

MATÉRIA DE CAPA

ENGENHARIA E AÇÕES CLIMÁTICAS: APRENDIZADOS DAS ENCHENTES DE 2024 PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL



Há um ano, o Rio Grande do Sul viveu a maior catástrofe climática de sua história, com perdas de vidas e prejuízos com a infraestrutura. Junho de 2025, as chuvas assustam novamente, rios de diversas regiões do estado transbordam, fazendo com que moradores saiam de suas casas. Claro que não tem a mesma proporção de 2024, mas, levantam dúvidas sobre os impactos, os investimentos em reconstrução e o papel estratégico da engenharia no enfrentamento das emergências climáticas globais. A certeza é que eventos extremos como o que atingiu o Rio Grande do Sul não são mais exceção e estão cada vez mais frequentes. Todas as magnitudes e frequências dos eventos estão modificados. O novo normal climático exige da engenharia uma nova postura.

MATÉRIA DE CAPA



Engenharia e ações climáticas: aprendizados das enchentes de 2024 para um futuro sustentável

PALAVRA DA PRESIDENTE



Técnica com propósito: construindo e cultivando um novo amanhã

É o que afirma o Eng. Civ. Carlos Bulhões. “As imagens da enchente que atingiu o Rio Grande do Sul em 2024 chocaram o Brasil. Rios transbordando, cidades submersas, pontes rompidas, estradas destruídas, casas arrastadas e milhares de pessoas desabrigadas. O evento, considerado um dos maiores desastres climáticos da história do estado, deixou uma lição clara: é preciso repensar urgentemente a forma como projetamos, construímos e mantemos nossa infraestrutura e nossas cidades”, defende.

Para ele, as enchentes históricas mostraram falhas estruturais que a engenharia brasileira não pode mais ignorar. “Técnicos, engenheiros e pesquisadores vêm se debruçando sobre a tragédia para entender o que falhou – e como podemos agir agora para evitar que eventos naturais se transformem em desastres humanos”, afirma, citando algumas questões a serem consideradas.

Ressalta que fenômenos naturais não são, por si só, desastres. Chuva intensa é um fenômeno natural – e sempre existiu. O problema surge quando ela incide sobre áreas urbanizadas, mal planejadas ou com infraestrutura vulnerável. “Uma tempestade forte sobre o mar ou sobre a Lagoa dos Patos dificilmente causaria um desastre. Mas quando a mesma chuva cai sobre uma metrópole com infraestrutura precária e comunidades em áreas de risco, o resultado é catastrófico”, exemplifica.

A pesquisadora do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) Cátia dos Santos diz que “Desastre não é sinônimo de fenômeno natural. Ele acontece quando o evento natural encontra uma sociedade vulnerável. Por isso, o foco precisa ser na redução das vulnerabilidades”. Essa compreensão reforça o papel da engenharia não apenas na resposta, mas, principalmente, na prevenção de desastres. “Por enquanto isso é muito incipiente”, avalia.

Entende que é necessária atenção para planejamento urbano falho e ocupação desordenada. “A engenharia urbana aprendeu – mais uma vez – que a ocupação desordenada do solo é um dos principais agravantes de desastres. Casas construídas em áreas de várzea, margens de rios e encostas instáveis estavam entre as mais atingidas pelas enchentes. Cidades mais resilientes exigem planejamento territorial rigoroso, fiscalização ativa e políticas públicas que ofereçam alternativas dignas de moradia fora das zonas de risco. Está apenas começando a tomar forma.”

A pesquisadora cita também os sistemas de drenagem ultrapassados ou inexistentes. “O excesso de impermeabilização das cidades – com calçadas, ruas e prédios cobrindo o solo – impede que a água da chuva infiltre naturalmente. O resultado? Alagamentos cada vez mais frequentes. O sistema de drenagem urbana, em muitos municípios gaúchos, não acompanhou o crescimento populacional nem a intensidade crescente das chuvas.”

Soluções como pavimentos permeáveis, jardins de chuva, reservatórios subterrâneos – os chamados piscinões – e infraestrutura verde são estratégias modernas que já se mostraram eficazes em outros países. “Mas tudo isso ainda não está bem desenvolvido no contexto brasileiro”, lamenta.

Aponta ainda o papel da vegetação, pois o desmatamento de áreas naturais, especialmente nas margens dos rios, compromete a capacidade do solo de absorver a água da chuva. “As chamadas matas ciliares, por exemplo, funcionam como esponjas naturais – e sua ausência contribui para o aumento do volume e da velocidade da água escoando para áreas urbanas. “A recuperação ambiental de áreas degradadas precisa ser tratada como prioridade de engenharia e de política pública. Ainda não está no seu pleno potencial”, sugere.

ARTIGOS



CIVIL
O Modelo Energético
Precisa Mudar

Ver mais >

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS



Conheça a Maria: robô
que cuida da vida
pessoal e profissional

Ver mais >

FISCALIZAÇÃO



#PartiuFisca

CAPA >

Tecnologia para monitorar, prever e agir



O uso de sensores, inteligência artificial, imagens de satélite e radares meteorológicos permite prever eventos extremos com maior antecedência. No entanto, essa tecnologia ainda não está amplamente distribuída no Brasil, e muitos municípios não possuem protocolos eficientes de resposta.

“Além de monitorar, é essencial investir em educação de risco, simulados de evacuação e planos de continência

baseados em ciência. Precisa de mais tempo para evoluir, pois no momento atual apresenta um caráter embrionário”, aponta.

As mudanças climáticas mudaram o jogo



Obras e sistemas precisam ser pensados para suportar cenários mais severos e imprevisíveis. “A engenharia precisa planejar para extremos. As chuvas de hoje não são mais as chuvas de 50 anos atrás. O dito antigo continua atual: prevenir é mais do que remediar – é salvar vidas. As enchentes no Rio Grande do Sul evidenciam que o caminho mais seguro não está apenas em grandes obras pós-desastre, mas sim na prevenção estruturada e inteligente. Investir em planejamento urbano, drenagem adequada, reflorestamento e monitoramento não é gasto: é proteção.”

Ressalta que é preciso fortalecer pontes, estradas e barragens com base em novos cenários climáticos. “A chuva que caiu no estado superou recordes históricos e rompeu a capacidade de muitas obras de infraestrutura. Estradas federais, como a BR-116, foram cortadas; pontes colapsaram. Isso mostra que os padrões antigos de construção já não servem para o mundo atual. Os códigos de construção e normas técnicas devem ser atualizados, exigindo padrões mais robustos e flexíveis para resistir a extremos”, avalia.

“Construir infraestrutura resiliente é pensar a longo prazo. É unir engenharia, ciência, políticas públicas e participação da sociedade. E, acima de tudo, é salvar vidas antes que a próxima enchente bata à porta.”

Ensino da Engenharia em tempos de mudanças climáticas

Segundo o Eng. Bulhões, depois da tragédia ambiental, um alerta ecoou também dentro das universidades: “será que estamos formando engenheiros preparados para os desafios reais do século XXI? A resposta, segundo professores e especialistas, é clara: o modelo de ensino da engenharia está sendo questionado, e já começa a mudar. Historicamente, os cursos de engenharia no Brasil são muito voltados para a resolução de problemas depois que eles acontecem. Mas os eventos extremos estão mudando essa lógica. Professores têm introduzido, com mais ênfase, disciplinas e projetos voltados à prevenção de desastres, análise de riscos e engenharia resiliente”.

Universidades como a UFRGS, UFPEL e PUCRS já estão reformulando suas matrizes curriculares para incluir estudos de caso reais, simulações de desastres e até módulos sobre mudanças climáticas aplicadas à engenharia.

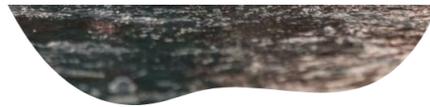
“A nova engenharia não pode mais ser isolada. Os cursos estão sendo incentivados a trabalhar de forma mais integrada com as áreas de arquitetura, urbanismo, geociências, meteorologia e engenharia ambiental. Essa abordagem interdisciplinar reforça a compreensão de que obras precisam respeitar o território, a natureza e as dinâmicas sociais – algo que nem sempre foi bem explorado nos currículos tradicionais.”

Outro reflexo direto das enchentes, segundo o Eng. Bulhões, foi o aumento do interesse por tecnologias de monitoramento, sensoriamento remoto e uso de dados em tempo real para prevenção de desastres. “Alguns cursos já começaram a incluir ferramentas como: a) Softwares de modelagem hidrológica; b) Plataformas de análise geoespacial; c) Aplicativos de alerta e evacuação baseados em IA.”

As enchentes também revelaram que a engenharia precisa estar mais próxima da sociedade. Muitas universidades estão estimulando projetos de extensão em comunidades de risco, criando laboratórios de soluções sustentáveis e fomentando estágios em Defesa Civil, ONGs e setores públicos. “Essa aproximação ajuda os alunos a entenderem a realidade para



além dos livros — como vivem as pessoas que moram nas áreas de risco e o que significa, na prática, uma cidade desigual e vulnerável.”



Finalizando, o ex-reitor da UFRGS ressalta que o ensino de engenharia está em transição, mas que precisa acelerar. “A tragédia de 2024 está sendo um divisor de águas para a formação dos engenheiros brasileiros. Ainda há muito a ser feito, mas a semente já foi plantada. A engenharia do futuro precisa ser humana, adaptável e comprometida com a vida. O desafio agora é transformar esse aprendizado em formação sólida, ética e prática — antes que a próxima enchente nos ensine, novamente, da pior forma possível.”

Manutenção dos sistemas existentes



Para o professor e pesquisador da Unisinos, Eng. Civ. Bernardo Tutikian, um dos aprendizados mais importantes da tragédia ambiental é a importância da manutenção dos sistemas existentes quando não estão em uso.

“Não dá para dizer, entretanto, que foi este o motivo que culminou com as enchentes, considerando que foi um evento de uma magnitude muito grande, nunca antes visto. Mesmo em um sistema operando perfeitamente ainda assim teríamos alagamentos, pessoas com as casas comprometidas, etc. Na Região Metropolitana de Porto Alegre, por exemplo, tínhamos um sistema de contenção de cheias que nunca tinha sido testado e realmente não funcionou”.

Mas é necessário pensar em infraestrutura resiliente e mudanças climáticas. Cidades e regiões ficaram totalmente ilhadas por meses, pois pontes foram simplesmente arrastadas pela enxurrada com árvores e pedras.

“Temos que pensar que as novas pontes deverão levar em consideração o aumento das medidas. Por exemplo, se a medida de um leito de rio são 4 metros de largura, então será necessário colocar as cabeceiras espaçadas de 6 a 7 metros, pensando que as águas do rio podem subir e as calhas aumentarem e chegarem até as cabeceiras. Portanto, temos que trabalhar com limites maiores. Pontes maiores, com cabeceiras mais robustas e protegidas. A gente viu muitas cabeceiras indo embora porque tiveram erosão. Há estudos de como construir estruturas mais resilientes para enfrentar estas mudanças.”

Também professor da Unisinos e conselheiro da Câmara de Engenharia Civil e Agrimensura do CREA-RS, o Eng. Civ. Uziel Cavalcanti de Medeiros Quinino ressalta a necessidade de conceber e melhor definir a construção de cidades resilientes.



“É necessário conciliar modelos abrangentes de melhor avaliação da resiliência diante das inundações urbanas, e efeitos climáticos correlatos, a atualização de soluções de engenharia, bem como definição de ações de gestão. Além disso, é importante a previsão de processos que visam à gerência da crise/catástrofe decorrentes de inundações”, aponta.

Defende ainda a identificação e implantação de distintos sistemas que possam, de modo eficaz, prevenir os efeitos desastrosos de fenômenos como esse. “Ademais, quando impactadas, as cidades necessitam de mecanismos para recuperação pós-catástrofes de cheias, sem contrariar ou comprometer a sustentabilidade, em distintas dimensões.”

Ressalta a necessidade de revisitar os planos de urbanização, referente à invasão de um espaço de drenagem natural. Para ele, convém avaliar a capacidade de escoamento dos canais e de armazenamento dos elementos constituintes das bacias hidrográficas, adjacentes aos perímetros urbanos - aproximação progressiva da zona urbana na direção das regiões propensas às catástrofes.

“É urgente investigar os diversos parâmetros sociais, econômicos e, particularmente, de infraestrutura de modo a diminuir os potenciais fatores que podem impactar na previsão de modelos.”

Pensando em estratégias para eventuais repetições de episódios como esse, aponta sistemas de avaliação (diagnóstico) com base nos históricos de pré e pós-catástrofe, considerando a necessidade de mobilização de espaço, competências de engenharia e dispositivos referentes à gestão – modelagem estatísticas, fundamentação científica, identificação de falhas e insuficiências relacionadas com a infraestrutura, elencar medidas urgentes de adaptação.

“Temos que investir na formação de novos profissionais de engenharia e/ou fortalecer as linhas formativas dos engenheiros atuantes”, aponta.

Resalta que o comportamento de enchentes, e similares, é complexo e uma combinação de inúmeros fatores, além de clima e dados da localidade. “Então, convém uma revisão forte acerca do planejamento das cidades, especialmente no que se refere à drenagem urbana para lidar com esses efeitos desfavoráveis. Incluo a questão ligada à urbanização desenfreada e sem planejamento e regularização, bem como substituir/modernizar os elementos de infraestrutura urbana, atualmente deficitários.”

Em sua avaliação entende que é urgente a modernização dos elementos de infraestrutura, manutenção de instalações primordiais: como abastecimento de água; fornecimento de energia elétrica; acesso e operação de hospitais; elevação de vias, sensores de monitoramento e adaptação; alerta em tempo real; expansão de sistema de drenagem; garantia dos corredores de transporte (mobilidade) e integração com os polos principais.

Além disso, afirma ser fundamental o envolvimento da comunidade – sensibilização, preparação e orientação de práticas, iniciativas educativas, capacitação dos locais, etc.

“Também é necessário investimento em recursos tecnológicos que possam oferecer antecipação / evolução das condições ambientais, monitorização de enchentes / deslizamentos, ferramentas de análise de extensão de áreas impactadas, quantificar / qualificar áreas de risco, integralização de plataformas com intento de melhorias nos processos de tomada de decisão verso gestão dos desastres naturais”, detalha.

Também sugere relacionar as questões técnicas de engenharia, por exemplo, com os aspectos de justiça social, construção de habitações adaptadas, atendimento às necessidades da comunidade, questões ligadas à acessibilidade, entendimento dos planejamentos de evacuação, clareza sobre os recursos emergenciais, assistenciais, médicas, etc.

O Eng. Hiratan Pinheiro da Silva, superintendente do DNIT no RS que liderou os esforços de recuperação das rodovias federais após as enchentes que afetaram o estado em maio de 2024, destacou que a recuperação foi um desafio complexo, com diversos trechos de rodovias danificados e a necessidade de reconstrução de pontes e viadutos. “A nossa equipe trabalhou com agilidade e técnica para restabelecer o tráfego e garantir o acesso à população gaúcha. A BR-470 foi a rodovia mais afetada, com trechos que desapareceram completamente. O DNIT estima que a recomposição total das rodovias federais no RS levará ao menos dois anos, devido à complexidade das obras em encostas.”

• DNIT

O DNIT implementou ações emergenciais para restabelecer o tráfego, incluindo a recuperação de pontes, viadutos e trechos de rodovias danificados. A recuperação das rodovias foi um desafio complexo, com a necessidade de adaptação às condições do terreno e de enfrentamento de novas ocorrências. O governo federal destinou R\$ 111,6 bilhões para a reconstrução do Rio Grande do Sul, incluindo recursos para a recuperação das rodovias.

O DNIT trabalhou em parceria com outros órgãos do governo federal e com a Defesa Civil para garantir o socorro às famílias desabrigadas e a recuperação da infraestrutura.

Também, por meio do seu Instituto de Pesquisa Rodoviária, vem constantemente atualizando e adequando os normativos, em busca de soluções mais resilientes. Todos os elementos como novos materiais, equipamentos e tecnologias são analisadas. O evento climático que ocorreu no RS em 2024, também está servido como base nas análises.

• DAER

De acordo com o diretor-geral do DAER-RS, Luciano Faustino da Silva, o primeiro momento foi a reconexão do estado.

“Vivemos um evento que mudou o Rio Grande do Sul. Assim como as obras que estamos fazendo vão transformar o estado, nos tornando ainda mais fortes. No ano passado, o que mais nos preocupava era encontrar rotas alternativas para o deslocamento das pessoas. Não tinha como saber quais estradas estavam bloqueadas e como levar mantimentos, pessoas, remédios. Nem mesmo os aplicativos, como waze, conseguiam atualizar em tempo real as rotas”, explicou.

O destaque foi a interação e o trabalho conjunto entre Daer e Dnit, Polícia Rodoviária Federal e Comando Rodoviário da Brigada Militar, que resultou na criação de um aplicativo com todos os dados centralizados, para criar alternativas de rotas, enfatiza Luciano.

“Este evento climático trouxe muitos desafios, principalmente para um órgão como o Daer, que já tinha planos rodoviários muito grandes em andamento. O orçamento até 2021 girava em torno de R\$ 150 milhões por ano. Desde 2021, o orçamento bateu na casa de R\$ 1 bilhão de reais de obras executadas. Hoje o Rio Grande do Sul é um canteiro de obras. A demanda por recursos, por material técnico, equipamentos e especialistas é enorme. E a demanda não está

projetos. A demanda por sondagem, por material técnico, equipamento e especialistas é enorme. E o mercado não está preparado para atender esta demanda. A reconstrução do Rio Grande do Sul está embasada em tornar as nossas estradas em melhores do que estavam, com características de resiliência, que é um tema muito vigente para todos nós”.

Para o diretor-geral o Rio Grande do Sul tem um mercado de engenharia promissor, com muito profissionais e empresas qualificadas, que em outros anos se expandiram para outros estados. “E agora as empresas estão trazendo de volta estes profissionais para o estado. Neste momento de reconstrução das estradas, a população quer respostas rápidas.”

Inspetores da Regional Serra acompanham obras de reconstrução da BR-470



Inspetores da Regional Serra participaram, no dia 11 de junho, de uma visita técnica às obras de reconstrução da BR-470, no trecho entre os municípios de Bento Gonçalves e Veranópolis. A ação foi organizada em parceria com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), que apresentou aos participantes o panorama das intervenções em execução na rodovia.

Um ano após ser atingida por mais de 90 deslizamentos de terra, durante as chuvas de maio de 2024, a estrada passa por uma ampla operação de reconstrução, envolvendo 689 trabalhadores e 408 equipamentos. São 33 frentes de obras, distribuídas em 18 lotes, com um investimento de aproximadamente R\$ 720 milhões.

Durante a visita, o Engenheiro Civil do DNIT, Adalberto Jurach, destacou o caráter técnico e estratégico da intervenção. “Mais do que restituir a infraestrutura, buscamos garantir a resiliência. Estamos empregando tudo o que a engenharia tem disponível para que, em novos eventos extremos, o impacto seja minimizado. Trata-se de um esforço para sermos menos afetados diante de novas situações críticas.”



Entre as soluções adotadas estão obras de contenção, drenagem, monitoramento de movimentações de massa e de volume pluviométrico, além da construção de dois novos viadutos, com alteração do traçado original da via afetada. O cronograma prevê a conclusão dos viadutos até dezembro deste ano.

Um dos destaques do projeto é a instalação de cortinas de contenção com 280 metros de comprimento por 12 metros de altura, além de barreiras dinâmicas — soluções inéditas no Brasil, em tal porte. Também estão sendo empregadas técnicas como grampeamento verde, muros de gabião, retaludamento e enrocamento, compondo um conjunto robusto de soluções de engenharia geotécnica.



Segundo Jurach, um sistema de monitoramento pluviométrico foi instalado ao longo da rodovia. “Ele conta com sensores que disparam alertas por e-mail e WhatsApp aos gestores, permitindo a interdição preventiva da via em caso de chuvas superiores a 50 mm em 24 horas.”

A Serra das Antas foi a região mais impactada, registrando 88 ocorrências de grande porte, incluindo quedas de barreiras, árvores e fluxo de detritos com características de avalanche. Os 24 quilômetros entre Bento Gonçalves e Veranópolis, onde se concentram distritos industriais, foram os mais afetados.

O processo de resposta e reconstrução contou com inspeções visuais, sobrevoos e o uso de tecnologias de sensoriamento remoto, como drones, ortomosaicos e levantamento a laser, que embasaram os anteprojetos e os orçamentos de contratação emergencial.

A comitiva foi recebida pelo DNIT local, que atua com uma equipe de quatro servidores (dois engenheiros e dois técnicos), apoiados por empresas contratadas responsáveis pelo acompanhamento diário das ações. A previsão é de que os principais trechos estejam com tráfego parcial liberado até o mês de agosto.

Participaram da visita o inspetor-tesoureiro de



Participaram da visita, o inspetor-tesoureiro de Vacaria, Eng. Civ. Paulo Eduardo Duarte Ferreira; os inspetores chefe e secretário de Bento Gonçalves, Eng. Civ. Diego Rubbo e Eng. Amb. e de Seg. Trab. Kellen Schimitz; os inspetores chefe, secretário e tesoureiro de Canela/Gramado, Eng. Quím Patriane Noschang Pletsch, Eng. Civ. Rodrigo Cavichioni e Eng. Elétric. Lucas Bonatto de Azevedo; e inspetor-tesoureiro de Caxias do Sul, Eng. Amb. e Eng. Seg. Trab. Clóvis Reis Claudino, além do convidado do CREA-SC, inspetor-chefe de Lages (SC), Eng. Civ. Diogo Steinheuser. Além dos inspetores, participaram da visita o coordenador das Inspetorias, Eng. Sanit. e de Seg. do Trab. Gabriel Costa König; o gestor institucional, Eng. Prod. Mec. Fabio Chaves; a chefe do Núcleo de Fiscalização, Alessandra Maria Borges; a supervisora Raquel Fortes; e o agente fiscal Sergio Durlí.



MATÉRIA DE CAPA

0 comentários



Deixe sua mensagem