**IV CONGRESSO INTERNACIONAL DE
DIREITO E INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL (IV CIDIA)**

**MEIO AMBIENTE, TECNOLOGIA E
SUSTENTABILIDADE**

M514

Meio ambiente, tecnologia e sustentabilidade [Recurso eletrônico on-line] organização IV Congresso Internacional de Direito e Inteligência Artificial (IV CIDIA): Skema Business School – Belo Horizonte;

Coordenadores: Marcia Andrea Bühring e Angélica Cerdotes – Belo Horizonte: Skema Business School, 2023.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5648-788-5

Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações

Tema: Os direitos dos novos negócios e a sustentabilidade.

1. Direito. 2. Inteligência artificial. 3. Tecnologia. I. IV Congresso Internacional de Direito e Inteligência Artificial (1:2023 : Belo Horizonte, MG).

CDU: 34

skema
BUSINESS SCHOOL

LAW SCHOOL
FOR BUSINESS

IV CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IV CIDIA)

MEIO AMBIENTE, TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE

Apresentação

O IV Congresso Internacional de Direito e Inteligência Artificial - CIDIA da SKEMA Business School Brasil, realizado nos dias 01 e 02 de junho de 2023 em formato híbrido, consolida-se como o maior evento científico de Direito e Tecnologia do Brasil. Estabeleceram-se recordes impressionantes, com duzentas e sessenta pesquisas elaboradas por trezentos e trinta e sete pesquisadores. Dezenove Estados brasileiros, além do Distrito Federal, estiveram representados, incluindo Amazonas, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Pará, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rondônia, Roraima, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Sergipe, São Paulo e Tocantins.

A condução dos trinta e três grupos de trabalho do evento, que geraram uma coletânea de vinte e cinco livros apresentados à comunidade científica nacional e internacional, contou com a valiosa colaboração de sessenta e três professoras e professores universitários de todo o país. Esses livros são compostos pelos trabalhos que passaram pelo rigoroso processo de double blind peer review (avaliação cega por pares) dentro da plataforma CONPEDI. A coletânea contém o que há de mais recente e relevante em termos de discussão acadêmica sobre a relação entre inteligência artificial, tecnologia e temas como acesso à justiça, Direitos Humanos, proteção de dados, relações de trabalho, Administração Pública, meio ambiente, sustentabilidade, democracia e responsabilidade civil, entre outros temas relevantes.

Um sucesso desse porte não seria possível sem o apoio institucional de entidades como o CONPEDI - Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Direito; o Programa RECAJ-UFGM - Ensino, Pesquisa e Extensão em Acesso à Justiça e Solução de Conflitos da Faculdade de Direito da Universidade Federal de Minas Gerais; o Instituto Brasileiro de Estudos de Responsabilidade Civil - IBERC; a Comissão de Inteligência Artificial no Direito da Ordem dos Advogados do Brasil - Seção Minas Gerais; a Faculdade de Direito de Franca - Grupo de Pesquisa Políticas Públicas e Internet; a Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRS - Programa de Pós-graduação em Direito - Laboratório de Métodos Quantitativos em Direito; o Centro Universitário Santa Rita - UNIFASAR; e o Programa de Pós-Graduação em Prestação Jurisdicional e Direitos Humanos (PPGPJDH) - Universidade Federal do Tocantins (UFT) em parceria com a Escola Superior da Magistratura Tocantinense (ESMAT).

Painéis temáticos do congresso contaram com a presença de renomados especialistas do Direito nacional e internacional. A abertura foi realizada pelo Professor Dierle Nunes, que discorreu sobre o tema "Virada tecnológica no Direito: alguns impactos da inteligência artificial na compreensão e mudança no sistema jurídico". Os Professores Caio Lara e José Faleiros Júnior conduziram o debate. No encerramento do primeiro dia, o painel "Direito e tecnologias da sustentabilidade e da prevenção de desastres" teve como expositor o Deputado Federal Pedro Doshikazu Pianchão Aihara e como debatedora a Professora Maraluce Maria Custódio. Para encerrar o evento, o painel "Perspectivas jurídicas da Inteligência Artificial" contou com a participação dos Professores Mafalda Miranda Barbosa (Responsabilidade pela IA: modelos de solução) e José Luiz de Moura Faleiros Júnior ("Accountability" e sistemas de inteligência artificial).

Assim, a coletânea que agora é tornada pública possui um inegável valor científico. Seu objetivo é contribuir para a ciência jurídica e promover o aprofundamento da relação entre graduação e pós-graduação, seguindo as diretrizes oficiais da CAPES. Além disso, busca-se formar novos pesquisadores na área interdisciplinar entre o Direito e os diversos campos da tecnologia, especialmente o da ciência da informação, considerando a participação expressiva de estudantes de graduação nas atividades, com papel protagonista.

A SKEMA Business School é uma entidade francesa sem fins lucrativos, com uma estrutura multicampi em cinco países de diferentes continentes (França, EUA, China, Brasil e África do Sul) e três importantes creditações internacionais (AMBA, EQUIS e AACSB), que demonstram sua dedicação à pesquisa de excelência no campo da economia do conhecimento. A SKEMA acredita, mais do que nunca, que um mundo digital requer uma abordagem transdisciplinar.

Expressamos nossos agradecimentos a todas as pesquisadoras e pesquisadores por sua inestimável contribuição e desejamos a todos uma leitura excelente e proveitosa!

Belo Horizonte-MG, 14 de julho de 2023.

Prof^a. Dr^a. Geneviève Daniele Lucienne Dutrait Poulingue

Reitora – SKEMA Business School - Campus Belo Horizonte

Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara

Coordenador de Pesquisa – SKEMA Law School for Business

**A PREVENÇÃO DE DESASTRES AMBIENTAIS NA ERA DIGITAL: O USO DAS
NOVAS TECNOLOGIAS PARA O MONITORAMENTO DE DESLIZAMENTOS DE
TERRA EM ÁREAS DE ENCOSTAS**

**THE PREVENTION OF ENVIRONMENTAL DISASTERS IN THE DIGITAL AGE:
THE USE OF NEW TECHNOLOGIES FOR MONITORING LANDSLIDES IN
HILLSIDE AREAS**

Gabriela Oliveira Silva Vasconcelos ¹
Deilton Ribeiro Brasil ²

Resumo

Objetiva-se demonstrar o papel de destaque das novas tecnologias na prevenção e mitigação dos efeitos de desastres ambientais, enfatizando como elas vêm sendo utilizadas para o monitoramento de deslizamentos de terra em áreas de encostas. Justifica-se a pesquisa, tendo em vista sua relevância prática e a atualidade do tema, uma vez que devem ser difundidas maneiras de reduzir os impactos das mudanças climáticas, principalmente, diante dos últimos acontecimentos ocorridos no Brasil. Valendo-se da pesquisa teórico-bibliográfica e do método dedutivo, foi possível concluir que as novas tecnologias têm um papel de destaque na prevenção e mitigação dos efeitos de desastres ambientais.

Palavras-chave: Mudanças climáticas, Desastres ambientais, Prevenção, Deslizamentos de terra, Novas tecnologias

Abstract/Resumen/Résumé

The objective is demonstrate the prominent role of new technologies in preventing and mitigating the effects of environmental disasters, emphasizing how they have been used to monitor landslides in hillside areas. The research is justified, in view of its practical relevance and the topicality of the topic, since ways to reduce the impacts of climate change must be disseminated, especially in view of the latest events that have occurred in Brazil. Using the theoretical-bibliographical research and the deductive method, it was possible to conclude that new technologies have a prominent role in preventing and mitigating the effects of environmental disasters.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Climate changes, Environmental disasters, Prevention, Landslides, New technologies

¹ Mestra e Doutoranda em Direito pelo Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Proteção dos Direitos Fundamentais da Universidade de Itaúna-MG. Professora da Graduação em Direito da Faculdade de Nova Serrana-FANS

² Professor da Graduação e do PPGD em Direito da Universidade de Itaúna-UIT e das Faculdades Santo Agostinho de Sete Lagoas-FASASETE-AFYA. Orientador.

INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é apresentar a relevância das novas tecnologias para a prevenção e mitigação dos efeitos de desastres ambientais e analisar como essas ferramentas têm sido utilizadas para o monitoramento de deslizamentos de terra em áreas de encostas.

Justifica-se o presente estudo, tendo em vista que as recorrentes mudanças climáticas, associadas à intervenção humana, têm intensificado os acontecimentos catastróficos em áreas consideradas de risco, o que têm se tornado comum no Brasil em cidades costeiras e áreas serranas, especificamente nos meses de novembro a fevereiro, como consequência das chuvas intensas que se verificam a cada ano. Dessa forma, se mostra relevante apresentar como as novas tecnologias podem ser eficientes na prevenção e mitigação de tais desastres ambientais.

Busca-se responder à seguinte pergunta-problema: como as novas tecnologias podem ser utilizadas para prevenir e mitigar as consequências de catástrofes ambientais como os deslizamentos de terra em áreas consideradas de risco?

A partir da pesquisa teórico-bibliográfica, utilizando-se de análises textuais e teóricas, e valendo-se do método dedutivo, foi possível apresentar o papel de destaque das ferramentas de tecnologia da informação e comunicação na prevenção e mitigação dos efeitos danosos decorrentes de desastres ambientais como deslizamentos de áreas de encosta.

AS NOVAS FERRAMENTAS DIGITAIS APLICADAS À PREVENÇÃO DE DESASTRES AMBIENTAIS

As mudanças climáticas, intensificadas a partir de ações antrópicas, o aumento populacional e a intensa industrialização e urbanização são fatores que estão diretamente relacionados à ocorrência de desastres ambientais, como: o aumento da temperatura atmosférica e as consequentes ondas de calor; as chuvas em excesso, provocando inundações e deslizamentos de terras em áreas de encostas; o crescimento dos níveis dos oceanos e seus riscos para as zonas costeiras, que são, majoritariamente, áreas de grande densidade humana; as secas extremas e a escassez de água em algumas regiões do Planeta. Ocorre que, com o avanço das tecnologias da informação e comunicação e a crescente análises de dados, essas novas ferramentas difundidas pela Era Digital têm sido utilizadas nos mais diversos setores sociais e para todas as finalidades viáveis, destacando-se seu emprego na preservação do meio ambiente, na prevenção às mudanças climáticas e no monitoramento de possíveis desastres ambientais.

Em todas as esferas federativas e de governo as novas tecnologias têm sido empregadas, tendo os municípios um papel de destaque, uma vez que conseguem ter uma percepção mais próxima das demandas sociais, econômicas, organizacionais e ambientais. As cidades inteligentes, ou *smart cities*, se utilizam dessas ferramentas tecnológicas para construir espaços urbanos mais sustentáveis, gerenciando, através desses instrumentos, questões relacionadas à redução da emissão de gases de efeito estufa, à gestão de resíduos sólidos, ao saneamento básico e uso racional da água e ao aumento da resiliência diante de possíveis desastres ambientais (FERRARESI; ENGELMANN, 2021, p. 8).

Tendo em vista a dinamicidade das mudanças climáticas e o agravamento de suas consequências, as novas tecnologias têm apresentado um papel de destaque uma vez que conseguem, muitas vezes, antecipar riscos que seriam considerados imprevisíveis, a partir de análises de dados que são coletados por satélites, drones e sensores. É evidente, que a atuação preventiva e de mitigação de desastres ambientais depende, demasiadamente, das novas tecnologias, as quais são capazes de implementar sistemas de alerta e monitoramento eficientes. Hodiernamente, o homem ainda não consegue impedir ou programar as chuvas, tempestades e inundações, mas é possível, através das novas tecnologias prever essas situações, de modo a adotar ações estratégicas para mitigarem os seus riscos (ALBINO; VIEIRA, 2019, p. 24).

Em âmbito nacional, essa utilização de ferramentas tecnológicas para a prevenção de desastres ambientais, apesar de já verificada em algumas circunstâncias, diante dos recentes acontecimentos, poderia ser melhor aproveitada para prevenir e mitigar tais catástrofes. Apesar de o Brasil estar localizado em uma área geologicamente estável, tem se tornado mais frequentes esses graves eventos ambientais, os quais poderiam ser evitados se tivessem sido adotadas medidas para minorar os efeitos de atividades humanas depredatórias e de planejamento nesses casos que poderiam representar riscos, não só aos seres humanos, mas para o próprio meio ambiente. O rompimento da barragem de rejeitos de Fundão (Samarco Mineração S.A.) na cidade de Mariana (Estado de Minas Gerais), em 2015, o qual além de ter deixado vítimas fatais, afetou diversos outros municípios do Estado, uma vez que prejudicou a qualidade da água de toda a Barragem do Rio Doce; e o rompimento da barragem da Mina do Córrego Feijão (Vale S.A.) na cidade de Brumadinho (Estado de Minas Gerais), em 2019, a qual causou a morte de cerca de 270 pessoas, além de inúmeros animais, também afetou o Rio Paraopeba, são alguns exemplos de desastres ambientais que poderiam ter sido evitados, ou pelo menos terem minorados seus impactos humanos e para o meio ambiente, se através de sensores, drones, alertas e outros mecanismos tecnológicos fossem previstos tais eventos (GANEM, 2021, p. 325-326).

O uso de novas tecnologias, como sensores de calor e drones em áreas de barragem de rejeitos, análises meteorológicas utilizando-se de equipamentos avançados para medir o índice pluviométrico e a magnitude das chuvas, aparelhos que medem o nível de gases poluentes na atmosfera, aplicativos em smartphones que comunicam a população em tempo real sobre possíveis alterações climáticas, entre outras, são algumas das tecnologias que, associadas à gestão pública e às medidas organizacionais das cidades, podem ser empregadas para prevenir desastres ambientais e humanos.

O USO DAS NOVAS TECNOLOGIAS PARA O MONITORAMENTO DE DESLIZAMENTOS DE TERRA EM ÁREAS DE ENCOSTAS

Ao analisar os desastres ambientais ocorridos anualmente no território nacional, especificamente dos meses de novembro à fevereiro, devido às intensas chuvas de verão, associadas a diversos fatores, como a falta de planejamento na urbanização e a ocupação populacional em áreas de riscos (especialmente, encostas de morros), percebe-se que são frequentes a ocorrência de eventos catastróficos de danos humanos e ambientais irreparáveis, os quais poderiam ser evitados se monitorados com uso de tecnologias da informação e comunicação e através de um planejamento urbano.

Em fevereiro de 2022 um temporal assolou a cidade de Petrópolis, na região serrana do Rio de Janeiro, provocando mais de 50 óbitos e imensuráveis danos, devido a deslizamentos de terras que foram ocasionados pelas fortes chuvas. No mesmo ano e na mesma época, situação semelhante ocorreu em cidades do norte de Minas Gerais e sul da Bahia, a quais, em decorrência do alagamento de córregos e várzeas dos rios e dos deslizamentos de terra, provocados pelo intenso índice pluviométrico, declararam situação de calamidade pública, em decorrência da situação de emergência climática (FERREIRA, 2022). Neste ano de 2023, no mês de fevereiro, o litoral norte de São Paulo vivenciou situação semelhante àquelas ocorridas no ano de 2022, tendo registrado o maior volume de chuvas já ocorrido no país no interstício de 24 horas; o que causou inundações e deslizamentos de terras em áreas de encostas, ocasionando a morte de mais de 200 pessoas (SOUZA, 2023).

Apesar dos inúmeros exemplos que ocorrem ano a ano no Brasil, esses desastres ambientais e climáticos continuam sendo recorrentes, e os principais motivos de suas ocorrências são as condições precárias de urbanização, a edificação em áreas consideradas de risco, e as mudanças climáticas, agravadas a partir da emissão de gases de efeito estufa, os quais aumentam as temperaturas e, conseqüentemente, impactam na formação de temporais. Se

adotadas medidas simples de monitoramento das chuvas e analisadas as regiões que seriam possíveis tais deslizamentos de terra, muitas vidas seriam poupadas e muitos danos ambientais e econômicos evitados. As novas ferramentas tecnológicas estão sendo cada vez mais desenvolvidas para que, justamente, catástrofes ambientais similares as já ocorridas sejam evitadas. Neste sentido,

Recentemente o monitoramento de encostas adquiriu grande importância para a comunidade científica, pois o uso de sensores de monitoramento adequados é uma ferramenta poderosa para a compreensão dos aspectos dinâmicos dos deslizamentos, permitindo sua correta análise e interpretação, sendo principalmente útil e essencial na identificação de situações de alerta. No caso da implementação de sistemas de monitoramento e alertas, a escolha adequada dos parâmetros ambientais (chuva, sucção matricial, temperatura e/ou umidade do solo) e seus respectivos limiares críticos é muito importante para evitar falsos alertas. (MENDES, *et al.*, 2020, p. 63).

Dessa forma, sensores eletrônicos capazes de monitorar a umidade do solo e os índices pluviométricos (interligados a softwares e aplicativos de análise de dados), associados a sinais de alertas eletrônicos e autônomos, permitem, a partir de uma análise em tempo real e simultânea, prever os riscos de deflagração de deslizamentos e adotar medidas de evacuação dessas áreas (MENDES, *et. al.*, 2020, p. 75). Basicamente, dois sistemas tecnológicos são adotados: os sistemas de monitoramento, os quais fornecem informações a respeito da qualidade do solo e da umidade do mesmo; e os sistemas de alerta, os quais servem para aquelas situações em que se torna necessário informar situações críticas. A diferença principal entre ambos os sistemas é que os de monitoramento tem por objetivo tomar medidas corretivas visando impedir os deslizamentos de terra, enquanto os sistemas de alerta são utilizados para tornar possível a evacuação da área de risco de deslizamento de terra (RODRIGUES, 2019, p. 3). Especificamente em relação a esses sinais de alertas,

Os alertas são emitidos para os responsáveis pelas ações de prevenção e mitigação, após avaliações realizadas com testes rigorosos de probabilidades. Acoplado a este sistema, há uma base de dados geográficos adicionais para permitir o cruzamento e visualização de qualquer mapa ou imagem que possam auxiliar na tomada de decisão, como por exemplo, apontar vias de acessos, avarias em dutos, ou outras infraestruturas, que possam ser afetadas por determinado fenômeno natural em áreas de risco associada a deslizamentos ou enchentes. (MAGNONI, *et al.*, 2012, p. 275).

Ademais, os impactos causados por esses eventos de consequências catastróficas, poderiam ser reduzidos ao impedir o surgimento ou o crescimento nessas áreas de risco, levando-se em consideração, para a ocupação do solo, as características do terreno (SANTOS, *et al.*, 2022, p. 5). Há uma relação inversamente proporcional entre o nível de intervenção humana em áreas de risco e os impactos causados pelas chuvas intensas, pois, quanto menor a presença e a interferência do homem em áreas de encostas, mais preservada estará a vegetação

da área e, conseqüentemente, os temporais não terão impactos tão sérios e catastróficos, uma vez mantida a permeabilidade do solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a intensificação das mudanças climáticas e da ação humana depredatória ao meio ambiente, os desastres ambientais têm se tornado cada vez mais frequentes, entre os quais destacam-se os deslizamentos de terra em áreas de encostas. Esses eventos se relacionam à intensificação das chuvas em determinados meses do ano (derivadas do aquecimento da temperatura atmosférica, provocado pelo aumento das atividade de emissão de gases de efeito estufa), as quais, associadas à ocupação do homem em áreas consideradas de risco, provocam danos irreparáveis não apenas aos seres humanos, como também ao meio ambiente.

As novas tecnologias têm um papel de destaque na prevenção e na mitigação desses eventos catastróficos, uma vez que elas são utilizadas para monitorar possíveis deslizamentos de encostas e alertar a população para evacuar a área em situações de extrema urgência. Sensores conectados via *wifi* ou *bluetooth*, sistemas de alertas integrados à aplicativos de smartphones, entre outras, são alguns desses instrumentos tecnológicos que devem ser, cada vez mais, aperfeiçoados e implementados para que sejam minorados e evitados os desastres ambientais em áreas de encostas, os quais são recorrentes no Brasil e cujos efeitos são similares a cada ano.

REFERÊNCIAS

ALBINO, Priscilla Linhares; VIEIRA, Ricardo Stanziola. As cidades inteligentes e os desastres: como um modelo de urbanização sustentável pode minimizar os riscos ambientais. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Direito da UNIRIO**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 07-31, jul./dez. 2019. Disponível em: <http://seer.unirio.br/rdpp/article/view/9405/8537>. Acesso em: 10 abr. 2023.

FERRARESI, Camilo Stangherlim; ENGELMANN, Wilson. **O direito à cidade (inteligente) e as smart cities**: a tecnologia como fio condutor para a (re)organização de espaços urbanos sustentáveis. 2021. 19 f. Disponível em: <https://www.unifor.br/documents/20143/4845162/GT2-Camilo+Stangherlim+Ferraresi+e+Wilson+Engelmann.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023.

FERREIRA, Yuri. Chuvas em Petrópolis, MG, SP e Bahia: emergência climática potencializa mortes por ausência de política socioambiental. **Hypeness**, Sustentabilidade, 12 fev. 2022. Disponível em: <https://www.hypeness.com.br/2022/02/chuvas-em-petropolis-mg-sp-e-bahia-emergencia-climatica-potencializa-mortes-por-ausencia-de-politica-socioambiental/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

GANEM, Roseli Senna. Cidades inteligentes e desastres – fortalecendo a prevenção. In: JÚNIOR, Francisco (coord.), *et al.*. **Cidades inteligentes: uma abordagem humana e sustentável**. 1. ed. Série estudos estratégicos, n. 12. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2021, p. 325-338. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/a-camara/estruturaadm/altosestudios/pdf/cidades_inteligentes.pdf. Acesso em: 10 abr. 2023.

MAGNONI, Antonio Francisco, *et al.*. O monitoramento climático e o alerta de desastres naturais na Era da Comunicação Digital. **Ciência Geográfica**, Bauru, v. XVI, n. 2, p. 268-279, jan. /dez. 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/134972/ISSN1413-7461-2012-16-02-268-279.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 abr. 2023

MENDES, Rodolfo Moreda, *et al.*. Proposição de limiares críticos ambientais para uso em sistema de alertas de deslizamentos. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 40, ISSN 2236-2878, p.61-77, 2020. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/165390/166516>. Acesso em: 10 abr. 2023.

RODRIGUES, Anderson Barros. **Sistema de monitoramento da umidade do solo para previsão de deslizamentos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília. Brasília, jul. 2019, 50 f. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/28410/1/2019_AndersonBarrosRodrigues_tcc.pdf. Acesso em: 10 abr. 2023.

SANTOS, Rosana Campos dos, *et al.*. Cidades Inteligentes: panorama mundial da resiliência a desastres. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 7, e46411730327, p. 1-13, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/30327/26058>. Acesso em: 10 abr. 2023.

SOUZA, Gabriel Brito de. Tragédia no litoral de SP e a relação com expansão urbana e mudanças climáticas. **Aprova Total**, 24 fev. 2023. Disponível em: <https://aprovatotal.com.br/temporais-em-sp-entenda-por-que-estao-cada-vez-mais-fortes/>. Acesso em: 10 abr. 2023.