



Monitoramento do fluxo das coisas com ênfase em realidade aumentada

Monitoring the flow of things with emphasis in augmented reality

Marcos Dóta de Lima (orientado)*, Rodrigo Henrique Cunha Palácios (orientador)†

RESUMO

Considerando a preocupação de como evitar o desperdício de água e energia elétrica, com o estudo sobre o monitoramento do fluxo das coisas com ênfase na realidade aumentada, a proposta deste trabalho foi desenvolver uma arquitetura de monitoramento de sinais, conectando sensores de captação externa como os de fluxo de água e de luminosidade, com uma interface gráfica de realidade aumentada. Foi implementada em um dispositivo móvel para exibir os dados do consumo de energia elétrica e água de determinados cômodos de uma residência. A arquitetura foi considerada e desenvolvida com módulos de baixo custo e a aplicação móvel de realidade aumentada foi desenvolvida e testada juntamente com os protótipos da arquitetura. A utilização do aplicativo pode propiciar o conhecimento de seus hábitos em relação ao consumo de energia elétrica e água, e ser promissor para o desenvolvimento de um consumo consciente, promovendo a conservação da energia elétrica e evitando desperdício de água. A contribuição principal está focada no desenvolvimento da arquitetura e na utilização do aplicativo. São apresentados resultados da utilização em um ambiente controlado.

Palavras-chave: realidade aumentada, conservação energia, internet das coisas, aplicativos móveis, conservação água

ABSTRACT

Considering the concern with how to avoid wasting water and electricity, with the study on monitoring the flow of things with an emphasis on augmented reality, the purpose of this work was to develop a signal monitoring architecture, connecting capture sensors external as the water flow and light, with an augmented reality graphical interface. It was implemented on a mobile device to display electricity and water consumption data for certain rooms in a home. The architecture was considered and developed with low-cost modules and the augmented reality mobile application was also developed and tested along with the architecture prototypes. The use of the application can provide knowledge of their habits in relation to the consumption of electricity and water, and be promising for the development of conscious consumption, promoting the conservation of electricity and avoiding wasting water. The main contribution is focused on architecture development and application usage. Results of using in a controlled environment are presented.

Keywords: augmented reality, energy conservation, internet of things, mobile applications, water conservation.

* Engenharia de Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil; marcosl@alunos.utfpr.edu.br

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Cornélio Procópio; rodrigopalacios@utfpr.edu.br



1 INTRODUÇÃO

Pessoas e empresas têm investido em equipamentos e dispositivos para o monitoramento do fluxo de dados com o objetivo de aperfeiçoar seus processos e resultados (MARQUES, 2017). Residências inteligentes associa a automatização de ambientes por meio da internet das coisas (IoT), em um sistema que gerencia todo tráfego de informação. Sendo possível unir tecnologias, eficiência e praticidade para controlar equipamentos, objetos, consumos e gastos, consequentemente permitindo um conforto e segurança maior.

Segundo Pinto (2018) o consumo energético de um país está relacionado ao seu próprio desenvolvimento. É fato que o consumo de energia elétrica tem aumentado em todos os setores, a resenha mensal do mercado de energia elétrica é publicada mensalmente pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e apresenta as consolidações por classe e regiões do consumo de energia elétrica no Brasil. Segundo relatório publicado pela EPE (2020) o consumo de energia elétrica residencial aumentou no Brasil nos últimos 12 meses.

O crescimento do consumo de energia elétrica residencial e consequentemente o valor da conta de energia pode ser afetado por hábitos diários. É necessário que os consumidores tenham conhecimento de seus hábitos e valores gastos de energia para desenvolver um consumo consciente e promover a conservação da energia elétrica (FURLANETTO, 2001).

A água é uma substância química e um recurso natural superabundante no planeta, que é extremamente importante para a sobrevivência e existência das diversas formas de vida e quase toda atividade de desenvolvimento do ser humano. A quantidade de água suficiente para atender as necessidades básicas de uma pessoa equivale a 110 litros e o consumo médio de água per capita foi de 154,9 litros por dia no Brasil em 2018, logo economizar água é necessário, não apenas importante (BRASIL, 2019; UNITED NATIONS, 2010).

Como estimular o consumo consciente de energia elétrica e água monitorando o fluxo das coisas (IoT)? Mylonas et al. (2019) abordam que o uso de tecnologias de realidade aumentada (RA) está sendo investigado em numerosos e diversos domínios de aplicativos. Em sua pesquisa, discutem as maneiras pelas quais estão integrando RA na educação com atividades em sala de aula, com o objetivo de aprimorar as ferramentas existentes que visam mudanças comportamentais para a eficiência energética nas escolas.

Por fim, Angrisani et al. (2018) estudaram uma abordagem de um sistema de monitoramento de fácil utilização para conscientização do consumo de energia com base nas tecnologias recentes da IoT e RA. Em particular, os autores apresentaram uma prova de conceito de sistema de fácil utilização para o monitoramento do consumo de energia. O sistema é com base em nós de sensores designados para medir o fator de potência, corrente e potência ativa absorvida por eletrodomésticos. Os consumidores veem no ambiente de RA o consumo elétrico de seus dispositivos para decidir conscientemente se devem ser desligados.

Unindo a preocupação de como evitar o desperdício de água e energia elétrica com o estudo sobre monitoramento do fluxo das coisas com ênfase em realidade aumentada, a pesquisa teve como objetivos projetar uma arquitetura de monitoramento de sinais para facilitar a aplicação do conceito de camadas, conectando sensores de captação externa como os de fluxo de água e luminosidade, e interligar a uma interface gráfica de RA implementada em um dispositivo móvel para exibir os dados do consumo de energia elétrica e água de determinados cômodos de uma residência.

A utilização do aplicativo é capaz de propiciar o conhecimento de seus hábitos diários, ser promissor para o desenvolvimento de um consumo consciente, promovendo a conservação da energia elétrica e evitando desperdício de água. Desenvolveu-se protótipos para abordagem experimental, e uma análise dos dados resultado do processo de experimentação.

Este trabalho proposto possui as características de exibir na RA o consumo de energia elétrica e água de determinados cômodos de uma residência, revelando os gastos (em reais) que impactam no valor final das contas. Tal característica não foi abordada nos trabalhos observados na literatura, portanto a sua apresentação pode ser promissora na mudança de hábitos, pois os consumidores podem entender quanto seu consumo em objetos específicos afetam no valor final das faturas.

2 METODOLOGIA

Segundo Gil (2008), os métodos de pesquisa têm por objetivo proporcionar os meios técnicos para garantir a objetividade e a precisão no estudo, além disso, orientar sobre a obtenção, processamento e validação dos dados. Esse projeto apresenta uma pesquisa experimental em campo, que a partir de experimentos controlados, coleta dados com alterações de variáveis e ambientes. A seção dedica-se apresentando a arquitetura do projeto de forma completa e o funcionamento da aplicação.

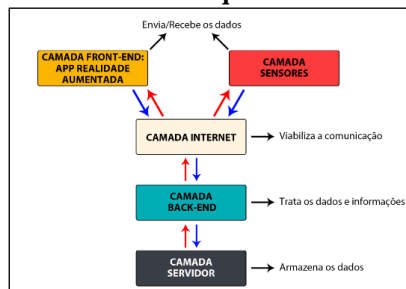
2.1 Arquitetura proposta

A arquitetura em camadas pode-se definir como um sistema cliente-servidor. Partindo desse conceito, a arquitetura proposta neste trabalho possui as seguintes camadas:

1. Camada de sensores: É responsável pela captação dos sinais externos dos módulos utilizados para que outras camadas recebam os dados para um futuro tratamento. Esta representa os sensores de fluxo de água e de luminosidade.
2. Camada de *front-end*: o aplicativo de realidade aumentada onde ocorrerá a interação com o usuário. É responsável por apresentar, em uma interface gráfica, os comportamentos dos sensores, os dados e informações armazenados na camada de servidor.
3. Camada de *back-end*: responsável por receber e enviar todas as requisições das camadas de *front-end* e sensores.
4. Camada de Servidor: Responsável por armazenar todos os dados e informações recebidas pela camada de *back end*.
5. Camada de Internet: responsável por realizar a comunicação entre todas as camadas do projeto.

São apresentadas, na subseção subsequente, as camadas de sensores e de *front-end*. As demais camadas, esquemas dos protótipos e funcionamento são detalhadas no repositório de arquivos do autor¹. A Figura 1 representa a comunicação entre as camadas propostas neste projeto.

Figura 1- Camadas da arquitetura IoT do projeto



Fonte: Autoria própria (2021).

¹ github.com/marcosdota



2.2 Camada de sensores e *front-end*

Os dois principais sensores utilizados no projeto foram: O sensor de fluxo de água 1/2" YF-S201, instalado em linha com o cano para medir a quantidade de água que circula. O segundo foi o sensor de luminosidade composto por um fotoresistor - resistor variável conforme incidência de luz (LDR) – de 5mm, no qual mede a intensidade da luz ambiente através da variação de sua resistência interna. A Figura 2 mostra os sensores respectivamente na ordem apresentada.

Figura 2- Sensor de fluxo de água e sensor LDR



Fonte: Autoria própria (2021).

A Figura 3 exibe os protótipos com os sensores instalados em funcionamento com o aplicativo desenvolvido.

Figura 3- Aplicativo em funcionamento com os protótipos



Fonte: Autoria própria (2021).

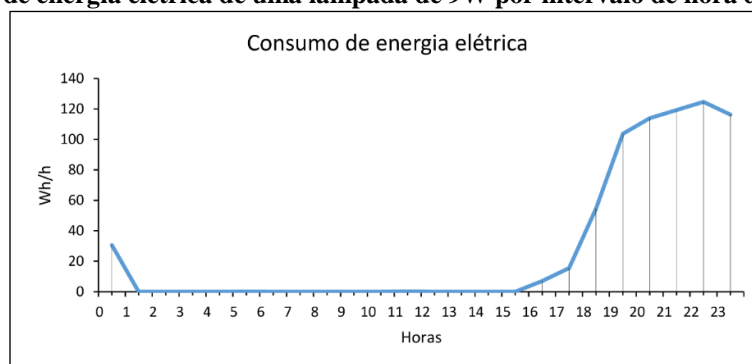
O aplicativo exibe o quadro virtual azul quando a câmera de um dispositivo *mobile* é colocada de forma a identificar “Sensor Água”. No quadro azul é apresentado ao usuário o tempo, a quantidade de água, a vazão média e o valor gasto consumido – realizou-se o cálculo de acordo com o fornecedor de água da região, desconsiderando impostos. É exibido o quadro virtual amarelo quando a câmera de um dispositivo *mobile* é colocada de forma a identificar “Sensor Luz”. No quadro é apresentado o estado da lâmpada do ambiente, a quantidade de horas total que está acessa, a quantidade total de energia elétrica e o valor gasto consumido – realizou-se o cálculo de acordo com o fornecedor de energia elétrica da região, desconsiderando impostos.

3 RESULTADOS

Os resultados obtidos neste projeto são apresentados nesta seção. Para o desenvolvimento deste, utilizou-se os dados armazenados na camada de servidor, coletados durante um intervalo de 15 dias em uma residência.

A aplicação do protótipo com o LDR de 5mm, foi possível capturar mais de 35.000 registros, durante seu período de utilização em uma sala. Com os dados plotou-se o gráfico da Figura 4 com o consumo de energia elétrica de uma lâmpada de 9W por intervalo de hora.

Figura 4- Consumo de energia elétrica de uma lâmpada de 9W por intervalo de hora durante 15 dias

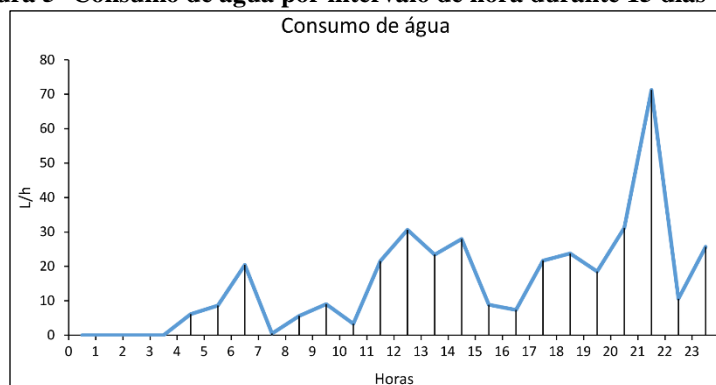


Fonte: Autoria própria (2021).

É possível observar o gráfico da Figura 4 e entender os comportamentos e os hábitos dos moradores. A lâmpada é utilizada no período noturno, entre as 18h e 23h, período no qual a incidência da luz solar é praticamente nula, revelando um consumo consciente de energia elétrica.

Os dados capturados pelo protótipo com o sensor de fluxo de água 1/2" YF-S201 foram de grande utilidade, coletou-se mais de 500 registros, durante seu período de utilização em uma torneira localizada no cômodo da cozinha. Com os dados plotou-se o gráfico da Figura 5 com o consumo de água por intervalo de hora.

Figura 5- Consumo de água por intervalo de hora durante 15 dias



Fonte: Autoria própria (2021).

Observando-se o gráfico da Figura 5, o consumo de água no período entre as 21h e 22h é superior comparado aos demais horários. Logo encontrou-se informações que podem ser essenciais para compreender os comportamentos e os hábitos dos moradores. Coletou-se através de um questionário a opinião dos residentes com o objetivo de avaliar a usabilidade e aplicação do projeto, utilizou-se o instrumento *System Usability Scale* (SUS).



4 CONCLUSÃO

Espera-se que neste trabalho tenha sido possível apresentar uma contextualização da evolução, importância e processo de desenvolvimento do projeto de IoT para monitoramento do fluxo das coisas com ênfase em realidade aumentada. Realizou-se testes em campo em uma residência, realizando a coleta de dados e posteriormente a análise desses dados. Em seguida foi aplicado o questionário de avaliação de experiência, tal atividade foi de vital importância para verificar se a estratégia adotada é promissora na motivação de mudanças de hábitos de consumo - o principal objetivo desta pesquisa. O instrumento para medir a usabilidade, o SUS, foi criado para avaliação superficial, o qual apresentou bons resultados, revelando o potencial da pesquisa e evidenciando que a fusão das tecnologias de IoT e RA podem ser muito promissoras.

Foi possível analisar o comportamento dos moradores através dos dados capturados durante o período de aplicação. Em relação a trabalhos futuros este trabalho fornece algumas opções no que diz respeito à aplicação e continuidade do desenvolvimento do aplicativo:

1. Avaliar seu uso dentro de todos os possíveis cômodos, onde se utiliza água e energia elétrica, aumentando o escopo de aplicação e maior volume de dados para análise.
2. Aprimorar o aplicativo, deixando-o mais dinâmico e explorando mais o recurso da realidade aumentada, são algumas alternativas para envolver os usuários a atividades educacionais.

Esta é uma boa vitrine do potencial uso de dados produzidos pela IoT dentro de uma residência inteligente.

REFERÊNCIAS

- ANGRISANI, Leopoldo; BONAVOLONTÀ, Francesco; LICCARDO, Annalisa; et al. **Smart Power Meters in Augmented Reality Environment for Electricity Consumption Awareness**. *Energies*, v. 11, n. 9, 2018. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1996-1073/11/9/2303>>. Acesso em: 3 dez. 2020.
- BRASIL. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS., 2019. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico_AE2018.pdf>. Acesso em: 10 set. 2020.
- Empresa de Pesquisa Energética. **Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica - Novembro 2020**. [s.l.]: Empresa de Pesquisa Energética, 2020. Disponível em: <[https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-153/topico-510/Claro%20-%20Resenha%20Mensal%20-%20Dezembro\(1\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-153/topico-510/Claro%20-%20Resenha%20Mensal%20-%20Dezembro(1).pdf)>. Acesso em: 1 dez. 2020.
- FURLANETTO, Cesar. **Uma contribuição à determinação de perfil do consumo de energia elétrica num ambiente residencial**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- GIL, Antonios Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. [s.l.]: Atlas, 2008.
- MARQUES, Fabrício. **O Brasil da Internet das Coisas**. *O Brasil da Internet das Coisas*, n. 259, 2017. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/o-brasil-da-internet-das-coisas/>>. Acesso em: 6 ago. 2021.
- MYLONAS, Georgios; TRIANTAFYLLIS, Christos; AMAXILATIS, Dimitrios. **An Augmented Reality Prototype for supporting IoT-based Educational Activities for Energy-efficient School Buildings**. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, v. 343, p. 89–101, 2019.
- PINTO, Milton de Oliveira. **Energia Elétrica: Geração, Transmissão e Sistemas Interligados**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.
- UNITED NATIONS. **The Right to Water**. [s.l.]: United Nations, 2010. Disponível em: <<http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet35en.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2020.