



PROPOSTA DE UM FRAMEWORK PARA O DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES IOT NO CONTEXTO DE CAMPUS INTELIGENTE

Guilherme Wollmann de Oliveira¹; Rafael Iankowski Soares²; Júlio Carlos Balzano de Mattos³

¹Universidade Federal de Pelotas – gwdoliveira@inf.ufpel.edu.br

²Universidade Federal de Pelotas – rafael.soares@inf.ufpel.edu.br

³Universidade Federal de Pelotas – julius@inf.ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Devido a constante evolução de tecnologias que permitem que objetos se comuniquem por meio da Internet, constituindo algo conhecido como Internet das Coisas (do inglês, *Internet of Things - IoT*), é possível conceber sistemas de monitoramento capazes de auxiliar na redução de desperdícios de recursos tais como energia elétrica, água e insumos em geral. O uso de IoT com o auxílio de tecnologias computacionais possibilita o projeto de sistemas capazes de obter um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis em um ambiente, seja ele uma casa, prédio ou mesmo um campus universitário. Além disso, sistemas desta natureza possibilitam propiciar melhores experiências aos usuários, de modo a produzir ambientes conhecidos como *smart* dando origem às *Smart Homes*, às *Smart Buildings* e também aos *Smart Campus*.

O conceito de Campus Inteligente surge de uma grande variedade de serviços oferecidos para os usuários com a necessidade de reduzir custos e fornecer serviços de alta qualidade não limitados aos aspectos acadêmicos, mas também social, financeiro e ambiental (ALGHAMDI and SHETTY, 2016). Através do uso de IoT no contexto de Campus Inteligente, pretende-se auxiliar seus gestores na tarefa de gerenciamento de recursos, oferecer melhores serviços à comunidade de modo a gerar maior conforto e praticidade em várias áreas dentro de um Campus. Este trabalho propõe um Framework que permita construir uma infraestrutura de Hardware/Software capaz de garantir serviços diversos tais como: *Smart Lighting*, *Smart Occupancy*, *Smart Transport*, *Smart Management*, *Local Weather Database*, *Surveillance*, e todos os demais serviços que forem pertinentes e viáveis dentro de um Campus Inteligente. Além disso, espera-se que este Framework permita o projeto de sistemas IoT com características tais como expansibilidade, escalabilidade e independência de tecnologia. Como estudo de caso serão utilizados os Campus da Universidade Federal de Pelotas.

2. METODOLOGIA

De modo a identificar o que já vinha sendo feito na área em questão foi utilizado o método de Revisão por Mapeamento Sistemático. De acordo com o trabalho apresentado em WOHLIN, CLAES et al. (2013), este tipo de revisão é cada vez mais comum em trabalhos de Engenharia de Software e tem por objetivo apresentar uma síntese dos estudos na área, geralmente em torno de uma questão de pesquisa central, de modo a tentar identificar possíveis lacunas na área, utilizando para tal uma metodologia de pesquisa bem definida.



O método de Mapeamento Sistemático tem como objetivo principal dar uma visão geral da área de pesquisa em questão, identificando a quantidade e o tipo de pesquisa que vem sendo desenvolvida sem nenhum viés envolvido. Para tal é utilizada uma metodologia bem estabelecida PETERSEN, KAI et al. (2008). Neste trabalho também é proposto um fluxo de pesquisa, o qual é mostrado na Figura 1, que serviu como base para o desenvolvimento do mapeamento.



Figura 1 - Fluxo do Mapeamento Sistemático

Após feito o Mapeamento Sistemático foi possível ter uma visão geral do que vem sendo desenvolvido no que diz respeito a Frameworks aplicados ao contexto de Smart Campus, a partir deste ponto foi iniciado o processo de escolher quais ferramentas/tecnologias seriam utilizadas para desenvolver o Framework proposto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para que o Mapeamento Sistemático fosse realizado era necessário que as etapas da Figura 1 fossem concluídas. De modo a sintetizar o que foi realizado, somente alguns tópicos são mostrados, dentre eles: as Questões de Pesquisa (Research Questions), as bases de dados utilizadas na busca dos artigos e a quantidade de artigos escolhidos.

No que diz respeito às Questões de Pesquisa (QP), o trabalho proposto por PETERSEN, KAI et al. (2008) determina que o processo de pesquisa no método de Mapeamento Sistemático seja motivado por uma Questão de Pesquisa Central (QPC). De modo a facilitar o desenvolvimento da pesquisa, esta questão é dividida em várias em outras QP mais específicas. A QPC central deste trabalho é: "Como um Framework pode ser utilizado no contexto de um Smart Campus?" e a partir desta são criadas as outras QP:

- Qual o propósito de utilizar um Framework na construção de um Smart Campus?
- Quais são os tópicos de pesquisa mais investigados e como eles mudaram ao longo do tempo?
- Quais são os principais desafios de utilizar um Framework em um Smart Campus?



- Como foram desenvolvidos outros Frameworks já utilizados no contexto de Smart Campus?

Com relação às bases de dados que seriam utilizadas para que fossem feitas as buscas dos artigos, o trabalho feito em KITCHENHAM, BARBARA et al. (2010) sugere que duas bibliotecas digitais e duas bases indexadoras sejam utilizadas como fontes de busca. Bibliotecas digitais contém trabalhos que estes publicaram enquanto as bases indexadoras apontam para variadas bibliotecas que contenham trabalhos de interesse. As bibliotecas digitais escolhidas para realizar este Mapeamento Sistemático foram IEEE Xplore e ACM Digital Library. Em relação às bases indexadoras, as escolhidas foram Scopus e Engineering Village.

Foram necessárias 4 etapas para que fosse feita a seleção dos artigos desejados. Inicialmente foram utilizadas as *strings* de busca nas bases citadas, onde a partir da ferramenta disponível era possível utilizar de alguns critérios de inclusão/exclusão na busca pelos trabalhos. Após feito isso iniciou-se a leitura dos títulos e resumos de todos artigos de modo a selecionar somente o que se aplicava ao contexto desejado. Em seguida, foram descartados os artigos duplicados, isso se aplicou somente às bases indexadoras, e por fim todos os artigos restantes foram lidos inteiramente, as quantidades de artigos resultantes em cada etapa foram sumarizadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Número de Trabalhos por Etapa de Seleção

Fonte	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
IEEE Xplore	65	19	19	9
ACM Digital Library	34	7	7	1
Scopus	627	31	27	11
Engineering Village	29	9	1	1
Total	755	66	54	22

Com os trabalhos já selecionados foram feitas buscas de modo a extrair informações para responder às QPs. Após responder os questionamentos o Mapeamento Sistemático foi concluído.

A partir deste momento iniciou-se o processo de projetar como seria a infraestrutura do Framework e quais tecnologias seriam usadas. Um esboço da estrutura do Framework é mostrado na Figura 2, ilustrando todas etapas desde o momento onde são gerados/coletados os dados até onde estes são armazenados e então utilizados para análises.





Figura 2 - Diagrama do Framework.

Os dados são obtidos através do uso de sensores, estes de maneira geral estão conectados a dispositivos como, Arduino, Raspberry, ESPs, entre outros. Estes dispositivos se conectam a um Broker MQTT responsável por receber todos os dados que estão sendo gerados e agrupá-los em tópicos, isso de modo a deixar o sistema mais organizado para quem está buscando ler os dados, nesse caso o Cliente 1. O Cliente 1 faz buscas nos tópicos de seu interesse e escreve os dados obtidos na base de dados, podendo esta ser local ou online. Os Usuários, podem acessar, visualizar e baixar os dados, estes ficam em formato JSON(JavaScript Object Notation) facilitando para quem desejar aplicar algum algoritmo de Inteligência Artificial nos mesmos.

O desenvolvimento desta infraestrutura encontra-se em estágio inicial, não contendo resultados experimentais neste momento.

4. CONCLUSÕES

Apesar de ainda estar em estágio inicial de desenvolvimento o projeto do Framework, já evidencia características de expansibilidade, escalabilidade e independência de tecnologia, devido ao uso do Broker MQTT que pode ser conectado aos mais variados tipos de sensores/dispositivos de forma local ou online, além de ser possível utilizar vários de forma simultânea, caso se aumente muito o número de sensores, com todos servindo o mesmo Cliente, ou vários Clientes. Os Clientes, por sua vez, podem escrever na mesma base de dados, porém, caso necessário, é possível que escrevam em diferentes bases de dados.

Da forma como o sistema está sendo estruturado, utilizando protocolo MQTT e trabalhando com as mensagens no formato JSON, permite a fácil integração com sistemas mais robustos de Big Data, como por exemplo Apache Kafka, Spark, entre outros, o que permite ainda maior expansibilidade e escalabilidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALGHAMDI, A. and SHETTY, S. Survey toward a smart campus using the internet of things. **IEEE 4th international conference on future internet of things and cloud (FiCloud)**, p.235-239, 2016.

VILLEGAS-CH, William et al. Application of a big data framework for data monitoring on a smart campus. **Sustainability**, v. 11, n. 20, p. 5552, 2019.

WOHLIN, Claes et al. On the reliability of mapping studies in software engineering. **Journal of Systems and Software**, v. 86, n. 10, p. 2594-2610, 2013.

PETERSEN, Kai et al. Systematic mapping studies in software engineering. In: **12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE) 12**, p.1-10, 2008.

KITCHENHAM, Barbara et al. Systematic literature reviews in software engineering—a tertiary study. **Information and software technology**, v. 52, n. 8, p. 792-805, 2010.