O PAPEL DAS PLATAFORMAS DE COLETA DE DADOS (PCDS) NA GESTÃO E MITIGAÇÃO DE DESASTRES HIDROLÓGICOS

José Wellington Jucá de Queiroz Fernandes [1] ; Sávio Salgado Maia [2] & Ricardo Ivan de Lima Sousa [3]

Palavras-Chave – Plataformas de coleta de dados (PCDs); Desastres hidrológicos; Gestão de riscos.

INTRODUÇÃO

Os desastres hidrológicos, potencializados pela urbanização acelerada e pelas mudanças climáticas, representam uma das maiores ameaças à segurança humana e à infraestrutura, sobretudo no contexto urbano brasileiro. O monitoramento em tempo real de variáveis hidroambientais constitui o pilar fundamental dos Sistemas de Alerta da Defesa Civil, orientando ações de mitigação, preparação, resposta e recuperação frente a eventos extremos (Tucci, 2015).

A dinâmica dos regimes hidrológicos tem apresentado desvios estatísticos notáveis, resultando em eventos extremos de precipitação e vazão cada vez mais frequentes e severos. No Brasil, episódios recentes, a exemplo das inundações de 2024 no Rio Grande do Sul, expõem a urgência de reestruturar os sistemas de resposta a desastres, evidenciando fragilidades nas redes de monitoramento e na integração entre os órgãos de gestão. Inundações paulatinas, enxurradas e movimentos de massa exigem uma capacidade de resposta ágil e baseada em dados precisos, o que reforça o papel das Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) no suporte à tomada de decisão em tempo real (Souza *et al.*, 2025).

Nesse contexto, a gestão de crises precisa migrar de uma postura puramente reativa para uma abordagem preventiva e preditiva, na qual o monitoramento contínuo e a análise de dados subsidiem a antecipação de cenários de risco. O sucesso dessa transição depende diretamente da densidade e da confiabilidade das redes de monitoramento temporal e espacial, sendo as PCDs a espinha dorsal técnica dessa infraestrutura (CPRM, 2022).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo geral sintetizar o papel técnico e estratégico das Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) na gestão e mitigação de desastres hidrológicos no Brasil. Para isso, a pesquisa se organiza em três eixos específicos. Primeiramente, busca-se descrever a arquitetura tecnológica e o funcionamento dos componentes que integram as estações pluviométricas e fluviométricas, como sensores, *data logger*, sistemas de alimentação e módulos de telemetria. Em seguida, procura-se identificar os principais gargalos físicos e operacionais que comprometem a continuidade e a confiabilidade da coleta de dados em campo, a exemplo de falhas de manutenção, vandalismo e instabilidades hidráulicas. Por fim, discute-se os desafios institucionais ligados à governança de dados e à articulação entre os diferentes setores envolvidos, elementos fundamentais para a consolidação de redes de monitoramento e alerta que sejam, de fato, resilientes.

METODOLOGIA

Uma Plataforma de Coleta de Dados (PCD), como podemos ver na Figura 1, é uma estação de monitoramento ambiental automatizada, projetada para operar de forma autônoma, inclusive em

1) Serviço Geológico do Brasil (SGB), jose.fernandes@sgb.gov.br
2) Serviço Geológico do Brasil (SGB), savio.maia@sgb.gov.br
3) Serviço Geológico do Brasil (SGB), ricardo.sousa@sgb.gov.br

locais isolados ou sob condições meteorológicas adversas (Agência Nacional de Águas - ANA, 2016). Sua estrutura básica é composta por:

a) Sensores - Dispositivos responsáveis por mensurar as grandezas físicas. Os principais são os pluviômetros (ex: tipo báscula), que medem a intensidade e o volume da precipitação; e os sensores de nível (ex: radar, ultrassônico ou de pressão hidrostática), que monitoram a flutuação da cota da linha d'água em rios, canais e reservatórios.
b) *Data Logger* (Registrador de Dados) - Microprocessador que atua como o "cérebro" da estação. Ele converte os sinais elétricos ou digitais enviados pelos sensores, armazena as informações temporariamente e gerencia a rotina de transmissão.
c) Sistema de Alimentação - Composto por um painel solar fotovoltaico combinado com uma bateria de ciclo profundo, garantindo autonomia contínua.
d) Módulo de Transmissão (Telemetria) - Envia os dados estruturados para os centros de recepção. Pode operar via satélite (GOES, SCD), crucial para áreas remotas; rede celular (GPRS/4G/5G), ideal para áreas urbanas devido ao menor custo.



Figura 1. Plataforma de coleta de dados (PCD). Fonte: autoria própria.

Diferente das leituras convencionais manuais, a PCD, realiza medições em intervalos curtos, permitindo identificar a taxa de subida de um corpo d'água (dh/dt) ou o acúmulo crítico de chuva em poucas horas. Esses dados brutos são enviados continuamente para um banco de dados centralizado. Isso permite que os gestores analisem cenários de risco e tomem decisões táticas céleres ao longo de todo o ciclo do desastre (mitigação, preparação, resposta e recuperação) (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN, 2023).

Sistemas de Gerenciamento de Crises utilizam essa base para aplicar Inteligência Artificial e modelos preditivos, antecipando cotas de inundação e otimizando o acionamento de sirenes, envio de SMS e planos de evacuação coordenados pela Defesa Civil. As Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) operam a partir de duas frentes principais de monitoramento ambiental, cada uma utilizando tecnologias específicas para a mitigação de desastres (CPRM, 2022):

a) Monitoramento Pluviométrico: Utiliza como principal instrumento o pluviômetro de báscula. Sua aplicação prática no gerenciamento de desastres está focada no monitoramento de frentes de chuva,

na previsão de enxurradas em perímetros urbanos e na avaliação do risco de deslizamento de encostas.

b) Monitoramento Fluviométrico: Baseia-se no uso de sensores de nível (que podem funcionar por tecnologia de radar, ultrassom ou pressão hidrostática). Este monitoramento é essencial para a determinação da cota do rio, o cálculo da vazão instantânea e a previsão de transbordo da calha de corpos d'água.

RESULTADOS

A eficácia das PCDs não depende exclusivamente de hardware robusto; ela exige uma forte governança e alinhamento institucional. Estudos de caso baseados em pesquisas com grupos focais, como os conduzidos em Nova Friburgo (RJ), demonstram que a falta de integração entre diferentes secretarias municipais ainda fragiliza o planejamento governamental (Silva; Valencio, 2022).

A operação de redes de PCDs no Brasil enfrenta gargalos severos, conforme apontado por Tucci (2015):

a) Manutenção e Calibração: Pluviômetros de báscula sofrem entupimentos por folhas e sedimentos, enquanto sensores de nível submersos enfrentam biofilme e assoreamento.
b) Vandalismo: O furto de painéis solares e baterias gera "apagões" de dados em áreas vulneráveis.
c) Instabilidade Hidráulica: Em cheias extremas, a geometria do canal sofre erosão ou deposição (degradação/agradação), alterando a relação entre o nível medido (h) e a vazão real (Q), exigindo recalibração urgente da curva-chave.

Além disso, eventos extremos demonstram que redes de comunicação convencionais (4G/5G) frequentemente falham sob estresse ou colapso de energia. Arquiteturas modernas respondem a isso com comunicação via satélite, assegurando a continuidade do fluxo de dados mesmo sob degradação da infraestrutura terrestre local.

CONCLUSÕES

As Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) deixaram de ser meros instrumentos de pesquisa acadêmica para se tornarem infraestruturas críticas de segurança pública. A capacidade de prever o comportamento de uma bacia hidrográfica com horas de antecedência poupa recursos econômicos e, fundamentalmente, preserva vidas humanas.

O sucesso pleno dessa tecnologia, contudo, está condicionado à superação das barreiras institucionais e burocráticas. O futuro do combate aos desastres hidrológicos depende do adensamento dessas redes, da aplicação de Inteligência Artificial para a consistência dos dados e, sobretudo, da implementação de uma governança de dados mandatória e interoperável que unifique o entendimento conceitual e operacional entre todas as esferas governamentais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Manual de Procedimentos para Instalação, Operação e Manutenção de Estações Fluviométricas*. Brasília: ANA, 2016. 67 p. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/monitoramento-e-eventos-criticos/monitoramento-hidrologico/monitoramento-hidrologico-do-setor-eletrico/resolucao-conjunta-ana-aneel-127-2022/ManualInstalaoEstaesFluviomtricas.pdf Acesso em: 26 jun. 2026.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (Cemaden). *Relatório de Atividades: monitoramento de riscos e alertas de desastres naturais*. São José dos Campos: Cemaden, 2023.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). *Sistemas de Alerta Hidrológico: operação e desafios frente a eventos extremos*. Brasília: CPRM, 2022.

SILVA, M. A.; VALENCIO, N. Governança de dados e o desafio da articulação intersetorial na gestão de riscos de desastres: o caso de Nova Friburgo - RJ. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 25, p. 45-68, 2022.

SOUZA, R. C. *et al*. Eventos hidrológicos extremos e a reestruturação dos sistemas de defesa civil pós-2024. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 30, n. 1, p. 12-28, 2025.

TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2015.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus sinceros agradecimentos ao Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), em especial à equipe técnica da Residência de Fortaleza (REFO), pelo fornecimento dos dados hidrométricos e pelo constante apoio técnico-científico indispensável para a realização desta pesquisa. Agradecemos também aos técnicos e observadores hidrológicos pela dedicação na operação e manutenção da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), cujas contribuições fundamentaram as análises deste trabalho.