

# Protótipo de Sistema de Monitoramento de Consumo de Água via Rede de Dados

Jorge Guilherme S. Santos, Priscilla Gameiro Rega, Mateus Almeida Rocha, Luiz Felipe Vilela, Ugo Silva Dias

**Resumo**—Este artigo de iniciação científica apresenta o desenvolvimento de um protótipo de sistema de medição de consumo de água por meio de rede de dados baseada na utilização de microcontrolador ligado à Internet como plataforma de prototipagem. São usados um servidor de aplicação e um de banco de dados que recebe medições e geram informações que são retornadas aos usuários, que podem ver os dados disponibilizados através de uma aplicação móvel para sistemas Android.

**Index Terms**—Medição, Android, Arduíno, Banco de Dados, Aplicativo, Meio Ambiente

## I. INTRODUÇÃO

O consumo excessivo e o desperdício de água representam problemas para os grandes centros urbanos. A tendência com o crescimento da população e dos avanços industriais é o aumento do consumo, o que pode eventualmente levar a problemas maiores de abastecimento além de agravar a escassez em períodos prolongados de estiagem, especialmente em regiões que enfrentam problemas crônicos nesse sentido, como o Nordeste [1].

Tomando como base o usuário residencial, percebe-se que o monitoramento do consumo é dificultado pelos longos intervalos entre as medições, fazendo com que o consumidor não tenha um retorno imediato do seu comportamento de consumo. Dessa forma, o protótipo aqui apresentado tem como objetivo principal facilitar o processo de medição e, principalmente, de coleta de resultados pelos consumidores, permitindo que os mesmos monitorem seus respectivos consumos em tempo real e realizem projeções de gastos futuros. Adicionalmente, também é objetivo deste trabalho que os consumidores possam reduzir seus gastos e evitar desperdícios, gerando benefícios econômicos e ambientais.

O artigo é dividido da seguinte forma: na Seção II são descritos os equipamentos e programas computacionais utilizados para criação do protótipo. Na sequência, a Seção III finalmente apresenta a aplicação para Android criada os resultados que podem ser obtidos do ponto de vista do consumidor. O texto é encerrado com as conclusões na Seção IV.

## II. PROTÓTIPO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO

As medições são feitas com base no fluxo de água medido em intervalos de tempo. Para isso, foi utilizado um medidor de efeito Hall FS300 G3/4". A plataforma de prototipagem *Arduíno Uno* foi utilizada para medir os sinais enviados pelo

Os autores pertencem ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília, curso de Engenharia de Redes de Comunicação. Emails: jorge.guilherme@redes.unb.br, priscilla.rega@gmail.com, mateus.rocha19@gmail.com, felipev48@hotmail.com e udias@unb.br.

sensor, que são acumulados e enviados para o servidor a cada minuto. A comunicação do *Arduíno* com o servidor é feita pela Internet através de uma rede local *Ethernet* comum. A funcionalidade com redes sem fio foi adicionada com um *Access Point Wi-Fi* funcionando no modo cliente (*AP Client*), permitindo assim diversos cenários de utilização. Vale observar, contudo, que com a adição dos componentes corretos ao *Arduíno* (como um *ESP8266*), o *Access Point* pode ser dispensado. Servidores virtualizados para aplicação e banco de dados estão localizados na Universidade de Brasília para utilização nesse sistema.

Para programar o *Arduíno*, foi utilizada a linguagem C com bibliotecas específicas. O *Arduíno* e o servidor se comunicam utilizando *REST (Representational State Transfer)* [2] e, portanto, utilizam o protocolo HTTP, o que levou à adoção do formato JSON (*Javascript Object Notation*) [5] para representação das informações trocadas nas mensagens. Como vantagens adicionais, o JSON permite maior facilidade para desenvolvimento (com diversas funções prontas já disponíveis em várias linguagens), menor *overhead* e, principalmente, maior agilidade na análise das mensagens quando comparado a outros formatos comuns, como o XML [3].

Um servidor *Web Apache2* foi configurado para receber as requisições, que foram tratadas em um código escrito em linguagem PHP. Esse código tem como função principal extrair as informações recebidas em formato JSON das mensagens e realizar as gravações no Banco de Dados *MySQL*. Outros pequenos programas em PHP são responsáveis por receber as requisições dos usuários, ler os dados do banco de dados e retornar as informações solicitadas, novamente utilizando JSON.

Por fim, os usuários interagem com a aplicação através de um aplicativo desenvolvido para *smartphones* com sistema operacional *Android*. Contudo, devido à estruturação no lado do servidor, as informações podem ser facilmente obtidas por navegadores Web com códigos simples em *Javascript*, se necessário.

A topologia do sistema é apresentada na Figura 1. Nessa Figura, é possível observar a existência de dois servidores para tratar a aplicação. Esses servidores são máquinas virtuais em ambiente virtualizado ligado à rede da Universidade de Brasília e disponíveis na Internet. Na residência do usuário, existe um roteador doméstico convencional fornecendo sinal de rede sem fio Wi-Fi para os moradores, um cenário real comum. Devido a utilização de *Ethernet*, existe um AP no Modo cliente para receber o sinal da rede sem fio e disponibilizar o sinal por *Ethernet* para o *Arduíno*. O ponto de acesso em questão pode ser retirado da topologia caso o *Arduíno* seja

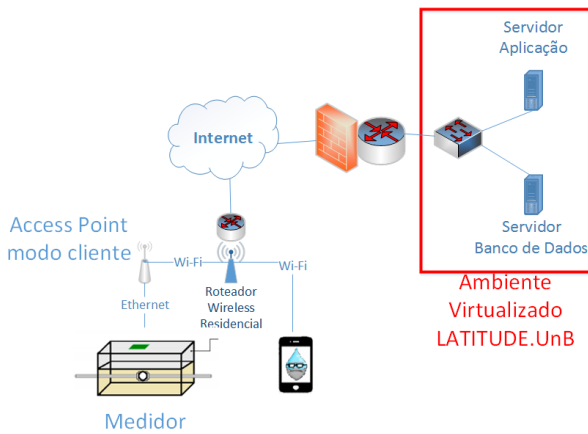


Figura 1. Diagrama representando os elementos do sistema

utilizado com o módulo Wi-Fi apropriado.

### III. APLICAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

A aplicação executando no *smartphone* consome os dados do servidor de banco de dados através do servidor de aplicação com o programa em PHP utilizando notação de dados JSON. A notação JSON é indicada para dispositivos de baixo poder computacional e baixo consumo de energia devido à sua simplicidade quando comparado com o padrão XML, por exemplo. Uma vez recebidos os dados, a aplicação os transforma em um ou mais *ArrayLists* que são então utilizados para montar os gráficos.

Com a estrutura que foi montada no banco de dados, é possível programar a aplicação para que sejam obtidos históricos de consumo em quaisquer intervalos de tempo desejados com granularidade máxima de um minuto, pois essa é a frequência com que o protótipo envia dados ao servidor. O trecho abaixo ilustra um retorno dos dados para o consumo de água mensal dentro de um intervalo especificado pelo usuário. Os dados estão representados no formato JSON e a chamada que foi utilizada pelo aplicativo conforme vista pelo servidor Web é listada primeiro na saída abaixo:

```
GET /android/leiaconsumomensal.php?id=1 HTTP/1.1
[
  {
    "Litros": "0",
    "Data": "3",
    "Mes": "8"
  },
  {
    "Litros": "1400",
    "Data": "24",
    "Mes": "8"
  }
]
```

A aplicação para Android desenvolvida pode ser vista na Figura 2, onde são apresentadas duas telas. Na primeira tela, é possível visualizar uma das opções secundárias que mostra um gráfico de consumo diário em litros de água. Na outra metade da imagem se encontra a tela principal do aplicativo, que mostra ao usuário de uma maneira direta e objetiva o percentual consumido da meta previamente cadastrada pelo usuário. Nenhuma informação é armazenada localmente, todas



Figura 2. Telas do aplicativo executando em sistema operacional Android

são consultadas no banco de dados através da aplicação em PHP mencionada anteriormente e recebidas em formato JSON.

### IV. CONCLUSÃO

Foi possível montar um sistema de monitoramento de consumo de água em tempo real utilizando um conjunto de tecnologias conhecidas e um protótipo em *hardware* simples e de baixo custo. Mesmo com as limitações de largura de banda e poder de processamento (tanto no lado do Arduino quanto no lado do *smartphone*), foi possível obter desempenho satisfatório para as funcionalidades desejadas graças ao formato de representação de dados escolhido.

Além disso, com o uso de protocolos padronizados, foi possível ampliar o sistema para incluir aplicações Web diversas bem como consumidores de *Webservices* para agregar outras informações. O sistema pode também crescer para incluir diversos consumidores, cada um com vários medidores espalhados pela casa. As informações podem então estar disponíveis de qualquer lugar e em diferentes formatos, dando aos consumidores mais informações e permitindo assim que consumam de maneira mais eficiente.

Por fim, apesar de ter sido relatado em ambiente residencial, a ideia do sistema pode ser ampliada para incluir outros setores, como escolas, creches e hospitais, o que também faz o projeto se aproximar do conceito de Internet das Coisas (IoT) [4].

### REFERÊNCIAS

- [1] R. D. Carmo, R. Dagnino, F. Feitosa, I. Johansen, & C. Craice (2013). População e consumo urbano de água no Brasil: interfaces e desafios. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Anais... Bento Gonçalves.
- [2] R. T. Fielding (2000). Architectural styles and the design of network-based software architectures (Doctoral dissertation, University of California, Irvine).
- [3] N. Nurseitov, M. Paulson, R. Reynolds, & C. Izurieta (2009). Comparison of JSON and XML Data Interchange Formats: A Case Study. Caine, 2009, 157-162.
- [4] L. Atzori, A. Iera & G. Morabito (2010). The internet of things: A survey. Computer networks, 54(15), 2787-2805.
- [5] W3Schools JSON (Javascript Object Notation) <http://www.w3schools.com/json/>