

XI-1123 - PROJETO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO DE VAZÃO DE ÁGUA UTILIZANDO REDES *LoRa* EM COMUNIDADES ISOLADAS DA AMAZÔNIA.

Jucicleber Francisco da Silva Castro⁽¹⁾

Engenheiro Eletricista opção Eletrônica pela UFPA. Mestrando concluinte em Telecomunicações pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE/UFPA).

Endereço⁽¹⁾: Av. Telêmaco Mira Martins, 1190 - Congós – Macapá - AP - CEP: 68904-365 - Brasil - Tel: (96) 99184-8136 - e-mail: jucicleber.castro@itec.ufpa.br – ORCID ID 0009-0005-0091-3517

João Crisóstomo Weyl Albuquerque Costa⁽²⁾

Doutor em Engenharia Elétrica - Telecomunicações - Universidade Estadual de Campinas (1994). Em 1994 ingressou na UFPA, onde atualmente é professor titular da Faculdade de Engenharia de Computação do Instituto Tecnológico. Desde 1994 também é pesquisador do CNPq. Foi coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

Endereço⁽²⁾: Rua Augusto Corrêa no 01, Campus Universitário do Guamá, Instituto de Tecnologia – 1º andar - Sala 237, Belém, Pará, Brasil – CEP 66.075.110- Brasil - Tel: (91) 98149-8112 - e-mail: jweyl@ufpa.br – ORCID ID 0000-0003-4482-6886

Marcus Pantoja da Silva⁽³⁾

Engenheiro da Computação pela UFPA. Mestre em Engenharia Elétrica pela UNICAMP.

Endereço⁽³⁾: Rod. Juscelino Kubitschek S/N - Universidade – Macapá - AP - CEP: 68903-419 - Brasil - Tel: (91) 982380604 - e-mail: marcus.pantoja@unifap.br – ORCID ID 0009-0008-9248-8520

RESUMO

A indisponibilidade de acesso ao saneamento adequado e a água limpa é um fator impactante em todos os aspectos da humanidade, sendo os maiores efeitos nos países economicamente menos desenvolvidos e comunidades marginalizadas.

Além disso, as pressões das alterações climáticas, que levarão à escassez de recursos e a mudanças na qualidade da água, fornecem uma forte base científica e um argumento econômico para a expansão da monitorização aquática. Estes fatores irão impulsionar tecnologias de monitoramento ambiental da água por agências reguladoras, empresas de águas residenciais, agências ambientais, entre outras.

Com a aplicação conceitual da *Low Power Wide Area Networks (LPWAN)*, onde há integração de muitos sensores de qualidade da água, tecnologia de comunicação sem fios de longo alcance (*LoRa*) e serviços em nuvem de fonte aberta para desenvolvimento de um Sistema de Monitorização da Qualidade da Água, é de grande relevância acadêmica, de mercado e social aprofundar estudos de projetos envolvendo um medidor inteligente de água e outros dispositivos de um sistema de detecção de água, em comunidades isoladas e menos favorecidas economicamente na região amazônica.

O objetivo deste documento é apresentar a concepção de um Sistema de Monitorização do Fluxo de Água utilizando redes *LoRa (Long Range)* para comunidades isoladas, para posterior análise de perdas, utilizando um hidrômetro inteligente de fábrica e com o horizonte de estudos posteriores à construção futura de um hidrômetro inteligente de arquitetura aberta.

PALAVRAS-CHAVE: Perdas da Água, Monitoramento da Vazão, *LoRa*, Comunidades Isoladas.

INTRODUÇÃO

Uma preocupação mundial recorrente é a indisponibilidade de acesso ao saneamento adequado e a água limpa. Tal situação é um fator impactante em todos os aspectos na humanidade, onde os maiores efeitos se dão sobre países economicamente menos desenvolvidos e comunidades marginalizadas.

A Organização das Nações Unidas (ONU) trata o tema com extrema relevância para o mundo, tanto que traz em sua agenda global o assunto em seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS6) como diretriz à garantia de disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos.

As perdas nos sistemas de distribuição de água nas concessionárias de saneamento são um ofensor crítico ao atendimento do líquido às pessoas. De acordo com o “*Ranking do Saneamento do Instituto Trata Brasil de 2023 (SNIS-2021)*”, tem-se no Brasil o índice de perdas de água em 40,3 % enquanto que no Estado do Amapá 76,13% e na região Norte em 51,2 % [4].

Tal cenário reforça mais a necessidade da presença forte de investimentos na cobertura de atendimento, assim como em tecnologias inovadoras que contribuam com a qualidade na prestação do serviço.

Em diversas regiões distantes podem-se utilizar tecnologias inovadoras no auxílio do monitoramento da água através de dispositivos que integrem sensores capazes de supervisionar os mesmos aspectos químicos e físicos da água, de maneira análoga a experiência descrita em [2], realizando a transmissão desses dados para centros de análise, com mínima intervenção humana na região controlada.

O conceito de internet das coisas, como sendo um domínio de aplicação de interdisciplinaridade tecnológica utilizando variados dispositivos de sensoriamento e controle interconectados, ganha força como uma ferramenta transformadora de tecnologia social aos serviços básicos de saneamento.

A utilização de sistemas de automação também se mostra incluída como alternativa auxiliadora na medição de parâmetros qualitativos da água como pH, temperatura e turbidez, reduzindo esforços, custos e tempos de resposta ao possibilitar o monitoramento das variações destes parâmetros da água em tempo real [6].

Com aplicação conceitual das *Low Power Wide Area (LPWANs)*, referenciada em [2,5], onde há a integração vários sensores de qualidade da água, tecnologia de comunicação sem fio de longo alcance (*Long Range - LoRa*) e serviços de nuvem de código aberto para o desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento da Qualidade da Água, é de grande relevância acadêmica, mercadológica e sócio ambiental, aprofundar estudo de caso quanto a aplicação do conteúdo desta inovação em hardware, principalmente envolvendo o hidrômetro inteligente e outros dispositivos de um sistema de sensoriamento de água, em comunidade isolada e menos favorecida economicamente de forma a monitorar remotamente o acesso à água a partir do monitoramento da sua vazão, de forma remota [5].

A partir do presente artigo, pretende-se implementar com eficácia o uso do sensoriamento remoto, fomentando suas aplicações no combate às perdas no fornecimento de água, assim como estimular o uso racional dos recursos hídricos, realizando os estudos necessários de desempenho no monitoramento das perdas num sistema de distribuição de água. Contribuindo assim, de forma pedagógica, no enfrentamento aos desperdícios numa rede de distribuição de água e ao uso racional dos recursos hídricos em comunidades remotas da Amazônia, sugerindo à posteriori um modelo de medidor inteligente *open source*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do sistema de monitoramento propõe-se a utilização de equipamentos e tecnologias que são disponíveis no mercado e que tenham custos de aquisição competitivos. Dessa forma, serão utilizados os seguintes materiais listados na Tabela 1.

Tabela 1: Materiais e Custos de Aquisição.

Equipamento	Quantidade	Preço Unitário	Total
Hidrômetro Inteligente	1	R\$ 1150,00	R\$ 1150,00
Arduino Uno	2	R\$ 30,00	R\$ 60,00
Módulo LoRa 915 MHz	2	R\$ 150,00	R\$ 300,00
Raspberry PI 3	1	R\$ 600,00	R\$ 600,00

O custo com *hardware* para a implementação do projeto será de R\$ 2110,00 (dois mil, cento e dez reais). Haja vista que não há solução comercial completa com as mesmas características propostas, torna-se um custo baixo que poderá ser diluído ao adquirir os componentes em grande escala.

Quanto a aquisição de dados, utilizar-se-á um hidrômetro inteligente que utiliza um sensor ultrassônico para realizar a medição de vazão de água. O sinal gerado pelo hidrômetro é então coletado por um Arduino UNO, que é uma placa de prototipagem que usa o microcontrolador ATmega composto de arquitetura de 8 bits e opera na frequência máxima de 20 MHz, o qual irá processar o sinal, convertendo-o em um valor equivalente da vazão (m/s), além de identificar o hidrômetro que enviou o sinal - data e hora da sua coleta.

Para envio dos dados coletados, será utilizado um módulo *LoRa* que opera a uma frequência de 915 MHz e tem um alcance nominal máximo de 5 km de distância em condições ideais, neste projeto pretende-se que o sinal seja enviado a uma distância de aproximadamente 1 km, o que é bastante factível dado o alcance máximo ideal.

Além disso a *LoRa* permite a comunicação utilizando-se baixíssimo gasto energético, o que é essencial para o projeto, pois a protótipo é desenvolvido para atender comunidades isoladas.

Na outra ponta, tem-se outro módulo *LoRa* que irá funcionar como receptor de sinal que será lido e processado pelo arduino que irá enviá-lo ao *Raspberry PI* por meio de sua porta serial.

O papel do *Raspberry PI*, que é um microcomputador completo, de tamanho reduzido e de baixo custo, é ser um *gateway* que irá inserir os dados em um Banco de Dados *MySQL* o qual terá uma tabela com os campos: identificação do hidrômetro, de data e hora da medição e o campo da vazão cuja descrição pode ser vista na Figura 1 que contém os nomes dos campos e seus tipos.

O banco de dados será hospedado no *Heroku*, que é uma plataforma amplamente confiável como uma oferta de serviço que permite aos desenvolvedores realizar implantação, escalonamento e gerenciamento de aplicativos, juntamente com uma aplicação cujo *backend* será desenvolvido em *Python* e o *frontend* será desenvolvido na linguagem PHP, sendo responsivo, ou seja, a interface se ajustará a qualquer tamanho de tela e o acesso será público. A Figura 2 esboça a relação entre os equipamentos descritos.

Dados	
id_hidrometro	iint
data_hora	timestamp
vazao	double

Figura 1: Modelo da Tabela utilizada para guardar as informações coletadas.

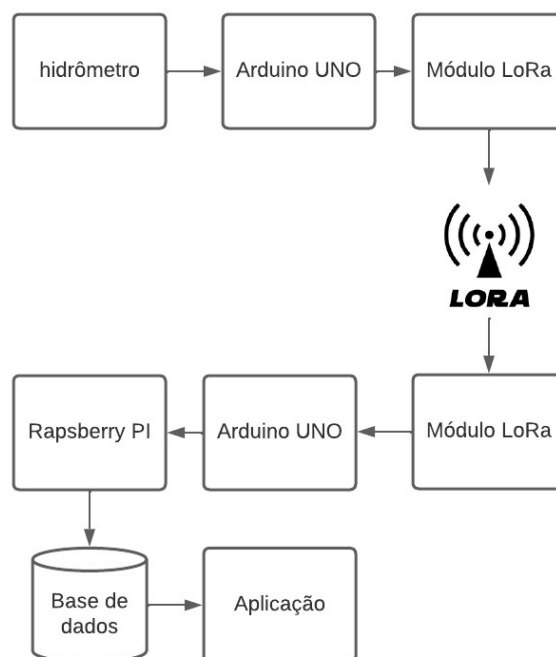


Figura 2: Sistema de Monitoramento.

CONCLUSÕES

O uso do sensoriamento remoto, capaz de executar o monitoramento contínuo de parâmetros físicos e químicos da água, vem aumentando nos últimos anos e oferece solução potencial para alguns dos muitos desafios vigentes nas áreas do saneamento e meio ambiente [3].

O presente trabalho é também uma das aplicações inovadoras no monitoramento da água, já que inovou a aplicação do Sistema de Monitoramento da Qualidade da Água desenvolvido em [2] que integrava vários sensores de qualidade de água, tecnologia de comunicação sem fio de longo alcance (*LoRa*) e serviços de nuvem de código aberto capaz de monitorar o viveiro de peixes e a qualidade da água a longas distâncias.

A inovação consiste na mudança da aplicação do monitoramento da qualidade da água em um viveiro de peixes para o sensoriamento remoto da vazão de água na distribuição de água usando um hidrômetro inteligente em uma comunidade remota na Amazônia, onde o combate às perdas na distribuição da água não se verificaria de forma tão eficiente.

Será possível também, a partir da implementação do presente protótipo para estudos posteriores, adicionar também outros sensores associados a parâmetros da qualidade da água como turbidez, potencial de acidez, etc.

A partir desta produção científica, tem-se como expectativa ir ao horizonte dos estudos para a modelagem e construção de um hidrômetro inteligente *open source*.

A inclusão social também é uma contribuição relevante neste projeto, pois, poder-se-ia também, de forma pedagógica, auxiliar os usuários do sistema de distribuição de água em comunidades remotas sobre o uso racional dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MIRJANA STANKOVIC ET AL. Uso de tecnologias da 4RI em água e saneamento na América Latina e no Caribe, Nota Técnica Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, Abril 2020.
2. SHENG-TAO CHEN ET AL. Design and Development of a LoRa Based Water Quality Monitoring System. International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS), p. 1–2, 2021.
3. KEVIN MURPHY ET AL. A Low-cost Autonomous Optical Sensor for Water Quality Monitoring. Elsevier, 2014 May.
4. INSTITUTO TRATA BRASIL. Ranking do Saneamento - Instituto Trata Brasil, 2023.
5. CUSTÓDIO, GUSTAVO CORREIA DE AQUINO. O Saneamento Básico e a Internet das Coisas: os dispares avanços na cidade de São Paulo. Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital, São Paulo, 2021.
6. IGOR FURTADO TARGINO ET AL. Sistema de baixo custo para monitoramento remoto da qualidade da água. Revista Íbero Americana de Ciências Ambientais – RICA, v.12, n.6, p.665-680, 2021.

AGRADECIMENTOS

ALEX SANCHES MACEDO
ALDEBARO KLAUTAU
ARTUR ANDRADE MACHADO
ELY DA SILVA ALMEIDA
JEFFERSON MATIAS DE OLIVEIRA
JUCICLEIA MARÍLIA NERY DE CASTRO