

# VÉRTICE

EDIÇÃO 2024

T É C N I C A

ISSN: 2177-5362

## Clima & Desastres

**Conhecimento técnico e governança  
são a base para soluções inovadoras  
para proteger a sociedade**



**CREA-MG**  
Conselho Regional de Engenharia  
e Agronomia de Minas Gerais



# Editorial

## Ações para um futuro seguro e resiliente

Diante da recorrência de desastres ambientais, especialmente no contexto da emergência climática, é urgente pensar em soluções para prevenção e mitigação de riscos. Nesse cenário, a engenharia tem um papel fundamental ao oferecer abordagens científicas e técnicas para antecipar e minimizar os impactos desses eventos adversos.

É imprescindível reconhecer a relevância do tema e a importância da participação dos profissionais do Sistema Confea/Crea na apresentação de soluções técnicas e economicamente viáveis para evitar e minimizar esses problemas. Estes profissionais são essenciais na elaboração de estratégias eficazes e na implementação de medidas que garantam a segurança e a qualidade de vida das comunidades.

O Crea-MG, comprometido com a segurança e o bem-estar da população, tem procurado avançar nas discussões e propostas relacionadas à gestão de riscos ambientais. Entendendo a importância e a necessidade de atitudes urgentes na prevenção e monitoramento, com trabalho técnico, instalamos, em maio de 2024, o Grupo de Trabalho “A Engenharia e a Prevenção de Eventos Geológicos e Hidrológicos para Proteção da População”.

Um dos frutos deste trabalho é esta revista técnica, que reúne artigos técnicos, entrevistas com especialistas abordando diretrizes e práticas para a atuação na prevenção ou mitigação dos riscos geológicos e hidrológicos, além de uma linha de tempo com as principais alterações na legislação de defesa e proteção civil.

Com esta publicação, reafirmamos nosso compromisso com a proteção da população e com a construção de um futuro mais seguro e resiliente. Juntos, poder público, profissionais e sociedade, podemos enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e garantir um ambiente mais seguro para todos.



Engenheiro Civil e de  
Segurança do Trabalho  
**Marcos Venícius Gervásio**  
PRESIDENTE DO CREA-MG

# Ao Leitor

A urbanização predatória associada à crise climática e à setorização de obras de intervenção causam, continuamente, a exacerbação dos riscos hidrogeológicos.

Deve-se preocupar, diante das situações que se apresentam, principalmente em áreas suscetíveis aos impactos da associação ora referida, com o planejamento das ações e obtenção de informações e dados necessários à prevenção e ao controle de riscos.

As pesquisas, as medições e as modelagens são essenciais para dotar os especialistas de ferramentas para auxiliar o poder público e outras organizações. O cuidado com taludes e galerias, com foco nos riscos hidrológico e geológico-geotécnico, pode favorecer a manutenção da segurança dos trabalhos.

Os artigos técnicos e matérias desta edição da Revista Vértice Técnica procuram trazer a discussão da gestão do risco, da segurança e defesa civil, dos riscos envolvidos e outras contribuições ao estado da arte em eventos geológicos e hidrológicos.

O bom uso do conhecimento e a difusão das formas de prevenção e ação podem trazer à população em áreas de risco (mais de 70% do país) a proteção necessária.

Boa leitura a todos!

**Os editores.**

**A Revista Vértice Técnica** é uma publicação do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais (Crea-MG)

• Presidente - Engenheiro civil e de segurança

do trabalho **Marcos Venícius Gervásio** • Vice-Presidente - Engenheiro civil **Diego Oliveira Rosa** • Diretor Administrativo e Financeiro - Engenheiro agrônomo **Samuel Petraccone Caixeta** • Diretor de Relações Institucionais - Engenheiro civil **Rodrigo Fernandes da Costa** • Diretor de Atendimento e Acervo - Engenheiro eletricitista **Israel Bernardes** • Diretor de Planejamento, Gestão e Tecnologia - Engenheiro mecânico **Antônio Humberto Pereira de Almeida** • Diretor Técnico e de Fiscalização - Engenheiro civil **Gabriel Faria Nogueira** • Diretora de Recursos Humanos - Engenheira agrônoma **Claudia Beatriz Versiani** • Chefe de Gabinete e Gerente do Departamento Técnico - Engenheiro mecânico **Edílio Ramos Veloso** • Gerente do Departamento de Comunicação e Relações Institucionais - Lucas Morais

## Conselho Editorial da Edição / Novembro de 2024

Engenheiro de minas José Margarida da Silva • Engenheira civil Maria da Glória Braz

## Revista Vértice Técnica - Clima e Desastres

Jornalista Responsável: debi sarmento (MG-06801-JP) • Revisão: Adriana von Krüger • Projeto gráfico: Luciano Bicalho • Diagramação: Adriana von Krüger, debi sarmento, Daniel Renna e Pedro Charnizon (estagiário)

Os artigos foram enviados pelos autores e são de sua inteira responsabilidade.



### Pode e deve ser reproduzido!

Você pode compartilhar e adaptar o presente trabalho, desde que citada a fonte, dando o devido crédito aos autores, conforme os termos da licença:



# Índice

Crise Climática e Desastres Naturais.....	07
Linha do tempo.....	13

<i>O que pensam os especialistas?</i> .....	16
---	----

<b>Entrevista</b> - Ronaldo Malheiros Figueira <b>Geólogo e mestre em Geologia Ambiental</b> .....	25
---	----

## Artigos

Importância da Participação dos Profissionais da Engenharia no Planejamento e Conhecimento da Combinação dos Aspectos Geológicos e Hidrológicos nas Áreas de Risco.....	29
A Legislação Brasileira sobre Desastres.....	34
Gestão de Riscos: Um Paradigma Necessário à Resiliência Urbana.....	38
Sete Medidas Preventivas para Aumentar a Resiliência das Cidades.....	45
O Risco Geotécnico e seu Impacto nas Obras de Engenharia.....	50

## Opinião

<b>Reflexões sobre Prevenção de Desastres Geológicos e Hidrológicos.....</b>	<b>55</b>
--	-----------

<i>Ler e navegar</i> .....	60
----------------------------	----

# CRISE CLIMÁTICA E DESASTRES NATURAIS

Estiagens prolongadas e precipitações acima da média, bem como queimadas, inundações, deslizamentos de encostas e outros eventos geológicos e hidrológicos fizeram com que 94% dos municípios brasileiros precisassem decretar, pelo menos uma vez, situação de emergência ou estado de calamidade pública entre 2013 e 2023. O levantamento, realizado pela Confederação Nacional dos Municípios (CNM), aponta ainda que o impacto nas populações desses locais foi de 2.667 mortes, mais de 2,5 milhões de moradias afetadas e prejuízos de R\$ 639,4 bilhões.

Em 2024, os desastres naturais já causaram prejuízos da ordem de R\$ 45 bilhões. As queimadas foram responsáveis, até setembro, por R\$1,3 bi, além dos prejuízos ambientais - só no Pantanal foram 2,3 milhões de hectares destruídos, o que corresponde a mais de 15% do bioma.

A tendência, conforme projeções do sexto relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), é que haja um aumento desses eventos climáticos extremos. Apesar desses alertas, no Brasil, pouco mais de 20% dos gestores avaliam que os seus municípios estão aptos para enfrentar consequências desses eventos.

Nesse cenário, o papel dos profissionais de engenharia, agronomia e geociências torna-se essencial para, com o seu conhecimento técnico, orientar a prevenção, a adaptação e a mitigação dos efeitos da crise climática. Eles devem contribuir para que gestores públicos e privados tomem as melhores decisões, estando à frente da implementação e, também, no desenvolvimento de soluções tecnológicas apropriadas para cada cenário específico.

---

# 10 MAIORES RISCOS

O Fórum Econômico Mundial (FEM), realizado em janeiro de 2024, incluiu a crise climática entre os 10 principais riscos globais para os próximos 10 anos.

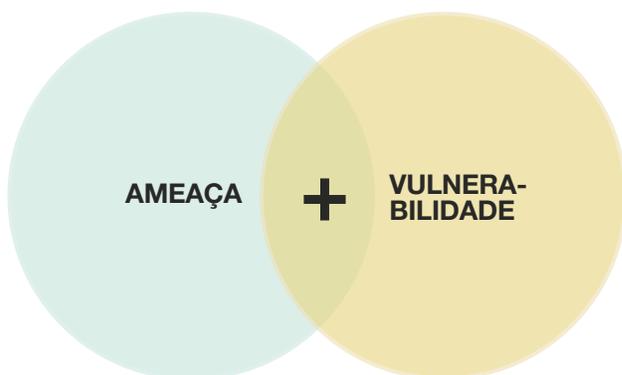
- **Eventos climáticos extremos**
- **Mudanças críticas nos sistemas da Terra**
- **Perda de biodiversidade e colapso de ecossistemas**
- **Escassez de recursos naturais**
- **Desinformação**
- **Resultados adversos das tecnologias de IA**
- **Migração involuntária**
- **Insegurança cibernética**
- **Polarização da sociedade**
- **Poluição**

# MUDANÇA CONCEITUAL

A década de 1990 marca uma mudança importante na forma de lidar com os desastres. O foco deixa de ser o desastre em si e passa a ser o risco. Os esforços voltados para a resposta aos desastres começam a ser direcionados para a prevenção e mitigação dos riscos.

A mudança terminológica é derivada da perspectiva da construção social do risco. Segundo esse entendimento, os desastres são decorrentes de eventos adversos em áreas que não possuem estrutura para resistir aos impactos, ou seja, que são vulneráveis

**DESASTRE**



O desastre é o resultado de eventos adversos, naturais, tecnológicos ou de origem antrópica, sobre um cenário vulnerável exposto a uma ameaça, causando danos humanos, materiais ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais.

*"O ponto crucial para entender por que os desastres acontecem é o fato de que eles não são causados apenas por eventos naturais. Os desastres são, também, o produto de ambientes sociais, políticos e econômicos, devido à forma como estes estruturam a vida de diferentes grupos de pessoas. Corremos o risco de separar as catástrofes 'naturais' dos quadros sociais que influenciam a forma como os perigos impactam as pessoas, colocando muita ênfase nos perigos naturais e um destaque longe de ser suficiente no ambiente social"*

Ben Wisner, Piers Blikie, Terry Cannon e Ian Davis (2003).

# Pequenos defensores: educação para um futuro resiliente

Para atingir a meta do Marco de Sendai de reduzir os riscos e perdas globais por desastres, o tema do Dia Internacional para Redução de Riscos de Desastres (IDDRR) de 2024, em 13 de outubro, foi sobre o papel da educação na proteção e capacitação dos jovens para um futuro resiliente.

Em Betim (MG), o projeto Pequenos Defensores confirma que educar as crianças é uma das melhores formas de reduzir os riscos de desastres. O projeto iniciou em 2022, em parceria com o Salão do Encontro. Uma vez por semana, crianças entre 8 e 13 anos, participam de aulas sobre percepção de risco, brincadeiras perigosas, autoproteção e autossalvamento, ministradas pela equipe da Defesa Civil. As atividades são realizadas no contraturno escolar e atendem alunos de 15 escolas da rede municipal de ensino.

A engenheira civil Suellen Oliveira, superintendente da Defesa Civil de Betim, explica que o projeto foi criado a partir do entendimento de que “a mudança de mentalidade tem que iniciar na educação básica”. Por isso, considera que o Pequenos Defensores é um dos projetos mais importantes da Defesa Civil. “A gente está preparando cidadãos mais resilientes, mais conscientes, para que eles possam saber agir em momentos de adversidade”, reforça.

Ela conta que, ao final do ciclo de treinamento, as crianças têm uma cerimônia de formatura e recebem o certificado de “pequenos defensores”. Mais de 250 crianças já foram capacitadas e Suellen avalia que o conteúdo tem sido bem assimilado. “Eles conseguem entender as questões que apresentamos e, por mais que a gente

tente ministrar as aulas de uma forma mais lúdica para eles, às vezes usamos termos técnicos. Na aula final, é muito lindo ver que as crianças já usam os termos técnicos mesmo e sabem, por exemplo, diferenciar fissura, trinca, rachadura”, comemora a engenheira.



# Etapas da gestão de riscos de desastres

---

## PREVENÇÃO

— Ações para evitar ou reduzir os novos riscos de desastres. Nessa etapa, deve-se trabalhar para tornar as cidades mais resilientes, investindo em capacitação de pessoas, em uma matriz energética menos poluente, adotando soluções baseadas na natureza e ampliando o planejamento urbano e infraestrutura.

## MITIGAÇÃO

— O foco é reduzir ou evitar as consequências do risco de desastre. Um exemplo é a adoção de uma economia de baixo carbono para reduzir a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) e os efeitos das mudanças climáticas. Já a limpeza de ruas, a destinação adequada de resíduos e o desassoreamento de rios podem minimizar a ocorrência de inundações.

## PREPARAÇÃO

— Constituída das atividades para otimizar as ações de resposta e minimizar os danos e as perdas decorrentes do desastre. A preparação de uma infraestrutura de comunicação e de energia alternativas para o caso de interrupções durante a ocorrência de um desastre integra essa etapa.

## RESPOSTAS

— São as medidas emergenciais, realizadas durante e imediatamente após o desastre. Além do socorro e assistência à população atingida, compõem essa etapa as ações destinadas a restabelecer os serviços essenciais, incluindo fornecimento de água, energia, vias de circulação, dentre outros.

## RECUPERAÇÃO

— Retornar à normalidade, reconstruindo a infraestrutura e reabilitando o meio ambiente e a economia integram as ações de recuperação. Em geral, consome um alto volume de recursos quando comparada à prevenção.

# ODS e redução de riscos de desastres

O desenvolvimento sustentável é entendido como requisito para a redução de riscos de desastres naturais. Daí a importância dos países se esforçarem para cumprir as metas trazidas pela Agenda 2030 e os seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).



Em 2024, o Brasil adotou, voluntariamente, o 18 ODS com o objetivo de combater as desigualdades étnico-raciais. Esse último ODS, como os demais, está relacionado à redução de riscos de desastres. No caso do novo ODS, porque populações minoritárias e periféricas sofrem com o racismo ambiental e são mais impactadas por desastres naturais.

# Linha do Tempo

1965

**Assistência em casos de desastre natural** - ocorrência de diversos desastres de alto impacto que culminaram na adoção de resoluções por parte da ONU para auxílio a comunidades atingidas.

1969

**Assistência permanente:** É instituído o Grupo Especial para Assuntos de Calamidades Públicas (GEACAP), precursor da Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC), com incumbência de prestar assistência à defesa permanente contra as calamidades públicas.

**Fundo e Grupo Especial:** o Decreto-Lei 950 institui o Fundo Especial para Calamidades Públicas (FUNCAP) fixando a dotação de recursos para atendimento às populações atingidas por calamidades.

1966 - 1967

**Estruturação para responder aos desastres naturais:** chuvas fortes na região Sudeste e seca no Nordeste demandam intervenção governamental e o Brasil começa a se estruturar para responder às situações de desastres desencadeados por eventos climáticos. Em 1967, é criada a primeira Defesa Civil Estadual no Brasil, no Estado da Guanabara (Rio de Janeiro).

1988

**Constituição de 1988:** pela primeira vez, a Constituição Brasileira inclui como prerrogativa da União a defesa permanente contra calamidades públicas, incluindo legislar sobre a defesa civil.

**Redução de riscos:** como parte da estratégia nacional para a redução de riscos de desastres, o Decreto 97.274 organizou o Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC). Em 1993, o SINDEC é reorganizado e, em 2005, atualizado.

1989

**Década Internacional para Redução dos Desastres Naturais:**

a Assembleia Geral da ONU aprova a Resolução 44/236, que estabelece o ano de 1990 como início da Década Internacional para Redução dos Desastres Naturais (DIRDN). O objetivo central da campanha é a redução de perdas de vidas, danos e transtornos socioeconômicos, especialmente nos países em desenvolvimento, provocados por desastres naturais como escorregamentos, terremotos, erupções vulcânicas, tsunamis, inundações, vendavais, seca e desertificação, incêndios, pragas, além de outras calamidades de origem natural.

1994

**Declaração de Yokohama:** este documento resulta da Conferência Mundial para a Redução de Desastres Naturais, realizado em Yokohama, Japão. São apresentadas as linhas principais para a prevenção, preparação e mitigação de desastres naturais. Essas diretrizes influenciam as políticas públicas no Brasil.

1995

**Elaboração da Política Nacional de Defesa Civil (PNDC):** em alinhamento com as resoluções da ONU, o Brasil elabora a PNDC, estruturada em torno de prevenção, preparação, resposta e reconstrução.

2001

**Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD):**

as Nações Unidas divulgam a EIRD, propondo a continuidade dos esforços da década anterior, focando em estratégias técnico-científicas para a redução de desastres.

2005

**Marco de Ação de Hyogo (2005-2015):** o objetivo geral é aumentar a resiliência das nações e das comunidades frente aos desastres durante o decênio. O documento já aborda a questão do desenvolvimento sustentável a fim de diminuir os riscos de desastres, bem como, sugere maior integração entre governos e população local.

DÉCADA DE 2010

**Fortalecimento da gestão de**

**riscos:** implantação do Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil, mapeamento de riscos de desastres, criação do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais e organização do Sistema Nacional de Proteção Civil (SINPDEC).

2010

### Atualizações no Marco Regulatório da Defesa Civil:

- **Decreto 7.257:** estabelece novas regras e normas para o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil.
- **Lei 12.340:** regula o financiamento de ações de defesa civil e a cooperação entre entes federados.

2015

**Marco de Ação de Sendai (2015-2030):** substitui o Marco de Ação de Hyogo, estabelecendo metas globais para a redução de riscos de desastres e promovendo o desenvolvimento sustentável como parte das estratégias de prevenção de desastres para 15 anos. Nesse encontro, pela primeira vez, o Brasil foi representado por uma delegação de pesquisadores e outros profissionais relacionados ao tema e se comprometeu em internalizar o Marco de Sendai.

2012

**Lei 12.608:** institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), estabelece o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), e cria o Sistema Nacional de Informações e Monitoramento de Desastres. Essa legislação foi impulsionada por desastres ocorridos em Santa Catarina em 2008 e na região serrana do Rio de Janeiro em 2011.

**Criação do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN):** parte da implementação da Lei 12.608, o Cemaden atua na coleta e análise de dados para a prevenção de desastres.

2024

**Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil:** previsto desde a Lei 12.608/2012, o primeiro Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil traz orientações e estratégias para atuação coordenada das defesas civis nacional, estaduais e municipais em cinco frentes: prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação.

2025

**COP-30 - Belém (PA), Brasil:** A 30ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP 30) será realizada em Belém, no Pará, em novembro de 2025. Será a primeira vez que o Brasil sediará uma cúpula mundial do clima, evento no qual os líderes mundiais debatem soluções para o aquecimento global e alternativas sustentáveis. Dentre as questões que estarão em pauta na COP 30, merecem destaque a discussão do financiamento climático para países em desenvolvimento e, também, a participação social.

---

# O que pensam os especialistas

A frequência e a intensidade das chuvas e das estiagens tende a aumentar nos próximos anos. Essa é a conclusão de diversos relatórios de organismos nacionais e internacionais que monitoram o clima e suas relações com as ações antrópicas. Lidar com as consequências dessa situação requer uma rede de instituições para implementar medidas com os objetivos de minimizar os impactos negativos dos eventos climáticos extremos.

Para detalhar os desafios e perspectivas desse cenário, a Revista Vértice Técnica conversou com o engenheiro geólogo Pedro Carlos Garcia Costa, coordenador da Câmara Especializada de Geologia e Minas do CREA-MG, com o arquiteto Reginaldo Magalhães de Almeida, analista da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, com o deputado federal por Minas Gerais Pedro Aihara e com o engenheiro florestal Daniel Pereira Guimarães, pesquisador da EMBRAPA. A síntese das entrevistas pode ser conferida nas próximas páginas.



# Conheça os especialistas



**Pedro Carlos Garcia  
Costa**

—  
Graduou-se em Engenharia Geológica pela Universidade Federal de Ouro Preto (1979). É sócio-diretor da Carmo & Delgado - Geólogos Consultores. Foi analista legislativo, gerente de Meio Ambiente e Desenvolvimento Socioeconômico da Assembleia Legislativa de Minas Gerais (ALMG). Atualmente é coordenador da Câmara Especializada de Geologia e Engenharia de Minas do CREA-MG.

É arquiteto e urbanista pela UFMG, onde também fez os cursos de especialização, mestrado e doutorado. É professor na Universidade FUMEC e analista da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, com enfoque nos licenciamentos ambiental e urbanístico. Desde 2016, atua como pesquisador do CNPq, com ênfase em instrumentos urbanísticos e jurídicos relativos à produção do espaço urbano contemporâneo.



—  
**Reginaldo Magalhães  
de Almeida**



**Pedro Aihara**

—  
É graduado em Direito pela UFMG e em Ciências Militares, com ênfase em prevenção de catástrofes pelo CBMMG. É especialista em Gestão de Projetos (USP), Desastres (Universidade de Yamaguchi - Japão) e Pública (UFJF). Foi porta-voz dos bombeiros durante os trabalhos relativos ao desastre provocado pelo rompimento da barragem em Brumadinho, em 2019. Foi eleito deputado federal por Minas Gerais em 2022.

Engenheiro florestal (UFV), mestre (UFPR) e doutor (UFV) na área. Atualmente é pesquisador da EMBRAPA. Integrou a equipe dos projetos de pesquisa “Gestão do Projeto sobre Simulação de Cenários Agrícolas Futuros a Partir de Projeções de Mudanças Climáticas Regionalizadas” e “Implementação do Programa Nacional de Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC)”, dentre outros.



—  
**Daniel Pereira Guimarães**

---

# Mudanças climáticas & riscos globais

---



**Reginaldo**

— A mudança climática é uma realidade. Estudos demonstram que, devido às ações antrópicas, que cada vez se intensificam, o clima mundial sofre grandes transformações. Esse processo não é novo, porém, devido à escassez cada vez maior dos espaços verdes nas cidades, geração de resíduos e de um sistema de mobilidade baseado no combustível fóssil, dentre outros, os eventos climáticos extremos vêm se intensificando.

## Mudança ou crise climática?

Mudança e crise climática são dois termos que estão muito próximos, mas que não podem ser confundidos. A mudança acontece lentamente e se torna mais perceptível pelas crises climáticas que ocorrem com maior frequência. Como a crise climática é a que causa os maiores danos, politicamente ela tem que ser tratada com mais urgência e pontualidade.



**Pedro Garcia**

# Evidências



**Reginaldo**

— No mundo contemporâneo, as mudanças tornaram-se mais abrangentes e com efeitos cada vez mais profundos e graves, sejam sociais ou econômicos. Como exemplo, tem-se a grande seca que nosso país vem enfrentando, a qual vem impactando diretamente em várias regiões como o Pantanal e a Amazônia. E a população que mais sofre com essa crise é a de menor poder aquisitivo.

Este ano, tivemos essa seca terrível e outros eventos extremos como chuvas de granizo muito pesadas, chuvas de alta intensidade, umidade cada vez mais baixa. E é um fenômeno global: tivemos, recentemente, camelo congelado no deserto da Arábia Saudita e chuvas torrenciais no Saara, coisas que eram inimagináveis.



**Daniel**

## Desastres naturais?



**Pedro Garcia**

— Desastres como os da Vila Barraginha (MG), de Petrópolis e Teresópolis (RJ), Ilhabela (SP) e mesmo das nossas barragens aqui em Minas, quase nenhum deles pode ser tratado como “natural”. Tem sempre uma intervenção humana negativa muito grande. Se você pensa em longo prazo, até mesmo essas chuvas de intensidade altíssima são produtos de uma modificação na circulação atmosférica.

---

# Seca requer atenção

Às vezes, as pessoas só se lembram da Defesa Civil quando tem uma enchente. Mas a queimada gera muito mais pobreza e causa muito mais impacto. A estiagem é mais danosa para o meio ambiente, para a população humana, para todo o planeta. As áreas desérticas são onde vive toda a pobreza do mundo e que causa a grande migração, origem de inúmeros conflitos no mundo.



**Daniel**

# Enfrentamento

---



**Pedro Aihara**

Globalmente, há um movimento, que começa principalmente com o Marco de Hyogo (2005) e depois, em 2015, com o Marco de Sendai, que mostra a preocupação da comunidade internacional, em relação às questões dos desastres e, especialmente, dos desastres relacionados à mudança climática. Nos países em desenvolvimento, os reflexos dessas mudanças climáticas vão ser experimentados numa intensidade ainda maior devido à burocracia e ao tempo necessário para fazer a reconstrução da infraestrutura desses locais.

Nós nunca tivemos tantos problemas como agora. Mas, também nunca tivemos tantas condições de enfrentar esses problemas como temos agora. E a principal forma de encarar esses problemas é por meio da educação. E precisamos fazer isso de alguma forma porque essa é nossa última chance de tentar voltar à condição anterior, senão o planeta vai estabilizar num outro patamar.



**Daniel**

# Acções & práticas para prevenção, mitigação e resposta



**Pedro Aihara**

— É preciso investir na prevenção e na preparação das comunidades para que algumas práticas, que não são adequadas, parem de ser adotadas. Poucas cidades têm mapeamento geológico. Outro problema é que a maior parte das cidades do Brasil não têm planos de contingência para poder lidar com eventos climáticos extremos e desastres naturais. É primordial colocar esse tópico dentro do planejamento urbano, como política pública e não somente como ação de resposta emergencial.

*[São necessárias]* Mudanças nas legislações, principalmente nos Planos Diretores das cidades, incentivando mecanismos que possam minimizar os efeitos das mudanças climáticas e um contato direto com a população, a fim de sensibilizá-la sobre a importância de cada um de nós, cidadãos, contribuir para que a sustentabilidade deixe de ser um sonho e se torne uma realidade. Posso citar o exemplo de Belo Horizonte que vem aperfeiçoando sua legislação urbanística, com propostas e ações de aumento do percentual de permeabilidade, incorporação nos empreendimentos de tecnologias verdes – com medição individualizada de água, energia solar, cobertura verde, entre outras.



**Reginaldo**



**Pedro Garcia**

— É importante criar um sistema de defesa eficiente contra determinados tipos de desastres. Por exemplo, hoje é possível fazer uma boa previsão de chuvas. Então é possível avaliar o que essa chuva prevista pode causar e preparar a população. Para isso, também é preciso ter um sistema de alerta que a população confie. Não adianta eu ter um sistema se, quando toca a sirene, todo mundo continua deitado. Também é preciso fazer um grande programa de educação ambiental para mostrar para as pessoas a importância daquele sistema de prevenção.

Com as informações de satélite e previsões, é possível monitorar a situação do planeta com altíssima qualidade e rapidamente, em tempo quase real. O uso dessas tecnologias nos dá condições de sermos muito mais eficientes. Por exemplo, essas queimadas poderiam ter sido minimizadas, porque desde a época em que estava ocorrendo aquele desastre lá no Rio Grande do Sul, das enchentes, o Pantanal já mostrava que estava entrando um período de seca severa. As informações de satélites já estavam mostrando que, em relação ao ano passado, a situação era dramática. Já poderiam ter sido tomadas medidas, proibindo queimadas ou colocando equipes de plantão.



**Daniel**

## Principais Desafios



**Pedro Aihara**

- É necessário mudar bastante a nossa concepção da gestão de riscos. Hoje, ainda tem, sobretudo no Brasil, um modelo que associa a questão das mudanças climáticas a uma atuação reativa do Estado e das pessoas. Quando acontece uma enchente, uma inundação, ela provoca, além de perdas humanas, prejuízos econômicos, danos ambientais. E só depois que já aconteceu o evento extremo, é que as pessoas vão ou reconstruir ou então fazer ações emergenciais. E o que a gente precisa para melhorar, para mitigar esses riscos, é justamente não trabalhar na gestão da resposta do desastre provocado pela mudança climática, mas sim na gestão do risco.

Ainda são vários os desafios. Primeiro verifico que falta vontade de utilizar essas tecnologias – por exemplo: há pouco tempo quando se falava em medição individualizada de água, achava-se um absurdo, achava-se que iria aumentar o custo dos empreendimentos etc. Hoje, grande parte dos empreendimentos utilizam a medição individualizada, agregando valor comercial aos empreendimentos. Existe ainda uma reação cultural com relação a utilização das tecnologias sustentáveis ou verdes e isso precisa mudar. Com o acesso cada vez maior a essas tecnologias, haverá uma tendência a uma redução de custos.



**Reginaldo**



**Daniel**

- Tem pessoas que acham que o importante é produzir alimento, que a floresta não serve para nada. Tem os que acham que tem que preservar só a floresta e não produzir alimento. Como Buda falou, a verdade está no meio. Esse é um de nossos desafios. Temos que saber usar [os recursos], a população do mundo hoje é mais de 8 bilhões de pessoas, então, para alimentar esse povo, precisamos fazer o uso de uma boa parte do solo. Mas, não precisamos desmatar mais nada. Podemos produzir gado, alimento e florestas em um mesmo espaço, é o que as pesquisas têm apontado.

Duas questões são importantes: como fazer o poder público agir adequadamente e como fazer a sociedade civil ter participação efetiva. No campo do poder público, deveria ter a obrigatoriedade de manter equipes de prevenção de riscos ambientais, com uma rubrica específica para esse fim. Aqui em Minas, infelizmente, regredimos nesse aspecto. Já tivemos um órgão público chamado Instituto de Geociências Aplicadas (IGA) que chegou a fazer, para vários municípios, mapas de recursos naturais integrados e, certamente, se tivessem prosseguido com essa política, já teríamos o mapeamento dos 853 municípios. Isso permitiria às prefeituras fazerem um planejamento eficiente da aplicação dos recursos públicos e de ter, associados com outros municípios da microrregião, equipes técnicas eficientes para fazer o estudo dessas áreas de risco e de prevenção.



**Pedro Garcia**

# Desigualdades



**Pedro Aihara**

Aqui no Brasil e nos países em desenvolvimento, há um peso maior no fator socioeconômico pelo tipo de desastre que a gente tem. O Japão, por exemplo, sofre com a questão dos terremotos e a dos tsunamis e, nesse tipo de evento extremo, o atingimento da população ocorre de forma equânime, aquela pessoa que está na ocupação vai ser mais afetada mas, quem está no imóvel de luxo também vai ser afetada. Aqui no Brasil, não. Geralmente, as áreas que são mais castigadas por esses eventos extremos são as que não tem uma infraestrutura adequada e, por isso, são mais severamente atingidas. Para diminuir essa desigualdade, precisamos investir em infraestrutura, educação e conscientização das pessoas. Além disso, precisamos fazer com que a lógica da nossa cidade, tanto de ocupação, quanto de oferecimento de serviço de proteção, de infraestrutura, seja mais robusta. Assim, vamos diminuindo esses abismos sociais que, infelizmente, ainda acontecem.

# Criando municípios resilientes

No final do século XIX, Ebenezer Howard, que é uma referência até os dias atuais nos cursos de Urbanismo, defendeu a necessidade de que a cidade, maior construção humana, necessitava mudar o seu processo de urbanização, ou melhor, seu processo de domínio sobre a natureza. É isso que precisamos fazer, hoje as cidades estão divorciadas da natureza – é necessário trazer a natureza para dentro das cidades novamente, torná-las efetivamente como um ambiente onde o construído e o natural sejam complementares. Em vez de canalizar os córregos e transformá-las em grandes artérias viárias, em grandes áreas públicas e verdes. As cidades precisam de serviços públicos eficientes, sistemas inteligentes de mobilidade urbana e uso mais sustentável do solo.



**Reginaldo**

## Políticas públicas



**Pedro Garcia**

—  
Precisamos de programas de longo prazo, com uma política permanente nos municípios. Então, o primeiro passo é mobilizar a sociedade para interagir com os representantes. A política pública deve partir, evidentemente, de conceitos técnicos e, por isso, é necessário mobilizar os órgãos técnicos, os conselhos profissionais como o CREA-MG, o de Biologia e o dos Técnicos, dentre outros. Nós, do CREA-MG, temos a obrigação de mobilizar o poder político, mostrando o papel da engenharia nos trabalhos de prevenção. É um papel imenso, de ir às prefeituras, ir aos municípios, mobilizar os engenheiros da região para participar das políticas municipais, para unir e conscientizar a sociedade.

Devemos investir em infraestrutura, retirando pessoas de áreas de risco, investindo em infraestrutura de contenção de bacias, de cheias, antes que essas situações aconteçam. Comparando com a realidade lá fora, o sistema de contenção de cheias da bacia de Tóquio foi uma obra muito cara, mas que já se pagou mais de 20 vezes se comparamos seu custo com os prejuízos que seriam causados se essa obra não existisse. No Brasil, temos uma dificuldade muito grande de investimento em infraestrutura porque são obras caras, demoradas, que atravessam governos e, por motivos eleitorais e eleitoreiros, os governantes acabam fazendo a opção em investir em questões que dão retornos eleitorais mais rápidos.



**Pedro Aihara**

# Entrevista



## Ronaldo Malheiros Figueira

---

Geólogo e mestre em Geologia Ambiental. Trabalhou na Prefeitura do Município de São Paulo entre 1992 e 2022 nas áreas de meio ambiente e, principalmente, Gestão de Riscos e Desastres pela Defesa Civil. Foi secretário executivo da Câmara Temática Metropolitana para Gestão de Riscos Ambientais de São Paulo (CTM-GRA). Atuou como coordenador da Coordenadoria Nacional de Câmaras Especializadas de Geologia e Engenharia de Minas do Sistema Confea/Crea.

Porto Alegre registrou, em 2024, o mês mais chuvoso de sua história (os registros remontam a 1910) e a precipitação excessiva afetou não só a capital como mais de 60% do território estadual. O segundo semestre de 2024 atinge recordes de períodos de estiagem e o país observa queimadas em todas as regiões. Eventos como esses têm sido mais comuns.

Com mais de 20 anos de experiência em gestão de riscos e desastres, o geólogo Ronaldo Malheiros Figueira aponta, em entrevista à Vértice Técnica, que a governança é um fator preponderante para lidar com as consequências da crise climática e com os desastres decorrentes dos eventos climáticos extremos. Confira.

**Vértice Técnica** - Quais são os principais desafios impostos pelos cada vez mais frequentes eventos climáticos extremos?

**Ronaldo Malheiros Figueira** - Eu atuei 20 anos na Defesa Civil de São Paulo e, desde que eu entrei lá, em 2002, entendi que lidar com essas questões é uma guerra na qual você não conhece o inimigo. Por isso, temos que pensar no pior cenário e, a partir desse cenário, estabelecer as metas e planejar como se preparar. O grande desafio, hoje, está na chamada governança de risco e desastre. Os marcos internacionais vieram andando na linha de preparação, depois de um olhar mais técnico e, hoje, estão em uma linha que bate muito na questão da governança. Mas, mais do que falar de governança, as coisas que vêm acontecendo agora mostram, cada vez mais, que isso [gestão de risco e desastres] é uma coisa que está fora da pauta dos gestores, que só enxergam a resposta.

Só que tem todo um trabalho que envolve planejamento, preparação. As mudanças climáticas, quando comecei, há 20 anos, eram uma coisa que se vislumbrava e hoje já é uma realidade. É importante entender que dispositivos legais já existem. Apesar disso, existe uma lacuna muito grande entre o que a lei estabelece e o que se coloca, de fato, na realidade.

**Vértice Técnica** - Publicado em 2010, seu artigo “Riscos geológicos e políticas públicas” já abordava essa questão da governança. O que mudou nesse período?

**Ronaldo Malheiros Figueira** - Em 2010, já era possível vislumbrar que o problema estava na governança, embora não se falasse muito sobre o tema. O artigo trouxe um olhar sobre essa questão e da necessidade de começar a pensar diferente. O nosso grande desafio não é a resposta. É fazer valer o que a Política Nacional de

Proteção e Defesa Civil, de 2012, estabelece, inclusive no que diz respeito às responsabilidades das prefeituras.

**Vértice Técnica** - Como deve ser o trabalho de gestão de riscos?

**Ronaldo Malheiros Figueira** - É preciso trabalhar de forma preventiva. A primeira etapa é conhecer o problema, mapear os riscos. O segundo passo é quantificar esse risco para entender o que priorizar. Depois, entra a fase de ações estruturais, que são obras que envolvem recursos, e uma outra fase, que é uma fase não estrutural, que envolve a essência da governança, que é a estruturação da gestão municipal. Nessa etapa, é preciso estruturar as ações e a organização de todos os atores. Isso não envolve recurso, envolve vontade política. É uma questão fundamental para a última fase, que é o manejo do desastre. Além disso, é preciso pensar na parte de comunicação e educação.

Essas quatro fases são importantes. E a própria política nacional já traz isso. Por isso que eu digo que o marco legal já existe,

mas falta a integração com as políticas de planejamento urbano, desenvolvimento, meio ambiente, recursos rígidos, educação, saúde, ciência, tecnologia, ou seja, todas as pastas. Como fazer cumprir este preceito, com uma visão sistêmica dos problemas, se normalmente os governantes colocam toda essa responsabilidade no colo de uma pessoa que coordena uma defesa civil e que, muitas vezes, está embaixo de uma secretaria? Como é que ela vai conseguir dialogar com todas as pastas? Aí entra a importância da governança.

**Vértice Técnica** - O entendimento de que os desastres demandam mais uma resposta do que ações preventivas ainda é muito grande?

**Ronaldo Malheiros Figueira** - Sim, é uma cultura que a gente tem que quebrar.

*“Para cada dólar investido em prevenção, você economiza sete dólares do que vai gastar depois.”*

**Vértice Técnica** - E qual o impacto da crise climática nessa questão?

**Ronaldo Malheiros Figueira** - As mudanças climáticas já são uma realidade. Nos últimos anos tivemos desde crise hídrica em São Paulo, seca na Amazônia e os baixos níveis dos rios, o que aconteceu no Sul, o que está acontecendo agora com a questão das queimadas e começamos a ver que as mudanças climáticas já estão aí. Então, isso faz com que esse trabalho que a gente pensava lá em 2010, ele tem que ser feito agora a toque de caixa.

Uma outra coisa também que é muito importante, quando a gente fala de política pública, ela tem que ter continuidade e a execução dessa política está na esfera municipal. Nem o nível federal e nem o estadual são executores dessa política, a União e os Estados só entram quando um determinado município não tem capacidade de atender. Mas, aí é correr atrás do prejuízo. E tem uma coisa interessante, que cada dólar que você investe em prevenção, você economiza sete do que você vai gastar depois. Quanto vale uma vida?

**Vértice Técnica** - Como tornar os municípios mais resilientes?

**Ronaldo Malheiros Figueira** - A primeira coisa é conhecer o risco. Quando falamos da questão dos desastres, o foco não pode ser o acontecimento em si. O foco tem que ser o risco. Ter uma legislação adequada e fazer a gestão da cidade é uma ação não-estrutural, que não precisa de recurso financeiro. Precisa de governança. E o próprio artigo 3º [da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil] já indica que as ações passam todas as instâncias da gestão de um município. Então, eu tenho, a partir dessa premissa, que convencer o prefeito a criar uma instância de empoderamento e que o responsável por isso vai ter que sentar com todas as pastas, porque todas as pastas têm interface com essa questão.

É criar um pacto e começar a criar o olhar a partir dos problemas que a cidade

tem, e começar a ver o que ela pode fazer a respeito com os recursos que já tem. Hoje, por exemplo, tem uma série de cursos, de capacitações e de mecanismos para dar suporte ao município e que são gratuitos.

Outro aspecto no qual a Política [Nacional de Proteção e Defesa Civil] é muito clara é de que é preciso trabalhar em novo território, que é o da bacia hidrográfica. Isso faz muito sentido porque não posso tratar uma questão de chuvas e tentar impor um limite político.

*“O que precisamos é de um choque de governança. Porque enquanto o pessoal fica falando que não tem recurso, a chuva está vindo, a seca está batendo, uma série de coisas estão acontecendo e a história está passando, as pessoas estão sofrendo.”*

**Vértice Técnica** - Um problema relatado de forma recorrente pelos gestores municipais é a falta de verba. Como se preparar quando não há recursos financeiros disponíveis?

**Ronaldo Malheiros Figueira** - Precisamos dividir as ações em duas instâncias. Uma estrutural e uma não-estrutural. Muitas situações envolvem recursos, obras e investimentos pesados. Eu entendo que o recurso é importante, não tenho dúvida. Mas, se tiver governança, o município consegue utilizar recursos que já estão disponíveis dentro da gestão municipal e direcionar para aquilo que é necessário para a gestão

de risco. Por outro lado, não adianta eu ter recurso se o município não está preparado para poder pegar esse recurso e investir no que precisa.

Não adianta eu ter recurso para equipamento, se eu não tenho a organização mínima para que isso possa ser adquirido e fazer a coisa funcionar. O que precisamos é de um choque de governança. Porque enquanto o pessoal fica falando que não tem recurso, a chuva está vindo, a seca está batendo, uma série de coisas estão acontecendo e a história está passando, as pessoas estão sofrendo. Então, acho que é isso que tem que começar a pensar, um outro olhar. O que é possível fazer com os recursos que nós temos hoje?

**Vértice Técnica** - E há algum modelo de governança a ser adotado?

**Ronaldo Malheiros Figueira** - É um processo construtivo. Não tem receita de bolo, mas já existem vários instrumentos.

**Vértice Técnica** - Então, o que se verifica é mais uma dificuldade em estabelecer parcerias que uma questão de deficiências na legislação?

**Ronaldo Malheiros Figueira** - A legislação tem que ajustar? Tem. Mas, ela já tem elementos importantes para fazer o básico dessa lição de casa. Não dá para chorar o leite derramado. As mudanças estão aí. Vamos botar a mão na massa. O que falta é vontade política. A partir do momento que a prefeitura, o município, começa a enxergar isso e a entender também a necessidade dele de chamar atores externos – nós somos um ator externo importante – ela começa a criar um processo que vai avançar e vai construir. Pode ser até que sejam passos lentos, mas o importante é começar.

Nesse sentido é que chamo a atenção para a importância do Sistema Confea/Crea.

**Vértice Técnica** - E qual é essa importância?

**Ronaldo Malheiros Figueira** - Em 2017, a Coordenadoria Nacional das Câmaras de Geologia e Minas aprovou uma parceria entre o Confea e a Defesa Civil Nacional. Ela foi assinada naquela época e estamos, agora, fazendo a renovação deste acordo. Nessa nova versão, uma das coisas que nós vamos investir é na integração do Sistema Confea/Crea na gestão de risco e desastres. Ainda temos que descer mais um degrau porque o grande executor da política e das ações de proteção e defesa civil está no município e o Sistema Confea/Crea pode auxiliar na mobilização das associações e dos profissionais para resgatar e ter um protagonismo nesse processo.

**Vértice Técnica** - Como as associações e profissionais podem atuar?

**Ronaldo Malheiros Figueira** - Muitas vezes, o poder público é pautado pela cobrança da sociedade civil. Nós do Sistema Confea/Crea, pela nossa formação, temos que cobrar dos gestores políticas de planejamento urbano, de resíduos, de saneamento e ordenamento territorial, dentre outras. Mas, também temos que ser a parte que vai dar a mão para o gestor e fazer isso funcionar. Podemos contribuir na construção de uma radiografia dos problemas que as cidades têm e, a partir disso, tornar possível enxergar quais as partes precisam ser envolvidas nas discussões e nas ações.

# Artigo

## **IMPORTÂNCIA DA PARTICIPAÇÃO DOS PROFISSIONAIS DA ENGENHARIA NO PLANEJAMENTO E CONHECIMENTO DA COMBINAÇÃO DOS ASPECTOS GEOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS NAS ÁREAS DE RISCO**

O artigo aborda a relevância da participação de profissionais da engenharia, da agronomia e das geociências e dos representantes da Defesa Civil e do Poder Público na prevenção e mitigação de riscos de desastres chamados naturais, especialmente no contexto da emergência climática, bem como a importância de autoridades governamentais ouvirem especialistas para desenvolver ações em situações de risco como enchentes, que provocam desmoronamentos e interdição de pontes e, também, para prevenir desastres das áreas sob riscos de catástrofes de natureza geológica e/ou hidrológica.

**Palavras-Chave – Desastre. Profissionais da Engenharia. Cooperação técnica.**

### **José Margarida da Silva**

UFOP, Universidade Federal de Ouro Preto, Câmara Especializada de Geologia e Minas/CREA-MG.  
jms@ufop.edu.br

### **Maria da Glória Braz**

FUMEC, Universidade FUMEC, Câmara Especializada de Engenharia Civil/CREA-MG.  
gloriabraz@fumec.br

### **Douglas Bertolace Nunes**

Defesa Civil Municipal de Simonésia-MG.  
douglasbertolace@hotmail.com.

# 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, ainda não existem estudos aprofundados no que tange a avanços em planejamento, investimento e prevenção de riscos, abordando a associação do comportamento de estruturas/obras e áreas no entorno em pontos considerados de risco.

De acordo com dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), divulgados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2023), o Brasil registrou o maior número de desastres naturais em 2023, superando registros de 2020 e 2022, com 1.161 eventos de desastres (716 em eventos hidrológicos, como transbordamento de rios e 445 de origem geológica, como deslizamentos de terra); que equivale a três desastres por dia. Com relação às demandas, foram enviados, 3.425 alertas para municípios monitorados, dos quais 1.813 de natureza hidrológica e 1.612, de base hidrogeológica, constituindo-se o terceiro maior quantitativo de alertas de desastres desde a criação do órgão, em 2011.

Destaca-se que se registraram, em 2023, 132 mortes relacionadas a eventos de chuvas, 9.263 pessoas feridas ou enfermas e 74 mil desabrigados. Do ponto de vista econômico, foram gastos R\$ 25 bilhões, somadas áreas pública e privada; e mais de R\$ 5 bilhões em obras de infraestrutura, instalações públicas e unidades habitacionais. O CEMADEN reforçou a importância de que municípios fortaleçam estruturas de defesa civil para que tenham condições de agir preventivamente e atuar rapidamente ante a iminência de um alerta recebido.

Eventos recentes, no Rio Grande do Sul, em 2024, no passado, em Minas Gerais (2020), na região serrana do Rio de Janeiro e no Vale do Paraíba- São Paulo (em 2023), entre outros, com centenas de mortos, milhares de desabrigados e perdas econômicas da ordem de bilhões de reais, chamam a atenção. Essas perdas de vidas e materiais mostram a importância de ampliar e divulgar mais

ainda o conhecimento a respeito do risco hidrogeológico para a prevenção de desastres no país. Há, também, que se investir em previsão meteorológica, tanto no sentido de aquisição de equipamentos e softwares, quanto no treinamento de profissionais. A preocupação está no espaço físico ocupado, na segurança das pessoas, nas condições geotécnicas, nas mudanças climáticas verificadas, que está em consonância com as diretrizes dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, para a melhoria da sociedade, notadamente as ODS 1, 11 e 13 e com o Marco de Sendai, de 2015.

Deve-se considerar a relevância do tema e a importância da participação dos profissionais na prevenção e mitigação de riscos de desastres chamados naturais, especialmente no contexto da emergência climática; e a importância de autoridades governamentais ouvirem especialistas para desenvolver ações em situações de risco como enchentes, que provocam desmoronamentos e interdição de pontes; também para prevenir desastres climáticos. A população precisa ser preparada, como um todo, para prevenção e resgates. Órgãos, como a Defesa Civil, nem sempre têm em seus quadros técnicos profissionais que detêm conhecimento hidrogeológico específico necessário. Bem como é importante estabelecer políticas públicas cada vez mais coerentes com a situação atual de nossas cidades.

## 2. DESASTRES NO BRASIL

Várias são as causas de acidentes, ligadas à impermeabilização do solo, canalização de rios, desmatamento, drenagem inadequada, descarte e disposição inadequados de resíduos, ocupação de áreas suscetíveis a deslizamentos ou inundações. O avanço imobiliário sem devido planejamento, incluindo queima crescente de vegetação, implica processos erosivos e outros, fazendo com que algumas das intervenções efetuadas para prevenção não tenham efeito desejado.

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) (2021) alertou sobre aumentos consecutivos da temperatura da terra acima dos níveis pré-industriais. Com esse aumento, acréscimo significativo poderia ocorrer no número de desastres de natureza hidrológica, climatológica e meteorológica, ressaltando-se que esses eventos extremos sempre ocorreram, no entanto, com a urbanização predatória, induzindo o crescimento populacional em áreas de risco, seus efeitos podem ser desastrosos nas áreas afetadas.

É incontestável que mudanças climáticas e ações humanas mal planejadas na natureza trouxeram graves consequências, com elevação de riscos hidrogeológicos, em frequência e intensidade, e da periculosidade nas áreas submetidas a riscos, muitas vezes de forma catastrófica. É fundamental avançar na compreensão do risco de desastres nas dimensões associadas a vulnerabilidade, capacidade de resposta, exposição de pessoas e bens, características dos perigos e do meio ambiente (IBGE, 2018). Estudos mostram que há em Minas Gerais cerca de 320 municípios sem capacidade de resposta aos riscos, que incluem inclusão de estudos no plano diretor, planos de contingência e saneamento, mapas e carta de risco, definição de zona de inundação de risco e outros.

Outra questão estratégica fundamental no planejamento pré-desastre para o viés humanitário é o preestabelecimento de capacidade e recursos que permitam operações de socorro eficientes, para orientar a alocação de orçamento para adquirir e posicionar ativos de socorro, em decisões que normalmente precisam ser tomadas com bastante antecedência a um desastre, para minimização do número esperado de vítimas, expansão de recursos como instalações médicas com pessoal e espaços de abrigo.

Apesar do avanço dos eventos climáticos extremos, ações nacionais de mitigação e adaptação às mudanças climáticas só devem começar a funcionar a partir de 2025. Medidas estarão no Plano

Nacional sobre Mudança do Clima (Plano Clima), criado em 2009, que está em processo de reformulação coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente. Há áreas em comum, no Plano, tanto em mitigação quanto adaptação, como cidades e mobilidade urbana, mineração e transportes (Uol, 2024).

### **3. AÇÕES EXECUTADAS E PROPOSTAS**

Espera-se, com ações mais integradas, avançar na proposição de novo paradigma para enfrentamento de eventos de riscos geológicos e hidrológicos, baseado na adoção de medidas preventivas, como trabalho permanente, a ser realizado por equipes técnicas multidisciplinares, junto à população potencialmente atingida.

O Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais (CREA-MG), ciente da sua participação na defesa da sociedade, criou o Grupo de Trabalho A Engenharia e a Prevenção de Eventos Geológicos e Hidrológicos para a proteção da sociedade com o objetivo de congregar experiências de profissionais, legalmente habilitados, com conhecimento e atribuições específicas, na condução de empreendimentos e execução de serviços de engenharia, para atuar e desenvolver estratégias na diminuição de desastres.

Há que se ressaltar que, nesse sentido, o CREA-MG enviou, em início de maio/2024, uma equipe de 6 profissionais voluntários, entre engenheiros de minas e geólogos, para a cidade gaúcha de Bento Gonçalves, uma das 450 que sofreram as consequências das fortes chuvas que atingiram todo o Rio Grande do Sul, com o objetivo de apoiar tecnicamente os profissionais locais a adotarem medidas de contingência para evitar novos deslizamentos no município. Nas redes sociais, o prefeito de Bento Gonçalves, Diogo Segabinazzi, explicou que já existia um estudo prévio que detalhava a instabilidade das encostas e que a vinda de novos técnicos veio somar esforços no trabalho de prevenção.

Em vista do ocorrido, pode-se assumir que trabalhos podem ser desenvolvidos em vários setores e em diversas hierarquias, tais como: escolas, em parceria com Ministério Público e organizações da sociedade civil podem atuar junto a habitantes de áreas de risco, na educação da população. Equipes multidisciplinares compostas por profissionais da engenharia, da agronomia e das geociências e representantes da Defesa Civil e do Poder Público do município são de fundamental importância face elaboração de cartilhas e manuais, com recomendações voltadas ao poder público municipal, com diretrizes para a atuação na prevenção ou mitigação nos riscos citados, como também para os habitantes dessas áreas sob riscos de catástrofes de natureza geológica e/ou hidrológica.

Salienta-se, ainda, que apesar da Constituição Federal estabelecer, no inciso 28 do artigo 21, que compete à União planejar e promover a defesa permanente contra calamidades públicas, especialmente secas e inundações, as administrações públicas, em geral, não estão preparadas técnica e financeiramente para planejar e controlar os impactos, já que projetos de engenharia voltados à urbanização são, normalmente, tratados de forma setorializada, não ocorrendo interação de especialidades da engenharia, da agronomia e das geociências necessárias na gestão pública. Assim, torna-se importante a elaboração de legislação mais precisa e clara, que determine a responsabilização de agentes públicos e privados em caso de acidentes envolvendo riscos hidrogeológicos.

Sugere-se, ainda, implantação de processo de caracterização das áreas de risco e estudos de um programa para viabilizar a implantação de sistema de alerta às populações das regiões afetadas, tendo em vista ser de fundamental importância nos processos da gestão pública, pois é fator decisivo no salvamento de vidas e minimização de prejuízos. Engenheiros, agrônomos e geocientistas podem orientar as obras e

as intervenções, da concepção e projeto ao monitoramento, com medição com instrumentos adequados e vistorias de locais, para verificação de indícios (sinais) de instabilidade, contribuindo para poupar vidas e custos inesperados. Juntando-se aos diversos órgãos governamentais, organizações não governamentais e à comunidade, esses profissionais podem contribuir, garantindo uma resposta eficaz e coordenada diante de situações de emergência.

Nota-se possibilidade de cooperação entre órgãos de prevenção, defesa e fiscalização, bem como o Ministério Público, para melhoria das condições da população. Pela formação, profissionais que estudam prevenção de riscos, hidráulica, geologia e agentes naturais, descrevem o meio físico, podem contribuir, mostrando parâmetros de fenômenos de escorregamento, caminhos naturais de percurso de sistemas com água, presença de cavidades e condições geotécnicas para a estabilidade, auxiliando, portanto, aos órgãos de defesa na prevenção. A colaboração pode se estender às entidades de classe (sindicatos e associações profissionais), com instrumentos de comunicação direta aos líderes comunitários, à população em geral, aos órgãos de defesa, na forma de cartilhas e manuais, em linguagem bem acessível, propondo-se ainda treinamentos, simulações, textos publicados em jornais, revistas e outros meios de comunicação que alcancem o público necessário.

## 4. CONCLUSÕES

Ressalte-se, portanto, a importância da participação dos profissionais que tratam dos riscos hidrogeológicos na área de prevenção e mitigação de acidentes naturais e do apoio dos órgãos nesse sentido. Devem ser incentivadas iniciativas, como a criação do Dia Internacional para a redução do risco de desastres, debates propostos pelas audiências públicas e cursos de capacitação para profissionais atuarem em desastres climáticos. As discussões podem fomentar novas

orientações técnicas e procedimentos, em atendimento à legislação pertinente, como a Lei 12.608, de 2012, que instituiu a Política, o Sistema e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil, normas de estabilidade de encostas (ABNT NBR 11.682/2009), bem como de políticas públicas, no Plano do Clima, do Ministério do Meio Ambiente.

É fundamental acompanhar discussões de formulação do Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNDC). O documento vai estabelecer orientações e estratégias para atuação coordenada das defesas civis nacional, estaduais e municipais em cinco frentes: prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação. O Plano também analisa impacto das mudanças climáticas e apresenta cenários para os principais desastres.

Com base no exposto, recomenda-se implantação de um Plano Regional de Ação Para Áreas de Risco (PRAR), com alimentação constante de informações das áreas das regiões em foco, no sentido de gerenciar ações referentes a eventos emergenciais, estabelecendo hierarquia e responsabilidades de cada órgão envolvido e os meios e recursos disponíveis desses para a ação mitigadora efetiva, da caracterização da população que habita a área, sua faixa etária e capacidade de mobilização, da tipologia das edificações, identificação de eventuais pontos de fuga e estruturas fora da área em risco que possam ser utilizadas nas ações de socorro, dentre outras.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11682:2009** - Estabilidade de encostas. Rio de Janeiro: 2009.

FOLHA DE S. PAULO. **Recordes de seca e cheia mais que dobram de 2014 a 2023 em relação aos dez anos anteriores.** 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2024/06>

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População**

**em áreas de risco no Brasil.** Rio de Janeiro: 2018. p. 1-5

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Em 2023, Cemaden registrou maior número de ocorrências de desastres no Brasil.** 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/01/em-2023-cemaden-registrou-maior-numero-de-ocorrencias-de-desastres-no-brasil>.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Eventos climáticos extremos mostram necessidade de mais ações em 2023.** 2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/213450-eventos-climaticos-extremos-mostram-necessidade-de-mais-acoes-em-2023>.

UOL. **Criado em 2009 e parado há 6 anos, plano do clima só será relançado em 2025.** 2024. Disponível em: <https://tab.uol.com.br/noticias/redacao/2024/05/21/criado-em-2009-e-parado-ha-6-anos-plano-do-clima-so-sera-relancado-em-2025.htm>.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Atlas of mortality and economic loss, from weather, climate and water extremes (1970 - 2019).** 2021. Disponível em: [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=10989](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10989). Acesso em: 9 out. 2024.

# Artigo

## A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE DESASTRES: UM ESTUDO DAS POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE PREVENÇÃO E RESPOSTA

Este artigo analisa a legislação brasileira sobre desastres naturais, destacando as principais políticas, instrumentos de prevenção e mecanismos de resposta. Através de uma revisão das leis e regulamentos, o estudo busca compreender como o Brasil se prepara e reage a eventos adversos, com foco na Lei 12.608/2012 e suas atualizações.

**Palavras-chave:** Desastres naturais. Legislação brasileira. Prevenção. Resposta. Políticas públicas.

### **Paulo Henrique Camargos Firme**

Mestre em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental (UFOP). Especialista em Inteligência de Estado e Inteligência de Segurança Pública (INASIS). Oficial do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.  
paulo.firme@gmail.com

### **Armando Hideu Momose**

Engenheiro civil. Especialista em Engenharia de Estruturas. Integra a coordenação de Proteção de Defesa Civil do Município de Nova Lima (MG).  
armando.momose@pnl.mg.gov.br

# 1. INTRODUÇÃO

A Política de Proteção e Defesa civil (PNPDC) é recente e teve perfil reativo diante de desastres que marcaram a história do país. Dentre os diversos pontos que marcam a existência da PNPDC, podem ser destacados os instrumentos que visam dar concretude aos princípios e aos objetivos da norma.

Nesse sentido, o presente artigo foi elaborado visando debater sobre os principais instrumentos instituídos e sobre os desafios vivenciados pela PNPDC na atualidade. De forma complementar, ele destaca a importância do maior envolvimento da área de engenharia com a temática de proteção civil.

## 2. A POLÍTICA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (PNPDC)

### 2.1. Aspectos normativos

A Política de Proteção e Defesa Civil no ano de 2021 completou 30 anos. Na década de 90 foram realizadas convenções e propostos documentos que destacavam a necessidade da criação de áreas voltadas ao tratamento das situações relacionadas a tendências de aumento dos desastres no mundo (MDR, 2022).

No Brasil, um dos primeiros atos que ficaram marcados na história do contexto da defesa civil, foi a 1ª Convenção Nacional de Defesa Civil e Assistência Humanitária, realizada no ano de 2010. O evento, como relatado, objetivou promover a cultura de proteção civil ainda inexistente antes focada somente em ações imediatas de resgatar após a ocorrência dos desastres (UFSC, 2012).

Também, no ano de 2010 foi publicada a Lei Federal 12.340, que criou o sistema de defesa civil definindo as regras que normatizaram os processos de

transferências de recursos entre União, Estados e Municípios.

Já no ano de 2012, após os eventos de chuva que assolaram a região serrana do Rio de Janeiro, foi publicada a Lei Federal 12.608, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDC), que definiu como deveria funcionar o sistema composto pela União, Estados e Municípios, como instituiu os instrumentos pelos quais a norma se faria efetiva no território nacional.

Executada através da cooperação articulada entre os entes da administração pública federal, estadual, municipal e com as organizações privadas, as ações relacionadas a PNPDC tem como enfoque principal a atuação do município. E somente quando decretada determinada situação que exceda a capacidade de resposta local que os entes federal e estaduais ganham destaque.

Nesse contexto, a Lei Federal 12.608/2012 estabelece que os instrumentos da PNPDC têm relacionamento direto com a política urbana e ambiental, com a segurança pública e com a área de assistência social. São destacados na lei os planos de contingência, os planos diretores e o fundo especial para calamidades públicas.

A partir da publicação desta Lei, no ano de 2012, houve importantes atualizações nas normas relacionadas à prevenção, monitoramento e recuperação de desastres.

Em Minas Gerais, foi publicada a Lei Estadual 23.291, também conhecida como Lei Mar de Lama Nunca Mais, em 2019, que instituiu a obrigatoriedade da aprovação dos planos de ação de emergência para o licenciamento das atividades da indústria de rejeitos industriais.

Em 2020, o Decreto 10.593 alterou a organização do sistema nacional de proteção e defesa civil, fortalecendo a necessidade de criação do plano nacional e do sistema de informações e monitoramento

de desastres. No ano seguinte, em 2021, foram publicadas normas que definiram padrões para a remoção e destinação de resíduos gerados por desastres e o Decreto 10.692 estabeleceu o cadastro nacional dos municípios com áreas de risco, com o objetivo de criar um banco de dados para direcionar políticas públicas.

Em 2023, a Lei Federal 14.750 foi publicada, trazendo novos conceitos e responsabilidades à União, aos Estados e aos empreendimentos que geram riscos induzidos pela ação humana. Finalmente, em 2024, o Decreto 11.774 reforçou a necessidade de um plano nacional para a proteção civil, e em Minas Gerais, a Instrução Técnica nº 01 foi substituída pela Resolução nº 83, aprimorando os critérios de avaliação dos planos de ação de emergência.

## 2.2. Instrumentos da PNPDC

Vista a evolução normativa da área de proteção e defesa civil, volta-se o debate para os instrumentos instituídos que tem o objetivo de tornar a política pública real e efetiva. Dentre os principais instrumentos, destaca-se o plano de contingência e os planos diretores.

Os planos diretores congregam em si os pontos relacionados à identificação das áreas de risco e os parâmetros voltados para a permissão e/ou vedação da ocupação do território.

Os planos de contingência reúnem diversas outras ações que são esperadas da atuação municipal como: a criação e o funcionamento dos sistemas de monitoramento e alerta, a preparação e a execução das medidas de resgate e salvamento das pessoas e dos animais que estejam em área de risco, o controle do tráfego urbano nas cidades, o atendimento médico da vítimas e a criação e funcionamento dos abrigos temporários e definitivos dos afetados.

Além dos planos citados, também existem outros instrumentos, como o Sistema

Nacional de Informações de Proteção e Defesa Civil, o Cadastro Nacional de Municípios com Áreas Suscetíveis à Ocorrência de Deslizamento de Grande Impacto, Inundações Bruscas ou Processos Geológicos ou Hidrológicos Correlatos e o Próprio Fundo Nacional para Calamidades Públicas, Proteção e Defesa Civil.

## 3. DESAFIOS E PERSPECTIVAS

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil foi publicada no ano de 2010. No mesmo ano foi realizada a primeira conferência relacionada a área, que como exposto no relatório produzido pela comissão organizadora, enfrentou um cenário marcado pela baixa estrutura da área e pequena sensibilização com o tema.

Com o passar dos anos vários eventos de desastre marcaram a história do país. Em 2011, as chuvas que assolaram a região serrana do Rio de Janeiro motivaram a publicação da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil e no ano de 2019, os rompimentos de barragens no estado de Minas Gerais promoveram a atualização da PNPDC, como também fortaleceram o posicionamento da área diante da possibilidade de ocorrência de desastre motivados diretamente pela ação humana.

Nesse caminho, inúmeros são os desafios enfrentados pela área de proteção e defesa civil no país. A falta de um fundo nacional, estadual e municipal impossibilitam a concretização de diversas obrigações legais. A falta de padronização de funcionamento dos sistemas nacional, estaduais e municipais dificulta o relacionamento entre os órgãos e a definição clara de obrigações e responsabilidade.

Mas no caso, relacionado a atuação direta da engenharia, a falta do estabelecimento de critérios para o mapeamento de risco como também para a construção dos planos de contingência, tornam os instrumentos frágeis pela precariedade da

padronização de critérios e parâmetros.

As ações previstas e descritas nos planos, com a falta de critérios claros e premissas básicas de planejamento, tornam os instrumentos poucos objetivos e bastante superficiais, não sendo possível a formação de posicionamentos técnicos para avaliação e prova do que está apresentado.

Diante do cenário apresentado e pelas atribuições da engenharia na sociedade, torna-se necessário o maior envolvimento da área com as ações de proteção e defesa civil. Empenhada em solucionar tais problemas, a criação de uma área específica voltada para resolver os problemas apresentados é fator que pode possibilitar a criação de um arcabouço técnico capaz de promover enormes inovações e melhorias, como feito com a área de prevenção contra incêndio e pânico em parceria com os Corpos de Bombeiros Militares do país.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Decreto 10.593, de 24 de dezembro de 2020**. Altera a organização do sistema nacional de proteção e defesa civil. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/decreto/d10593.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10593.htm). Acesso em: 2 out. 2024.

BRASIL. **Decreto 10.692, de 5 de abril de 2021**. Estabelece o cadastro nacional dos municípios que possuem áreas de risco. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/decreto/D10692.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/decreto/D10692.htm). Acesso em: 2 out. 2024.

BRASIL. **Decreto 11.774, de 3 de agosto de 2024**. Fortalece a criação do plano nacional e do sistema de informações e monitoramento de desastres. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2023/decreto/D11774.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11774.htm). Acesso em: 2 out. 2024.

BRASIL. **Lei 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC; dispõe

sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm). Acesso em: 2 out. 2024.

BRASIL. **Lei 14.750, de 12 de setembro de 2023**. Dispõe sobre a atualização das medidas de prevenção, monitoramento e recuperação de desastres. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2023/lei/l14750.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/l14750.htm). Acesso em: 2 out. 2024.

CEDEC/MG. **Instrução Técnica 01, de 2021**. Estabelece critérios objetivos para avaliação de planos de emergência em Minas Gerais. Disponível em: [https://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/2021\\_Instrucao%20T%C3%A9cnica\\_vers%C3%A3o\\_publicada.pdf](https://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/2021_Instrucao%20T%C3%A9cnica_vers%C3%A3o_publicada.pdf). Acesso em: 2 out. 2024.

CEDEC/MG. **Resolução 83, de 2024**. Substitui a Instrução Técnica 01/2021. Disponível em: [https://www.defesacivil.mg.gov.br/images/defesacivil/bsd/ResolucaoGMG\\_Nr83-2024.pdf](https://www.defesacivil.mg.gov.br/images/defesacivil/bsd/ResolucaoGMG_Nr83-2024.pdf). Acesso em: 2 out. 2024.

MINAS GERAIS. **Lei Estadual 23.291, de 25 de fevereiro de 2019**. Institui a Lei Mar de Lama Nunca Mais. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/23291/2019/>. Acesso em: 2 out. 2024.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). **A PD&C e os 30 anos no Brasil**. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/A\\_p\\_amp\\_dc\\_e\\_os\\_30\\_anos\\_de\\_desastres\\_no\\_Brasil\\_20221\\_compressed.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/A_p_amp_dc_e_os_30_anos_de_desastres_no_Brasil_20221_compressed.pdf). Acesso em: 2 out. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **1ª Conferência Nacional de Defesa Civil e Assistência Humanitária**: relatório final. Florianópolis: CEPED UFSC, 2012. Disponível em: [https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2009/01/IN\\_-\\_Interno\\_-\\_RELAT%C3%93RIO\\_FINAL\\_258\\_Grazi\\_PDF.pdf](https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2009/01/IN_-_Interno_-_RELAT%C3%93RIO_FINAL_258_Grazi_PDF.pdf). Acesso em: 2 de out. 2024

# Artigo

## **GESTÃO DE RISCOS: UM PARADIGMA NECESSÁRIO À RESILIÊNCIA URBANA**

O processo de expansão urbana desordenado e predatório resultou na concentração das populações vulneráveis em áreas passíveis a riscos inerentes à antropização sofrida e associada a eventos climáticos extremos. Esse artigo discute a gestão e as ações de controle de riscos com base na ABNT NBR ISO 31000 (2018) e nas definições do Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission - COSO (2024) referenciando essas ações com a resiliência urbana, vista cada vez mais como uma necessidade de sobrevivência do ambiente construído.

**Palavras-chave:** Gestão de riscos. Resiliência urbana. Eventos hidrogeológicos extremos.

### **Maria da Glória Braz**

Dra. Pesquisadora; Professora Universidade FUMEC, Conselheira Titular da Câmara de Engenharia Civil/CREA-MG, Consultora de Engenharia nas áreas de Hidrologia e Hidráulica. gloriabraz@fumec.br

### **André G. B. Oliveira**

Analista de Controles e Riscos da Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG. Graduado em Administração, Graduado em Jogos Digitais, Pós-graduado em Negócios Internacionais. andre.goliveira@cemig.com.br

# 1. INTRODUÇÃO

A influência da ação do homem na magnitude e repetição de fenômenos, antes dados como naturais, tem ameaçado sobremaneira a vida no planeta, tendo em vista que, em muitos eventos, a responsabilidade de acelerar os processos erosivos e certos tipos de inundações é oriunda de fontes antrópicas.

O aumento e repetição dessas ameaças é seguido de um crescimento significativo das vulnerabilidades, fruto da concentração habitacional nas regiões metropolitanas que não fornecem garantias de segurança aceitáveis em áreas cuja ocupação é caracterizada por uma complexa relação de ordem social, existindo ali grande deficiência na prestação de serviços básicos, tais como saúde, educação, moradia, transporte, dentre outros.

Segundo Milanez e Fonseca (2024), a crise climática, por sua vez, age como um multiplicador de ameaças, majorando a intensidade e frequência dos eventos extremos, acentuando as vulnerabilidades existentes e por existir, modificando o abastecimento e distribuição de recursos para manutenção da população, tendo como agravante as crises econômicas, as profundas desigualdades sociais, os impactos ambientais e climáticos.

Há que se considerar, nessa coletânea de adversidades, a construção de uma infraestrutura imprópria à geologia e associada à destruição do meio ambiente e à superpopulação em regiões de periferia, que configuram as diretrizes adotadas pela maioria das cidades para que haja um acréscimo no seu desenvolvimento, sem que se perceba que são esses os fatores que colaboram no aumento das vulnerabilidades.

As opiniões e recomendações na área de gestão de risco, associadas à proteção e à defesa civil, são numerosas e indicadas por diversas instituições, tanto nacionais quanto internacionais. Deve-se reconhecer, entretanto, que existem divergências conceituais na interpretação, tanto no

meio acadêmico, quanto na legislação e nos órgãos de gestão, tendo em vista a vivência em diferentes tipos de desastres e a adoção de diferentes doutrinas sobre o comportamento diante de determinadas situações.

No Brasil, a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC, estabelecida pela Lei 12.608/2012, define que as ações de proteção e defesa civil sejam dispostas por meio de atuações na prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação. Neste sentido, cada uma delas faz parte de uma gestão que deve ser contínua e interligada.

## 2. GESTÃO DE RISCO

Antes que seja possível analisar a gestão de riscos na perspectiva do tema desse artigo, primeiro é preciso entender o que é um risco, como categorizá-lo e, conseqüentemente, geri-lo.

As organizações privadas, instituições públicas, projetos e até mesmo as pessoas estão sujeitas a eventos incertos que podem causar impactos tanto negativos quanto positivos, em diferentes níveis e aspectos. Para a melhor tomada de decisão sobre o que fazer nessas situações, é preciso primeiro saber distinguir “risco” de “perigo”.

Galante (2015) esclarece que perigo é uma propriedade inerente a um objeto, substância, atividade ou situação que é capaz de gerar danos às organizações, ambiente ou pessoas. Por outro lado, segundo a ABNT NBR ISO 31000 (2018) risco é descrito como o “efeito da incerteza nos objetivos”. Complementando esta definição e seguindo o exposto por Darnodaran (2003), risco pode ser entendido como a possibilidade de que o resultado seja diferente do planejado. Logo, podemos concluir que, diferente de perigo que se trata de um aspecto intrínseco de um objeto, atividade ou mesmo uma organização, o risco está relacionado à possibilidade de algo acontecer e desviar o resultado do que foi originalmente planejado.

Com a diferença de conceitos esclarecida e considerando que a definição de risco está relacionada com o aspecto da incerteza e a capacidade de interferir no resultado, é possível dizer que lidar com o risco é entender a probabilidade de sua ocorrência e os possíveis impactos no resultado.

Uma vez que o risco pode exercer impacto considerável em um resultado, faz-se necessária a implementação da gestão de riscos como uma forma de garantir o alcance dos objetivos pretendidos, por meio da remoção ou mitigação dos fatores de riscos. De acordo com a ABNT NBR ISO 31000 (2018), a gestão de riscos se define como “atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que se refere a riscos”. Em outras palavras, a gestão de risco envolve um conjunto de atividades e técnicas que garantem o controle dos riscos (Ansell; Torfing, 2016).

Segundo Bergamini Junior (2005), assumir e gerenciar riscos é parte do que as organizações precisam realizar, avaliando e mensurando os riscos envolvidos em suas atividades e processos. Resta esclarecer como mensurar os riscos.

De acordo com a ABNT NBR ISO 31000 (2018) e as definições do Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission - COSO (2024), primeiro é preciso definir qual o resultado que se pretende alcançar e, em seguida, deve-se realizar uma análise do contexto organizacional. Nesse momento, verificam-se os aspectos internos e externos da organização, seu ambiente, suas partes interessadas e a correlação com o objetivo que se pretende alcançar. Isso vai permitir maior precisão na identificação dos riscos atrelados ao objetivo pretendido e seus possíveis impactos no resultado. Por fim, Heldman (2006) afirma que o brainstorming é, possivelmente, a técnica mais comum na identificação de riscos, pois com ela é possível reunir diferentes integrantes do processo analisado para pensar em possíveis eventos de risco.

Com os objetivos definidos e os riscos devidamente identificados, a próxima etapa é analisar o risco em si. Tendo em mente

que os aspectos de um risco são, segundo sua própria definição, probabilidade e impacto, a mensuração pode ser realizada de forma qualitativa através de uma matriz onde o nível do risco é definido pela correlação das suas principais variáveis: frequência (probabilidade) e severidade (impacto) inerentes ao processo ou organização e o resultado pretendido (Marshall, 2002; Crouhy, Galai e Mark, 2004).

Bergamini Junior (2005) defende que a organização dos riscos em uma matriz permite a identificação deles de uma forma clara e ordenada, separando aqueles mais relevantes para entidade impactada. Em geral, para construir uma matriz, é adotada uma classificação qualitativa que pode variar conforme a probabilidade, impacto, tamanho da organização, o processo analisado ou o ambiente em que a entidade está inserida.

Uma vez que os riscos foram devidamente identificados e categorizados através de uma matriz, é preciso que seja tomada uma decisão sobre como tratar cada risco. De acordo com o TCU (2009) e a ABNT NBR ISO 31000 (2018), são opções para tratamento de um risco:

- **Evitar:** decisão na qual é abandonada a ação, o projeto ou a atividade que gera o risco;
- **Aceitar:** não tomar medidas com relação ao risco através de uma decisão devidamente fundamentada;
- **Mitigar:** estabelecimento de ações visando reduzir a probabilidade de o risco ocorrer ou diminuir seu impacto;
- **Transferir:** compartilhar os efeitos do risco através de uma ação (um contrato de seguro, por exemplo);
- **Aumentar:** realizar ações que maximizam a probabilidade de um risco ocorrer visando obter uma oportunidade.

Selecionar o tratamento de um risco envolve “balancear os benefícios potenciais derivados em relação ao alcance dos objetivos, face aos custos, esforço ou desvantagens da implementação” (ABNT

NBR ISO 31000, 2018).

Uma vez que os riscos foram identificados, analisados e as decisões quanto aos seus respectivos tratamentos tenham sido tomadas, a gestão de riscos também envolve a implementação e avaliação da eficácia dos controles internos para mitigação dos riscos.

Segundo o TCU (2009), controle é uma ação que visa certificar de que algo se cumpra de acordo com o que foi planejado. Em complemento à essa afirmação, o COSO (2024) estabelece, em sua definição, que controle interno é:

- Realizado para atingir objetivos;
- Um processo composto por tarefas e atividades realizados de forma contínua;
- Realizado por pessoas;
- Capaz de garantir segurança razoável;
- Adaptável a estrutura da organização.

Pode-se concluir que controle é um conjunto de tarefas e atividades adaptadas para atender aos critérios de uma organização. O controle é realizado de forma contínua para proporcionar segurança razoável no alcance dos objetivos.

O COSO (2024) descreve, ainda, tipos de controles, entre eles:

- **Controle Preventivo:** tem como finalidade evitar a ocorrência de um evento ou resultado indesejado;
- **Controle Detectivo:** desenvolvido para identificar evento ou resultado indesejado antes que o objetivo final tenha sido alcançado;
- **Controle Corretivo:** executado quando um desvio do objetivo é identificado e sua finalidade é corrigir ou implementar ações preventivas para anular ou minimizar os efeitos do desvio.

Trazendo para uma abordagem da gestão de riscos, o primeiro controle é realizado no intuito de prevenir a materialização do risco. O segundo, busca identificar se o risco ou um de seus efeitos foi materializado. O último, busca mitigar ou anular

os impactos do risco caso este seja materializado.

Para além desses, existem outros tipos de controles com finalidade diferentes. Portanto, considerando tudo que foi exposto sobre a gestão de riscos e a relação com os controles internos, cabe a entidade (indivíduo ou organização ou governo) definir quais os objetivos pretende alcançar, identificar os riscos, analisar suas probabilidades e impactos e, com esse conjunto de informações, estabelecer quais controles são mais aplicáveis ao seu cenário, de forma que consiga mitigar os seus riscos da melhor forma possível.

### 3. RESILIÊNCIA URBANA

O aumento na frequência e intensidade dos eventos climáticos quando aliados aos prejuízos materiais e humanos, requerem ações estruturais que demandam dos governos, tanto federal, estaduais e municipais, atitudes imprescindíveis com foco na Gestão Integrada de Riscos e de Desastres.

Na verdade, a elaboração de programas/objetivos estratégicos sobre a referida gestão, considera ações de curto, médio e longo prazo, dentro de três aspectos principais de atuação (Brasil Ministério do Meio Ambiente, 2021), quais sejam, as ações:

- **antes do evento**, direcionadas para a prevenção, mitigação e preparação para possíveis ocorrências;
- **durante o evento**, com foco na resposta de agentes públicos e sociedade civil e;
- **após o evento**, visando à reparação de danos e à recuperação de infraestrutura, bem como o atendimento às pessoas direta e indiretamente afetadas.

Depreende-se, com base nos acontecimentos passados e recentes, que ameaças naturais frequentemente ocorrerão e com magnitudes diversas, restando à sociedade se preparar para o enfrentamento desses eventos de outra forma: adotando a abordagem da resiliência.

Existem diversas ações que os governos locais, as comunidades e, até mesmo, instituições de ensino e setor privado podem promover, no sentido de tornar uma cidade mais resiliente.

Mas, afinal de contas, o que é resiliência urbana? Para o Escritório das Nações Unidas para a Redução de Riscos de Desastres (UNISDR, 2009), apud Sendai Framework é “a capacidade de uma cidade exposta a perigos de resistir, absorver, acomodar e recuperar os efeitos de um perigo de uma forma tempestiva e eficiente, incluindo a preservação e restauração de seus princípios básicos estruturas e funções” (Sendai, 2015).

Deve-se ressaltar que a ideia de resiliência urbana se baseou no entrelace dos sistemas ecológicos e obteve evidência na década de 1960 e início da década seguinte e, desde então, tem se desenvolvido e se adaptado a todas as disciplinas que entremeiam o tema, incluindo nesse contexto a engenharia, ecologia, física, geografia, gestão de riscos, gestão de negócios, psicologia e assistência social (UN-HABITAT, 2018).

Há que se considerar, ainda, a definição de resiliência urbana indicada pela Fundação Rockefeller que a descreve como “a capacidade de indivíduos, comunidades, instituições, empresas e sistemas dentro de uma cidade sobreviver, adaptar-se, e crescer, não importa que tipo de estresse crônico e choques agudos que eles experimentam” (Rockefeller, 2018).

Atualmente, tem-se atentado a questões como redução de risco, prevenção de desastres e desenvolvimento sustentável, itens correlatos ao desenvolvimento de áreas urbanas, especialmente do ponto de vista de uma perspectiva de resiliência. Tal foco nas referidas questões é, sem precedentes, coextensivo com a mudança de compreensão setorial dos ambientes.

Na verdade, a resiliência urbana, em contraponto com a sustentabilidade,

precisa lidar com o já existente, ou seja, o ambiente construído, de forma a adaptá-lo da forma mais assertiva e preparar a cidade e toda sua estrutura para qualquer evento de risco.

## 4. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Diante da crise climática que se avulta exponencialmente, a resiliência urbana vem sendo cada vez mais vista como uma necessidade de sobrevivência do ambiente construído. Assim, projetos e ferramentas estão sendo desenvolvidos e aperfeiçoados de forma a atender às questões do meio urbano diante das diferentes vulnerabilidades.

Se para o COSO (2024), o controle preventivo tem a prerrogativa de evitar a ocorrência de um evento ou resultado indesejado e se o controle detectivo identifica evento ou resultado indesejado, antes que o objetivo final tenha sido obtido, há de se admitir que a abordagem da gestão de riscos constrói cenários prospectivos, com o objetivo de verificar a existência de ramificações e/ou perturbações no entorno, além de sugerir e/ou aprimorar técnicas de mitigar ou anular os impactos. No caso da mitigação, é o controle corretivo (COSO, 2024) que identifica e corrige o resultado negativo do impacto ou pratica as ações necessárias para tornar mínimos os efeitos da anomalia.

Esses três controles, ao serem aplicados na urbanização e/ou reurbanização, traduzem a resiliência urbana. Segundo Jacobs (2011) a revitalização do ambiente construído, ou seja, a resiliência urbana, é o fortalecimento da comunidade e seu entorno, tendo em vista se basear nos princípios fundamentais de revitalização do próprio conjunto do tecido urbano e de seus limites que carecem ser reintegrados ao ambiente.

Há, então, que se admitir que os planejadores urbanos precisam elaborar o diagnóstico assertivo das condições capazes de gerar adversidades e as

carências das moradias e infraestrutura.

Ao exercer a resiliência urbana, na integração ou, até mesmo, reintegração da estrutura urbana ao ambiente, os projetos precisam adquirir as virtudes de uma estrutura urbana sadia. Tendo em vista que o espaço urbano está em constante transformação, seja pelo acréscimo populacional, pela política ou pela mudança de comportamento da população, é necessário que haja a elaboração de cenários com o propósito de se prever algumas dessas mudanças, tornando possível um planejamento que permita antever um evento adverso.

É importante ressaltar que a recorrência de desastres, especialmente enchentes, desmoronamentos e deslizamentos, são muitas vezes consequências de uma urbanização excludente que consentiu a ocupação de áreas inadequadas à moradia, tais como margens de córregos e encostas instáveis, que desalojam famílias e exigem resposta do poder público, e até da sociedade, para reparação dos danos derivados da catástrofe.

Todas as ações de reurbanização/reintegração carecem ser de forma colaborativa com a comunidade, porque isso aumentará a eficiência dos programas.

Diante do exposto, pode-se admitir que nem sempre o cenário com melhores resultados será o ideal ou mais viável, sendo a tomada de decisão atrelada, também, a questões éticas e sociais, haja vista a devida proteção à comunidade local, com projetos habitacionais eficientes e não discriminatórios.

Mas, de qualquer forma, pode-se observar que a resiliência urbana se baseia nos três tipos de controle, indicados por COSO (2024), quais sejam, prevenção de riscos, análise de impactos caso haja consolidação e estabelecimento de controles, conforme o cenário materializado.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 31000 Gestão de Riscos** - Princípios e Diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ANSELL, C.; TORFING, J. **Handbook on Theories of Governance**. Edward Elgar Publishing, 2016.

BERGAMINI JUNIOR, Sebastião. Controles internos como um instrumento de governança corporativa. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 24, p. 149-188, dez. 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Clima e Relações Internacionais. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima [recurso eletrônico]**: relatório final de monitoramento e avaliação, ciclo 2016-2020. Coordenação e organização: Adriana Brito da Silva... [et al.]. Brasília, DF: MMA, 2021. 91 p.

COMMITTEE OF SPONSORING ORGANIZATIONS OF THE TREADWAY COMMISSION. **Internal Control - COSO**: Enterprise Risk Management – Integrated Framework. United States of America: COSO. Disponível em: <https://www.coso.org/>. Acesso em: 15 set. 2024.

CROUHY, M.; GALAI, D.; MARK, R. **Gerenciamento de Risco**: Abordagem Conceitual e Prática - Uma Visão Integrada dos Riscos de Crédito, Operacional e de Mercado. Rio de Janeiro: Qualitymark; São Paulo: SERASA, 2004.

DAMODARAN, A. **Investment philosophies**: successful investment philosophies and the greatest investors who made them work. New York: Wiley and Sons, 2003.

GALANTE, E. **Princípios de Gestão de Riscos**. 1. ed. Curitiba: Editora Appris, 2015.

HELDMAN, K. **Gerência de projetos: guia para o exame oficial do PMI**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2006.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. Tradução de Carlos S. Mendes

---

Rosa. 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.

MARSHALL, C. L. **Medindo e Gerenciando Riscos Operacionais em Instituições Financeiras**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

MILANEZ, B.; FONSECA, I. F. Justiça climática e eventos climáticos extremos: uma análise da percepção social no Brasil. **Terceiro Incluído - NUPEAT-IESA-UFG**, v. 1, n. 2, jul./dez. 2011, p. 82-100. Disponível em: <http://www.revistas.ufg.br/index.php/teri/article/view/17842/10673>. Acesso em: 2024.

Rockefeller Foundation. **Institutionalizing Urban Resilience: A Midterm Monitoring and Evaluation Report of 100 Resilient Cities**. 2018.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Critérios gerais de controle interno na administração pública: um estudo dos modelos e das normas disciplinadoras em diversos países**. Brasília: Tribunal de Contas da União, 2009.

UN HABITAT. **City Resilience Profiling Tool Guide**. 2018. Disponível em: <https://unhabitat.org/guide-to-the-city-resilience-profiling-tool>

# Artigo

## SETE MEDIDAS PREVENTIVAS PARA AUMENTAR A RESILIÊNCIA DAS CIDADES

### PROPOSTAS ELABORADAS PELA DEFESA CIVIL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

#### **Guilherme Pereira Godoi**

Especialista. Oficial do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ), Secretaria de Estado de Defesa Civil do Rio de Janeiro (SEDEC-RJ).  
guilhegodoi@gmail.com

#### **Samir Batista Fernandes**

Mestre em Segurança e Defesa Civil. Especialista em Defesa Civil, em Ciência de Dados e Gestão Pública. Oficial do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ), Secretaria de Estado de Defesa Civil do Rio de Janeiro (SEDEC-RJ). Pesquisador do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Desastres da Universidade Federal Fluminense (NEPED-UFF).  
rjbmsamir@gmail.com

#### **Maurinei Nunes Mendonça**

Especialista. Oficial do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ), Secretaria de Estado de Defesa Civil do Rio de Janeiro (SEDEC-RJ).  
maurinei193@gmail.com

#### **Sérgio Ruy Barbosa Guerra Martins**

Mestre em Administração Pública. Graduado em Comunicação Social. Professor da Fundação Getúlio Vargas (FGV).  
cesgri@fgv.br

## RESUMO

A Defesa Civil no Brasil evoluiu de uma abordagem reativa para uma cultura de prevenção, impulsionada pela Lei 12.608/2012, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. O desafio atual é implementar essa cultura diante das mudanças climáticas, que aumentam a frequência de eventos extremos. A Defesa Civil enfrenta dificuldades como a falta de métricas claras, a infraestrutura obsoleta e o dilema entre prevenção e recuperação. No entanto, o fortalecimento dos núcleos das defesas civis municipais e a adoção de abordagens inovadoras, como o modelo Cynefin e conceitos de antifragilidade, têm mostrado resultados promissores. A estratégia inclui soluções simples, infraestrutura resiliente e descentralizada, além de promover a responsabilidade das autoridades.

**Palavras-chave:** Proteção e Defesa Civil. Prevenção de desastres. Lei 12.608/2012. Mudanças climáticas. Antifragilidade.

## 1. INTRODUÇÃO

A Defesa Civil no Brasil passou por uma transformação desde a década de 1990, quando começou a transitar de uma abordagem reativa realizada majoritariamente pelos corpos de bombeiros militares, baseada somente em respostas aos desastres, para uma abordagem preventiva. Essa mudança foi impulsionada por uma nova percepção global da necessidade de reduzir riscos de desastres e consolidada pela Lei 12.608 de 2012 que instituiu um novo marco legal, por meio da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil.

No entanto, apesar dos avanços, a transição para uma cultura de prevenção tem sido um desafio complexo, especialmente diante das mudanças climáticas que exigem respostas cada vez mais proativas e eficientes. Este trabalho propõe explorar ações preventivas que a

Defesa Civil no Brasil vem adotando para aumentar a resiliência das cidades e ao enfrentamento aos fenômenos climáticos extremos.

## 2. DESAFIOS ATUAIS E A NECESSIDADE DE NOVAS MEDIDAS PREVENTIVAS

A Defesa Civil no Brasil enfrenta desafios para a implementação de uma cultura de prevenção, incluindo a falta de métricas objetivas para avaliar a redução de riscos e a dificuldade em determinar se os desastres são decorrentes de falhas humanas ou fenômenos naturais. Além disso, a infraestrutura atual das cidades pode se tornar obsoleta diante de mudanças climáticas que aumentam a frequência e a intensidade dos eventos climáticos extremos.

Entretanto, seria um investimento fadado ao insucesso não entender qual é o problema fundamental para a redução dos riscos (homem e/ou natureza), uma vez que garantias operacionais básicas não estão consolidadas nos municípios fluminenses. Exemplos incluem a falta de equipe técnica capacitada, a ausência de serviço de monitoramento 24 horas, e a carência de infraestrutura essencial (telefones, internet, veículos, materiais, etc.).

Outro dilema, não trivial, que reflete na administração pública é a escolha entre investir em prevenção ou em recuperação pós-desastre. Não é óbvio esse dilema! Investimentos em prevenção podem reduzir os danos causados por desastres, mas seus benefícios não são imediatamente visíveis, dificultando a justificativa para a alocação de recursos. Por outro lado, a recuperação após um desastre requer investimentos maiores e mais imediatos, o que pode drenar recursos de outras áreas públicas essenciais, como saúde, educação e segurança.

Na redução de riscos de desastres, é importante abordar a questão da

socialização dos prejuízos e a privatização dos benefícios. Muitas vezes, os lucros de empreendimentos que aumentam os riscos de desastres são privatizados, enquanto os prejuízos decorrentes dos desastres são socializados, como evidenciado nos casos de Mariana e Brumadinho, em Minas Gerais. Empresas responsáveis pela criação de riscos muitas vezes buscam compartilhar os custos da recuperação com a sociedade, transferindo os problemas para a coletividade. Essa prática é insustentável e injusta, destacando a necessidade de uma responsabilização objetiva e efetiva.

Do exposto, a defesa civil acumula desafios, como a competência difusa da administração pública direta frente às novas regulamentações, a mudança cultural e a resistência aos novos paradigmas, a baixa aderência conceitual em Redução do Risco de Desastre (RRD) frente a estratégia internacional do marco de Sendai nas práticas administrativas e legislativas, a subjetividade dicotômica da alocação de recursos na prevenção vs recuperação e a socialização dos prejuízos nos desastres.

### 3. UMA PERSPECTIVA ACERCA DE NOVAS ABORDAGENS EM RRD

A Defesa Civil vem buscando mitigar os desafios das mudanças climáticas utilizando uma referência teórica que permite implementar mudanças na administração e promover avaliações públicas sem modificar os traços culturais da defesa civil e principalmente do órgão de resposta associado aos bombeiros militares. Para essa tarefa utilizamos o modelo Cynefin de metodologia ágil, por meio de processos que abarcam melhores ou boas práticas baseadas em

evidências científicas e seguem a lógica do ciclo de Deming<sup>1</sup>. De outra forma, problemas emergentes exigem respostas adaptativas, e a cultura de bombeiro orienta essas respostas conforme a natureza do problema. Para problemas adaptativos utilizamos a abordagem do ciclo OODA<sup>2</sup>.

O estado do Rio de Janeiro possui um exemplo dos resultados da evolução da metodologia Cynefin visando o fortalecimento junto às defesas civis municipais, a partir da identificação de suas vulnerabilidades e capacitação com boas práticas a fim de melhorar os aspectos deficitários. Um comparativo entre dois períodos de avaliação do índice municipal de gestão de desastres (metodologia criada pela defesa civil estadual) percebeu-se um aumento de 67% do número de municípios que apresentaram melhorias em relação à avaliação anterior.

O fortalecimento das instituições municipais de defesa civil é a maior aposta numa estratégia de curto prazo. O objetivo é que esse fortalecimento permita que as instituições tenham maior maturidade para incorporar e lidar com novas tecnologias, desafios e mudanças de paradigmas no longo prazo.

Seguindo as recomendações de Nassim Nicholas Taleb (2023) em “The Black Swan” e “Antifragile”, incorporamos sete ideias ao planejamento estratégico da Secretaria Estadual de Defesa Civil do Rio de Janeiro (SEDEC-RJ):

#### 1. Fazer omeletes sem quebrar

**ovos:** Implementar medidas preventivas que reduzam riscos sem causar danos colaterais significativos. Por exemplo, considerar soluções baseadas na natureza e pequenas intervenções locais em vez de

---

1) N.E.: O Ciclo de Deming, também conhecido como ciclo PDCA, é uma metodologia de gestão que visa melhorar os processos de uma empresa de forma contínua. O ciclo é composto por quatro etapas: Planejar (Plan), Fazer (Do), Checar (Check), Agir (Act).

2) N.E.: Ciclo OODA é uma metodologia de tomada de decisão que se baseia em quatro etapas: Observar, Orientar, Decidir e Agir

grandes obras de infraestrutura. A limpeza regular de bueiros e a manutenção de calçamentos de paralelepípedos auxiliam no transporte e direcionamento adequado das águas superficiais das chuvas é outro exemplo. Essas pequenas ações ajudam a controlar e reter as águas, dificultam o carregamento de materiais que poderiam causar entupimentos e deslizamentos, e diminuem a formação de alagamentos. Recomenda-se fortemente soluções simples, funcionais e baratas.

## **2. Ser como uma vela, não uma**

**lâmpada elétrica:** Desenvolver sistemas robustos e resilientes que possam funcionar mesmo em condições extremas, como infraestrutura descentralizada e em redes de apoio comunitário. Por exemplo, implementar sistemas de alerta e alarme com a participação ativa da comunidade, onde ao acionar uma liderança, ocorre um trabalho de porta a porta para avisar os demais moradores, especialmente aqueles com necessidades especiais. Isso garante que todos recebam as informações de maneira eficiente, aumentando a resiliência da comunidade em face de desastres. O Japão é o maior exemplo de país que convive com a tecnologia ao lado do simples. É preciso incorporar a ideia de que a tecnologia nem sempre trará a solução para os desafios da sociedade e que é melhor ter sistemas redundantes com tecnologia e simplicidade.

**3. Evitar o cisne negro:** cisnes negros são eventos imprevisíveis e altamente impactantes. O desdobramento da ideia anterior é a criação de sistemas que minimizem os danos de eventos imprevisíveis através de redundâncias, preparação para cenários climáticos extremos e adaptação contínua. PDCA para os problemas com respostas no passado e abordagens adaptativas, como o ciclo OODA, para problemas emergentes. Quem manda na resposta é o problema! Essa abordagem é amplamente utilizada nos centros de operações que possuem soluções adaptativas.

## **4. Antifragilidade - beneficiar-se**

**do caos:** Projetar sistemas que se fortaleçam com choques, aprendendo continuamente a partir de eventos passados e adaptando procedimentos e políticas. As experiências pretéritas oferecem oportunidades de melhorias e aprendizados. Utiliza-se em organizações maduras painéis para identificar melhorias contínuas nos processos.

## **5. Barbell strategy (estratégia do**

**halteres):** Adotar uma abordagem de gestão de riscos que combine investimentos em segurança e resiliência com a exploração de oportunidades de inovação e melhorias. Manter reservas de emergência enquanto se experimenta novas tecnologias de baixo custo. A alternativa é a utilização de novas tecnologias de baixos custos por meios de ecossistemas favoráveis a testar e escalar soluções.

Há um consenso no setor de planejamento que investir em inovação tecnológica é um risco, pois não existe garantia de retorno, mas ainda assim é a melhor alternativa de desenvolvimento sustentável. A dificuldade atual reside em adequar o planejamento frente à nova legislação de licitações, Lei 14.133/2021, que é mais flexível que a Lei 8.666/1993, porém exige mais habilidades do executivo em cumprir os ritos administrativos. Adicionalmente, a administração pública precisa transpor a curva de aprendizado para adotar essa nova abordagem.

**6. Redundância e precaução:** Na gestão de desastres, a redundância é fundamental, pois pode salvar vidas e minimizar danos. Ter planos de contingência e recursos extras é uma prática desejável. Essa abordagem é uma combinação das ideias 2 e 5. No entanto, enfrenta-se dificuldades em justificar, junto aos setores de controle do Tesouro, responsáveis pela execução do orçamento, a necessidade de alocar dois tipos de recursos com a mesma finalidade, como se fosse um plano A e um plano B.

Os recursos são limitados, contingenciados e altamente disputados. Apesar do planejamento ser detalhado, a ideia de ter redundância (e recursos) é compreendida como uma heresia junto ao administrador público que enfrenta difíceis decisões de austeridade fiscal e precisa dizer “não” para garantir o cumprimento de metas fiscais.

### 7. Skin in the game (pele em jogo):

Em consequência de todas as ideias anteriores, o desejável é adotar a estratégia de respeitar profundamente as autoridades e suas decisões por meio da oportunidade e conveniência do gestor, todavia informando sempre as possíveis consequências da inação.

O objetivo é assegurar que aqueles que tomam decisões sobre gestão de riscos e desastres também sejam afetados por essas decisões, promovendo maior responsabilidade e comprometimento com a efetividade das medidas implementadas.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entendemos que a transição para uma cultura de prevenção é fundamental para aumentar a resiliência das cidades fluminenses aos fenômenos climáticos. As ideias que norteiam o planejamento estratégico, que incluem soluções baseadas na natureza, infraestrutura resiliente e descentralizada, e o fortalecimento das comunidades locais, oferecem caminhos promissores para uma gestão mais eficaz dos riscos de desastres. Cabe destacar que os resultados dessas abordagens serão melhor compreendidas num tempo maior. A defesa civil do Rio de Janeiro vem colhendo bons resultados com o fortalecimento das defesas civis municipais ao se comparar os indicadores de dois períodos.

## REFERÊNCIAS

BOYD, J. R. **A Discourse on Winning and Losing**. Maxwell AFB: Air University Press, 1987.

BRASIL. **Lei 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 abr. 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm). Acesso em: 18 ago. 2024.

DEMING, W. E. **Out of the Crisis**. Cambridge: MIT Press, 1986.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030**. 2015. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>. Acesso em: 18 ago. 2024.

SNOWDEN, D. J.; BOONE, M. E. **A Leader's Framework for Decision Making**. Harvard Business Review, 2007. Disponível em: <https://hbr.org/2007/11/a-leaders-framework-for-decision-making>. Acesso em: 18 ago. 2024.

TALEB, N. N. **Antifrágil: Coisas que se beneficiam com o caos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Best Business, 2023.

TALEB, N. N. **O Cisne Negro: O impacto do altamente improvável**. 18. ed. Rio de Janeiro: Best Business, 2023.

# Artigo

## O RISCO GEOTÉCNICO E SEU IMPACTO NAS OBRAS DE ENGENHARIA

O risco geotécnico é um dos fatores mais críticos para a segurança e sucesso de projetos de engenharia, abrangendo desde a mineração até a infraestrutura urbana e rodoviária. Este artigo busca explorar a importância do risco geotécnico, suas metodologias de análise e os desafios enfrentados na sua gestão. Com foco nas obras de engenharia civil e de infraestrutura, o texto discute o papel das ciências geotécnicas na compreensão dos solos e rochas, na avaliação de estabilidade de taludes e no desenvolvimento de soluções que visam garantir a segurança e sustentabilidade das obras, e como os especialistas podem contribuir para espaços mais sustentáveis do ponto de vista geotécnico.

**Palavras-chave:** Risco geotécnico. Talude. Obra de engenharia. Escavação. Sustentabilidade.

### **Tatiana Barreto dos Santos**

Profa., Dra., Departamento de Engenharia de Minas e Programas de Pós-graduação em Engenharia Mineral e Geotecnia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto.

tatiana.santos@ufop.edu.br

### **José Margarida da Silva**

Prof., Dr., Departamento de Engenharia de Minas e Programa de Pós-graduação em Engenharia Mineral, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto; Conselheiro da Câmara Especializada de Geologia e Engenharia de Minas/CREA-MG.

jms@ufop.edu.br

# 1. INTRODUÇÃO

O risco geotécnico está relacionado à probabilidade de falhas em estruturas geotécnicas, como taludes e encostas, que podem gerar danos materiais significativos e perdas humanas. As atividades de construção civil e infraestrutura, especialmente em áreas com relevo acidentado, exigem um planejamento rigoroso e uma análise cuidadosa das condições geotécnicas para mitigar riscos (Duncan Wright; Brandon, 2014).

A geomecânica, que estuda a resposta de materiais presentes na crosta terrestre a ações de escavação, engloba a geologia de engenharia, a mecânica dos solos e das rochas. Esta ciência desempenha um papel central na compreensão dos comportamentos do terreno sob condições de carga. No contexto de obras de grande porte, como estradas, ferrovias e áreas de mineração, o conhecimento adequado dos materiais presentes na crosta terrestre e das suas interações com fatores externos é essencial para garantir a estabilidade e segurança das estruturas (Das; Sobhan, 2018).

Este artigo apresenta uma visão geral sobre a análise de risco geotécnico, destacando suas aplicações em diferentes contextos e discutindo tanto as metodologias qualitativas quanto quantitativas empregadas pelos engenheiros para prever e mitigar esses riscos, contribuindo assim para a sustentabilidade de obras de engenharia.

## 2. O CONCEITO DE RISCO GEOTÉCNICO

A preocupação em elaborar um planejamento rigoroso e uma análise cuidadosa das condições geotécnicas para mitigar riscos está em consonância com as diretrizes dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, para a melhoria das condições de vida da sociedade. E o papel da engenharia é apresentar à sociedade

soluções técnica e economicamente viáveis para a prevenção ou mitigação desses riscos.

O risco geotécnico pode ser compreendido como a combinação da probabilidade de uma falha geotécnica ocorrer e as consequências que ela pode gerar. Taludes, encostas e outras formações, naturais ou construídas, apresentam risco de deslizamentos, subsidências ou erosões, especialmente quando a engenharia falha em prever o comportamento dos materiais naturais envolvidos (Wyllie; Mah, 2014).

Em áreas urbanas densamente povoadas, o risco geotécnico é particularmente relevante, uma vez que falhas podem ameaçar diretamente a vida humana e a integridade de edificações. Já em áreas de mineração, especialmente em minas a céu aberto, o controle de taludes é essencial para evitar perdas de capital e, principalmente, de vidas (Lee; Ho, 1995). Além de consequências hidrológicas, há possibilidade de dano a vias e edifícios em centenas de grandes cidades no mundo.

Há preocupação principalmente na propagação dos movimentos devido à subsidência: muitos trabalhos subterrâneos feitos em zonas ou regiões com construções na superfície (túneis em zonas urbanas, minas sob vilas ou outras instalações). Entre os bons exemplos, na Suécia, a empresa de mineração LKAB, na mina Kiruna, tomou providência em relação à abrangência do impacto das escavações subterrâneas. A ação consistiu em acordo com a população, devido à progressão de bacia de subsidência, com indenizações que somaram U\$ 1 bilhão e a transferência de parte da cidade (Hardy, 2019).

De acordo com Perkins (2021), segundo o USGS (*United States Geological Survey*), nos EUA, mais de 80% da subsidência conhecida (que cobre área de cerca de 28 mil km<sup>2</sup>) vêm do uso de água subterrânea. Ou seja, vários bens de necessidade (água, minérios) ou serviços, infraestrutura das cidades (vias, metrô, túneis) estão relacionados às escavações e, por isso, sujeitos a impactos geotécnicos.

Os planos diretores municipais, com isso, desempenham um papel importante na mitigação desses riscos, uma vez que buscam normatizar a ocupação territorial com base em critérios técnicos que incluem a segurança geotécnica das áreas urbanas e rurais (Leroi; Bonnard; Fell; Mcinnes, 2005).

### **3. METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE RISCO GEOTÉCNICO**

A análise de risco geotécnico pode ser conduzida de duas maneiras principais: qualitativa e quantitativa. As metodologias qualitativas envolvem a avaliação subjetiva de especialistas e, embora amplamente utilizadas, podem apresentar problemas de padronização (Duncan; Wright; Brandon, 2014). Isso pode levar a interpretações divergentes sobre um mesmo fenômeno, dependendo do especialista e da região.

Já as metodologias quantitativas de classificação levam em consideração parâmetros como a resistência da rocha, a condição das descontinuidades e a presença de águas subterrâneas, auxiliando na previsão da probabilidade de rupturas (Wyllie; Mah, 2014). Entretanto, uma das principais limitações dessas metodologias é a dependência de grandes volumes de dados, que nem sempre estão disponíveis (Das; Sobhan, 2018).

Recentemente, técnicas avançadas, como o uso de aprendizado de máquina e a estatística multivariada, vêm ganhando espaço nas análises geotécnicas por permitirem o processamento de grandes quantidades de dados, tanto qualitativos quanto quantitativos, resultando em análises mais robustas e precisas. Além disso, são capazes de lidar com diferentes tipos de dados e contextos, ampliando sua aplicabilidade (Duncan; Wright; Brandon, 2014).

### **4. GESTÃO DE RISCO**

## **GEOTÉCNICO**

A gestão do risco geotécnico envolve um processo estruturado de identificação, análise, avaliação, mitigação e monitoramento dos riscos associados ao comportamento dos solos e rochas. Normas internacionais, como a AS/NZS ISO 31000:2009, fornecem diretrizes claras para esse processo, que inclui a integração de sistemas de monitoramento e a adoção de medidas preventivas, como a construção de estruturas de contenção e a estabilização de encostas (Standards Australia, 2009).

Uma das ferramentas mais importantes na gestão de risco geotécnico é a instrumentação geotécnica. Sensores instalados em taludes e encostas permitem o monitoramento em tempo real de deslocamentos, pressões de poros e outros parâmetros que indicam possíveis movimentos de massa. Esses dados são cruciais para prever falhas e alertar as autoridades com antecedência suficiente para evitar desastres (Lee; Ho, 1995).

A implementação de sistemas de alerta precoce tem se mostrado especialmente eficaz na redução de acidentes e na minimização de prejuízos econômicos. Esses sistemas são amplamente utilizados em áreas de mineração, em grandes obras de infraestrutura e em áreas urbanas propensas a deslizamentos e subsidências (Leroi; Bonnard; Fell; Mcinnes, 2005).

Os profissionais que têm formação em geologia e em agentes naturais descrevem o meio físico e podem contribuir mostrando parâmetros de fenômenos de escorregamento, caminhos naturais de percurso de sistemas com água (rios e outros), presença de cavidades e as condições geotécnicas para a estabilidade.

A contribuição pode ser dada especialmente na segurança das estruturas construídas pela mineração, tais como barragens de rejeito, pilhas de estéril, taludes, acessos, transporte do minério pelas estradas de uso público,

estabilidade dos taludes escavados e naturais, extração e manuseio da água subterrânea, incluindo a drenagem das minas e também a preservação dos aquíferos.

## 5. DESAFIOS NA ANÁLISE DE RISCO GEOTÉCNICO

O controle das movimentações de massa já conta com dispositivos que funcionam com telemetria satelital, permitindo monitoramento em áreas remotas sem sinal de Wi-Fi ou GPRS. Essa tecnologia não sofre interferência de comunicação devido às chuvas, o que viabiliza o monitoramento em locais críticos. Esses dispositivos avançados permitem vigilância contínua e precisa das áreas de risco, ajudando a prevenir bloqueios em vias de acesso importantes e garantindo resposta rápida em situações de emergência.

Apesar de avanços significativos nas tecnologias de monitoramento e modelagem, a análise de risco geotécnico ainda enfrenta diversos desafios. Um dos principais é a incerteza nos dados geotécnicos, que muitas vezes não são completos ou precisos o suficiente para permitir uma análise detalhada e segura (Wyllie; Mah, 2014). A variabilidade dos fenômenos geológicos também torna a previsão de falhas extremamente complexa.

A coleta de dados confiáveis é outro desafio. Em muitas situações, a falta de informações geotécnicas detalhadas exige que os engenheiros trabalhem com estimativas baseadas em coeficientes de variação ou suposições estatísticas. Embora isso possa ser suficiente em alguns casos, muitas vezes leva à aplicação de fatores de segurança excessivamente conservadores, o que pode aumentar os custos das obras (Das; Sobhan, 2018).

Além disso, a falta de consenso sobre as metodologias de análise de risco também é um fator complicador. Especialistas

podem ter interpretações diferentes sobre os dados e as análises, o que gera uma falta de uniformidade na aplicação das melhores práticas geotécnicas (Leroi; Bonnard; Fell; Mcinnes 2005).

## 6. PERSPECTIVAS E CONCLUSÃO

Os especialistas podem orientar as obras e intervenções, da concepção e projeto ao monitoramento, com medição por meio de instrumentos e vistorias de locais, para verificação de indícios (sinais) de instabilidade, contribuindo para poupar vidas e custos inesperados.

A tecnologia e a inovação estão cada vez mais presentes em todos os setores da sociedade. O avanço das tecnologias de sensoriamento remoto, como drones e imagens de satélite, e o desenvolvimento de softwares avançados de modelagem geotécnica têm o potencial de melhorar significativamente a coleta de dados e a análise de risco (Duncan; Wright; Brandon, 2014).

Já estão disponíveis tecnologias de monitoramento geotécnico com transmissão via satélite para instalar em locais remotos onde há riscos de deslizamentos e potencial de fatalidades. Essas ferramentas, aliadas ao uso crescente de técnicas de inteligência artificial e aprendizado de máquina, possibilitam análises mais precisas e em tempo real, reduzindo as incertezas e ampliando a segurança dos projetos.

Historicamente várias cidades já foram impactadas por inúmeros desastres de vários portes, que já deixaram e continuam deixando, consequências trágicas. Os danos e prejuízos atingem, direta ou indiretamente, praticamente a todos os cidadãos. Por isso, a estabilidade das estruturas geotécnicas não é apenas uma questão de conformidade com as normas, mas uma garantia de que o uso do local ou da operação da mina ou outra atividade pode continuar de forma segura e lucrativa.

A integração entre diferentes áreas do conhecimento, como a geologia, a engenharia civil e a ciência da computação, também promete trazer avanços importantes para o campo da engenharia geotécnica. A aplicação de soluções interdisciplinares permite o desenvolvimento de novos métodos para prever e mitigar riscos, garantindo a segurança das operações e das populações envolvidas. As discussões podem fomentar novas orientações técnicas, bem como embasar políticas públicas.

Em resumo, o risco geotécnico continua sendo um fator crucial para a segurança e o sucesso de projetos de engenharia. A avaliação e gestão adequada desses riscos não só previnem acidentes e protegem vidas, como também garantem a viabilidade econômica e a sustentabilidade dos projetos de construção e infraestrutura.

Justamente por isso, é fundamental a participação e contribuição de todos os envolvidos para buscar espaços sustentáveis para se viver e trabalhar. No tocante especificamente a planos diretores, sugere-se a realização de acordos de cooperação técnica com municípios para divulgação de boas práticas e utilização de ferramentas que contribuam para auxiliá-los na elaboração de políticas públicas e ações estratégicas relacionadas às questões geotécnicas.

## REFERÊNCIAS

DAS, B. M.; SOBHAN, K. **Principles of geotechnical engineering**. Cengage Learning, 2018.

DUNCAN, J. M.; WRIGHT, S. G.; BRANDON, T. L. **Soil strength and slope stability**. John Wiley & Sons, 2014.

HARDY, M. **This Swedish Mining Town Is Sinking** - So It's Being Moved. Disponível em: <https://www.wired.com/story/swedish-mining-town-sinking> Acesso em: out 2024.

LEE, C. F.; HO, K. K. S. Landslide risk assessment and management: An

overview. **Canadian Geotechnical Journal**, v. 32, n. 4, p. 644-659, 1995.

LEROI, E.; BONNARD, C.; FELL, R.; MCINNES, R. Risk assessment and management. In: HUNGR, M.; FELL, R.; COUTURE, R.; EBERHARDT, E. (eds.). **Landslide Risk Management**. CRC Press, 2005. p. 159-198.

PERKINS, S. Often driven by human activity, subsidence is a problem worldwide. **PNAS**. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2107251118>. Acesso em: 2021.

STANDARDS AUSTRALIA. **AS/NZS ISO 31000:2009 Risk management** - Principles and guidelines. Standards Australia, 2009.

WYLLIE, D. C.; MAH, C. W. **Rock slope engineering**: civil and mining. CRC Press, 2014.

*Artigo de opinião*

## **REFLEXÕES SOBRE PREVENÇÃO DE DESASTRES GEOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS**

### **José Margarida da Silva**

Prof., Dr., Departamento de Engenharia de Minas e Programa de Pós-graduação em Engenharia Mineral, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto; Conselheiro da Câmara Especializada de Geologia e Engenharia de Minas/CREA-MG.  
jms@ufop.edu.br

### **Pedro Carlos Garcia Costa**

Engenheiro Geólogo, Sócio da Carmo & Delgado Consultoria, Conselheiro e Coordenador da Câmara Especializada de Geologia e Engenharia de Minas/CREA-MG.  
pedrogarciacosta@yahoo.com.br

“Fazer frente às crises ambientais provocadas pelo homem como as mudanças climáticas, a poluição ou a perda da biodiversidade exige respostas não só ecológicas, mas também sociais, econômicas e políticas. Temos que nos comprometer com a luta contra a pobreza e a proteção da natureza, mudando nossos hábitos pessoais e os de nossa comunidade. É preciso ouvir com o coração o clamor da terra!”

Papa Francisco

Os períodos entre recorrências de desastres ambientais estão cada vez menores, o que torna urgentes as atitudes de prevenção e mitigação dos impactos negativos desses fenômenos. As causas dos acidentes ditos naturais (na verdade, com desencadeamento a partir de ações antrópicas, na maior parte das vezes) estão ligadas à impermeabilização do solo, canalização de rios, desmatamento, drenagem inadequada, cortes e aterros sem observar as estruturas geológicas dos terrenos, descarte e disposição inadequados de resíduos urbanos e industriais, ocupação de áreas suscetíveis a deslizamentos ou inundações.

Assim, o texto a seguir desenvolvido visa apontar pontos focais dos riscos geológicos e hidrológicos, que debatidos e analisados pelo Grupo de Trabalho instituído pelo CREA-MG, possam subsidiar a formulação de uma política permanente de prevenção de acidentes ambientais geológicos e hidrológicos, para os municípios e o estado

## **MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UM NOVO NORMAL?**

As duas primeiras décadas do Século XXI têm sido pródigas em surpreender grande parte da humanidade pelas crises ambientais recorrentes, trazendo evidências das mudanças climáticas em curso no planeta. Surpresa para muitos, não todos, pois, representantes da academia, cientistas e muitos ambientalistas (alguns até mesmo leigos), desde o século passado já alertavam para um futuro imediato extremamente inóspito para a humanidade.

Os alertas sobre as ações predatórias dos homens à natureza, como a supressão da cobertura vegetal natural para dar lugar ao uso alternativo dos solos com monoculturas e pastagens e mineração, bem como grilagem de terras públicas (devolutas) ou mesmo agressões à natureza em reservas indígenas e quilombolas, anteciparam em nosso país desastres que só se previam para duas a três décadas mais adiante, o que daria tempo para implementação das medidas mitigadoras previstas no “Acordo de

Paris”, do qual o Brasil é signatário.

Lamentavelmente, as medidas de mitigação contidas no “Acordo” têm sido implementadas de forma muito lenta ou mesmo relegadas por alguns países. Trata-se de uma situação altamente complexa para o Brasil, de vez que muitos estudiosos brasileiros e estrangeiros apontam nosso país como altamente vulnerável às mudanças climáticas. O Governo Federal identificou 1942 municípios afetados por áreas de risco. Entretanto, nos 853 municípios mineiros é difícil identificar os que não possuem áreas afetadas por riscos geológicos ou hidrológicos ou mesmo submetidos a ambos. Os impactos nesses locais ocasionaram muitas mortes, paralisação de indústrias e comércio, perda de postos de trabalho. Mais de 2,5 milhões de residências foram danificadas, aeroportos inoperantes, vias e pontes destruídas, áreas agrícolas inundadas; enfim, prejuízos financeiros incalculáveis.

O ano de 2024 tem sido pródigo em demonstrar essa tese. Enchentes devastadoras nas bacias hidrográficas que banham Porto Alegre e entorno, desmoronamentos de construções em Gramado (RS), deslizamento de encostas e inundações na Baixada Santista (SP), chuvas intensas e desmoronamento de encostas na Bahia, no Espírito Santo e em Minas Gerais, além de incêndios florestais descomunais, na Floresta Amazônica, nos Cerrados do Brasil Central e na Mata Atlântica, uma repetição em grande escala do chamado “Dia do Fogo”, uma ação nefasta que afetou alguns municípios da Amazônia no ano anterior. Essas crises ambientais, uma vez ocorridas, exigem colocar em prática medidas onerosas para reparação e revitalização da economia local ou regional. Entretanto, o que aqui se propõe são, essencialmente, ações preventivas que devem estar ancoradas em políticas públicas derivadas de uma legislação complementar às normas atuais, com pelo menos dois focos fundamentais: por um lado, estabelecer que as ações preventivas sejam permanentes, orientadas e executadas pelos poderes públicos municipais, estaduais (mais o Distrito Federal) e

federal, especialmente na mobilização das organizações da sociedade civil; por outro, tornar mais rigorosas as penalidades (com a devida dosimetria) aos infratores que causem danos voluntários e involuntários ao meio ambiente.

As ações preventivas devem observar o disposto no “Marco de Ação de Sendai 2015-2030”, adotado como novo paradigma por países para redução de riscos de desastres, que estabeleceu como uma de suas prioridades ações voltadas para a compreensão do risco de desastres em todas as suas dimensões, ou seja, aquelas associadas à vulnerabilidade, capacidade de resposta, exposição de pessoas e bens, características dos perigos e do meio ambiente.

Do exposto acima, conclui-se que cabe também à sociedade civil se associar ao setor público para buscar e propor ações preventivas aos danos causados pelas crises recorrentes das mudanças climáticas, única forma de evitar perdas de vidas humanas e danos irreparáveis aos ecossistemas.

É essencial analisar criticamente a situação, se dispôr e propor medidas que visem minimizar os danos materiais e a perda de vidas humanas causados por chuvas intensas ou precipitações continuadas por vários dias, que encharcam os solos e causam deslizamentos de encostas e/ou focos erosivos que afetam zonas urbanas e rurais, bem como trazem enchentes que inundam cidades, povoados e áreas de cultivo e de pastagens.

As discussões podem fomentar novas orientações técnicas, melhoria de normas de estabilidade de encostas, bem como de políticas públicas. É fundamental, portanto, acompanhar as discussões e formulação dos planos de defesa nos âmbitos municipal, estadual e federal envolvendo aqueles que são suscetíveis às condições hidrometeorológicas e climáticas adversas, capazes de deflagrar processos (inundações, enxurradas e movimentos de massa) que produzam risco de ocorrência de desastres naturais, com impactos significativos para a

sociedade e o ambiente.

As mudanças climáticas, já bem percebidas hoje, tornam imperativa a advertência do Papa Francisco: “É preciso ouvir com o coração o clamor da terra!”. Assim, incumbe ao Crea-MG, que congrega engenheiros, agrônomos e geocientistas, associado a outras entidades da sociedade civil, serem atores decisivos na busca e implementação de medidas que minimizem os danos aos moradores em áreas-problema.

A mudança de comportamento, seguindo projetos bem estruturados, e a difusão do conhecimento acerca dos riscos geológicos e hidrológicos de maneira assertiva, com linguagem acessível, treinamentos e inclusão de profissionais capacitados nos órgãos de fiscalização e atendimento à população, é uma das melhores vias para mudar o contexto nefasto dos desastres ambientais, impropriamente chamados de eventos naturais.

É preciso fomentar continuamente pesquisas aplicadas e a geração de bases de dados e informações associados à caracterização geológica dos locais (mapeamento e determinação de propriedades de rochas, solo e modelos de escoamento e infiltração das águas superficiais e subterrâneas), como também a proteção das populações vulneráveis em áreas de risco, que subsidiem as ações de monitoramento, elaboração de sistemas de alertas, a gestão de riscos e respostas aos desastres ambientais.

A possibilidade de cooperação entre órgãos de prevenção, defesa e fiscalização para a melhoria das condições de segurança da população é muito ampla e de necessidade notória. Os profissionais do Sistema Confea/Crea podem chamar a atenção para parâmetros importantes e cuidados a serem tomados, orientando obras e intervenções, desde a concepção e projetos ao monitoramento, com medições instrumentais e vistorias regulares de locais, para verificação de indícios (sinais) de instabilidade geológica ou mapeando áreas sujeitas a inundações segundo os novos índices de chuvas,

contribuindo para poupar vidas e custos de recuperação vultosos.

É fundamental ter políticas permanentes para prover com auxílios técnicos e financeiros à população que ocupa áreas de risco, no sentido da prevenção e convencimento de que sua saída do local é o maior e mais eficiente cuidado. Pode-se criar um sistema de cadastro e de guarda de bens e pertences dos moradores dessas regiões, haja vista a afirmação comum de dirigentes dos poderes executivos municipais, estaduais e federal de que não há recursos financeiros disponíveis para a desapropriação desses locais, mesmo no médio prazo. Entretanto, essa carência de verbas não pode justificar a ausência de programas permanentes de prevenção dos eventos críticos que produzem danos elevados a vidas humanas e ao patrimônio dos habitantes de áreas de riscos geológicos e hidrológicos.

Assim, propomos a seguir tópicos que devem ser observados nos programas de prevenção de riscos geológicos e hidrológicos. Eles consideram que as mudanças climáticas que magnificam a ocorrência dos atuais eventos críticos ambientais, que transformam os potenciais riscos geológicos e hidrológicos em tragédias de magnitudes variáveis, podem ser previstos pelos estudos do meio físico (clima, geologia, hidrologia geomorfologia, pedologia e cobertura vegetal) já praticados pelos profissionais do Sistema Confea/Crea.

## **PREVENÇÃO DE RISCOS GEOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS - PROPOSIÇÕES**

Os tópicos a serem considerados na elaboração de programas permanentes de prevenção de riscos geológicos e hidrogeológicos devem observar, no mínimo:

- **Constituição de equipe técnica multidisciplinar para identificar áreas de risco e monitorar a evolução dos eventos que lhes dão causa**

Minas Gerais conta com 853 municípios, dos quais, segundo o IBGE, em 2022, cerca de dois terços tinham menos de 20 mil habitantes. Portanto, é inviável financeiramente essas unidades federativas mineiras manterem, isoladamente, em seus quadros funcionais equipes multidisciplinares de profissionais. Uma hipótese para solucionar esse problema, seria a contratação dos técnicos por meio de consórcios de municípios, entes jurídicos aos quais os associados arcaíam com os custos, pagando cotas proporcionais ao seu número de habitantes. Caberia a equipe técnica do consórcio verificar “in loco” as condições de estabilidade das zonas sujeitas a riscos geológicos, bem como verificar as condições de fluxos das águas nos cursos d’água, anotando pontos críticos ao escoamento, causados pelo assoreamento dos leitos por sedimentos ou restos de vegetação. Ainda, seriam responsáveis por acompanhar os informes dos órgãos federais e estaduais, públicos ou privados, que realizam as previsões de eventos climáticos críticos.

### **• Mapeamento das áreas de riscos**

Essa ação do programa deve prever o mapeamento georreferenciado das áreas de risco, seja por inundações ou por movimentação dos solos e rochas. Importa ter presente, que a movimentação de solos pode ocorrer mesmo em áreas de declividade baixa, pela presença de solos com elevados teores de matéria orgânica, como ocorreu em Gramado (RS), em 2024, e na Vila Barraginha (1992), em Contagem (MG).

O mapeamento dessas áreas deverá contemplar, se houver, um completo levantamento da infraestrutura urbana, considerando número e áreas das construções, tipo de ocupação e número de moradores por residência, bem como fazendo um rol dos equipamentos existentes (móveis, enxoval nas residências e equipamentos em geral, nos imóveis ocupados por prestadores de serviço). As áreas de risco mapeadas deverão ser incorporadas aos Planos Diretores Municipais e declaradas zonas “non aedificandi”. Dessa forma, novas

edificações ou expansão daquelas já construídas seriam proibidas por lei,

- **Implantação de sistema de alarme**

Questão fundamental nos programas de prevenção de desastres ambientais é a instalação de um sistema de alerta nas áreas urbanizadas, por meio de sirenes e complementação de avisos diretos aos moradores, via telefonia celular e circulação de carros de som. Nas zonas rurais, em que a ocupação humana é muito menos densa, a câmara e executivo municipais deverão prover funcionários para percorrer as áreas que poderão ser afetadas, emitindo alertas aos moradores, comerciantes e residentes em geral, para se afastarem dos locais perigosos e resguardarem seus bens sob risco.

Paralelamente, deve-se implementar um Programa de Educação Ambiental (PEA), dirigido à população passível de ser afetada, mostrando a importância de se atender de imediato as medidas de proteção indicadas. Assim, o PEA deverá ser levado às escolas, organizações de bairros e associações rurais, com realização de palestras e exercícios práticos sobre as ações a serem adotadas em casos de riscos iminentes.

- **Implantação de galpões para abrigar famílias e bens materiais**

A principal dificuldade para convencimento dos moradores de áreas de risco para levá-los a sair de casa ou dos locais onde prestam serviços é o receio de terem seus bens furtados. Uma medida que pode contornar essa falha seria a construção de galpões, que serviriam para guardar os móveis, utensílios e enxovais domésticos durante o período crítico. Os galpões poderão servir também de quadras poliesportivas durante o restante do ano. O ideal seria um galpão para alojar os deslocados e outro para os bens materiais. A vigilância ficaria a cargo da Polícia Militar ou dos próprios interessados.

O poder público municipal seria responsável por fornecer transporte e pessoal para a retirada rápida dos bens e famílias dos locais sob risco iminente.

## CONCLUSÕES

Este artigo foi elaborado de forma despretensiosa, com o objetivo de auxiliar na formulação de um programa de prevenção de riscos geológicos e hidrológicos. Na realidade, os tópicos aqui relacionados foram apenas descritos de forma sintética, como uma contribuição aos trabalhos desenvolvidos pelo Grupo de Trabalho “A Engenharia e Prevenção de Eventos Geológicos e Hidrológicos para Proteção da População”, instituído por decisão da diretoria do Crea-MG, em 2024. O GT, constituído por profissionais de formação acadêmica diversificada, inscritos no Sistema Confea/Crea e que atuam em diversos órgãos públicos, inclusive na Defesa Civil, bem como em empresas privadas, tem se dedicado a desenvolver um programa de prevenção aos eventos críticos causados pelas mudanças climáticas.

Espera-se que esse trabalho sirva como ponto de partida na organização de medidas para mitigar os efeitos extremamente danosos dos desastres provocados pelas mudanças climáticas atualmente em curso no Planeta Terra. O objetivo é alcançar o máximo de municípios de Minas Gerais.

Entre os resultados e impactos alcançados (ou previstos) estão: ampla discussão do tema; divulgação de melhores práticas em prevenção e ação relativa a desastres naturais; disponibilização de material técnico e informativo para treinamento e conscientização; revisão de normas técnicas específicas; envolvimento de órgãos e sociedade organizada; estabelecimento de políticas públicas pela ALMG; envolvimento de autoridades para a ampliação do corpo técnico dos órgãos de Defesa Civil; criação de núcleos de pesquisa.

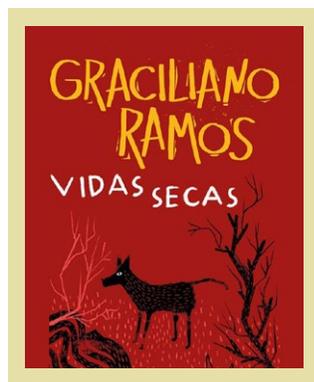
O potencial de replicabilidade do trabalho se apresenta na criação de GTs congêneres em outros estados do Brasil e de ocorrência de mais fóruns de debates em Minas Gerais, desde o âmbito municipal.

# Ler e navegar



## Um dia, um rio

O livro, escrito por Leo Cunha e ilustrado por André Neves, conta a história de um rio que perdeu a sua vocação ao ser invadido pela lama oriunda do desastre ambiental que abalou a Bacia do Rio Doce, em 2015.



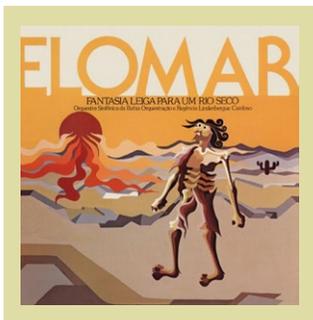
## Vidas Secas

Publicado pela primeira vez em 1938, o livro de Graciliano Ramos retrata a vida de uma família de retirantes que procuram sobreviver em meio a seca, miséria, fome e desigualdade social. A peregrinação pelo sertão nordestino é tratada em uma linguagem seca, quase áspera, espelhando o clima semiárido do local. A obra da década de 1930 continua atual.



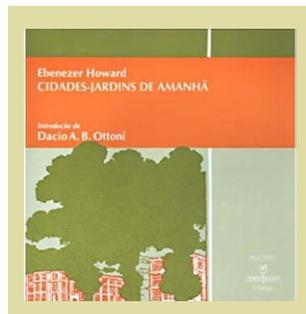
## O dia depois de amanhã

O filme do diretor Roland Emmerich, lançado em 2004, tem uma história simples. No meio de um cataclismo global, um cientista vai ao encontro de um dos epicentros da catástrofe, pois nele pode estar seu filho. Apesar de não ter lastro científico, traz reflexões sobre como as alterações climáticas podem colocar em risco a vida na Terra.



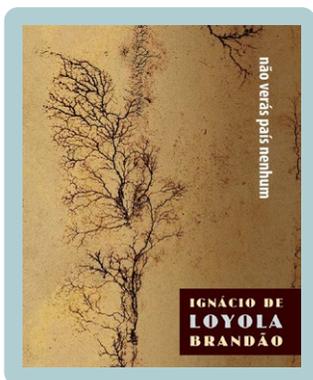
## Fantasia leiga para um rio seco

Lançado em 1981, o álbum de Elomar conta com a participação da Sinfônica da Bahia, regida pelo maestro Lindenbergue Cardoso. A obra é uma espécie de poema narrativo que aborda a grande seca de 1890, conhecida como “a seca de noventinha”, que castigou o sertão baiano no fim do século XIX.



## Cidades-jardins de Amanhã - Livro por Ebenezer Howard

O livro de Ebenezer Howard apresenta um plano para a criação de uma cidade ideal. A publicação de 1902 propõe toda uma política política para manter o equilíbrio social, que estava ameaçado pelas condições de urbanização das camadas populares inglesas no século XIX.



## Não verás país nenhum

O romance de Ignácio de Loyola Brandão se passa em um futuro distópico que aborda a crise climática e suas consequências, como a escassez de água, extinção de animais e a transformação da Amazônia em um deserto. O livro, publicado em 1981, aborda os medos e as inseguranças provocados pela crise ambiental do final do século XX.

## Crise climática em Minas Gerais

Em 2024, a Assembleia Legislativa de Minas Gerais (ALMG) realizou o seminário técnico “Crise climática em Minas Gerais - desafios na convivência com a seca e a chuva extrema” para, além de

ampliar a discussão sobre o tema, receber propostas de atuação elaboradas pelos grupos temáticos. O documento final, assim

como os vídeos dos eventos e apresentações estão disponíveis no site.





## Plano Clima

O Plano Clima definirá as estratégias nacionais para reduzir as emissões de gases de efeito estufa,



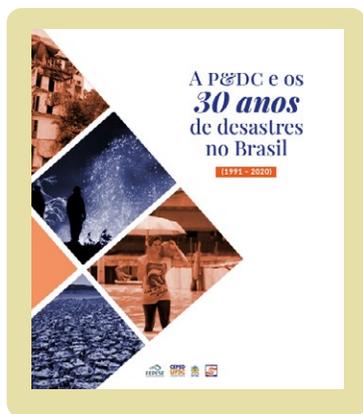
que causam o aquecimento global, e promover a adaptação aos impactos das mudanças climáticas, que podem se traduzir em eventos extremos cada vez mais intensos e frequentes, como as chuvas no Rio Grande do Sul e a seca na Amazônia. O plano está sendo elaborado por mais de 18 ministérios e conterà diretrizes para diferentes setores socioeconômicos, num período de tempo que irá até 2035.



## Emergência Climática - Estudo Técnico



Elaborado pela Confederação Nacional dos Municípios (CNM), com base na pesquisa realizada nos meses de dezembro de 2023 e janeiro de 2024, a publicação avalia os impactos de eventos climáticos extremos, detalha os principais desafios e aponta caminhos para que os municípios sejam mais resilientes.



## A P&DC e os 30 anos de desastres no Brasil (1991-2020)

A evolução da proteção e defesa civil no Brasil e a construção da política nacional são a tônica da publicação, que traça um panorama dos 30 anos de desastres no Brasil e apresenta dados sobre os impactos das ocorrências nas diversas regiões do país ao longo dos anos.



## Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDC)



O Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDC) é um instrumento para a gestão de riscos de desastres no Brasil, com diretrizes, estratégias e metas para um gerenciamento integrado e coordenado entre União, estados, Distrito Federal e municípios. No site, é possível acessar diversos recursos relativos aos produtos do PNDPC.





# CREA-MG

Conselho Regional de Engenharia  
e Agronomia de Minas Gerais

EDIÇÃO 2024