

INSTITUTO NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES

MESTRADO EM TELECOMUNICAÇÕES  
TP546 - INTERNET DAS COISAS E REDES VEICULARES.

---

## RELATÓRIO DA ATIVIDADE Nº01

*Rede de Sensores Sem Fio Para Alertas e Prevenção de  
Enchentes*

---

*Alunos:*

Eylen Jhuliana Mercado Ontiveros

Everton Vilhena Cardoso

05 de setembro, 2024

Eylen Jhuliana Mercado Ontiveros

Everton Vilhena Cardoso

# RELATÓRIO DA ATIVIDADE Nº01

Rede de Sensores Sem Fio Para  
Alertas e Prevenção de Enchentes

05 de Setembro, 2024

# 1 Resumo

*Esta pesquisa apresenta um estudo de caso sobre a implementação do sistema e-Noé, uma ferramenta avançada de previsão de enchentes em rios urbanos, utilizada na cidade de São Carlos (SP). O e-Noé utiliza uma rede de sensores sem fio para monitorar a variação do nível da água de rios, transmitindo os dados coletados em tempo real para uma nuvem, que inclui imagens do rio capturadas por câmeras de vigilância. Esses dados são acessados pela defesa civil da cidade, permitindo uma resposta mais eminente para prevenir tragédias. Apesar de estar em constante aprimoramento, o sistema e-Noé demonstra impactos sociais, econômicos e ambientais significativos, representando uma importante medida na prevenção de desastres e contribuindo para a eficácia das políticas públicas locais.*

## 2 Introdução

Mais da metade da população mundial está atualmente localizada em áreas urbanas, com uma concentração de até cerca de 80,2% em países com níveis de renda mais elevados, e as previsões sugerem que essa proporção aumentará (Nações Unidas, 2014). O crescimento desenfreado das cidades tem provocado um aumento no número de desastres naturais.

No Brasil, existem quase 40 mil áreas sujeitas a enchentes, alagamentos, enxurradas e deslizamentos que apresentam riscos à população. Menos de 3% delas contam com monitoramento tradicional.

Esta pesquisa, descreve um estudo de caso da implementação de uma ferramenta de previsão de enchentes de rios urbanos por meio de uma rede de sensores sem fio na cidade de São Carlos (SP).

O sistema eNoé. Trata-se de um dispositivo composto por sensores submersos conectados por meio de uma rede de sensores sem fio (RSSF) que pode ser definida como uma rede sem fio de dispositivos autônomos que contêm sensores, distribuídos espacialmente para monitorar fenômenos físicos ou ambientais e que nos últimos anos vem desempenhando um papel fundamental na Arquitetura da Internet das Coisas (IoT), onde os sensores indicam a variação do rio sujeito a chegas por meio da alteração da coluna d'água monitorada cujos dados, juntamente com fotografias do rio feitas pelas câmeras de vigilância são roteados para uma nuvem. Os dados são transmitidos via wireless Zigbee até uma central que são acessados pela defesa civil da cidade que pode tomar providências a tempo de evitar tragédias.

Este sistema, embora em constante aprimoramento, apresenta importantes impactos sociais, econômicos e ambientais e representa uma importante medida de prevenção de desastres e pode evitar destruição e perdas humanas, o que pode ser um importante auxiliar às políticas públicas locais.

## **3 Desenvolvimento**

### **3.1 Conceito de cidade inteligente e prevenção de enchentes**

Harrison et al. (2010), em um documento corporativo da IBM, declarou que o termo “cidade inteligente” denota uma “cidade instrumentada, interconectada e inteligente”. “Instrumentada” se refere à capacidade de capturar e integrar dados reais ao vivo por meio do uso de sensores, medidores, aparelhos, dispositivos pessoais e outros sensores semelhantes. “Interconectada” significa a integração desses dados em uma plataforma de computação que permite a comunicação dessas informações entre os vários serviços da cidade. “Inteligente” se refere à inclusão de serviços complexos de análise, modelagem, otimização e visualização para tomar melhores decisões operacionais (Harrison et al., 2010).

Uma cidade inteligente é qualquer local urbano que alavanca inovações como a Internet das Coisas (IoT), conectividade 5G, big data e o uso da inteligência artificial, bem como uma infraestrutura interconectada, para melhorar a vida na cidade. Essas inovações recentes podem ser integradas ao design urbano para permitir coleta, análise e tomada de decisões de dados em tempo real, levando a ambientes urbanos mais responsivos e resilientes.

As mudanças climáticas aumentam a ameaça de inundações de três maneiras principais: elevação do nível do mar, eventos de chuva mais intensos e tempestades. A incidência desses eventos se juntando ao mesmo tempo, o que os pesquisadores chamam de “inundação composta”, também está aumentando, mas até agora, o papel das estruturas de cidades inteligentes no aprimoramento da resiliência a inundações urbanas não foi totalmente explorado. Tecnologias e plataformas de cidades inteligentes têm sido cada vez mais usadas em estudos e pesquisas acadêmicas, mas houve pouca implementação delas em escala de cidade na gestão de desastres reais.

### **3.2 Sistema de monitoramento de rios**

O sistema e-Noé é uma arquitetura RSSF, que coleta e compila dados de recursos hídricos, fazendo medições a partir de sensores de inundação e medições de estações em canais de águas pluviais do rio conforme mostrado na Fig.1. Esses dados são enviados por meio de

uma rede ZigBee é utilizados para nós que estão próximos, para nós que estão fora do alcance é utilizado a conexão 3G.

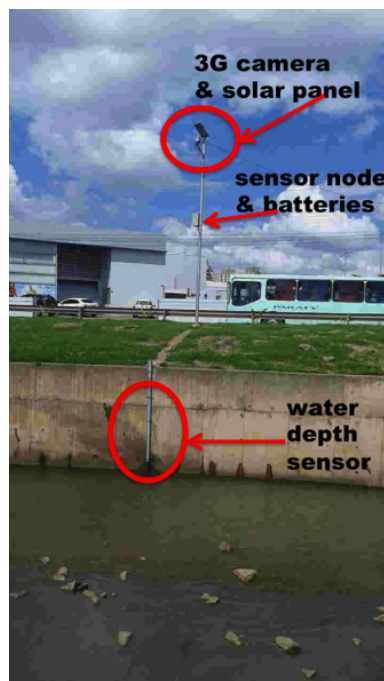
Ao usar um sistema de IoT (Internet das Coisas) para análise de dados automatizada, a plataforma fornece dados em tempo real e parâmetros de gerenciamento de alerta urbanos, incluindo gerenciamento de alerta de inundação de rios.

A plataforma pode prever com certa precisão áreas com riscos de potenciais inundações, servindo assim como uma nova ferramenta para prevenção de desastres urbanos e alerta precoce de inundação.

### 3.2.1 Sensores utilizados na pesquisa:

A topologia desta RSSF consiste em sete nós sensores instalados nas margens do rio, na cidade de São Carlos (SP).

Figura 1: Nó sensor baseado em IoT com câmera e modem 3G implantado na cidade de São Carlos, Brasil.



Fonte: Ueyama, et al (2014, tradução nossa)

Os nós são equipados com sensores analógicos como:

- Sensor de profundidade do rio;
- Câmera;
- Pluviômetro;
- Painel solar;
- Sensor de pressão;

## 4 Conclusão

Através do experimento foi verificado que o sistema e-Noé de alerta em tempo real contra enchentes descrito no artigo, representa um avanço crucial na gestão de desastres naturais. Ao oferecer informações precisas e imediatas sobre condições que precedem as enchentes, esse sistema permite respostas mais ágeis e eficazes, potencializando o salvamento de vidas e reduzindo danos materiais. A adoção e a integração desse dispositivos nas estratégias de prevenção e resposta a desastres naturais, podem transformar a maneira como as cidades enfrentam e se preparam para eventos climáticos inesperados, destacando a importância da inovação tecnológica na proteção e segurança das populações vulneráveis, com medidas desse tipo de problema climático. Nesses cenários a confiabilidade da RSSF é um fator de extrema importância porque é necessário que as informações estejam disponíveis em tempo real para que possam ser usadas para ações imediatas.

## 5 Referências bibliográficas

- Albuquerque, J. P., Ueyama, J., Mendiondo, E., & Caramori, V. (2013). Using wireless sensor networks for urban flood risk adaptation in Brazil. p.1–3.
- United Nations (2014). World urbanization prospects: The 2014 revision. United Nations, Department of Economic and Social Affairs (DESA), Population Division (2014). World urbanization prospects: The 2014 revision, CD-ROM edition.
- Harrison, B. Eckman, R. Hamilton, P. Hartswick, J. Kalagnanam, J. Paraszczak, and P. Williams, “Foundations for Smarter Cities,” IBM Journal of Research and Development 54: 4 (2010) 1–16.