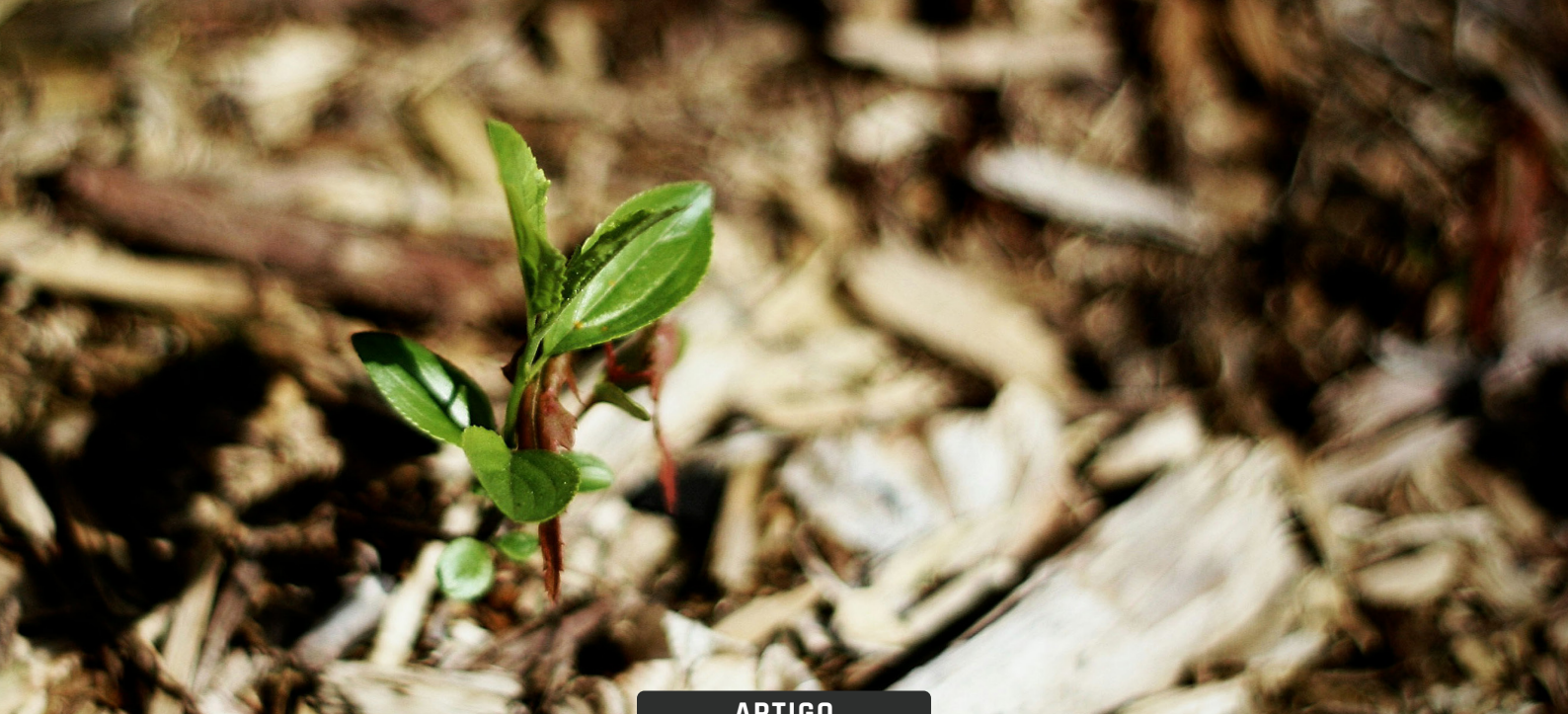




ARTIGO

DO CLIMA ÀS PESSOAS: O PAPEL DA COMPUTAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE SOCIEDADES MAIS RESILIENTES

POR

Soraia Raupp Musse e Roberto Cesar Marcondes Junior

soraia.musse@pucrs.br, rmcesar@usp.br

Em maio de 2024, o Rio Grande do Sul viveu uma das maiores catástrofes climáticas de sua história. As enchentes atingiram centenas de municípios, interromperam serviços essenciais, deslocaram populações e mostraram, de forma muito concreta, como eventos extremos podem comprometer simultaneamente infraestrutura, mobilidade, comunicação e a capacidade de resposta das cidades. Situações como essa, assim como deslizamentos, incêndios e ondas de calor cada vez mais frequentes, colocam uma pergunta importante para a nossa área: qual é, de fato, o papel da Com-

putação na construção de sociedades mais resilientes?

Uma primeira resposta poderia estar na capacidade de prever melhor os eventos. Modelos computacionais, inteligência artificial e o processamento de grandes volumes de dados ambientais têm um papel fundamental na previsão e no monitoramento de fenômenos extremos. Mas a experiência recente mostra que esse é apenas um dos componentes do problema. Saber que um evento pode acontecer é essencial; saber o que pode acontecer com as pessoas, com a infraestrutura e com os serviços quando

ele ocorrer é igualmente importante. E, quando o evento já está em curso, é necessário transformar rapidamente dados incompletos e heterogêneos em informação útil para apoiar decisões.

Essa perspectiva esteve no centro da discussão do painel “Transformação Digital na Era de Eventos Climáticos Extremos: O Papel da Computação na Construção de Sociedades mais Resilientes”, realizado no CSBC 2026. Na nossa participação, procuramos trazer para o debate a experiência que estamos construindo no Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Simulação e Inteligência Artificial (INCT SiMAI). O projeto parte justamente da ideia de que enfrentar eventos extremos exige combinar diferentes competências da Computação e, ao mesmo tempo, estabelecer um diálogo efetivo com outras áreas do conhecimento.

Uma das áreas é a simulação que permite explorar cenários que ainda não aconteceram, ou reproduzir situações passadas para compreender melhor suas consequências. Podemos, por exemplo, representar populações em ambientes urbanos e investigar como diferentes condições de mobilidade, infraestrutura ou risco afetam deslocamentos e processos de evacuação. Mais do que produzir uma visualização do que poderia ocorrer, o objetivo é criar instrumentos computacionais capazes de apoiar perguntas do tipo “e se?": o que muda se uma determinada via estiver inundada? Como a população consegue chegar a um abrigo? Onde podem surgir gargalos? Que grupos terão maior dificuldade para se deslocar?

Essa última pergunta é particularmente importante. Um desastre climático não é apenas um fenômeno físico. A mesma lâmina de água ou a mesma distância até um abrigo não representa o mesmo risco para todas as pessoas. Idade, mobilidade, localização, acesso a transporte, conhecimento da região e outras características alteram a capacidade de resposta. Por isso, modelos computacionais de resiliência precisam avançar da representação do ambiente para a representação das pessoas que vivem nele. A pesquisa em simulação de populações e humanos virtuais pode contribuir nesse ponto, permitindo estudar comportamentos, diferenças individuais e interações coletivas em cenários de emergência. Se vários cenários são conhecidos e analisados, pode-se avaliar a similaridade do evento real para propor ações que, por sua vez, já foram estudadas e validadas em cenários de simulação.

Outra área de competência da Computação é o monitoramento de dados e imagens. Durante um evento extremo, informações chegam de muitas fontes: sensores, estações meteorológicas, imagens, vídeos, sistemas públicos e registros feitos pela própria população. Técnicas de inteligência artificial e visão computacional podem ajudar a interpretar esses dados, identificando, por exemplo, áreas inundadas, condições de vias ou outros sinais relevantes para a resposta ao desastre. O desafio não é simplesmente acumular dados, mas transformá-los em informação confiável, atualizada e espacialmente contextualizada.

Uma aplicação importante da Computação é ser transversal e útil à assistência e comunicação com a população. Em uma emergência, as pessoas precisam compreender o que está acontecendo, encontrar rotas seguras, localizar serviços e abrigos e tomar decisões sob pressão. Gestores, por sua vez, precisam lidar com grandes volumes de informação e priorizar recursos. Nesse contexto, modelos de linguagem e IA generativa abrem possibilidades interessantes ao criar interfaces mais naturais de acesso à informação e mecanismos de apoio à decisão. Entretanto, aplicações desse tipo exigem cuidados ainda maiores com confiabilidade, atualização, rastreabilidade das informações e comunicação de incerteza. Em um cenário de risco, uma resposta plausível, mas incorreta, pode ter consequências muito diferentes das de um erro em uma aplicação cotidiana.

Por fim, ainda citando áreas de competência da Computação que podem ser muito importantes na fase de resposta de eventos climáticos, encontram-se as pesquisas de infraestrutura na borda, conexão de redes, segurança de dados, estudos de ética e IA, dentre outras.

No entanto, estas áreas não podem ser vistas de maneira individual e segmentada. O potencial maior está justamente na integração dessas capacidades. Dados observados podem atualizar modelos; modelos podem antecipar consequências; simulações podem indicar quais informações precisam ser monitoradas; e os resultados podem ser apresentados de forma compreensível a cidadãos

e tomadores de decisão. Essa integração faz sentido quando tratamos a cidade e os eventos através de uma visão mais ampla, na qual não representamos apenas a sua infraestrutura física, mas também sua dinâmica populacional e social.

É nesse ponto que a interdisciplinaridade deixa de ser uma característica desejável e passa a ser uma necessidade. Computação aplicada à resiliência climática exige diálogo com várias áreas que vão desde meteorologia, geografia, engenharias, urbanismo, ciências sociais, saúde, gestão pública e Defesa Civil, entre outras áreas. O pesquisador em Computação não precisa se tornar especialista em todas elas, mas precisa compreender que os problemas, as variáveis e, principalmente, os critérios que definem uma solução útil não surgem apenas de dentro da Computação. Modelos tecnicamente sofisticados podem ter pouco impacto se não representarem adequadamente as necessidades das populações afetadas ou se não se integrarem aos processos reais de decisão.

Essa característica torna a área especialmente interessante para estudantes de graduação e pós-graduação. Computação aplicada à resiliência climática ainda é um campo em construção e oferece problemas para praticamente todas as especialidades da nossa área. Há desafios de inteligência artificial e aprendizado de máquina, visão computacional, simulação, otimização, bancos de dados, sistemas distribuídos, redes, visualização, interação humano-computador, desenvolvimento de hardware e engenharia de software.

Talvez essa seja uma das principais oportunidades para a Computação nos próximos anos. Não se trata apenas de prever com maior precisão quando ocorrerá o próximo evento extremo. Trata-se de contribuir para que cidades e pessoas estejam mais preparadas antes que ele aconteça; para que, durante a emergência, seja possível compreender rapidamente o que está acontecendo e apoiar decisões; e para que, depois, dados e modelos ajudem na recuperação e no planejamento de cidades mais resilientes. Construir

essa capacidade exige tecnologia, mas exige também colaboração, formação de pessoas e uma visão da Computação profundamente conectada à sociedade.

Por fim, uma última reflexão: Vamos falar mais sobre isso, vamos criar cursos, disciplinas, projetos de desenvolvimento, pesquisa e extensão. A computação já é, e provavelmente será cada vez mais, a área mais relevante na preparação e resposta a estes eventos.

Referências

1. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Simulação e Inteligência Artificial (INCT SiMAI). Projeto de pesquisa, 2024. <https://inct-simai.com.br/>
2. SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO (SBC). Congresso da Sociedade Brasileira de Computação 2026. Painel: Transformação Digital na Era de Eventos Climáticos Extremos: O Papel da Computação na Construção de Sociedades mais Resilientes, 2026.



SORAIA RAUPP MUSSE é Professora Titular da Escola Politécnica da PUCRS e coordenadora do VHLab. Atua nas áreas de simulação de multidões, humanos virtuais, percepção e inteligência artificial. É coordenadora do INCT SiMAI do CNPq, onde se dedica a pesquisas em simulação e Inteligência Artificial, incluindo aplicações voltadas à resiliência frente a eventos climáticos extremos.



ROBERTO CESAR MARCONDES JUNIOR é Professor Titular da Universidade de São Paulo e diretor do IME-USP. Atua nas áreas de modelagem matemática, processamento de imagens e aprendizado de máquina. É vice-coordenador do INCT SiMAI do CNPq, onde desenvolve pesquisas nas áreas de visão computacional e modelagem de matemáticas de modelos preditivos e reconhecimento de padrões.

