

DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA DE INTERNET DAS COISAS (IOT) INTEGRADO A REDES DE SENSORES SEM FIO

Felipe Barbosa Dominguesche¹

DOI: 10.47283/244670492021090150

Resumo

Nos últimos anos, houve um grande avanço tecnológico na área de automação de sistemas embarcados, esse avanço trouxe junto conceitos que atualmente são chamados de Internet das Coisas (IoT). A ideia principal desse conceito é integrar “coisas” (equipamentos) utilizando sensores e atuadores conectados à internet. A grande dificuldade está em como gerenciar esses dados integrando equipamentos a um sistema que permita o gerenciamento dessas informações. Com isso, o objetivo desse trabalho foi descrever o desenvolvimento de uma Plataforma IoT integrada com uma rede de sensores sem fio, capaz de monitorar sensores e controlar atuadores conectados a essa rede. Para o desenvolvimento da Plataforma IoT Admin foi utilizado as linguagens de programação PHP e Javascript, a linguagem de marcação HTML, um banco de dados MySQL e um servidor NGINX. Para o desenvolvimento da rede foram utilizados roteadores que possibilitam a conexão sem fio (*Wi-Fi*) de vários equipamentos por meio do protocolo TCP/IP e o sistema embarcado conhecido como NodeMCU para leitura de sensores e enviar comandos para os atuadores. Os resultados gerados utilizando os *dashboards* (painel de controle e monitoramento) mostram os dados gerados pelos sensores e também facilita a interação com os atuadores. Com isso, conclui-se que a Plataforma IoT Admin se mostrou uma ferramenta importante para a geração de informações providas de dados coletados por uma rede de sensores sem fio e equipamentos que necessitam de controle utilizando atuadores, auxiliando os administradores em uma tomada de decisão mais assertiva.

Palavras-chaves: IoT. Sistemas IoT. Rede de sensors. Wireless. Rede de sensores sem fio. Microcontroladores

Abstract

In the last years, there has been a major technological advance in the area of automation of embedded systems; this advance brought together the concepts are called the Internet of Things (IoT). The main idea of this concept is to integrate “things” (equipment) using sensors and actuators connected to the internet. The great difficulty is how to manage this data by integrating equipment into a system that allows the management of this information. The objective of this project was to develop an IoT Platform integrated with a wire sensor network capable of monitoring sensors and controlling actuators connected to that network. For the development of the IoT Admin Platform, we use the programming languages PHP and Javascript, the HTML markup language, a MySQL database and an NGINX server. For the development of the network, we use routers that enable the wireless connection (Wi-Fi) of various equipment through the TCP / IP protocol and the embedded system known as NodeMCU for reading sensors and sending commands to the actuators. The results generated using the dashboards (control and monitoring

¹ Aluno da Fatec Indaiatuba. E-mail: fe.dominguesche@gmail.com

panel) show the data generated by the sensors and facilitates the interaction with the actuators. With that, we concluded that the IoT Admin Platform proved to be an important tool for the generation of information provided with data collected by a network of wireless sensors and equipment that need control using actuators, assisting administrators in making a more assertive decision.

Keywords: *IoT. IoT System. Sensors Network. Wireless. Wireless Sensor Networks. Microcontrollers*

INTRODUÇÃO

A Internet das Coisas (do inglês *Internet of Things* – IoT) é um paradigma que preconiza um mundo de objetos físicos embarcados com sensores e atuadores, conectados por redes sem fio e que se comunicam usando a Internet, moldando uma rede de objetos inteligentes capazes de realizar variados processamentos, capturar variáveis ambientais e reagir a estímulos externos. Esses objetos interconectam-se entre si e com outros recursos (físicos ou virtuais) e podem ser controlados através da Internet, permitindo o surgimento de uma infinidade de aplicações que poderão se beneficiar dos novos tipos de dados, serviços e operações disponíveis (ATZORI *et al.* 2010).

A IoT é uma das principais tecnologias emergentes que contribuem para concretizar novos domínios de aplicação das tecnologias de informação e comunicação (TICs), a exemplo do domínio de cidades inteligentes, no qual o uso de tecnologias avançadas de comunicação e sensoriamento, visa prover serviços de valor agregado para os órgãos administrativos de tais cidades e para seus cidadãos (ZANELLA *et al.*, 2014).

Vários avanços tecnológicos recentes possibilitaram o surgimento da IoT, tais como redes de sensores sem fio, comunicação móvel e computação ubíqua. No entanto, há ainda uma série de desafios a serem superados para alavancar a ampla disseminação desse paradigma, principalmente com relação ao desenvolvimento de aplicações e à alta heterogeneidade decorrente da inerente diversidade de tecnologias de hardware e software desse ambiente.

O primeiro desafio diz respeito a heterogeneidade dos ambientes de IoT, a qual demanda soluções para permitir a interoperabilidade e integração dos diversos componentes que fazem parte desses ambientes. Outros desafios concernem à enorme escalabilidade desses ambientes, em termos do número de dispositivos conectados, à necessidade de gerenciar tais dispositivos e ao grande volume de dados produzidos.

Existem várias propostas de Plataformas para IoT, que serão referenciadas posteriormente, cada uma atendendo um subconjunto dos requisitos necessários para viabilizar tais ambientes, principalmente no que tange à comunicação entre dispositivos heterogêneos. O desenvolvimento de plataformas de middleware especificamente voltadas para ambientes de IoT é uma área de pesquisa recente que tem atraído a atenção da indústria e da comunidade acadêmica.

Nesse sentido, faz-se necessária a criação de arquiteturas de referência que definam um conjunto inicial de blocos de construção para ambientes de IoT, levando em conta todos os requisitos desses ambientes, e forneçam uma base sólida para alavancar sua ampla adoção. Tendo em vista a relevância do papel desempenhado por plataformas e por arquiteturas de referência no contexto de IoT, bem como os desafios e oportunidades de pesquisa existentes, este projeto tem como objetivo desenvolver uma Plataforma IoT integrada com uma rede de sensores fio capaz de monitorar sensores e controlar atuadores conectados a essa rede.

Como resultados, foi possível conhecer o estado da arte no desenvolvimento de plataformas e arquitetura aplicadas em Internet das Coisas, fornecer subsídios para avaliar tais soluções, e compreender as tecnologias necessárias para a concretização dos desafios apresentados.

1 INTERNET DAS COISAS

O termo IoT (*Internet of Things*), em português Internet das Coisas não possui uma definição concreta, muitas vezes é utilizada como palavra do momento em estratégias de marketing e vendas, assim como em outras pesquisas científicas (UCKELMANN; HARRISON; MICHAHELLES, 2011).

Para Cassagras (*apud* ZHOU, 2012) a Internet das Coisas é definida como uma infraestrutura de rede que interliga objetos virtuais e físicos, capturando dados e se comunicando, sendo compatível com a internet atual. Essa tecnologia tem como base para o desenvolvimento de aplicações e serviços, o sensoriamento, a capacidade de identificação dos objetos e conectividade. Tudo ocorrendo com grande interoperabilidade e em alto nível (ZHOU, 2012).

Segundo McEwen e Cassimally (2013), a ideia de IoT é ter menos dispositivos com grande poder computacional como *tablets*, celulares e computadores portáteis e aumentar a quantidade de dispositivos de uso específico com um poder computacional menor como os dispositivos *wearables* (MCEWEN; CASSIMALLY, 2013).

Atualmente o termo Internet das Coisas se refere à conexão de diversos objetos com a internet, além daqueles com que já estamos acostumados, como *smartphones*, *tablets* e computadores.

Esses objetos, combinados com sistemas automatizados, podem ajudar a coletar informações em tempo real, analisá-las e criar ações de resposta conforme a necessidade. Dessa forma, a Internet das Coisas nada mais é do que uma expansão da conectividade. Em vez de usar apenas os dispositivos “tradicionais” para isso, a ideia é tirar proveito dos benefícios que a internet traz para qualquer cenário, o que envolve todo tipo de objeto.

2 APLICAÇÕES

A Internet das Coisas possui uma vasta gama de aplicações nas mais diversas áreas, comumente utilizada em dispositivos de aplicação extremamente específica que operam baseados em informações externas, ou que fornecem as informações para um sistema externo. Atualmente existem aplicações em IoT em diversas áreas, a seguir serão listadas algumas delas e como as empresas estão utilizando IoT.

2.1 IoT para manufatura

Para Santos (*apud* HANS-PETTER HALVORSEN, 2017), “Industry 4.0” é a nova palavra de ordem para a combinação da indústria e da internet das coisas. Não é uma nova tecnologia, nem uma nova área de negócio, é de facto uma nova aproximação para atingir resultados que não eram possíveis há dez anos, e que agora são possibilitados graças aos avanços tecnológicos da última década.

Segundo Santos (*apud* DAVIES, 2015), o termo “Industry 4.0” foi usado pela primeira vez em 2011 na Alemanha, depois em outubro de 2012; um grupo de trabalho sobre o tema apresentou um conjunto de recomendações à comissão federal alemã sobre a implementação

da Indústria 4.0. Neste documento estratégico de alta tecnologia foi delineado um plano para automatizar, na totalidade, a produção de uma fábrica sem qualquer envolvimento humano (DAVIES, 2015).

De acordo com Santos (*apud* AUSTLID, HOFF e HATTELAND, 2015) a Indústria 4.0 não é apenas acerca da era digital e a melhoria de processos, é também sobre o desenvolvimento de novas formas de trabalho e novos negócios. É uma revolução impulsionada pela internet, na qual a digitalização irá atingir todo o tipo de indústria e será a base para o futuro da competitividade. A adoção de algoritmos, robots e a aplicação da análise “Big Data” irá, nos próximos dez anos, alterar não só a indústria bem como todo o desenvolvimento social (AUSTLID, HOFF e HATTELAND, 2015)

A seguir serão listadas algumas das aplicações de IoT para manufatura:

- monitorar equipamentos na fábrica: monitorar equipamentos na fábrica melhorando seu processo industrial utilizando sensores e sistemas analíticos para prever necessidade de manutenção de peças, reduzindo o tempo de inatividade não planejado que reduz o tempo de produção.
- monitorar equipamento de clientes: criar novos modelos de negócios que oferecem manutenção preditiva e monitoramento de performance para os equipamentos que são (não conversar com o leitor, tirar esse você).
- melhorar o serviço de campo: acessar dados de sensores para melhorar a programação do serviço de campo, garantindo que os técnicos e as ferramentas ideais sejam encaminhados antes que problemas potenciais se tornem um problema maior.

2.1 IoT para cidades inteligentes

Rizzon *et ali.* (*apud* JIN *et ali.*, 2014) citam que cidade inteligente é aquela que usa as TICs para fazer o seu monitoramento mais interativo, eficiente e eficaz. São abordadas as motivações da utilização da Internet das Coisas na infraestrutura da cidade e de se construir uma cidade inteligente se concentrando em um projeto de arquitetura de rede. Dentre as motivações, esse plano procura garantir a prestação de serviços essenciais e a qualidade de vida para todos os habitantes da cidade. No estudo de caso apresentado pelos autores, foi mapeado o ruído urbano, feito em parceria com a cidade de Melbourne. O modelo desenvolvido pelos autores é capaz de abstrair para um quadro de informações urbanas genéricas, permitindo a coleta de dados eficiente, possibilitando a compreensão, a realização de medições e a visualização de diversos parâmetros do ambiente urbano (JIN *et ali.*, 2014).

A seguir serão listadas algumas das aplicações de IoT para cidades inteligentes:

- otimize o uso de energia: aplique o rastreamento de uso e redes inteligentes para fornecer uma transmissão de energia confiável, eficiente e mais ecológica, e ainda reduza as tarifas para os clientes.
- crie cidades mais seguras: conecte infraestruturas para controlar melhor o tráfego, tornar os sistemas de emergência mais eficientes e reduzir os tempos de resposta da polícia e da emergência médica.
- crie edifícios inteligentes: conecte dispositivos e sistemas de construção para proporcionar operação e controle mais eficientes aos proprietários, operadores e moradores de edifícios
- melhore o serviço de campo: melhore a eficiência do serviço público, de reparos de lâmpadas de rua quebradas e manutenção de semáforos à otimização das rotas de caminhões de lixo.

2.2 IoT para o varejo

A utilização de IoT no varejo tem diversas aplicações, como por exemplo, controle de estoque, monitoramento e até na divulgação de promoções utilizando *Beacons* enviando notificações para dispositivos de clientes nas proximidades.

Segundo Cunha (2016), *Beacons* são transmissores de dados, de baixo consumo de energia. Eles transmitem sinais que são captados por dispositivos inteligentes. Esses sinais podem constituir mensagens que são decodificadas através do aparelho *smartphone* ou por um aplicativo específico. A tecnologia *Beacon*, é amplamente utilizada pelo mercado para a montagem de estratégias baseadas na proximidade. Essa estratégia busca atingir consumidores com engajamento instantâneo nos pontos de venda e é chamada de "*proximity market*", usado para enviar mensagens de Market para aparelhos mobile de indivíduos que estão próximos fisicamente de lojas (CUNHA, 2016).

A seguir serão listados algumas das aplicações de IoT para o varejo:

- IoT para serviços alimentícios: aumente a eficiência para reduzir seus custos operacionais. Monitore a qualidade e a segurança, melhore a manutenção dos equipamentos e rastreie suprimentos.
- IoT para máquinas de venda automática: simplifique suas operações: monitore o estoque e o uso de suprimentos e faça uma previsão melhor das necessidades de manutenção da máquina.
- IoT para supermercados e lojas de varejo: aumente o crescimento dos negócios e a fidelidade à marca: Monitore o estoque, acompanhe o comportamento do consumidor e recomende produtos.
- IoT para hotelaria: otimize as operações e aumente as receitas. Monitore o uso dos quartos, ajuste as preferências dos hóspedes e saiba quando os suprimentos estão prestes a acabar.
- IoT para estádios: melhore a experiência dos espectadores conectando-os aos seus eventos esportivos favoritos por meio de estatísticas e rastreamento em tempo real.

2.3 IoT para saúde

Segundo Ferrigo, Costa e Righi (2017) a *mobile healthcare*, também conhecida por *m-health*, torna-se uma aliada na melhora da eficiência em cuidados médicos. Nela, a Internet das Coisas, possui um papel fundamental. Isso permite, entre outras coisas, que problemas de saúde possam ser identificados antecipadamente e mais facilmente tratados, por meio de um monitoramento contínuo. Esse monitoramento consiste em medir a condição de saúde de um paciente, obtida por meio da medição de seus sinais vitais (FERRIGO, COSTA E RIGHI, 2017).

A seguir serão listadas algumas das aplicações de IoT para saúde:

- monitorar o atendimento de pacientes: permitir que os pacientes recebam atendimento em casa, onde se sentem mais confortáveis. com sensores "*wearables*" (vestíveis), os médicos podem remotamente acompanhar e responder ao estado de saúde dos pacientes em tempo real.
- monitorar ativos médicos: ajude sua equipe a passar menos tempo pesquisando e mais tempo com os pacientes com um melhor rastreamento e gerenciamento de suprimentos e medicamentos

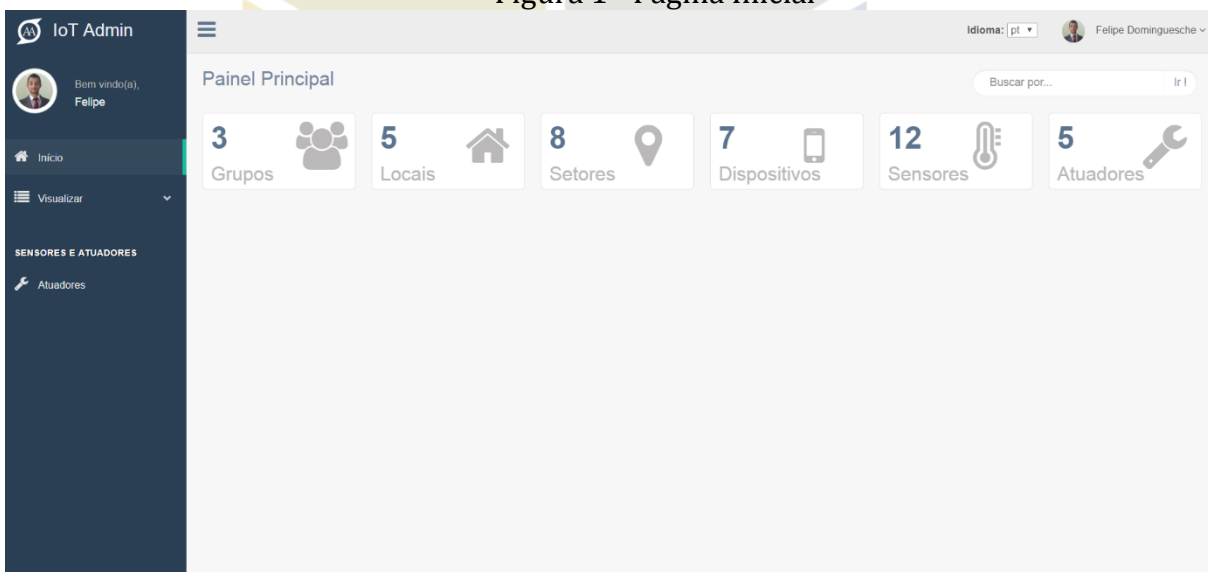
- manter equipamentos vitais: certifique-se de dispositivos médicos críticos estejam prontos para uso quando seus pacientes mais precisam deles, corrigindo problemas antes que eles ocorram com a manutenção preditiva.
- monitorar o uso de equipamentos: melhore o bem-estar geral dos pacientes monitorando como o equipamento é usado, da instalação de sensores de leito hospitalar ao monitoramento da temperatura do ambiente e estações para higienização das mãos.

3 O SISTEMA

Todas as telas a seguir foram implementadas no sistema como base o HTML² com recurso à biblioteca *Bootstrap*³ para que essa consulta on-line possa ser efetuada através de qualquer dispositivo, incluindo os móveis.

A Figura 1 ilustra a tela inicial, a partir dessa tela é possível verificar o número de cadastros feitos, como se pode observar foi feito o cadastramento de três grupos, dois locais, três setores, quatro dispositivos, cinco sensores e dois atuadores, além disso foi possível acessar diretamente a página de listagem de cada um dos elementos citados anteriormente clicando em cima de seu quadro.

Figura 1 - Página Inicial



Fonte: Autoria própria

3.1 Cadastros

Em todas as telas de listagem de cadastros a seguir, é possível adicionar novos registros clicando no botão “Adicionar novo”, editar clicando no botão “Editar”, além de realizar buscas e filtros.

A Figura 2 ilustra a tela de listagem de grupos. Nela, pode-se observar que foram cadastrados três grupos, Família, Escola e Empresa. Com esses cadastros foi possível obter

² Linguagem de programação baseada em marcações, em inglês *tags*, utilizada na descrição de documentos ou páginas da web (The HTML SourceBook, Ian S. Graham, 1995).

³ Biblioteca para desenvolvimento responsivo de projetos web para dispositivos móveis (<https://getbootstrap.com/>).

melhor gerenciamento e organização dos dados recebidos, gerar filtros personalizados por grupo, além de permitir o compartilhamento de outros cadastros. Nessa tela também é possível adicionar novos grupos clicando no botão “Adicionar novo”, editar grupos clicando no botão “Editar”, além de realizar buscas e filtros.

Figura 2 - Listagem de Grupos

The screenshot displays a web application interface for managing groups. The top header shows the language set to 'pt' and the user 'Felipe Dominguesche'. The main content area is titled 'Grupos' and features a search bar. Below the search bar, there is a table with the following data:

Editar	Id	Nome	Data de registro
Editar	1	Familia	17/11/2017 09:48:08
Editar	2	Escola	17/11/2017 09:48:19
Editar	5	Empresa	17/11/2017 14:52:30

Below the table, it indicates 'Mostrando de 1 até 3 de 3 registros' and includes navigation buttons for 'Anterior' and 'Próximo'. A '+ Adicionar novo' button is located at the bottom left of the main content area.

Fonte: Autoria própria

A Figura 3 ilustra a tela de listagem de locais. Pode-se observar que foram cadastrados três locais: Casa associado com o grupo Família, IoT Education associado ao grupo Escola e Filial 1 associado ao grupo Empresa. Com esse cadastro foi possível obter relatórios personalizados por locais, facilitando o entendimento das informações e no caso de empresas é possível fazer um gerenciamento de todos os seus sensores e atuadores por filial.

Figura 3 - Listagem de locais

Idioma: pt | Felipe Dominguesche

Locais

Buscar por... Ir !

Lista de locais

10 resultados por página

Pesquisar

Editar	Id	Nome	Descrição	Grupo	Compartilhado	Status	Data de registro
Editar	1	Casa	Minha casa	1 - Família	Sim	Habilitado	17/11/2017 10:52:50
Editar	2	IoT Education	Escola IoT Education	2 - Escola	Sim	Habilitado	17/11/2017 11:15:21
Editar	3	Filial1	Filial de Indaiatuba	5 - Empresa	Não	Habilitado	19/11/2017 23:06:43
Editar	5	Fazenda	Fazenda de São José	1 - Família	Não	Habilitado	21/11/2017 20:07:17

Mostrando de 1 até 5 de 5 registros

Anterior Próximo

[+ Adicionar novo](#)

Fonte: Autoria própria

Na Figura 4 pode-se observar a tela de listagem de setores. Foram cadastrados três setores: Sala 1 associado ao local Casa, Recepção e Sala de aula 1 associados ao local IoT Education, Linha de produção 1 e Linha de produção 2 associados ao local Filial 1. Com esses cadastros foi possível obter relatórios detalhados por setores de uma residência, uma escola e da filial de uma empresa, fazendo com que uma empresa, por exemplo, gerencia sensores para cada uma de suas linhas de produção.

Figura 4 - Listagem de Setores

Setores

Buscar por... Ir

Lista de setores

10 resultados por página

Pesquisar

Editar	Id	Nome	Descrição	Local	Compartilhado	Status	Data de registro
Editar	1	Sala1	Sala principal	1 - Casa	Sim	Habilitado	17/11/2017 11:46:34
Editar	2	Recepção	Recepção escola	2 - IoT Education	Sim	Habilitado	17/11/2017 11:46:47
Editar	3	Sala de Aula1	Sala de Aula1	2 - IoT Education	Não	Desabilitado	19/11/2017 18:11:01
Editar	4	Linha de produção 1	Linha de produção de extrusoras	3 - Filial1	Não	Habilitado	19/11/2017 23:18:35
Editar	5	Linha de produção 2	Linha de produção de injetoras	3 - Filial1	Não	Habilitado	19/11/2017 23:18:53
Editar	6	Plantação de trigo - Zona1	Zona 1 da plantação de trigo	5 - Fazenda	Não	Habilitado	21/11/2017 20:37:02
Editar	7	Plantação de trigo - Zona2	Zona 2 da plantação de trigo	5 - Fazenda	Não	Habilitado	21/11/2017 20:37:27
Editar	8	Plantação de arroz - Zona1	Zona 1 da plantação de arroz	5 - Fazenda	Não	Habilitado	21/11/2017 20:38:02

Mostrando de 1 até 8 de 8 registros

Anterior 1 Próximo

+ Adicionar novo

Fonte: Autoria própria

Ao clicar em editar na tela de listagem de setores obtém-se acesso à tela de alteração. Nessa tela é possível alterar dados como nome, descrição, local, compartilhamento e status. Após a alteração, os dados são salvos no banco de dados e é apresentada uma notificação com o status, como pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 - Tela de alteração de cadastro de setores

Idioma: pt Felipe Dominguesche

Notificação
Dados atualizados com sucesso!

Alterar cadastro de Setores

Formulário de cadastro

Nome * :
Recepção

Descrição * :
Recepção escola

Local * :
2 - IoT Education

Compartilhado * :
Sim

Status * :
Habilitado

[Alterar](#) [Excluir](#)

Fonte: Autoria própria

A Figura 6 ilustra a tela de listagem dos tipos de dispositivos cadastrados. Como pode-se observar foram cadastrados dois tipos de dispositivo, Arduino Uno e NodeMCU (modelo

utilizado no projeto). Esse cadastro é responsável pela disponibilização de portas de cada modelo, informações detalhadas em seu cadastro.

Figura 6 - Listagem de tipos de dispositivos

Editar	Id	Nome	Status	Data de registro
Editar	1	Arduino Uno	Habilitado	19/11/2017 17:59:44
Editar	2	NodeMCU	Habilitado	19/11/2017 17:59:53

Fonte: Autoria própria

Na Figura 7, pode-se observar a listagem de dispositivos cadastrados; nota-se, abaixo, o cadastro de quatro NodeMCU, todos no mesmo setor (Sala de aula 1).

Figura 7 - Listagem de dispositivos

Editar	Id	Nome	Descrição	Setor	Tipo de dispositivo	Final do IP	Compartilhado
Editar	1	NodeMCU1	NodeMCU - Sensor de corrente e relés	3 - Sala de Aula1	2 - NodeMCU	201	Não
Editar	2	NodeMCU2	NodeMCU com RFID	3 - Sala de Aula1	2 - NodeMCU	202	Não
Editar	3	NodeMCU3	NodeMCU com sensor de gás e DHT11	3 - Sala de Aula1	2 - NodeMCU	203	Não
Editar	4	NodeMCU4	NodeMCU com push bottom para controle de relés	3 - Sala de Aula1	2 - NodeMCU	204	Não
Editar	5	NodeMCU5	NodeMCU - Umidade do solo, rele solenoide 1, rele solenoide 2, sensor de vazão	6 - Plantação de trigo - Zona1	2 - NodeMCU	205	Não
Editar	6	NodeMCU6	NodeMCU - Umidade do solo, rele solenoide 1, rele solenoide 2, sensor de vazão	7 - Plantação de trigo - Zona2	2 - NodeMCU	206	Não
Editar	7	NodeMCU7	NodeMCU - Umidade do solo, rele solenoide 1, rele solenoide 2, sensor de vazão	8 - Plantação de arroz - Zona1	2 - NodeMCU	207	Não

Fonte: Autoria própria

Na tela de cadastro foi inserido um novo dispositivo com o nome NodeMCU1 e registrados alguns dados como, por exemplo: nome, descrição, setor, tipo de dispositivo, endereço de IP e compartilhamento. As informações aqui cadastradas são de grande

importância, pois essas informações são responsáveis pela comunicação do sistema com os dispositivos no qual o usuário busca interação, como demonstra a Figura 8.

Figura 8 - Cadastro de dispositivos

The screenshot shows the 'Cadastro de Dispositivos' (Device Registration) form in the IoT Admin interface. The form contains the following fields and values:

- Nome * :** NodeMCU1
- Descrição * :** NodeMCU - Sensor de correntes e reles
- Setor * :** 2 - Recepção
- Tipo de dispositivo * :** 2 - NodeMCU
- Endereço IP * :** 192.168.15.201
- Compartilhado * :** Não

A 'Cadastrar' button is located at the bottom left of the form area.

Fonte: Autoria própria

A Figura 9 exemplifica a listagem de sensores cadastrados; nota-se que foram cadastrados diversos sensores tais como, sensor de corrente, sensor de umidade etc.

Figura 9 - Listagem de sensores

The screenshot shows the 'Lista de sensores' (Sensors List) page. It features a table with 13 rows of sensor data. Each row includes an 'Ações' column with an 'Editar' button, and columns for 'Id', 'Nome', 'Descrição', 'Dispositivo', 'Tipo de dado', 'Unidade', and 'Compartilhado'.

Ações	Id	Nome	Descrição	Dispositivo	Tipo de dado	Unidade	Compartilhado
Editar	1	Lampada1 - 40 W	Sensor de corrente - Lampada1 - Sala 1	1 - NodeMCU1	Decimal	watts	Não
Editar	2	DHT11 - Sala 1	Sensor de temperatura e umidade	3 - NodeMCU3	Decimal	°C	Não
Editar	3	Sensor de gás - Porta Digital	Verifica a presença de gás	3 - NodeMCU3	Inteiro	Boleano	Não
Editar	4	Sensor de gás - Porta Analógica	Verifica a concentração de gás	3 - NodeMCU3	Inteiro	% particulas	Não
Editar	5	RFID	Controle de acesso - Verifica a presença	2 - NodeMCU2	Inteiro	Boleano	Não
Editar	9	Lâmpada2 - 60W	Sensor de corrente - Lampada2 - Sala 1	1 - NodeMCU1	Decimal	watts	Não
Editar	10	Umidade do solo	Sensor para verificar a umidade do solo na Zona 1 da plantação de trigo	5 - NodeMCU5	Decimal	%	Não
Editar	11	Sensor de vazão	Para controle da quantidade de água utilizada na Zona 1 da plantação de trigo	5 - NodeMCU5	Decimal	ml	Não
Editar	12	Umidade do solo	Sensor para verificar a umidade do solo na Zona 2 da plantação de trigo	6 - NodeMCU6	Decimal	%	Não
Editar	13	Sensor de vazão	Para controle da quantidade de água utilizada na Zona 2 da plantação de trigo	6 - NodeMCU6	Decimal	ml	Não

At the bottom of the table, it says 'Mostrando de 1 até 10 de 12 registros' and includes navigation buttons for 'Anterior', '2', and 'Próximo'. There is also a '+ Adicionar novo' button at the bottom left.

Fonte: Autoria própria

Na Figura 10, como se pode observar nesta tela foram cadastrados dois relês. O controle deles pode ser feito na tela de controles de atuadores.

Figura 10 - Listagem de atuadores

Atuadores

Idioma: pt Felipe Dominguesche

Buscar por... Ir!

Lista de atuadores

10 resultados por página Pesquisar

Ações	Id	Nome	Descrição	Dispositivo
+ Editar	6	Rele1 - Lâmpada1	Controle da lâmpada 1	1 - NodeMCU1
+ Editar	7	Rele2 - Lâmpada2	Controle da Lâmpada2	1 - NodeMCU1
+ Editar	16	Rele 1 - Solenoide 1	Rele para controle da solenoide que irá ligar/desligar o fluxo de água na Zona 1 da plantação de trigo	5 - NodeMCU5
+ Editar	17	Rele 2 - Solenoide 2	Rele para controle da solenoide que irá ligar/desligar o fluxo de água na Zona 2 da plantação de trigo	6 - NodeMCU6
+ Editar	18	Rele 1 - Solenoide 1	Rele para controle da solenoide que irá ligar/desligar o fluxo de água na Zona 1 da plantação de arroz	7 - NodeMCU7

Mostrando de 1 até 5 de 5 registros Anterior 1 Próximo

+ Adicionar novo

Fonte: Autoria própria

Na tela de listagem de dispositivos aparecem todos os dispositivos cadastrados, clicando no botão “Controlar dispositivo”, foi obtido acesso à tela de controle de portas do dispositivo, como demonstra a Figura 11.

Figura 11 - Listagem de controles de dispositivos

Controlar dispositivos

Idioma: pt Felipe Dominguesche

Buscar por... Ir!

Lista de dispositivos

10 resultados por página Pesquisar

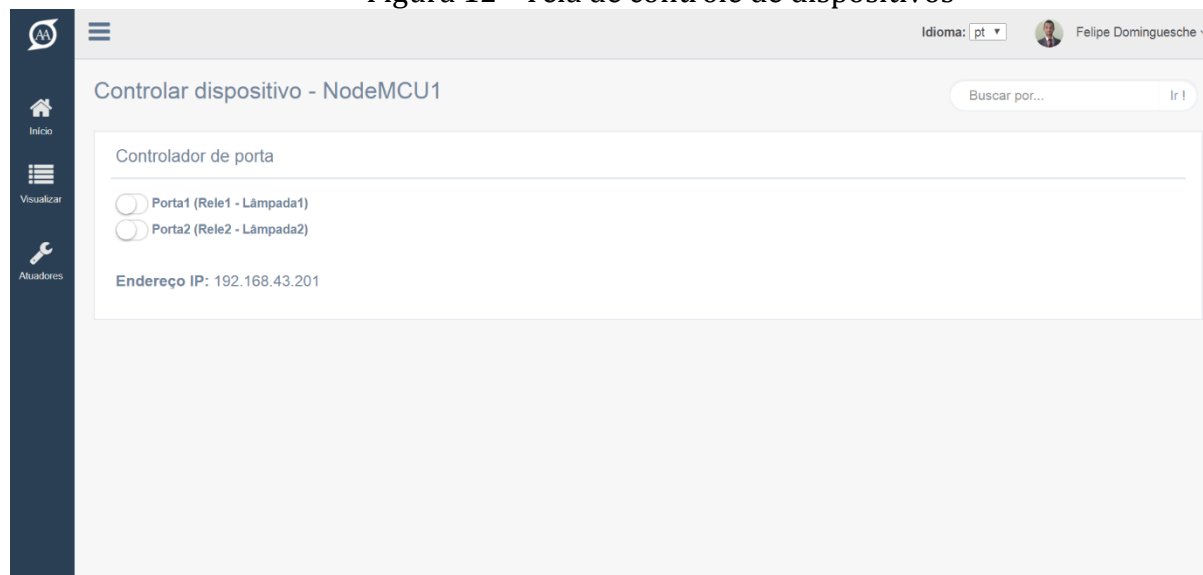
Ações	Id	Nome	Descrição	Setor
+ Controlar dispositivo	1	NodeMCU1	NodeMCU - Sensor de corrente e relés	Sala de Aula1
+ Controlar dispositivo	2	NodeMCU2	NodeMCU com RFID	Sala de Aula1
+ Controlar dispositivo	3	NodeMCU3	NodeMCU com sensor de gás e DHT11	Sala de Aula1
+ Controlar dispositivo	4	NodeMCU4	NodeMCU com push bottom para controle de relés	Sala de Aula1
+ Controlar dispositivo	5	NodeMCU5	NodeMCU - Umidade do solo, rele solenoide 1, rele solenoide 2, sensor de vazão	Plantação de trigo - Zona1
+ Controlar dispositivo	6	NodeMCU6	NodeMCU - Umidade do solo, rele solenoide 1, rele solenoide 2, sensor de vazão	Plantação de trigo - Zona2
+ Controlar dispositivo	7	NodeMCU7	NodeMCU - Umidade do solo, rele solenoide 1, rele solenoide 2, sensor de vazão	Plantação de arroz - Zona1

Mostrando de 1 até 7 de 7 registros Anterior 1 Próximo

Fonte: Autoria própria

A Figura 12 demonstra a tela de controle de portas dos dispositivos; com esta, foi possível controlar os relês, sendo também possível controlar outros tipos de atuadores, desde que sejam compatíveis com os sinais digitais. Cada botão representa uma porta do dispositivo onde é possível ligar / desligar toda a sua configuração (endereço IP e portas); esta configuração é realizada no cadastro de dispositivos e de atuadores.

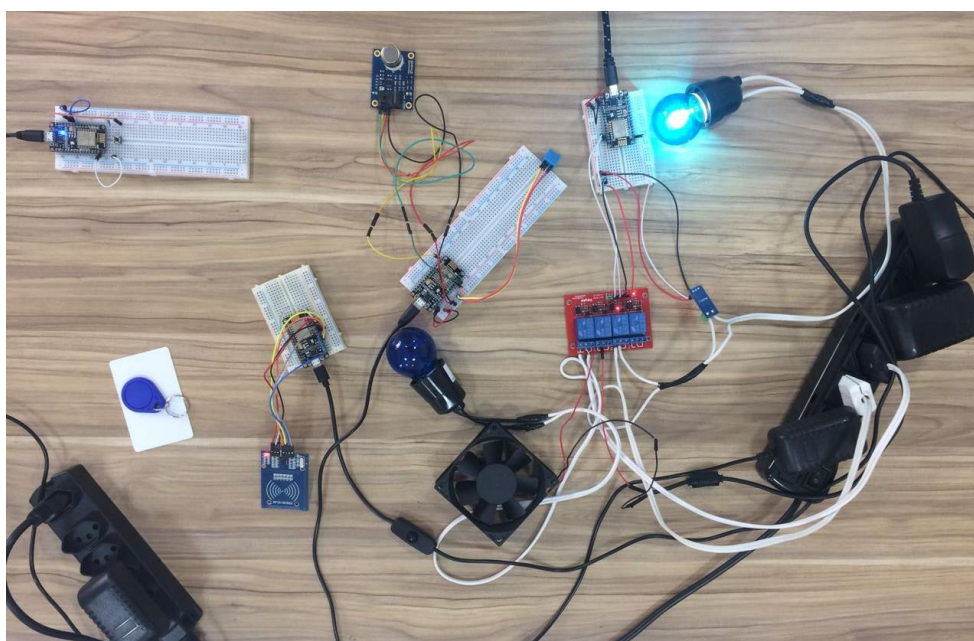
Figura 12 - Tela de controle de dispositivos



Fonte: Autoria própria

Na Figura 13, pode-se observar uma rede composta por quatro NodeMCU, um sensor de gás, um sensor de umidade e temperatura, um *push bottom* para acionamento de lâmpadas, um leitor e *tags* RFID, um sensor de corrente e um *shield* com 4 relês no qual controla 2 lâmpadas e 1 cooler.

Figura 13 – Rede de sensores sem fio utilizando NodeMCU, sensores e atuadores



Fonte: Autoria própria

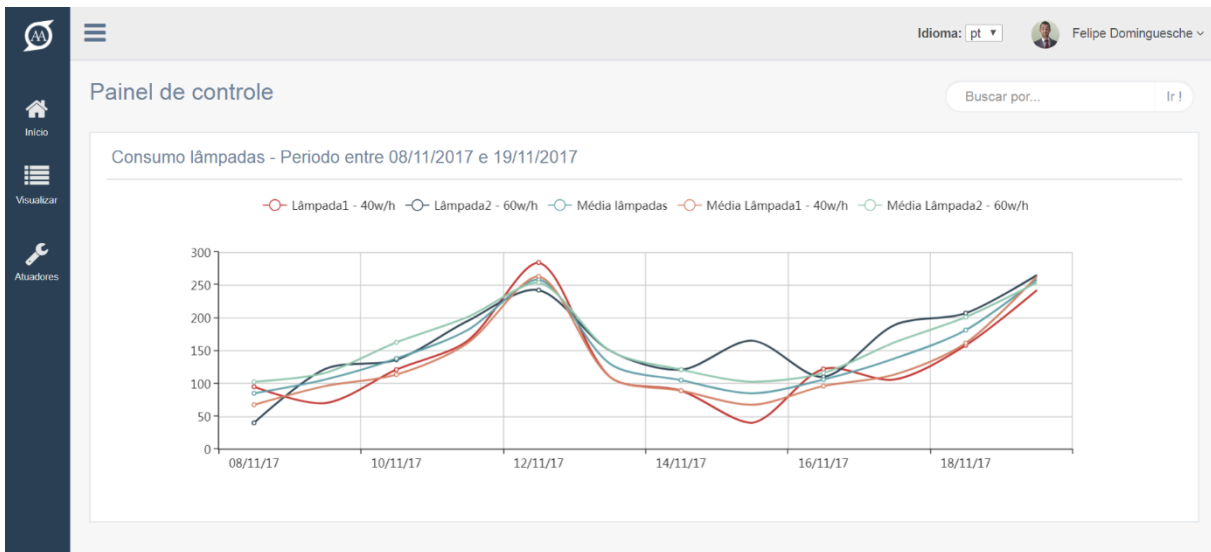
Além disso, demonstra um relê que foi controlado pelo sistema IoT Admin, utilizando o controle de dispositivos (Figura 12). Foi obtido um tempo de resposta considerável (abaixo dos 500 milissegundos).

3.2 Relatórios

A seguir serão apresentadas as telas de *dashboard* (painel de gerenciamento), onde serão mostrados alguns dados (apresentados por meio de gráficos personalizáveis) obtidos por meio de sensores cadastrados e corretamente configurados no sistema, além das telas de controles para a utilização dos atuadores cadastrados.

A Figura 14 possui um gráfico o qual demonstra o consumo de duas lâmpadas com sensor de corrente equipado, que o próprio NodeMCU (equipamento) faz o cálculo para encontrar a potência (*watts*) e envia o convertido para o sistema.

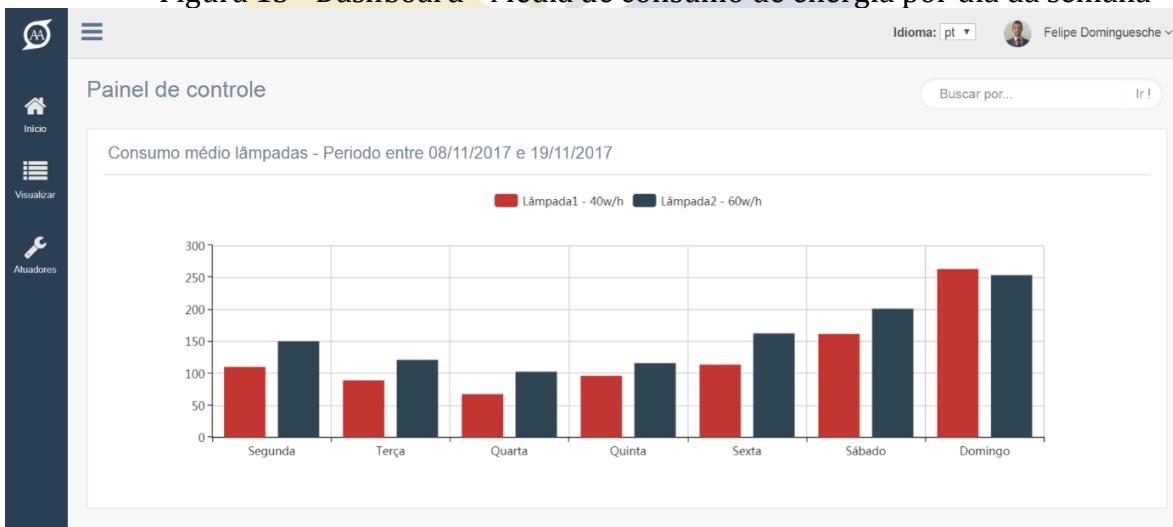
Figura 14 - Dashboard – Consumo em watts das lâmpadas



Fonte: Autoria própria

Na Figura 15, temos o gráfico do cálculo da média de consumo por dia da semana em *watts* de cada uma das lâmpadas, comparando dia a dia o consumo das mesmas. Esses dados foram apresentados anteriormente no gráfico da Figura 14.

Figura 15 - Dashboard - Média de consumo de energia por dia da semana



Fonte: Autoria própria

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o término do desenvolvimento do sistema IoT Admin e testes realizados para se avaliar a praticidade e eficiência do controle e monitoramento dos sensores, se pode chegar a algumas conclusões sobre a utilização do sistema sobre a sua capacidade de gerenciamento dos sensores:

- a comunicação feita utilizando o protocolo HTTP entre o servidor e o NodeMCU foi considerada segura, estável e rápida, se considerando o tempo de resposta abaixo de 500 milissegundos nos testes realizados.
- o sistema IoT Admin se mostrou confiável para a leitura e inclusão de dados dos sensores para o banco de dados, os NodeMCU 's foram configurados para fazer o envio de dados de sensores a cada dois segundos, o sistema computou esses dados sem perdas.
- a rede de sensores sem fio, demonstrou ser uma ferramenta importante para integração de sensores e atuadores a diferentes plataformas IoT, inclusive foram realizados alguns testes utilizando a plataforma DOJOT desenvolvido pela empresa CPqD.
- o sistema IoT Admin foi desenvolvido para possibilitar a integração de diversas redes de sensores que tenham suporte ao protocolo HTTP e com outras plataformas IoT como a DOJOT.
- o sistema IoT Admin é uma ferramenta que pode ser utilizada como facilitadora e integradora para usuários que desenvolvem redes de sensores e tenham necessidades de interagir com uma plataforma IoT.

O uso do protocolo HTTP mesmo com ótimos resultados em relação a confiabilidade e desempenho apresentou algumas restrições em relação a comunicação do sistema para o NodeMCU, ela pode ser feita apenas localmente, ou, para o controle fora dessa rede local utilizando a internet seria necessário um endereço IP fixo na internet e configurar as portas do roteador para redirecionar as mesmas, para um endereço IP local fixo (endereço IP do dispositivo NodeMCU). Além de necessitar de um conhecimento em configuração de roteadores, esse tipo de rede não é adaptável por exigir um IP local fixo dos dispositivos, toda vez que a rede trocar o IP haverá a necessidade de recompilação dos códigos nos dispositivos como o próprio NodeMCU e Arduino, por exemplo.

Por essas razões se recomenda a implementação do protocolo MQTT (acrônimo de *Message Queuing Telemetry Transport*) que foi testado e não implementado no projeto por não fazer parte do escopo do projeto em si, contudo nos testes realizados se apresentou ser leve e possibilitar essa comunicação de uma forma mais simples necessitando apenas de uma conexão com a Internet e uma configuração com um identificador único no dispositivo.

REFERÊNCIAS:

- ATZORI, L., A. e MORABITO, G. The internet of things: a survey. **Computer Networks** vol. 54, no. 15, pp. 2787-2805., 2010.
- AUSTLID, H. A., HOFF, P., HATTELAND, S. **Indústria 4.0: Necessidades da Noruega**. 2015. Disponível em: <<https://www.ikt-norge.no/kommentar/industri-4-0-norge-ma-med/>> Acesso em: 20 nov. 2017.
- CUNHA, Í. B. **O uso da geo localização em campanhas publicitárias: o caso dos beacons**. 2016. 23 f. Monografia (Publicidade e Propaganda), Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2016.

- DAVIES, R. **Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth**. Briefing, EPRS | European Parliamentary Research Service, Bruxelas, 2015. Disponível em: <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf)> Acesso em: 20 nov. 2017
- FERRIGO, S. F., COSTA, C. A. da, RIGHI, R. da R., **Um Middleware para Gerenciamento de Sensores de Saude Corporais em Dispositivos Moveis**. 2017
- HANS-PETTER HALVORSEN. **Industrial IT and Automation**. The Technical Guy - a Blog about Technology, 2015.
- JIN, J., Gubbi, J., Marusic, S., e Palaniswami, M. An information framework for creating a smart city through internet of things. **IEEE Internet of Things Journal**, 1(2), 112-121, 2014. Disponível em <<http://ieeexplore.ieee.org/document/6702523/>> Acesso em: 20 nov. 2017
- MCEWEN, A.; CASSIMALLY, H. **Designing the Internet of Things**. Wiley, 2013. ISBN 9781118430651. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=iYkKAgAAQBAJ>>.
- RIZZON, F. *et al.* Smart city: Um conceito em construção. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, São Paulo, v.7, n. 3, p. 123-142, set./dez., 2017
- SANTOS, N. D. B. dos. **Aplicação da Internet das Coisas na Área Industrial**: Estudo de Caso no Grupo Tecnofita. Dissertação (Mestrado em Gestão de Sistemas e Tecnologias de Informação), Universidade Atlântica, Barcarena (Portugal), 2017.
- UCKELMANN, D.; HARRISON, M.; MICHAHELLES, F. **Architecting the Internet of Things**. [S.l.: s.n.], 2011. 1-353 p. ISBN 978-3-642-19156-5
- ZANELLA, A., *et ali.* "Internet of Things for smart cities". **IEEE Internet of Things Journal**, vol. 1, pp. 22-32
- ZHOU, H. **The Internet of Things in the Cloud: A Middleware Perspective**. Taylor & Francis, 2012. ISBN 9781439892992. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=nIYKwoy1Z6oC>>.