

# Alerta contra inundações

Sistema desenvolvido na USP pode ajudar a reduzir transtornos gerados pelo transbordamento de rios urbanos

Yuri Vasconcelos

A cena se repete a cada verão. As chuvas que caem durante essa época do ano elevam o nível dos rios e causam enchentes, colocando em risco vidas humanas e gerando prejuízo para quem vive às margens dos cursos d'água. No último período chuvoso, entre novembro de 2016 e abril de 2017, ocorreram 55 inundações em São Paulo, média de uma a cada três dias, segundo o Centro de Gerenciamento de Emergências (CGE) da prefeitura. Os alagamentos não afetam apenas os moradores da capital paulista. Belo Horizonte, Recife, Campinas e muitas outras cidades brasileiras sofrem com os transbordamentos.

Para lidar com o problema, órgãos de defesa civil e gestão de recursos hídricos, como a Agência Nacional de Águas (ANA), empregam um conjunto de ferramentas


para monitorar o nível e a vazão dos rios e alertar a população para o risco de alagamentos. Esse aparato é composto por radares meteorológicos, imagens de satélite, pluviômetros, modelos numéricos de previsão de chuvas e plataformas de coleta de dados para medição do nível de cursos d'água. A fim de contribuir para esse sistema de prevenção e alerta, pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) criaram o e-Noé, uma rede de sensores sem fio para monitorar rios e córregos urbanos.

O dispositivo, já operacional, é formado por um conjunto de sensores submersos instalados em vários pontos do rio sujeitos a alagamentos. Conectados entre si por uma rede sem fio, esses sensores detectam alterações na altura da coluna d'água. Paralelamente, câmeras fotografam o leito do rio, registrando o nível das águas. As imagens e as informa-

ções dos sensores são enviadas por sinal de celular para uma infraestrutura de nuvem, onde são acessadas pela Defesa Civil da cidade (*ver infográfico ao lado*).

“Diferentemente da hidrometria convencional, em que os dados só são coletados quando o usuário vai até a estação para extrai-los, numa rede de sensores sem fio, como a nossa, as informações são transmitidas em tempo real para os interessados. O próprio sistema pode emitir automaticamente alertas de enchentes”, afirma o cientista da computação Jó Ueyama, do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da USP de São Carlos e coordenador do projeto. “O nosso modelo, diferentemente de alguns similares importados, também faz previsão de enchentes usando mecanismos de inteligência artificial, como as redes neurais, e permite incorporar sensores de poluição, o que pode ser de grande valia para monitorar a qualidade da água.”

Segundo Ueyama, o e-Noé já foi testado com bons resultados nos córregos Monjolinho e Tijuco Preto, de São Carlos, que costumam transbordar, e continua sendo aprimorado. “Vamos investir em energia solar e em baterias de alta capacidade para garantir o fornecimento de energia ao sistema. Estamos em contato com o Instituto Eldorado, de Campinas, que demonstrou interesse em fazer essas adaptações e comercializar o equipamento”, conta. O sistema completo, com sensor de pressão, câmera, software para processamento das informações, rede sem fio e modem de telefonia 4G, deverá custar R\$ 15 mil, segundo estima Ueyama. “Para cada ponto com risco de alagamento, é preciso instalar um sensor”, diz o pesquisador, acrescentando que administrações municipais ou estaduais, responsáveis pelo monitoramento de rios urbanos, e a ANA, encarregada da gestão dos recursos hídricos, são os potenciais clientes da tecnologia.



Alagamento na marginal Tietê leva o caos ao trânsito

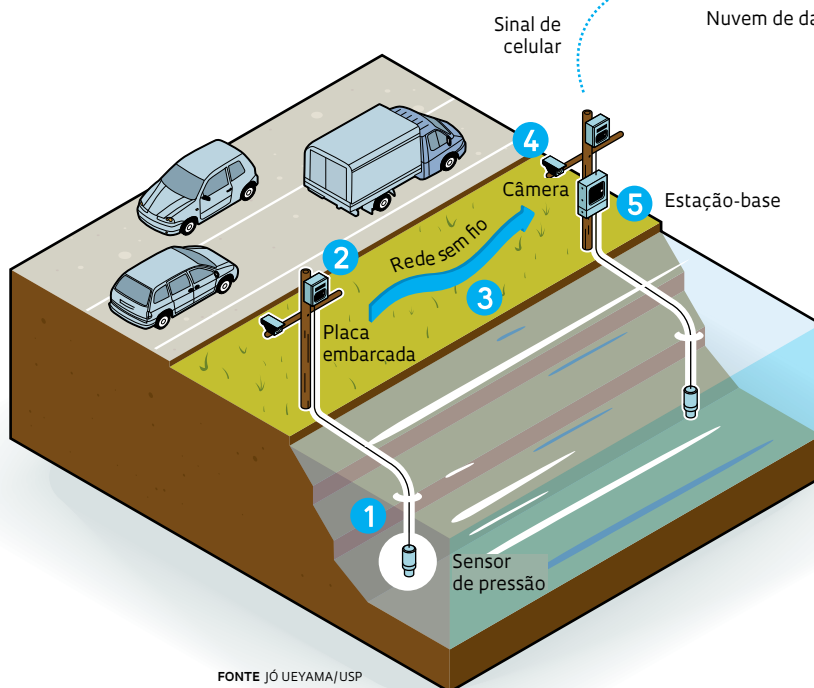
# De olho nas enchentes

Entenda como o e-Noé monitora o nível de rios e córregos

**1** Sensores instalados no leito do rio medem continuamente a pressão da coluna d'água e identificam quando o nível sofre alterações

**2** Cada sensor é conectado a uma placa embarcada, colocada na margem do rio, dotada de memória e processador

**3** As placas se comunicam entre si por meio de uma tecnologia de rede sem fio, como LoRa, Bluetooth ou Zigbee. A distância entre elas varia de 50 m a 3 km



FONTE: JÓ UHEYAMA/USP

**4** Paralelamente, câmeras fotografam o leito do rio a cada cinco minutos, registrando o nível das águas

**5** Uma estação-base coleta as imagens e recebe as informações dos sensores sobre o nível da água

**6** Os dados são enviados por celular para uma nuvem de dados, onde são feitas as previsões e gerados os alertas para a Defesa Civil e a população

Não há dispositivos comerciais semelhantes fabricados no país, somente modelos feitos no exterior. “Os importados são produtos de prateleira, prontos para uso. Não é fácil alterar a programação de seus sensores. Já o e-Noé pode sofrer ajustes facilmente”, diz Ueyama. Ele explica que as ribanceiras onde os sensores são instalados têm características específicas, e essas informações devem ser inseridas na programação para melhorar a previsão e a detecção. “O e-Noé permite integrar o monitoramento com a modelagem e a tomada de decisão”, salienta Ueyama.

O Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (Saisp), que faz o monitoramento de chuvas e rios que cruzam a Região Metropolitana de São Paulo, também tem um sistema análogo ao e-Noé, projetado pelo próprio órgão. “É um hardware para uso próprio. Não está à venda, mas comercializamos os serviços de monitoramento, alertas e previsões de inundações”, esclarece o engenheiro eletricitista Flavio Conde, coordenador do Saisp. “Assim como a nossa tecnologia, o sistema da USP pode ser interessante para a detecção de inundações por ser de fácil implantação.”

Para o engenheiro Eurides de Oliveira, superintendente adjunto de Gestão da

Rede Hidrometeorológica da ANA, tecnologias como o e-Noé e a do Saisp têm bom potencial de uso no Brasil. “Modelos de baixo custo e difusão simples são ideais para atender regiões urbanas que precisam de rápida resposta a eventos como inundações”, observa. As estações fluviométricas usadas pela ANA para medir nível e vazão de cursos d'água, esclarece Oliveira, são dedicadas ao monitoramento de rios em bacias hidrográficas normalmente fora de áreas urbanas. “São plataformas de coleta de dados importadas e que usam principalmente sinais de satélite para o envio das informações aos centros de controle.” Esses aparelhos custam cerca de R\$ 50 mil.

## DETECÇÃO POR IMAGEM

Uma novidade do e-Noé em relação aos dispositivos em operação no país é o uso de imagens para detectar e prever enchentes automaticamente, sem intervenção humana – o software faz isso comparando as fotos tiradas pela câmera com imagens do rio em seu nível normal armazenadas na memória do sistema. Outra inovação do protótipo é que ele segue o modelo da Internet das Coisas (IoT). “Além de estarem à disposição das au-

toridades, os dados sensoriais poderão ser acessados por qualquer usuário conectado à internet. A população poderá receber alertas sobre inundações diretamente no celular”, esclarece Ueyama.

O emprego intensivo de sistemas de monitoramento de rios, aliado a outras tecnologias atualmente em uso, como rede de pluviômetros, estações meteorológicas, radares e satélites, segundo o engenheiro de recursos hídricos Eduardo Mario Mendiondo, ex-coordenador de pesquisa do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), fortaleceria os serviços de alerta a inundações no país. “Existem no Brasil quase 40 mil áreas sujeitas a enchentes, alagamentos, enxurradas e deslizamentos que apresentam riscos à população. Menos de 3% delas contam com monitoramento tradicional”, ressalta o pesquisador, professor da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da USP e parceiro de Ueyama no desenvolvimento do e-Noé. ■

## Projeto

Explorando a abordagem sensor web e o sensoriamento participatório no monitoramento de rios urbanos (nº 12/22550-0); Modalidade Auxílio à Pesquisa – Regular; Pesquisador responsável JÓ Ueyama (USP); Investimento R\$ 60.529,48.