

# PROJETO DE SALA DE AULA AUTOMATIZADA COM O USO DA INTERNET DAS COISAS E MQTT<sup>1</sup>

DELFINO, L. R., Faculdades Integradas Espírito - Santenses, email: lorrainyrd@gmail.com; DOS SANTOS, O. L., Universidade Federal do Espírito Santo, email: otaviolube@gmail.com

## ABSTRACT

*Smart environments connect with their devices and allow their interaction in order to collect information about their users and perform the commands they request. Monitoring and controlling the use of electrical and electronic equipment in these environments is important, given its maintenance costs and the consumption of electricity. This article presents the design of an automated classroom, aiming to improve the use of its users, by controlling the electronic devices of the classroom and the management of the hours of use. For that, an Internet of Things (IoT) interface was implemented with the MQTT protocol, keeping a channel open so that information can be accessed at any time since the system is connected to the Internet.*

**Keywords:** Automated Classroom; Internet of Things; MQTT.

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com Pinheiro (2004), a automação define-se como sinal de integração, produto de um ou mais sistemas que permite que um dispositivo seja controlado de modo inteligente, mais evoluído que o estado simples, individualmente ou em conjunto, para uma função específica. Um projeto de sistema de automação justifica-se para que os recursos sejam utilizados de forma eficiente.

As Instituições de Ensino Superior (IES) ainda não estão totalmente alinhadas aos avanços tecnológicos da automatização, principalmente, no Brasil. Isso é importante, pois as IES são edificações com elevado consumo de energia elétrica, devido a área construída e horário de funcionamento, demanda de muitos equipamentos eletroeletrônicos, destacando-se o ar-condicionado.

Por meio de observação cotidiana, do uso da sala de aula e por conversas com funcionários de uma IES, constatou-se a existência de danos e irregularidades dos recursos disponíveis, devido ao uso inadequado pelos alunos. Este fator relacionado ao reduzido número de funcionários de apoio, levam a perda de tempo do professor em horário de aula para ajuste dos diversos recursos, pois a comunicação entre eles não é direta e o tempo de deslocamento do funcionário pelo *campus* é variável.

Nesse contexto, esse trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de automatização, por meio do uso de dispositivos de monitoramento remoto, para promover o controle de recursos da infraestrutura de apoio didático em salas de aula, em uma Instituição de Ensino Superior.

<sup>1</sup> DELFINO, L. R., DOS SANTOS, O. L. Projeto de sala de aula automatizada com o uso da Internet das Coisas e MQTT. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

## 2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

### 2.1 Internet da Coisas

Para Atzori, Iera e Morabito (2010), a Internet das coisas (IoT – *Internet of Things*) é algo que serve de modelo ou exemplo a ser seguido em determinada situação, e que está ganhando terreno rapidamente no cenário das modernas telecomunicações sem fio. A ideia básica deste conceito é a presença no entorno, em grande escala, de coisas ou objetos – como rádio frequência para identificação (RFID), sensores, atuadores, celulares, e outros – que através de esquemas de endereçamento único atuam como *Machine-to-Machine* (M2M), ou seja, são capazes de interagir entre si e cooperar com seus vizinhos para alcançar objetivos comuns. A IoT oferece novas oportunidades de projetos para aplicações interativas, além de conter documentos estáticos, existe informação em tempo real sobre lugares e objetos reais.

### 2.2 Microcontroladores

Segundo Barros e Inomata (2013), um microcontrolador corresponde a um sistema computacional completo alocado em um *chip*. Possui como componentes principais a unidade central de processamento, memória de dados e de programa, linhas de entrada e saída. Sua aplicação expande-se atualmente, presente nos mais diversos dispositivos eletroeletrônicos como motores automotivos, controles remotos, máquinas de escritório e industriais. Além de receber entradas do usuário, o microprocessador recebe informações do próprio produto no qual está embarcado, e controla o aparelho mandando sinais para seus diversos componentes. É também, de certa forma, resistente, podendo ser aplicado em condições mais extremas, nas quais computadores convencionais não conseguiriam desempenhar as mesmas funções.

### 2.3 MQTT

É um protocolo de mensagens *publish/subscribe* (em português, publicação/assinatura), extremamente simples e leve, projetado para dispositivos restritos e redes de baixa largura de banda, de alta latência, capacidade de processamento limitada e memória de pequeno porte. O funcionamento do protocolo MQTT baseia-se na publicação e na assinatura de tópicos no *broker* (nome do servidor). Esses tópicos podem ser assinados por múltiplos clientes, que por sua vez, podem assinar ou publicar em diversos tópicos. O papel do *broker* nesse processo é receber a mensagem em determinado tópico e distribuí-la para todos os clientes que o assinaram (BOYD, et al. 2014).

## 3 METODOLOGIA

As ferramentas de pesquisa utilizadas contemplaram o uso de dados visuais, coletados a partir de observações, conversas informais com funcionários da

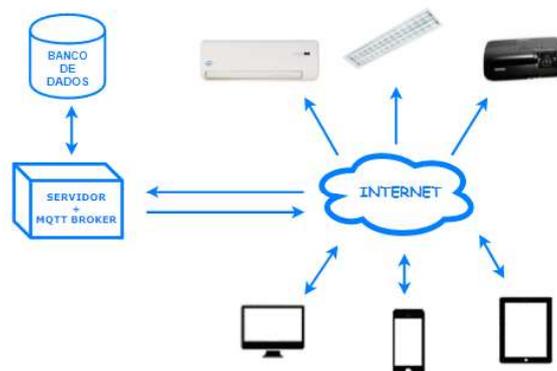
IES e pesquisa bibliográfica. Também foram utilizados métodos práticos como construção dos protótipos, desse modo a pesquisa proposta é classificada como exploratória e experimental (GIL, 2002).

As observações iniciaram-se em abril de 2016. No período antes do horário de início de aula, em qualquer turno, verificou-se que a maioria das salas já estava com o ar-condicionado ligado e a porta aberta, para a entrada dos alunos. Após o término da aula notou-se um outro intervalo de tempo para desligamento dos aparelhos de ar-condicionado, *datashow* e lâmpadas.

A média dos intervalos, tanto no início quanto no final das aulas, foi aproximadamente de 30 minutos, quando os dispositivos estavam ligados, porém sem a demanda dos alunos. Considerando a mudança de sala de aula repentina (ou sem aviso prévio) e a ausência do professor, percebe-se que este intervalo de tempo poderia ser até três vezes maior.

Realizou-se pesquisa bibliográfica sobre diversos assuntos, como automatização, sensores, microcontroladores, protocolos de redes e tecnologias de *IoT*, visando a compreensão da interligação entre estes assuntos. Seguidamente, foram reunidas as técnicas ao desenvolvimento do protótipo, que seguiu uma espiral evolutiva, em que cada protótipo buscava aumentar a completude da solução proposta, aproximando-se do objetivo do trabalho de acordo com a Figura 1.

Figura 1 – Arquitetura do projeto



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2017.

O projeto para desenvolver a aplicação abrangeu o desenvolvimento de três protótipos completos, porém em duas das interfaces não eram compatíveis com os objetivos da pesquisa. No terceiro se alcançou grande parte das expectativas com relação a interface de *IoT*. O projeto segue uma padronização com relação aos dispositivos controlados e a linguagem de programação em C. Os protótipos foram montados em uma sala disponível no Laboratório da IES.

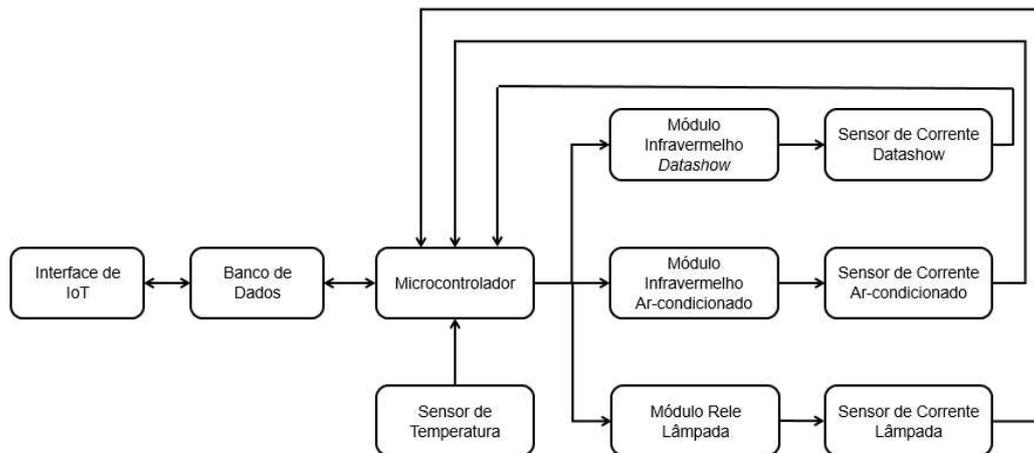
### 3 DISCUSSÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Os aparelhos selecionados para controle foram o ar-condicionado, o

*datashow* e as lâmpadas, sendo que os dois primeiros serão controlados por um sensor transmissor e um receptor infravermelho, e o terceiro por um módulo relé. Para os testes iniciais as funções dos sensores serão apenas ligar e/ou desligar o aparelho.

Para informar ao usuário o estado atual dos dispositivos inseriu-se um sensor de corrente não-invasivo em cada um dos protótipos. No diagrama de sensores de atuadores (Figura 2), demonstra-se o funcionamento do sistema: a) os atuadores são os módulos infravermelhos e o relé, para o acionamento; b) os sensores (temperatura e corrente) para o monitoramento do ambiente.

Figura 2 – Diagrama de sensores e atuadores



Fonte: Elaborado pelos autores 2017

O primeiro protótipo foi desenvolvido com um módulo *Xbee* acoplado a um *Xbee Explorer USB Adapter* e um módulo *Xbee* acoplado a um *Arduino Xbee Shield* conectado a uma placa *Arduino*. A interface utilizada para envio de comandos é a do próprio *Xbee* o *XCTU*, um programa livre para aplicações multiplataforma, projetor para permitir aos desenvolvedores interagirem com os módulos *Digi RF* (radiofrequência), através de uma interface gráfica simples de usar. O programa inclui ferramentas que facilitam a configuração e os testes dos módulos *Xbee*, porém seu ambiente de desenvolvimento não pode ser modificado para a inserção de tabelas, gráficos, botões, dentre outros.

O raio de alcance máximo de envio de comando de um *Xbee* para o outro, segundo o *datasheet* é de 100 metros, porém por obter muitos obstáculos ao redor da sala, como outras salas, o raio máximo medido foi de 60 metros por intermédio de um medidor laser de distância. Nesse espaço, a qualquer raio, ao enviar o comando somente após 8 segundos os dispositivos eram acionados, e isso ocorre devido ao fenômeno de distorção devido atraso.

O segundo protótipo foi desenvolvido com um módulo *Ethernet Wiznet5100 Shield* acoplado ao *Arduino* e a um roteador, conectado em uma rede. A interface utilizada para envio de comandos agora é uma página *Web* que é acessada por endereço de *IP* e realiza os acionamentos por requisição, usando o protocolo *HTTP*. Esta interface foi produzida na IDE do *Arduino* com

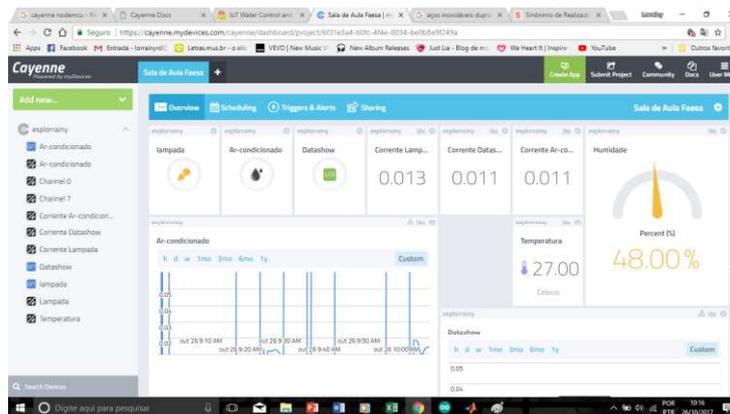
a programação em HTML (*hypertext markup language*) e em C.

Assim, como a interface foi desenvolvida pela autora, foi possível incluir outras variáveis para acesso e envio de comandos, e visualização do status dos aparelhos. Neste módulo, o tempo gasto pelo circuito anterior foi eliminado, o acionamento tornou-se imediato e alcance do circuito depende do alcance da rede. A dificuldade para uso deste protótipo é a constante atualização da página, quando requisitada uma nova ação. Esse modo elimina os status dos dispositivos e mostra somente aquele operado no momento, portanto assim como ocorreu no anterior, o sistema foi descartado.

O terceiro protótipo foi desenvolvido com microcontrolador *NodeMCu*, diferente do *Arduino* pois é adaptável a sua IDE, onde foi projetada a programação. Neste protótipo elimina-se o tempo de envio de comando, sendo imediato o acionamento após a instrução (disfunção protótipo 1) e desnecessária a conexão a um roteador (disfunção protótipo 2), ambos resolvidos com um chip *Wi-Fi* em sua estrutura. Um ponto negativo, porém, resolvido, é obter somente uma entrada analógica, sendo que são utilizadas três uma para cada sensor de corrente não-invasivo. Esta limitação foi resolvida com o uso de um multiplexador de portas analógicas CD4051 transformando um em oito portas analógicas.

A interface de comunicação escolhida foi o *Cayenne MQTT*, pelo fato da sua grande abrangência de diversos dispositivos *IoT*, linguagens e praticidade de configuração e alteração dos mesmos, que são implantados no campo e muitas vezes funcionam com bateria e em redes restritas. O funcionamento é similar a um *dashboard* em nuvem, disponível através de um navegador ou com um aplicativo *iOS* ou *Android*. O *dashboard* (Figura 3) inclui *widget's* conectados que podem ser conectados a atuadores e sensores, e um calendário (acionamento agendado) e *triggers* (acionamento por condição).

Figura 3 – Dashboard na web do Cayenne MQTT



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

No *Cayenne* montou-se um *dashboard* de acordo com as aplicações necessárias como botões de acionamento para a lâmpada, o ar-condicionado, o *datashow* e gráficos interativos para receber o estado dos dispositivos, podendo ser manuseado pelo celular.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo da pesquisa foi criar uma interface para controlar remotamente a infraestrutura de apoio didático das salas de aula, podendo ser utilizada tanto pelo professor como o funcionário do setor responsável pelas salas, possibilitando o gerenciamento de horários que os equipamentos serão ligados e desligados.

Este projeto possui uma limitação técnica, pois na IES existia o bloqueio da rede para dispositivos de IoT e a restrição de portas do servidor, como a 1883 do MQTT pelo firewall. Em relação aos regulamentos internos, existia, apenas, sobre segurança de informação, mas não havia uma específica para IoT, demonstrando a falta de preparo para o uso dessa tecnologia. Esta limitação, também, está presente em outros ambientes da IES, ou seja, uma dificuldade de liberação de dispositivos de IoT na rede.

Para trabalhos futuros indica-se a continuidade deste projeto com a implantação de um banco de dados para armazenamento na nuvem, segurança para as informações, autenticação para acesso da sala e aos dados, dentre outros relacionados a solução de *software*. A utilização de outras interfaces de IoT e outros protocolos com soluções adequadas. A alteração dos componentes do protótipo, devido ao desenvolvimento tecnológico possibilitaria a otimização desse tipo de projeto.

#### REFERÊNCIAS

ARDUINO. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>> Acesso em: 20 de set. de 2017.

ATZORI, L. IERA, A. MORABITO, G. The internet of things: a survey. **Computer Networks**, Amsterdam: ELSEVIER B. V., v. 54, n. 15, p. 2787-2805, oct. 2010.

BARROS, M. P. INOMATA, M. de L. **Módulo de Comunicação Bluetooth Utilizando o Microcontrolador 8051 para Manipular um Guincho**. 2013. 100 f. Trabalho de

Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia da Computação) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

BOYD, B. et al. **Building Real-Time Mobile Solutions with MQTT and IBM MessageSight**. New York: IBM, 2014.

CAYENNE. Disponível em: < <https://mydevices.com/> > Acesso em: 10 de out. de 2017.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: ATLAS, 2002. 172 p.

MQTT. Disponível em: < <http://mqtt.org/> > Acesso em: 20 de set. de 2017.

NODEMCU. Disponível em: <[http://nodemcu.com/index\\_en.html](http://nodemcu.com/index_en.html)> Acesso em: 20 de set. 2017.

PINHEIRO, J. M. S. **Sistemas de Automação**. 2004. Disponível em: < [http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo\\_sistemas\\_automacao.php](http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_sistemas_automacao.php) >. Acesso em: 05 de out. de 2016.