

**CONTRIBUIÇÃO DE UMA IOT PARA IDENTIFICAÇÃO DE INFILTRAÇÕES POR
VAZAMENTO DE ÁGUA EM RESIDÊNCIAS**
*CONTRIBUTION OF AN IOT DEVICE TO IDENTIFYING WATER LEAKS IN
HOMES.*

Wesley dos Santos Aragão – wesley.aragao1331@gmail.com
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Matão – São Paulo – Brasil

Braselino Bertolote Neto – brazelino.neto@fatectq.edu.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – São Paulo – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v22i2.2382

Data de submissão: 26/09/2025

Data do aceite: 02/12/2025

Data da publicação: 20/12/2025

RESUMO

O desperdício de água causado por vazamentos e infiltrações em residências é uma adversidade recorrente no Brasil, impactando diretamente a sustentabilidade hídrica e econômica. Estudos apontam que mais de 40% da água distribuída no país é perdida antes de chegar ao consumidor, em grande medida por falhas em tubulações e infiltrações não detectadas. Nesse contexto, a Internet das Coisas (IoT) apresenta-se como solução tecnológica inovadora, capaz de monitorar e identificar infiltrações de maneira antecipada. O objetivo é analisar a contribuição da IoT no monitoramento de infiltrações por meio de sensores e dispositivos conectados, complementado por uma pesquisa de campo com moradores. Os resultados apontam que 74% dos entrevistados já vivenciaram problemas com vazamentos, e a maioria dos entrevistados considera que soluções baseadas em IoT seriam úteis e desejáveis, embora preocupações com custos de instalação ainda representem barreiras.

Palavras-chave: Internet das Coisas, Infiltrações, Vazamentos de Água, Sustentabilidade, Monitoramento Residencial.

ABSTRACT

Water waste caused by leaks and infiltrations in households is a recurrent problem in Brazil, directly impacting both sustainability and economic efficiency. Studies show that over

40% of distributed water is lost before reaching consumers, mainly due to pipeline failures and undetected infiltrations. In this context, the Internet of Things (IoT) emerges as an innovative technological solution, capable of monitoring and detecting infiltrations at an early stage. The aim of this article is to analyze the contribution of IoT to infiltration monitoring through sensors and connected devices, complemented by a field survey with residents. Results show that 74% of respondents have already experienced leak problems, and most consider IoT-based solutions useful and desirable, although concerns about installation costs still represent barriers.

Keywords: Internet of Things, Infiltrations, Water Leaks, Sustainability, Residential Monitoring.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a vida e para o desenvolvimento humano, mas seu desperdício ainda representa um dos principais desafios do saneamento no Brasil. De acordo com o Instituto Trata Brasil (2024), mais de 40% da água potável distribuída no país não chega ao consumidor final, sendo perdida devido a vazamentos e infiltrações.

O impacto desse problema vai além do desperdício hídrico: envolve custos de manutenção, danos estruturais nas residências e aumento nas contas de água. Embora comuns, sua detecção precoce é difícil, pois os sinais, em determinados casos, não são imediatamente visíveis.

Neste cenário, a Internet das Coisas (IoT) surge como uma alternativa tecnológica relevante, ao possibilitar o uso de sensores inteligentes conectados a plataformas digitais. Esses sistemas permitem emissão de alertas e geração de relatórios em tempo real.

O presente artigo tem como objetivo analisar a contribuição da IoT para o monitoramento de infiltrações residenciais, apresentando conceitos teóricos, vantagens, desafios e dados de uma pesquisa de campo aplicada a moradores que enfrentaram este problema.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Conceito e Evolução da IoT

A Internet das Coisas (IoT) pode ser definida como a interconexão de objetos físicos por meio da internet, possibilitando coleta, troca e análise de dados em tempo real. Desde sua origem, voltada para dispositivos industriais, a IoT expandiu-se para o contexto doméstico, sendo aplicada na automação residencial, segurança e monitoramento ambiental (SANTOS, 2018).

2.2 Computação Ubíqua e Física

A IoT fundamenta-se nos conceitos de computação ubíqua, que busca disponibilizar recursos computacionais em qualquer tempo e lugar, e de computação física, que integra dispositivos ao ambiente real. Essa combinação permite que o ambiente doméstico seja monitorado de forma contínua, com sensores atuando como extensões digitais da realidade.

2.3 Aplicações gerais em ambientes domésticos

Em residências, a IoT é aplicada em sistemas de automação, como controle de iluminação, climatização e segurança. No campo hídrico, tem ganhado destaque em soluções de monitoramento de consumo, vazão e detecção de vazamentos ocultos, oferecendo maior sustentabilidade e eficiência no uso da água (ASSIS JR. et al., 2022).

2.4 Tecnologias envolvidas

As soluções em IoT para infiltrações utilizam sensores de vazão, pressão e umidade, integrados a protocolos de comunicação sem fio (Wi-Fi, ZigBee, LoRa). A arquitetura de um sistema IoT para esta finalidade envolve sensores de vazão e de umidade, posicionados em locais estratégicos do encanamento. Os sensores coletam os dados e transmitem, por meio de protocolos como Wi-Fi ou ZigBee, para um gateway central, que por sua vez os envia para processamento. As informações coletadas são enviadas para plataformas em nuvem, possibilitando a integração com técnicas de aprendizado de máquina para aumentar a precisão da detecção (ROLLE, 2024), e em casos de irregularidades, disparam alertas para o usuário via aplicativo móvel, indicando inclusive a localização do sensor que detectou a anomalia.

2.5 Vantagens e Desafios da implementação

As principais vantagens da IoT são a detecção precoce de problemas, redução de custos de reparo e diminuição de desperdícios. No entanto, desafios ainda persistem: custos iniciais de

implantação, necessidade de conectividade estável e preocupações com privacidade e proteção de dados (ASSIS JR. et al., 2022). Esses desafios são corroborados por pesquisas, como a que apontou que 56% dos entrevistados consideraram o custo inicial a maior barreira para adoção da solução.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo adota uma abordagem metodológica combinada, utilizando pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo, para analisar a viabilidade e os impactos da aplicação da Internet das Coisas (IoT) em sistemas de monitoramento hídrico residencial. O objetivo é compreender o cenário atual das infiltrações, a percepção dos moradores sobre a tecnologia e os benefícios e desafios de sua implementação.

3.1 Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica, de caráter exploratório, teve como objetivo aprofundar o conhecimento teórico e técnico sobre o tema. As bases de dados consultadas incluíram artigos científicos, teses e relatórios institucionais. A busca foi conduzida usando palavras-chave como "IoT", "Internet das Coisas", "monitoramento hídrico", "sistemas de água residencial" e "infiltrações".

- **Fundamentação Teórica:** Esta etapa incluiu a análise dos princípios da IoT, os tipos de sensores e atuadores aplicados em ambientes domésticos e a arquitetura de sistemas de monitoramento em tempo real.
- **Impactos Socioeconômicos:** Coletaram-se dados sobre os custos econômicos e sociais de infiltrações e vazamentos, incluindo desperdício de água e danos estruturais, para quantificar a relevância do problema.

3.2 Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo, de caráter descritivo, foi conduzida por meio de um questionário estruturado online. A amostra foi não probabilística, por conveniência, composta por 45 moradores de diferentes faixas etárias e tipos de residência. A coleta de dados ocorreu ao longo do mês de maio de 2024.

Instrumento e Aplicação: O questionário continha 15 questões, predominantemente de múltipla escolha, com opções abertas para complementação. Antes do início, os participantes concordaram com um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) digital, que garantiu o anonimato e a confidencialidade das respostas. O Instrumento foi dividido em 3 seções:

- **Experiências com Infiltrações:** Coleta de dados sobre a frequência e a gravidade de vazamentos ou infiltrações em suas residências.
- **Conhecimento e Percepção sobre IoT:** Avaliação do nível de familiaridade dos moradores com a tecnologia IoT.
- **Análise de Benefícios e Preocupações:** Mensuração da percepção de benefícios (economia de água, redução de custos, sustentabilidade) e das preocupações (custo de instalação, privacidade dos dados, complexidade de uso) relacionadas à adoção de sistemas de monitoramento hídrico com IoT.

Análise dos Dados: Para o tratamento dos dados quantitativos, utilizou-se estatística descritiva (frequências absolutas e percentuais) com auxílio do Microsoft Excel.

3.3 Integração das Abordagens

Os dados coletados na pesquisa de campo e na revisão bibliográfica foram integrados para avaliar a capacidade da tecnologia IoT em auxiliar na detecção e prevenção de infiltrações. A análise final destacou os benefícios em termos de sustentabilidade e economia doméstica, ao mesmo tempo em que identificou os principais desafios para a implementação e adoção dessa tecnologia por parte da população.

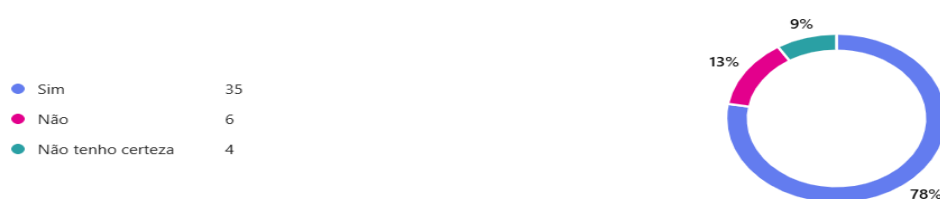
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados da pesquisa de campo

Os principais resultados da pesquisa de campo, realizada com 45 participantes, são sumarizados na Tabela 1. O instrumento continha questões objetivas (maioria de escolha única, algumas de múltipla escolha), com opção de resposta aberta para complementação quando necessário.

Figura 1 - Gráfico da pesquisa: Problemas envolvendo vazamento de Água

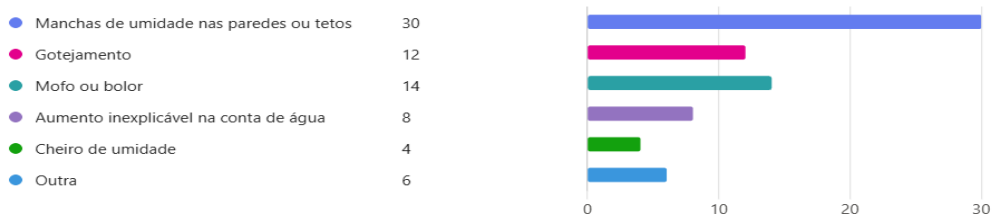
5. Você já obteve problemas envolvendo Vazamento de água em sua residência?


Figura 2 - Gráfico da Pesquisa: Total de problemas com vazamento de água (por Ano)

6. Considerando a questão acima, quantas vezes pelo menos você já lidou com este problema?


Figura 3 - Gráfico da Pesquisa: Sinais de vazamentos

7. Quais foram os sinais que indicaram a presença de infiltração em sua residência?


Figura 4 - Gráfico da Pesquisa: Identificação do problema

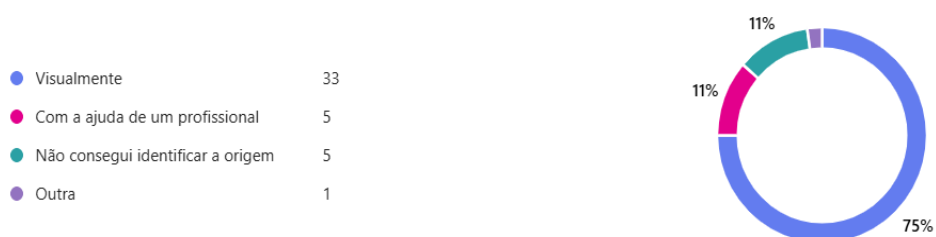


Figura 5 - Gráfico da Pesquisa: Conhecimento sobre IoT

12. Você acredita que a tecnologia IoT poderia ser útil na identificação precoce de infiltrações em residências?



Figura 6 - Gráfico da Pesquisa: Benefícios do produto

13. Quais benefícios você imagina que um sistema de identificação de infiltrações por IoT poderia trazer?

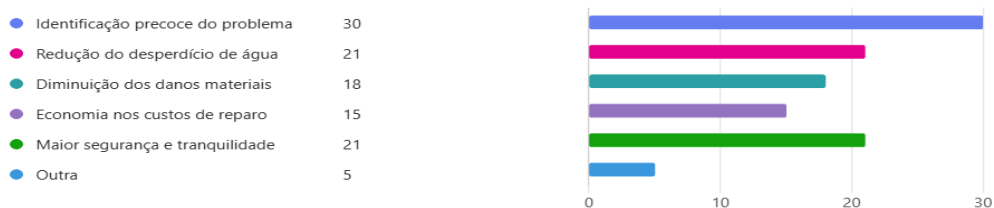
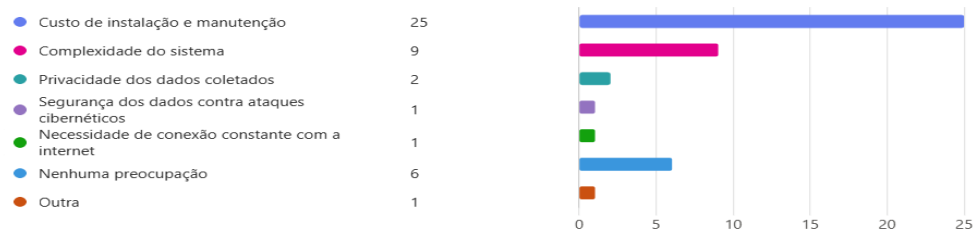


Figura 7 - Gráfico da Pesquisa: Preocupações com a implementação

14. Quais preocupações você teria em relação à instalação de um sistema de identificação de infiltrações por IoT em sua residência?



4.2 Discussão dos resultados

Os dados evidenciam que as adversidades decorrentes de infiltrações são comuns e reconhecidas pelos moradores, o que reforça a importância de métodos preventivos, sendo possível então o uso de tecnologias como solução. Os resultados convergem com estudos de Assis Jr. *et al.* (2022), que validaram sistemas IoT de baixo custo para detecção de vazamentos.

A baixa familiaridade dos entrevistados com IoT reflete a necessidade de maior divulgação tecnológica, enquanto a alta aceitação potencial (98% entre “sim” e “talvez”) demonstra interesse em soluções acessíveis.

Quanto a privacidade dos dados, a pesquisa revelou uma preocupação reduzida entre os participantes. Contudo, este é um ponto crítico, uma vez que sistemas de IoT coletam dados sensíveis sobre os hábitos domiciliares, exigindo rigorosa conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), incluindo criptografia de dados, consentimento explícito do usuário e transparência sobre o uso das informações.

Entre as barreiras apontadas, o custo inicial destaca-se como a mais significativa, alinhada com as limitações apontadas por Rolle (2024) e pelo relatório do Trata Brasil (2024). No entanto, é um problema que deve ser analisado sob uma perspectiva de custo-benefício. O investimento inicial em sensores e infraestrutura de comunicação, que pode variar de R\$ 200 a R\$ 800 para uma residência padrão, deve ser confrontado com os custos médios de um reparo hidráulico corretivo (que pode superar R\$ 1.000,00 em casos específicos) somados à economia na conta de água ao longo do tempo. Esta análise comparativa posiciona a IoT como uma alternativa viável, promissora e economicamente justificável para o ambiente residencial.

5 CONCLUSÃO

A aplicação da Internet das Coisas (IoT) para monitoramento residencial de infiltrações não é apenas uma inovação tecnológica; é uma ferramenta essencial para enfrentar desafios de sustentabilidade urbana e eficiência hídrica. A pesquisa demonstra claramente que o problema das infiltrações é uma realidade comum, afetando a maioria dos moradores, seja em apartamento ou em casa. Devido a essa confirmação, aliada à disposição do público em adotar estas soluções tecnológicas, estabelece uma base sólida para a implementação de sistemas de monitoramento hídrico inteligente.

Os dados de campo constataam que o problema de infiltrações não é teórico; ele gera impactos tangíveis, como custos de reparo, danos estruturais e o estresse decorrente. É nesse ponto que a IoT oferece uma solução direta e valiosa. Ao converter um problema reativo em uma abordagem proativa, a tecnologia permite a detecção precoce de vazamentos, evitando que pequenos gotejamentos se transformem em grandes prejuízos financeiros e ambientais. A percepção dos moradores, que valorizam a prevenção de problemas e a tranquilidade, reforça o valor agregado da tecnologia além da mera economia.

Embora a redução de desperdícios seja um benefício central, a pesquisa aponta para uma dimensão mais ampla. A adoção da IoT no ambiente doméstico fortalece a consciência hídrica dos usuários. Ao fornecer dados em tempo real sobre o consumo, esses sistemas educam os moradores sobre seus próprios padrões de uso, incentivando hábitos mais sustentáveis. Isso transforma o monitoramento de um simples aparelho em uma ferramenta de conhecimento e controle, contribuindo diretamente para o objetivo de promover o uso consciente da água em nível individual.

A principal barreira identificada pela pesquisa é o custo. Para que o potencial da IoT seja plenamente explorado, é crucial superar essa limitação. As recomendações para incentivar pesquisas em tecnologias de baixo custo são vitais. Isso pode incluir o desenvolvimento de sensores mais baratos, a utilização de plataformas de código aberto e a criação de modelos de negócio acessíveis.

Além disso, a inclusão dessas soluções em políticas públicas de saneamento e programas de sustentabilidade urbana é a chave para a adoção em massa. O governo e as concessionárias de água podem desempenhar um papel fundamental, seja por meio de subsídios, campanhas de conscientização ou a integração de sistemas inteligentes na infraestrutura urbana. A sinergia entre o setor público, empresas de tecnologia e a população tornará a IoT uma ferramenta transformadora para a gestão hídrica em nossas cidades.

REFERÊNCIAS

ASSIS JR., *et al.* *Construção e Validação de um Sistema IoT de Baixo Custo para Detecção de Vazamento de Água em Residências*. [v.13], 13 jul. 2022. Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/acotb/article/view/18806>. Acesso em: 11 de abr. 2025.

Trata Brasil. *Estudo de Perdas de Água em 2024(SNIS, 2022): Desafios na Eficiência do Saneamento Básico no Brasil*. [v.2], 5 jun. 2024. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/perdas-de-agua-2024/>. Acesso em: 11 de abr. 2025.

ROLLE, R. P. *Deteção e localização de vazamentos utilizando Internet das Coisas e Aprendizado de Máquina*. Orientador: Eduardo Paciência Godoy. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru, 2024. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11449/254317>. Acesso em: 09 de jun. 2025.

SANTOS, Matheus José dos. *Desenvolvimento de uma arquitetura de Internet das Coisas para monitoramento de vazamentos de água*. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Sistemas para Internet) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba, 2018. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4184>. Acesso em: 10 jun. 2025.

WEISER, Mark; BROWN, John Seely. *The Coming Age of Calm Technology*. [S. l.]: Xerox PARC, 1995. Disponível em: <https://www.johnseelybrown.com/calmtech.pdf>. Acesso em: 22 set. 2025.

WEISER, Mark. *Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing*. Communications of the ACM, [S. l.], v. 36, n. 7, p. 75–84, jul. 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/159544.159617>. Acesso em: 22 set. 2025.