with the purpose of limiting it to cases in which elements of the violation with intention is evidenced. The hermeneutic examination of both legal texts and technical texts is used as methodology. The conclusions point out that exists a normative void that consists of not adequately conceptualizing hazard and risk. Risk assessment is hampered by the simple lack of definition of the maximum permissible risk in normative texts. In this situation, the collective assumption of danger has given rise to the assumption of risks that grounds the imputation of eventual fraud.

**KEY WORDS:** Danger, Maximum Admissible Risk, Intention, Eventual Intention.

### 1 | INTRODUÇÃO

Uma das grandes contribuições da Constituição da República Federativa do Brasil-

CRFB (BRASIL, 1988) promulgada em 1988 foi a ampliação do papel do Ministério Público (MP) situando-o como o principal legitimado para propor a Ação Civil Pública-ACP por meio do Art. 129, III. Mais de uma vez, já foi reconhecido na literatura jurídica internacional (MACALLISTER, 2009) que o MP desempenha, no Brasil, importante papel na defesa do meio ambiente.

A segurança de segmentos sociais ou de grupos de pessoas nas situações de desastres ambientais é um interesse coletivo onde o MP tem atuado com relevo desde que os movimentos de defesa do meio ambiente se intensificaram em todo o mundo nos anos setentas. A ACP foi introduzida no ordenamento jurídico pátrio em 1985 por meio da Lei Nº 7.347, inspirada nas *class actions* existentes no Direito estadunidense. Tratando-se de lei eminentemente processual, a Lei das ACPs tem base no conceito de responsabilidade civil, firmado nos Arts. 186, 187, 927 *caput* e parágrafo único do Código Civil.

AACP é precedida do competente inquérito civil levado a cabo pelo MP. Quando se verificam danos ambientais criminosos por ação ou por omissão do legitimado passivo, a CRFB-88 prevê no Art. 225, VII, &3º sanções penais e administrativas aos autores de atividades lesivas ao meio ambiente. O MP que é o titular das ações penais públicas, nessas situações, após investigação policial, oferecerá denúncia ao juiz da vara penal competente, não sem antes pedir medidas cautelares contra os supostamente responsáveis.

Ora, a Engenharia atua com frequência em projetos, laudos periciais e obras cuja segurança é interesse coletivo em face dos danos que um evento desastroso pode causar. Sejam os moradores de um edifício que temem desabamento, seja uma comunidade que se formou à jusante de uma cortina atirantada que agora se supõe instável, seja os habitantes de uma cidade que pode ser atingida pelo colapso de uma barragem, todos se constituem potenciais vítimas, ensejando a pronta ação acusatória do MP contra empresas e profissionais geotécnicos.

Um caso recentemente ocorrido na Itália é ilustrativo (HALL, 2011) dessa situação. Antes do grande terremoto de L'Áquila, ocorrido em 6 de abril de 2009, preocupados com uma série de pequenos abalos que se sucediam há mais de um mês, os cidadãos de L'Áquila pediram uma audiência pública com a defesa civil local. Compareceram à reunião, realizada em 31 de março de 2009, além do comandante da defesa civil, três sismólogos, um vulcanólogo e dois engenheiros sísmicos. Questionados sobre a ocorrência de um grande terremoto, ousaram afirmar que não esperavam um evento severo por razões tais e quais. Uma semana após, ocorreu o grande terremoto que deixou 309 mortos, grande número de feridos e edificações tombadas em ruína.

O MP italiano ofereceu denúncia contra os sete integrantes da comitiva que “afirmara”, como haviam entendido os cidadãos de L'Áquila, a segurança local contra a ocorrência de um terremoto de grande intensidade. Os sete profissionais foram julgados e condenados em primeira instância, pois ficou demonstrado pelo MP o dolo eventual de matar. Recorreram e, oito anos depois, a Suprema Corte os inocentou,



mantendo apenas uma pena para o comandante da defesa civil, certamente por relaxar na sua obrigação de prontidão emergencial.

Os prejuízos para os profissionais envolvidos no caso anterior são evidentes, movidos que foram para o cerne de um longo processo judicial, ainda que tenham sido declarados inocentes na sentença final. Outros casos noticiados (BBCNEWS, 2013) demonstram que a criminalização da prática profissional em situações que envolvem riscos, mais ou menos prováveis, é uma tendência atual em vários países. Ela decorre da grande confusão conceitual que subsiste na interface das Engenharias e do Direito.

## 2 | CONCEITO DE SEGURANÇA

Os conceitos de segurança normalmente encontrados em textos não especializados encerram ideias comuns na população: “a segurança é o estado, qualidade ou condição de uma pessoa ou coisa que está livre de perigos, de incertezas, assegurada de danos e riscos eventuais” (VILLAR; HOUAISS, 2009). Esse conceito reflete a longa tradição do “paraíso tropical”, epíteto que se atribuiu ao Brasil até o final dos anos oitentas para significar uma suposta imunidade a desastres naturais (STEVANUX et al., 2010).

Analisando esse conceito popular, observa-se que se trata da noção de uma segurança absoluta que afasta todos os riscos. Aí há uma evidente oposição entre «estar seguro» e «estar em risco». Mas, ela é inconcebível no mundo real: a experiência cotidiana mostra que a segurança de um sistema convive sempre com cenários de risco prováveis. Desse modo, segurança e risco deixam de ser antônimos radicais como seria de se imaginar pelo conceito popular, mas passam a ser tão próximos em sentido que se aproximam da classe de sinônimos. Permanece entre os conceitos de segurança e risco apenas uma oposição quanto às suas medidas, uma vez que se admite que quanto maior a segurança, menor o risco. (CLARET-GOUVEIA, 2017).

O conceito popular de segurança é encontrado subjacente em muitos textos técnicos e, particularmente em Direito, está na base de denúncias contra profissionais sob a acusação agir com dolo eventual na produção de resultados indesejáveis. Cite-se, para ilustrar, o seguinte excerto da denúncia em um rumoroso caso recente:

O motivo torpe dos homicídios ficou caracterizado pela constatação de que, mesmo absolutamente conscientes, desde a época do licenciamento do empreendimento, de todos os riscos envolvidos na construção e operação da barragem, os denunciados optaram por uma política empresarial de priorização de resultados econômicos em detrimento de práticas de segurança para o meio ambiente e para as pessoas potencialmente afetadas, assumindo todos os riscos da causação das mortes.

É relevante sublinhar que o texto foi lavrado para caracterizar uma das qualificadoras do crime de matar qual seja o motivo torpe. Nele é evidente a crença do acusador na oposição entre segurança e risco dos quais é possível, segundo afirma, ter «absoluto conhecimento».

O pressuposto da oposição entre segurança e risco é observável também na definição de segurança de barragem encontrada no Art. 2º, III, da Lei Nº 12.334 de 20 de setembro de 2010 (BRASIL, 2010): “segurança de barragem: condição que vise a manter a sua integridade estrutural e operacional e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente”. Isto é, como se depreende, existe uma “condição” em que nenhuma consequência negativa é admitida. No Art. 4º, III, dessa mesma lei, se estabelece como fundamento da Política Nacional de Segurança de Barragens a “garantia da segurança da barragem” que é responsabilidade do empreendedor.

Textos técnicos como os citados confirmam o conceito leigo de segurança. Quando profissionais de áreas de interface como o Direito são levados a avaliar o comportamento de outros profissionais não é de estranhar que vejam confirmados os conceitos que assimilaram pela via não científica. Acrescente-se que muitas vezes eles são brindados com documentos formais assinados por responsáveis técnicos como o que afirma “... atesto a estabilidade da barragem em consonância com a lei... e portarias vigentes”.

O mito da segurança absoluta atravessa o caminho do profissional de geotecnia e necessita ser banido de todos os textos normativos. Antes de propor textos substitutivos, examine-se com esse trabalho o conceito de risco.

### 3 | CONCEITOS DE PERIGO E RISCO

Perigo é um evento geológico, atmosférico ou hidrológico que tem o potencial de causar danos a pessoas, ao meio ambiente e ao patrimônio (WAMSLER, 2007). Um perigo natural não é necessariamente causado por forças naturais unicamente, mas pode ser induzido pela ação humana. Não se mede o perigo, mas se o percebe de forma própria conforme o conhecimento e a vivência de cada um. Uma comunidade pode perceber um perigo com sentimento que varia do simples receio ao pânico e pode até reagir a ele com indiferença.

Uma usina nuclear é uma fonte de perigos assim como uma rodovia ou uma indústria. Em geral, para identificar perigos oriundos de uma mesma fonte se utilizam cenários que se descrevem literalmente ou se traduzem por meio de critérios de falha do sistema considerado, no todo ou em parte. Ao cenário de perigo se associa um risco que é uma entidade física distinta.

Textos jurídicos costumam usar risco em lugar de perigo. Mesmo entre os profissionais da Engenharia, subsiste um conceito inadequado de risco cuja origem se identifica na área financeira. Desde o início do século XIX, a partir da institucionalização do controle da economia privada pelo Estado, expressões como alto, médio e baixo são utilizadas para classificar os riscos de investimentos (FLOOD, 2012). O fundamento dessa avaliação qualitativa de risco é o balanceamento dos parâmetros que impulsionam o desempenho favorável de um sistema contra os que o dificultam.

A noção qualitativa desse desbalanceamento corresponde ao conceito de coeficiente de segurança.

A análise de riscos é comumente feita em Engenharia, no Brasil, por métodos qualitativos, assentes sobre a atribuição subjetiva de pesos aos fatores favoráveis e aos desfavoráveis à estabilidade. Exemplo desse método qualitativo é o constante na Portaria N° 70.389 de 17 de maio de 2017 do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

Evolutivamente, buscando uma medida do risco, há métodos de avaliação que propõem o emprego do produto da probabilidade  $p$  de um evento desfavorável pela grandeza das suas consequências, calculadas monetariamente,  $C$ . O risco, nesses casos, é  $R = pC$ . Isto equivale, em sentido amplo, a identificar um desastre natural a um desastre meramente financeiro. Trata-se, de fato, de uma abordagem quantitativa unidimensional, adequada apenas para aplicações financeiras. Nesse método, a par de outros senões conceituais, existe a dificuldade de calcular monetariamente as várias consequências negativas do evento, inclusive os danos ambientais e à vida humana.

O método mais adequado para aplicações de Engenharia tem origem nas análises de riscos feitas em Engenharia Nuclear nos anos setentas e oitentas (KAPLAN; GARRICK, 1981). Por ele, o risco é uma entidade física tridimensional que pode ser expresso por um conjunto de triplas ordenadas do tipo  $\{(S_i, p_i, C_i)\}, i = 1, N$  sendo  $S_i$  o cenário de risco;  $p_i$ , a probabilidade de ocorrência desse cenário; e  $C_i$ , a grandeza das consequências associadas ao cenário considerado (HASSEL, 2010; CLARET-GOUVEIA et al., 2017).  $N$  é o número dos cenários mais prováveis.

Questionados sobre a natureza do risco, Kaplan e Garrick (1981) afirmam que o risco “é” essa entidade física, expressa matematicamente por esse conjunto de  $N$  triplas ordenadas  $\{(S_i, p_i, C_i)\}$ . Desse modo, na opinião desses autores, os métodos unidimensionais e os métodos qualitativos omitem dimensões essenciais do risco.

No que concerne ao interesse desse trabalho, tanto em Engenharia quanto em Direito, perigo e risco são utilizados, mas é evidente que frequentemente se emprega risco para significar perigo. O perigo é apenas uma das dimensões do risco; as duas outras são a probabilidade de um determinado evento perigoso e a grandeza das consequências a ele associadas. No Art. 225, §1º, V, da CRFB-88 (BRASIL, 1988) se encontra uma das ocasiões onde perigo teria sido mais bem empregado em lugar de risco:

Art. 225. § 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

...

*V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias **que comportem risco para a vida**, a qualidade de vida e o meio ambiente;*

...

Como se observa, o perigo de danos à vida e ao meio ambiente é inerente à produção e à comercialização de alguns bens e, do mesmo modo, ao emprego de técnicas, métodos e determinadas substâncias. Não se trata de risco, porque ao menos duas das três dimensões estariam faltando quais sejam a probabilidade do perigo (ou de um cenário cuja fonte é esse perigo) e a grandeza das consequências a ele associadas. Na mesma linha, veja-se, para ilustrar, o texto seguinte que se extraiu de um libelo de denúncia de crime contra a fauna decorrente do colapso de uma barragem:

*Registra-se que a mortandade de espécimes da fauna **foi praticada** com o emprego de métodos e instrumentos capazes de provocar destruição em massa, qual seja, a construção de barragem de rejeito pelo método de alteamento a montante, técnica construtiva de menor custo, mas que apresenta a **maior quantidade de riscos operacionais**.*

O que se pretende com a acusação acima é agravar a pena pela qualificação de crime cometido com “emprego de métodos e instrumentos capazes de provocar destruição em massa” previsto no Art. 29, §4º, VI, da Lei N° 9.605/98. Seria necessário dizer que a técnica de construção da barragem pelo método de alteamento a montante representa maiores perigos operacionais, na opinião do autor da denúncia. Barragens, como todas as construções humanas, são fontes de perigos. Esses perigos não são riscos e, não sendo riscos, não foram praticados por nenhum profissional para gerar o resultado incriminado, pois são perigos inerentes às barragens e supostamente aceitos coletivamente.

Ocorre também com frequência que o mesmo texto alterne perigo e risco com o mesmo sentido de perigo. Veja-se, por exemplo, o texto extraído de uma denúncia:

*Ora, seria escusado dizer que as consequências **colocaram em risco a saúde e a integridade**, não de um homem, mas de uma comunidade. (...) Como se não bastasse, há de ponderar que o rio federal (...) foi, como bem da União, na subespécie de uso comum do povo, **exposto a perigo de morte efetiva** pelo aumento excessivo da carga de demanda biológica de oxigênio, e conseqüente e danosa diminuição do oxigênio dissolvido.*

Normas internacionais (IEC 31010, 2009; AS-NZS, 2009) de gestão de riscos são mais cuidadosas no uso dessa terminologia. Em Inglês, para perigo se usa *hazard* e para risco, *risk*. O processo de Gestão de Riscos se inicia com uma fase de identificação de perigos que consiste em buscar conhecer onde, quando, por que e como eventos naturais podem gerar efeitos indesejáveis sobre um dado sistema. Segue-se uma fase de análise de riscos que consiste na determinação do risco, ou seja, da descrição de cenários de perigo, do cálculo da probabilidade de cada cenário e da determinação da grandeza das consequências que lhe são associadas. Uma terceira fase, a de avaliação de riscos, porém, é essencial qual seja a comparação dos riscos com o risco máximo admissível de modo a orientar a tomada de decisões.

Se se adota um conceito qualitativo de risco, em geral, duas situações são

comparadas com a definição de coeficientes de segurança. Embora seja uma avaliação qualitativa, inadequada para a tomada de decisões ou para a imputação de responsabilidade criminal, o coeficiente de segurança, porque é uma avaliação subjetiva da segurança relativa de dois ou mais sistemas, são muito utilizados. Mas, geram ilusão de segurança.

Quando se adota um conceito unidimensional de risco, duas situações distintas podem ser comparadas por meio dos valores diretos do risco em cada caso. Aqui o problema maior é o significado de cada um deles já que as consequências em cada caso são distintas e precisaram ser monetizadas para se conhecer o risco. Subjaz nessa comparação toda a questão da valoração de bens jurídicos como a vida humana, rios, fauna e flora a que antes se referiu.

A adoção do conceito tridimensional do risco permite uma avaliação de risco em caráter absoluto. Uma vez fixado o cenário de perigo, a sua probabilidade e a grandeza das consequências se comparam de forma independente. Nesse caso, não só a probabilidade do cenário não é atribuída de forma subjetiva, mas com base na modelação e simulação do comportamento físico dos sistemas, como as consequências podem ser avaliadas na sua diversidade.

Portanto, para se afirmar que há assunção de risco por parte de um profissional, é preciso que se tenha feito análise de riscos e que as normas aplicáveis determinem o risco máximo admissível possibilitando a sua avaliação. Se essas condições não se preenchem, não houve assunção de risco, mas apenas se está diante de um perigo que se percebe mais ou menos intenso conforme a vivência de cada um.

#### 4 | DOLO E DOLO EVENTUAL

Duas expressões notáveis são usadas em Direito contendo as palavras “perigo” e “risco”: “imminente perigo”, referindo-se ao estado ou à condição de um sistema ou de um conjunto de pessoas, e “assumiu o risco”, referindo-se à conduta de um agente. Uma análise, à luz do que se expôs anteriormente, permite concluir que essas expressões se aproximam no seu conteúdo semântico a “risco imminente” e “assumiu o perigo”, respectivamente.

Por “imminente perigo” se entende um determinado cenário de perigo cuja probabilidade de ocorrer é grande, muito superior à admissível, associado a consequências qualitativamente avaliadas como indesejáveis. Logo, quando se usa essa expressão, de alguma forma a tridimensionalidade do risco está satisfeita de modo suficiente para exigir uma decisão. “Imminente perigo”, portanto, se aproxima conceitualmente de “risco imminente”.

Quando se afirma que o agente “assumiu o risco” se diz, na verdade, que ele age com negligência diante de cenários de perigo cujas probabilidades não conhece e cujos resultados não avalia, embora certamente indesejáveis. Ora, essa é literalmente uma assunção do perigo inerente a toda empreitada humana. Logo, “assumiu o risco”,



se não for possível demonstrar que o agente o conhecia nas suas três dimensões e que o poderia comparar com um risco máximo admissível, significa “assumiu o perigo”, algo que, em geral, se faz coletivamente.

A questão conceitual subjacente no emprego da expressão “assumiu o risco” em Direito refere-se ao conceito de dolo. Em Direito Penal, quatro teorias (GRECO, 2018) se admitem para a análise da conduta cujo resultado se constatou lesivo a um bem protegido por lei.

Em apertada síntese, essas teorias são como segue. A primeira delas, denominada teoria da vontade, põe o seu foco na vontade livre e consciente do agente de ultrapassar a limitação da lei, agindo na forma prevista no tipo penal. A segunda e majoritária é a teoria do assentimento pela qual o agente reconhece a possibilidade do resultado lesivo de sua ação, mas a executa assumindo o risco de produzi-la. A terceira denomina-se teoria da representação pela qual não se deve avaliar se houve ou não assunção de risco, mas simplesmente se o agente, conhecendo a possibilidade do resultado lesivo, prossegue ou não na ação. A quarta teoria é a da probabilidade pela qual o dolo cinge-se ao conhecimento das chances do resultado lesivo: se o agente o considerava provável além de um limite admissível conhecido, haveria dolo eventual; se não, haveria culpa consciente ou negligência criminosa.

É relevante a consideração dessas teorias, porque frequentemente os libelos acusativos se valem de mais de uma delas com o fim de incriminar o agente. No caso da responsabilização de profissionais engenheiros por acidentes típicos dessa área de atuação profissional, podem-se afastar de imediato as teorias da vontade e do assentimento, uma vez que é inadmissível que se chegue a usar uma obra de engenharia como equipamento para cometer um crime.

As teorias da representação e da probabilidade se equivalem, sendo a primeira menos gravosa para o profissional engenheiro. Ambas subsistem em um vazio normativo de responsabilidade do Estado, que gera acusações descabidas e injustas. Esse vazio normativo consiste na adoção de conceitos qualitativos de risco ou quantitativos unidimensionais e na indefinição do risco máximo aceitável. A adoção do conceito tridimensional de risco e a inclusão nas normas do risco máximo aceitável poderiam afastar os raciocínios jurídicos que confundem perigos assumidos coletivamente com condutas profissionais de assunção de risco com dolo eventual.

No Código Penal Brasileiro, Art. 18 se lê que é doloso o crime, “quando o agente quis o resultado ou assumiu o risco de produzi-lo”. Na primeira hipótese, quando o agente quis o resultado, trata-se de dolo ordinário; na segunda, quando o agente assumiu o risco de produzir o resultado, trata-se de dolo eventual. Em geral, os engenheiros são denunciados por dolo eventual, se um resultado indesejável ocorre em um equipamento social onde estiveram incumbidos de projeto, manutenção ou verificação de estabilidade.

Para se afirmar que o agente assumiu o risco de produzir o resultado é de se supor que o risco fosse conhecido e avaliado. Conhecer o risco implica em conhecê-

lo nas suas três dimensões; avaliar o risco significa compará-lo a um risco máximo admissível. No Brasil, até os dias de hoje, raramente o risco é conhecido, em parte por deficiência normativa. Em consequência, o risco máximo admissível também não é definido nas normas nacionais.

Cabe aqui refletir sobre a valoração jurídica da informação contida em coeficientes de segurança que costumam ser fornecidos em análises de risco em engenharia. Se o método de análise é um método de balanceamento em que se atribuem pontos a parâmetros que favorecem a segurança e, do mesmo modo, a parâmetros que favorecem o risco, um coeficiente de segurança pode ser definido pela razão do total ou do produto dos primeiros para o total ou o produto dos segundos. Ora, como o método é subjetivo na atribuição de pontos, o coeficiente de segurança tem significado apenas relativo, isto é, dentre dois sistemas analisados pela mesma equipe, utilizando a mesma escala de pontuação, a que tiver maior coeficiente de segurança é a mais segura. Mas, não se pode dizer com esse método se o sistema é tão seguro quanto o socialmente desejável.

Se a análise é feita por um método unidimensional, o cenário de perigo é fixo *a priori* e, para esse cenário, se deve estabelecer a probabilidade e a grandeza das consequências a ele associadas. O risco somente pode se dar por conhecido se a probabilidade do cenário é calculada com base em árvore de falhas ou por simulação indireta de Monte Carlo. Porém, ainda permanece o problema da valoração jurídica das consequências.

Portanto, a rigor, o risco permanece desconhecido, se a análise e a avaliação são feitas com base em um conceito qualitativo ou quantitativo unidimensional de risco. No que tange à avaliação de riscos tridimensionais, existe no País um vazio normativo consistente na definição de um método de análise de riscos e no estabelecimento de um risco máximo admissível. Logo, assunção de risco no Brasil é, de fato, assunção de perigo que já se assumiu coletivamente em outra ocasião antes da implantação do sistema.

No texto seguinte, extraído de um libelo de denúncia em um rumoroso caso de rompimento de barragem, observa-se que o argumento da assunção de risco só pode perseverar no espaço da insuficiência normativa que é de responsabilidade do mesmo Estado que acusa:

Cabe ainda notar que, na vistoria realizada pela empresa (...), há indicativo que naquele local o fator de segurança estava em 1,3, ou seja, menor do que o exigido de 1,5, sendo que a análise daqueles instrumentos poderia ter pesado para uma negativa de estabilidade da barragem. Ao desprezar tais instrumentos e declarar a barragem estável, o responsável técnico assumiu o risco de declarar que a barragem estava estável e poderia continuar funcionando.

O raciocínio acusativo seria válido, se a análise de risco estivesse sendo feita por meio do conceito tridimensional de risco. Os coeficientes de segurança referidos são relativos e somente afirmam que uma barragem é mais segura que uma barragem teórica idealizada pelo proponente da escala de pesos do método. Tendo sido a

análise feita por outra pessoa que não o proponente do método, esses coeficientes de segurança perdem todo o significado e, particularmente, é destituída de significado a diferença entre o valor medido e o valor mínimo ilusoriamente estabelecido em norma.

Não há dolo eventual na assunção coletiva de perigo. A noção vaga de perigo não substitui o conhecimento objetivo do risco que é pressuposto da lei. A assunção dolosa do risco exige que se tenha conhecimento do risco nas suas três dimensões e que, comparado ao risco máximo aceitável estabelecido em norma, ele se revele superior. Se isto ocorre, pode ter havido imprudência ou negligência culposa ou, mesmo, culpa consciente.

## 5 | COMUNICAÇÃO DE RISCOS

A comunicação de riscos é uma etapa muito sensível da gestão de desastres naturais. Tanto as comunidades que podem ser afetadas pelas consequências negativas associadas a cenários de risco quanto as autoridades públicas devem ser alvo da comunicação de riscos. Normas internacionais (ISO 31010, 2009) enfatizam essa necessidade, obrigando à comunicação de riscos em todas as fases da gestão de desastres naturais.

A política empresarial típica tem sido a de ocultar os riscos associados a suas instalações o que certamente reduz o sucesso dos planos emergenciais, quando ocorre um evento desastroso e se torna um passivo empresarial para com as comunidades que podem vir a estar envolvidas em um desastre.

No caso de obras de engenharia, a percepção de riscos, que é por natureza um processo lento e gradual, deve levar as comunidades que podem ser impactadas por um colapso a assumi-las como fonte de perigos. A assunção coletiva de perigos é capaz de evitar acusações como a que segue, extraída de uma peça de denúncia em um caso de colapso de uma barragem:

A (...) e a (...), com o simples comportamento de decidirem construir e pôr em operação a barragem de rejeitos (...) criaram uma situação típica de risco, entendida essa como a probabilidade de danos físicos e patrimoniais para as comunidades humanas e os elementos do ecossistema situados à jusante do empreendimento.

As empresas, omitidas no texto, de fato criaram uma situação típica de perigo, porque, a rigor, toda obra humana é geradora de perigo. Na origem do processo de sua implantação, essa fonte de perigos deve ser aceita coletivamente e um nível máximo aceitável de risco deve ser definido. Desse modo, todos os envolvidos são *risktakers* (assumem o perigo racionalmente) e não apenas *stakeholders* (meros participantes).

Cuidado especial deve ser tomado em audiências públicas onde os profissionais de engenharia não devem afirmar deterministicamente a segurança de um equipamento. Pessoas sem a formação técnica tendem a interpretar interpretações ilusórias que primam por ignorar a persistência do perigo. Segundo depoimentos colhidos no desastre sísmico de L'Áquila, diversos cidadãos afirmaram ter ouvido da equipe de cientistas que não

havia risco de um grande terremoto e, por essa razão, se quedaram inertes sem a devida precaução (HALL, 2011).

É de se supor que ao provocar a assunção de perigo coletiva, a eficácia dos planos de emergências seja maior que a constatada no caso de colapso de barragem mencionado antes:

*O plano de ação emergencial da (...), além de não ser, como seria de se esperar, um plano ótimo, simplesmente não funcionou e, com isso, as vítimas tiveram sua capacidade de defesa gravemente comprometida. Não houve comunicação adequada, nem meio tempestivo de evitar o pior. De se notar que o plano de ação emergencial era obrigação legal da (...). Não um papel com um roteiro proforma, mas um documento que, de fato, possibilitasse que, na ocorrência do inesperado, a esperada ajuda da empresa se desse de modo efetivo a evitar prejuízo maior.*

O texto é ilustrativo de deficiências da gestão de riscos que podem ser sanadas pela comunicação de riscos. Na avaliação do autor do texto, “as vítimas tiveram sua capacidade de defesa gravemente comprometida” o que realmente se verifica, quando não se assumiu racionalmente a permanência dos perigos do equipamento social. Observa-se que o plano de emergências é criticado por falhar na comunicação do risco. Por último, é extremamente indesejável que os *stakeholders* se quedem inertes, esperando ajuda para evitar o perigo maior. Em um processo racional de assunção de perigo, cada um dos *risktakers* deve conhecer o seu papel no plano de emergências. Se isto não ocorre, a comunicação de riscos em todo o processo falhou.

A comunicação de riscos deve ser racional, baseando-se em objetividade na avaliação permanente do risco, ou seja, na comparação do risco medido com o risco máximo aceitável. Essa avaliação de risco objetiva e racional tem três pilares a preservar, sempre operacionais (SHRADER-FRECHETTE, 1991), a saber: (a) a possibilidade de que a avaliação de risco seja criticada por cientistas e pelos *stakeholders*; (b) a possibilidade de que a avaliação de risco mude perante novas descobertas sobre as probabilidades dos cenários e da grandeza das consequências; (c) a possibilidade de que a análise de riscos tanto preveja os riscos quanto a resposta humana a eles.

## 6 | CONCLUSÕES

Conclui-se que a criminalização profissional em Engenharia é ainda uma tendência nascida dos movimentos atuais em defesa dos direitos humanos e do meio ambiente. No Brasil, ela somente é viável, porque existe um espaço vazio normativo que deixa em uma zona ambígua os conceitos de perigo e risco. Ademais, o Estado, a quem incumbe por dispositivo constitucional a segurança das pessoas e a proteção do meio ambiente, nesta seara se omite, ou, pelo menos, tarda a definição de risco máximo aceitável, capaz de racionalmente distinguir as situações de assunção coletiva de perigo e de assunção de risco que, por sua vez, pode caracterizar o dolo eventual.

Órgãos de fiscalização profissional de engenheiros necessitam estabelecer métodos objetivos de análise e avaliação de riscos. Os métodos subjetivos podem

criar ilusão de segurança e impulsionar a criminalização da prática profissional. A comunicação de riscos merece maior atenção das empresas e das equipes que são interpeladas em audiências públicas ou via meios de comunicação. A ilusão de segurança é uma tendência dos cidadãos que contraria a assunção coletiva de perigo que, se não antecede a implantação do empreendimento, deve ocorrer pelo estabelecimento de uma relação dialógica entre empresas, cidadãos e Estado.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Constituição** (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 292 p.

BRASIL. Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000. Brasília, DF, 20 set. 2010.

BRASIL. Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm)>. Acesso em: 11 fev. 2019.

BRASIL. Decreto-lei nº 2.848, de 07 de dezembro de 1940. **Código Penal**. Rio de Janeiro, RJ, 07 dez. 1940.

BRASIL. Portaria nº 70.389, de 17 de maio de 2017. Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração, o Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Barragens de Mineração e estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração, conforme art. 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB. Brasília, DF, 17 maio 2017.

BRITISH BROADCASTING CORPORATION NEWS. Lac Megantic disaster: Engineer blamed for Canada blast. Available at: [www.bbc.com/news/world-us-canada-23264397](http://www.bbc.com/news/world-us-canada-23264397). Accessed on March, 28, 2018.

CLARET-GOUVEIA, Antônio Maria et al. Revisiting the risk concept in Geotechnics: qualitative and quantitative methods. **REM - International Engineering Journal**, [s.l.], v. 70, n. 1, p.27-32, mar. 2017. (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0370-44672016700089>.

FLOOD, Mark D.. A brief history of financial risk and information. In: BROSE, Margarita S. et al. **Handbook of Financial Data and Risk Information**. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. p. 1-32.

GRECO, Rogério. **Curso de Direito Penal**. 20. ed. Niterói: Impetus, 2018. 951p.

HALL, Stephen S. Scientists on trial: At fault? **Nature**, [s.l.], v. 477, n. 7364, p.264-269, 14 set. 2011. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/477264a>.

HASSEL, Henrik. **Risk and vulnerability analysis in society's proactive emergency management**. 2010. 225 f. Tese (Doutorado) - Faculty of Engineering, Department of Fire Safety



Engineering And Systems Safety, Lund University, Lund, 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **IEC/ISO 31010:2009**: Risk management - Risk assessment techniques. 1 ed. Geneva: ISO, 2009. 176 p.

KAPLAN, Stanley; GARRICK, B. John. On The Quantitative Definition of Risk. **Risk Analysis**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.11-27, mar. 1981. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1539-6924.1981.tb01350.x>.

MCALLISTER, Lesley K. On environmental enforcement and compliance: A replay to Professor Crawford's review of Making Law Matter: Environmental protection and legal institutions in Brazil. **George Washington International Law Review**, Davis, v. 40, p.649-649, 2009.

VILLAR, Mauro de Salles; HOUAISS, Antonio. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa 2009**. São Paulo: Objetiva, 2009. 1986 p.

STANDARDS AUSTRALIA. **AS/NZS 31000:2009**: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Risk management - Principles and Guidelines. 1 ed. Wellington: Joint Australian New Zealand International Standard, 2009. 10 p

STEVAUX, José Cândido et al. Floods in urban area of Brazil. In: LATRUBESSE, Edgardo (Ed.). **Natural hazards and human exacerbated disaster in Latin America**: Development in earth surfaces processes. Amsterdam: Elsevier, 2009. Cap. 13. p. 245-266.

SHRADER-FRECHETTE, K. S. **Risk and rationality**. University of California Press, Berkeley, 2007. 313 p.

WAMSLER, Christine. **Managing Urban Disaster Risk**: Analysis and adaptation frameworks for integrated settlement development programming for the urban poor. Lund: Lund University, 2007. 318 p. (Thesis).

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-433-7

