



Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico. ISSN: 2446-6778
Nº 5, volume 5, artigo nº 83, Julho/Dezembro 2019
D.O.I: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v5n5a83>
Edição Especial

ESTACIONAMENTO INTELIGENTE COM COMUNICAÇÃO VIA PLATAFORMA IOT THINGSPEAK

Edna dos Santos Novelino¹

Graduando em Engenharia Elétrica

Rafael Lima de Oliveira²

Mestre em Engenharia Elétrica

RESUMO

A Internet das Coisas (IoT) é um termo recente e revolucionário que conecta o mundo físico ao digital, possibilitando que os objetos conectados à internet coletem e compartilhem informações nesse ambiente. Isso permite que os dispositivos interajam entre si e com as pessoas. Considerando esse contexto, a pesquisa tem como objetivo principal demonstrar esse conceito por meio do desenvolvimento de um estacionamento inteligente. O trabalho consiste na elaboração de uma maquete que utiliza a plataforma Arduino e sensores LDR para notificar, em tempo real, a disponibilidade das vagas de um estacionamento por meio da internet. O sistema está integrado com o ThingSpeak, uma plataforma de análise e armazenamento de dados online. Através dessa plataforma é possível realizar a análise dos dados enviados pelo Arduino e informar, simultaneamente, o status e a localização das vagas no estacionamento. Deste modo, o projeto facilita a busca por vagas disponíveis no estacionamento, garantindo assim, maior conforto ao usuário.

Palavras-chave: Estacionamento Inteligente; Internet das Coisas; ThingSpeak.

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) is a recent and revolutionary expression that connects the physical to the digital world, enabling objects connected to the Internet to collect and share information in this environment. This allows devices to interact with each other and with people. Considering this context, the research has the main purpose of demonstrating this concept through the development of smart parking. The article consists of the construction of a prototype that uses the Arduino microcontroller and LDR sensors to notify, in real time, the availability of parking spaces through the Internet. The system is integrated with ThingSpeak, which is an online platform of data storage. Through this platform it is possible to analyze the data sent by Arduino and inform, in real time, the status and location of parking spaces. Thus, the project facilitates the search for available parking spaces, therefore ensuring greater comfort to the user.

Keywords: Internet of Things; Smart Parking; ThingSpeak.

INTRODUÇÃO

Os grandes centros urbanos estão evoluindo e, nos dias atuais a dificuldade de deslocamento nessas cidades é diretamente proporcional à elevada quantidade de veículos individuais. Essa situação ocasiona diversas dificuldades para as pessoas, uma vez que, seu ritmo de vida se encontra cada vez mais acelerado. Além do conturbado trânsito de veículos, do congestionamento e da poluição, outro grande problema desses centros urbanos ao redor do mundo é a dificuldade para encontrar vagas em estacionamentos.

O impasse no estacionamento ocorre devido à demora na localização de vagas disponíveis, levando, muitas das vezes, as pessoas a desistirem de realizar suas atividades nesse momento de dificuldade e estresse. Diante desse cenário, muitas empresas procuram implementar sistemas de controle de estacionamentos a fim de, fornecer a seus clientes uma viagem mais agradável e eficiente. Dentre as diversas soluções inovadoras existentes no mercado, a que tem apresentado maior destaque é o “Estacionamento Inteligente” ou “Smart Parking”.

O estacionamento inteligente baseia-se em um conjunto de equipamentos integrados, pelo qual o comportamento de um influencia no comportamento dos demais. O princípio do funcionamento de seu sistema são os sensores wireless instalados nas vagas de estacionamento espalhadas pela cidade. Esses componentes eletrônicos enviam informações sobre a disponibilidade de vagas para um comando central, que as encaminha para um website e um aplicativo de smartphone, em tempo real.

Nesse contexto, o presente trabalho apresenta uma solução para o problema de localização de vagas para o estacionamento de veículos, através do desenvolvimento do protótipo de um estacionamento que utiliza um sistema inteligente implementado com base no conceito de Internet das Coisas.

OBJETIVO

A cada dia, mais e mais dispositivos são conectados à internet e, através do conceito de Internet das Coisas diversas soluções têm sido desenvolvidas em prol do aumento na qualidade de vida e conforto dos seres humanos.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento do protótipo de um estacionamento inteligente que utiliza um sistema integrado com base no conceito de Internet das Coisas para facilitar a localização de vagas para o estacionamento de veículos.

Objetiva-se ainda utilizar o protótipo do estacionamento inteligente para ensinar conceitos de eletrônica, programação, automação e internet das coisas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção serão abordados os dispositivos eletrônicos utilizados para a construção do protótipo do Estacionamento Inteligente. Serão apresentados também os esquemáticos, códigos desenvolvidos e a integração do sistema com a plataforma de computação nas nuvens ThinkSpeak.

O protótipo tem como base a plataforma Arduino e utiliza sensores LDR (Light Dependent Resistor) para detectar a presença ou não de automóveis nas vagas existentes do estacionamento. Através dos LDR's o Arduino identifica as vagas disponíveis e exibe localmente, em um display, essa disponibilidade. Além disso, através do módulo ESP8266-01, também conhecido como ESP-01, o Arduino envia as informações sobre a disponibilidade das vagas para a plataforma ThingSpeak. Essa plataforma será a responsável pelo processamento, análise e exibição online das informações sobre a disponibilidade e disposição das vagas do estacionamento.

PLATAFORMA DE DESENVOLVIMENTO

Dentre as diversas opções de micro controladores e plataformas de desenvolvimento foi selecionada, para este projeto, a plataforma Arduino através da placa Arduino Uno R3. Ela desempenhará o papel principal do sistema e será responsável pela aquisição, interpretação e disponibilização das informações sobre o estado das vagas no estacionamento.

A placa Arduino Uno R3 permite a rápida prototipagem de projetos eletrônicos através de seu microcontrolador ATmega328, disponibilizando 14 pinos de entrada/saída de informação digital, 6 entradas analógicas e 1 conexão ICSP (In-Circuit Serial Programming), além de outros recursos conforme apresentado na Tabela 01. Sua programação é realizada por meio de uma IDE (Integrated Development Environment) disponibilizada gratuitamente pelo fabricante, cuja linguagem de programação utilizada é baseada em C/C++.

Tabela 01 – Especificações Técnicas do Arduino Uno.

Características – Arduino Uno R3	
Microcontrolador	ATmega328
Voltagem de alimentação	5V
Voltagem de entrada (recomendada)	7-12V
Voltagem de entrada (limites)	6-20 V
Pinos digitais I/O	14 (6 podem ser saídas PWM)
Pinos de entrada analógica	6
Corrente contínua por pino I/O	40 mA
Corrente contínua para o pino 3.3V	50 mA
Memória Flash	32 KB (512 Bytes utilizados pelo bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Velocidade de Clock	16 MHz

Fonte: Souza (2013)

MÓDULOS E SENSORES

Módulo ESP8266-01 (ESP-01)

A placa Arduino Uno R3 não possui, de forma integrada, uma interface para comunicação sem fio. Portanto, utilizou-se o módulo ESP-01 de modo a proporcionar uma conectividade sem fio, no padrão Wi-Fi, para o projeto. O módulo ESP-01 é a versão mais básica da família ESP8266, desenvolvida e comercializada pela ESPRESSIF. Esse modelo possui pequenas dimensões: 25 x 14 x 1 (mm), tensão de operação de 3,3 V e utiliza o chip ESP8266 que opera em 80 MHz (podendo chegar a 160 MHz), além de, possuir 128 KB de memória RAM.

O módulo será responsável por fornecer conectividade wireless no padrão WiFi para a placa Arduino, permitindo assim, a conexão do protótipo à internet através de uma rede WiFi local. Desta forma, será possível transmitir informações sobre a disponibilidade das vagas para a plataforma ThingSpeak. A Figura 01 exibe o esquemático para a ligação do módulo ESP-01 com a placa Arduino Uno R3.

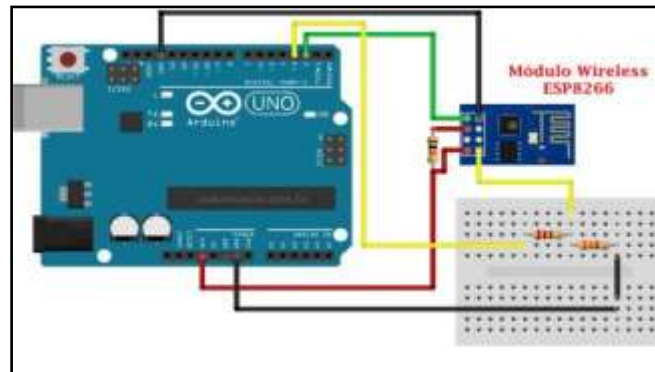


Figura 01 – Ligação esquemática do Esp-01

Fonte: Arduino e Cia (2015)

Apesar do módulo ESP-01 disponibilizar um firmware com comandos AT, optou-se por desenvolver um firmware personalizado para o projeto. Assim, o módulo ESP-01 e a placa Arduino estabelecerão uma comunicação serial por meio dos pinos RX e TX para envio das informações sobre a disponibilidade das vagas para o ThingSpeak.

Sensor LDR GL5528

O sensor de luminosidade LDR (Light Dependent Resistor), Figura 02, é um componente eletrônico cuja resistência varia de acordo com a intensidade luminosa do ambiente. Quanto maior for a incidência de luz sobre ele, menor será a sua resistência interna. Ele suporta operações com tensão máxima de 150 VDC e 100 mW de potência máxima. Sua resistência típica na escuridão é de 1 MΩ e na presença de luz fica entre 10 e 20 kΩ.



Figura 02 – Sensor de Luminosidade LDR

Fonte: FelipeFlop (2019)

Este dispositivo será o responsável pela identificação da presença de um automóvel em determinada vaga do estacionamento. Para conectá-lo ao Arduino é necessário utilizar um resistor de um 10 kΩ para formar um circuito divisor de tensão. A Figura 03 exibe um circuito teste com LDR e LED no qual a variação da intensidade luminosa sobre o LDR altera a intensidade de brilho do LED.

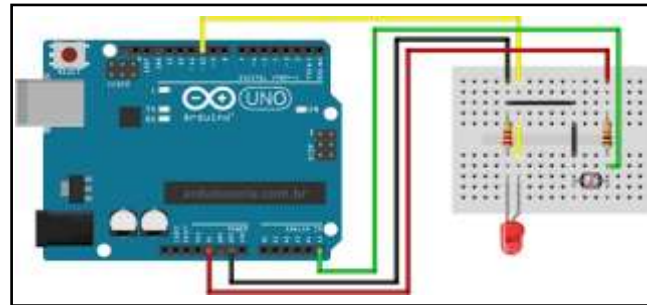


Figura 03 – Ligação esquemática do LDR

Fonte: Arduino e Cia (2013)

Módulo display LCD 16x2

O módulo display permite a exibição de informações para o usuário através de um LCD de 2 linhas e 16 colunas. Através da utilização de um módulo adaptador serial I2C é possível reduzir a quantidade de portas necessárias para conectá-lo ao Arduino. Deste modo, serão necessários apenas 2 pinos analógicos A4 (SDA) e A5 (SCL), conforme exibido na Figura 04, os quais formam a interface de comunicação I2C. Este dispositivo será responsável pela exibição local da disponibilidade das vagas do estacionamento, inclusive, informando separadamente a quantidade de vagas reservadas para deficientes.

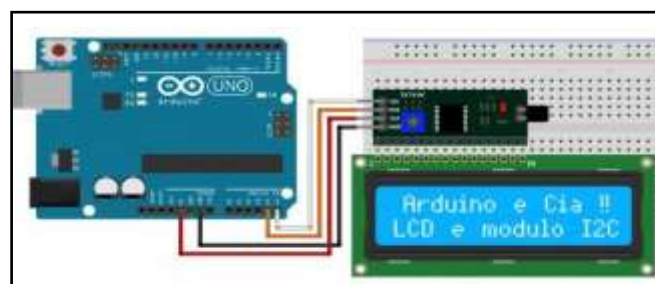


Figura 04 – Ligação esquemática do display LCD

Fonte: Arduino e Cia (2013)

CIRCUITO INTEGRADO CD4051

O projeto desenvolvido disponibiliza 6 vagas para o estacionamento de veículos, porém a placa Arduino Uno R3 contém apenas 6 entradas analógicas, sendo que, uma dessas entradas será utilizada pelo display LCD para comunicação I2C. Portanto, faz-se necessário a utilização de um multiplexador analógico para expandir a disponibilidade de portas analógicas.

O CI (Circuito Integrado) CD4051 é um Multiplexador/Demultiplexador de oito canais de entrada de dados e três sinais de controle, também chamadas de seleção, nomeadas como A, B e C (ou s0, s1 e s2). No primeiro caso, funcionando como multiplexador, sua função é selecionar um dos diversos canais de entrada e transferir para a saída os dados nele contido, enquanto no segundo caso ele recebe dados de apenas uma entrada e distribui para as diversas saídas. A seleção do canal de entrada de dados a ser conectado à saída é realizada através dos três sinais de controle. Neste trabalho é utilizada a função multiplexadora desse circuito integrado. O diagrama de terminais/pinagem do circuito integrado CD4051 é exibido na Figura 05.



Figura 05 – Terminais do Circuito Integrado CD4051

Fonte: The Engineering Projects (2017)

Este circuito integrado possui 16 terminais numerados do canto superior esquerdo, seguindo no sentido anti-horário, até o canto superior direito. No modo multiplexador, os terminais para os canais de entrada de dados correspondem aos pinos 1, 2, 4, 5, 12, 13, 14 e 15, enquanto, os terminais de sinais/seleção A, B e C são os pinos 11, 10 e 9. Portanto, os pinos 9, 10 e 11 serão controlados pelo Arduino para selecionar o respectivo sensor para leitura. O valor de leitura apresentado pelo sensor selecionado ficará disponível no terminal de saída do CD4051 que corresponde ao pino 3. Esse pino será conectado na porta analógica A5 do Arduino onde será realizada a leitura pelo programa inserido no Arduino. Por fim, o pino

6 corresponde ao terminal de habilitação do CI, o qual será aterrado para que permaneça sempre habilitado. Os demais pinos são utilizados para alimentação do CI. A Tabela 02 apresenta a tabela-verdade para seleção dos canais de entrada de dados do CD4051, onde “INH” representa o terminal de habilitação.

Tabela 02 - Tabela-Verdade do CD4051

INH	Estado das Saídas			Canais a serem ativados
	A	B	C	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	-	-	-	Desativa Todos

Fonte: Embarcados (2017)

THINGSPEAK

Em aplicações IoT (Internet das Coisas), os dados coletados fisicamente são enviados para plataformas na internet para análise, processamento e exibição online, também chamada de IoT Cloud. Essas plataformas possuem uma API (Application Programming Interface), que é uma interface para comunicação entre a plataforma e as aplicações IoT desenvolvidas (LEMOS et al., 2016).

O ThingSpeak é uma plataforma gratuita para aplicações IoT e possui integração com o MATLAB, sem a necessidade de uma licença, o que possibilita a aplicação de algoritmos computacionais para manipulação dos dados armazenados. Além disso, ela disponibiliza ferramentas para visualização de dados em forma gráfica e triggers para automatização de tarefas. Neste trabalho utilizou-se o recurso MATLAB Visualization, no qual foi desenvolvido um código (exposto no apêndice A) para gerar um gráfico de barras que informa o estado das vagas do estacionamento. A plataforma é baseada no protocolo TCP/IP, atual padrão da internet, e utiliza a estrutura cliente/servidor para a comunicação. Através de requisições HTTP as aplicações IoT podem realizar o upload e download de dados.

Para ter acesso a plataforma é necessário realizar um cadastro gratuito e criar um canal conforme exibido na Figura 06. Cada canal no ThingSpeak possui duas chaves (APIKey), uma para escrita e outra para leitura. Esta chave garante a autenticação e direcionamento das requisições HTTP para o canal correto.

Essa plataforma será responsável pela persistência dos dados e exibição, de forma gráfica, da disposição e disponibilidade das vagas no estacionamento projetado. O canal foi criado com o ID 802196 e possui dois campos para armazenamento de dados. O primeiro campo, “vagasT”, armazena a informação sobre a disponibilidade geral das vagas, enquanto, o segundo campo, “vagasDef”, armazena apenas informações sobre a disponibilidade das vagas especiais.

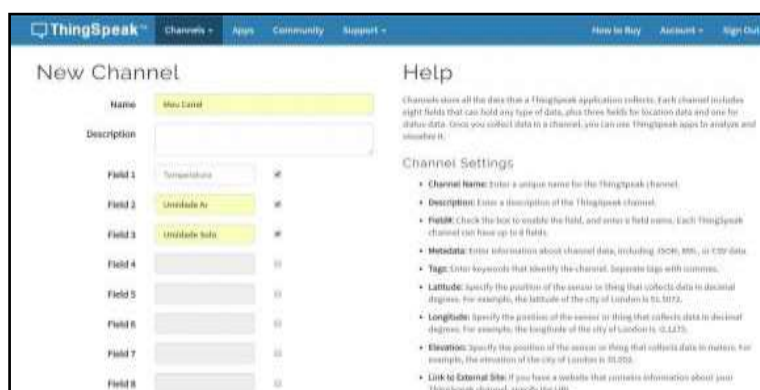


Figura 06 – Interface da plataforma ThingSpeak

Fonte: Embarcados (2017)

DESENVOLVIMENTO

Uma maquete foi construída para implementação e realização de testes do protótipo desenvolvido. Ela simula um estacionamento que utiliza um sistema inteligente IoT para informar a quantidade e disposição das vagas disponíveis, identificadas através dos sensores instalados em cada vaga. A quantidade e disposição das vagas podem ser verificadas localmente por meio de um display LCD ou online através do canal na plataforma ThingSpeak. Os principais componentes utilizados para a construção da maquete foram:

- Arduino Uno R3;
- Circuito Integrado CD4051;
- Módulo Wi-Fi ESP8266, versão ESP-01;
- Módulo I2C para display LCD;

- Fios jumper;
- Display LCD;
- Sensores LDR;
- LEDS verdes;
- Resistores;
- Papel paraná;
- Hastes de plástico.

O funcionamento do sistema ocorre em três etapas: aquisição, transmissão e exibição de dados. Na primeira etapa ocorre o processo de aquisição dos dados através dos sensores LDR instalados em cada vaga e conectados a porta analógica A5 do Arduino por meio do CI CD4051. Na segunda etapa ocorre a transmissão dos dados coletados pelo Arduino para o módulo ESP-01 através de uma comunicação serial entre os dispositivos. Em seguida, o ESP-01 utiliza a conexão com a internet através da rede WiFi local para enviar os dados para a plataforma ThingSpeak. Por fim, na terceira etapa ocorre a exibição dos dados coletados pelo Arduino em dois modos: Local, através do display LCD instalado na localidade do estacionamento e por meio dos LED's instalados em cada vaga; Online através do gráfico gerado na plataforma ThingSpeak. Portanto, para o desenvolvimento deste protótipo foi necessário projetar e implementar três códigos, um para o Arduino, outro para o módulo ESP-01 e um último para a plataforma ThingSpeak. Os dois primeiros códigos, para o Arduino e ESP-01, foram desenvolvidos utilizando o software Arduino IDE 1.8.10, enquanto o último foi desenvolvido no Editor de Códigos disponibilizado online na plataforma ThingSpeak.

A estrutura dos programas desenvolvidos para o Arduino e ESP-01 são compostos por duas funções principais: "SETUP()" e "LOOP()". A primeira é executada apenas uma vez e, geralmente, realiza a configuração das variáveis de ambiente e de toda a informação inicial para o sistema. A segunda é executada repetidamente enquanto as placas estiverem energizadas. O programa desenvolvido para o ThingSpeak é executado sempre que um novo conjunto de dados é recebido na plataforma.

Programa para Arduino

No código desenvolvido e inserido no Arduino Uno R3, inicialmente, estão presentes as declarações das bibliotecas utilizadas, dos pinos de cada dispositivo conectado na placa, das variáveis que armazenam as informações sobre as vagas do estacionamento e das funções que serão chamadas, de forma ordenada e pré-estabelecida, pela função "LOOP()".

A função “SETUP()” inicializa a porta de comunicação serial definindo a taxa de transmissão de bits, além disso, inicializa o display LCD, configura os pinos conectados aos LEDs e as variáveis de seleção do multiplexador como pinos de saída e finaliza configurando o pino do sensor como entrada.

A função “LOOP()” executa, ininterruptamente, realizando as chamadas para as funções que realizam a leitura dos sensores, a atualização os dados no display LCD e dos LEDs instalados nas vagas, o envio das informações coletadas pelo Arduino para o módulo ESP-01 e a exibição, na tela do computador, das informações para depuração, caso necessário.

Programa para ESP8266-01

O código inserido no módulo ESP-01 inicia com a declaração das bibliotecas utilizadas, das constantes para acesso à rede Wi-Fi, da chave de escrita (API key) do canal no ThingSpeak e de seu endereço WEB, além disso, também são declaradas as variáveis de estado para as vagas e o modo de operação do ESP-01.

Em seguida são criadas as funções que serão chamadas durante a execução da função “LOOP()”. Elas são responsáveis por verificar se existem dados disponíveis para leitura na porta serial, atualizar as variáveis de estado para as vagas e realizar o upload das informações referente as vagas totais e especiais no canal do ThingSpeak.

A função “SETUP()” do código do ESP-01 inicializa a porta de comunicação serial e o servidor web, realiza a conexão com a rede WiFi e envia mensagens de depuração para a tela do computador através da comunicação serial, caso necessário. Por fim, na estrutura de repetição do programa estão contidos o tempo de espera para realização da leitura e upload das informações sobre as vagas do estacionamento e as chamadas das funções criadas anteriormente.

Programa para ThingSpeak

O código desenvolvido através do editor online disponibilizado pela plataforma ThingSpeak inicializa com a definição do ID e da chave de leitura do canal para, em seguida, realizar a obtenção do último registro inserido no banco de dados. Logo após, a estrutura de dados gerada pela consulta ao banco de dados é convertida em outra para facilitar a manipulação da informação. Por fim, o gráfico de barras é atualizado com as informações recuperadas do canal.

RESULTADOS

A maquete construída para instalação do protótipo desenvolvido de um estacionamento inteligente é compacta e demonstra um centro urbano genérico. Depois de montada e com as ligações elétricas estabelecidas, alimentou-se o circuito para início da etapa de testes.

O teste foi realizado por um período de 30 minutos e apresentou resultados satisfatórios e motivadores. A placa Arduino Uno R3 coletou, com exatidão, os dados sobre as vagas a partir dos sensores LDRs instalados. Os LEDs foram acionados de acordo com a disposição das vagas informando corretamente, de forma visual, as vagas disponíveis. O display LCD também apresentou corretamente a disponibilidade das vagas no estacionamento, conforme exibido na Figura 07. A comunicação serial entre as placas Arduino e ESP8266-01 ocorreu perfeitamente e as informações sobre a disponibilidade e disposição das vagas foram transmitidas corretamente para a ESP. Por sua vez, o módulo ESP-01 manteve uma conexão estável com a rede WiFi local e transmitiu, através da internet, as informações sobre as vagas no estacionamento para a plataforma ThingSpeak. Por fim, os dados armazenados na base de dados do canal 802196 no ThingSpeak representaram com fidelidade a disponibilidade das vagas no estacionamento, inclusive, exibindo graficamente a disposição das mesmas, conforme exibido na Figura 08.

Pode-se observar através da Figura 07 que as vagas 1, 2 e 4 estão ocupadas, enquanto, as vagas 3, 5 e 6 estão disponíveis. Esta mesma configuração é apresentada pelo gráfico gerado por meio do MATLAB Visualization no canal do ThingSpeak e exibido na Figura 08. Através desta imagem é possível visualizar a disponibilidade de cada vaga no momento do teste, corroborando o funcionamento correto do sistema inteligente e promovendo conforto e acessibilidade na procura por vagas desocupadas.



Figura 07 – Protótipo do Estacionamento Inteligente

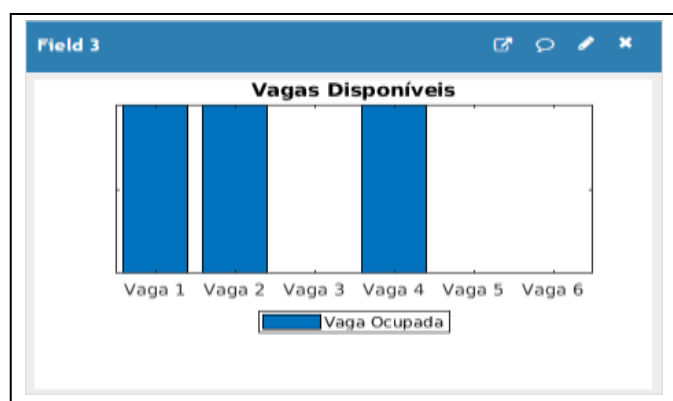


Figura 08 – Disponibilidade de cada vaga do estacionamento

CONCLUSÃO

A Internet das Coisas revolucionou a Internet e vem crescendo a cada dia, abrindo oportunidades para a criação de novos serviços e produtos. Nesse contexto, este artigo apresentou o projeto de um Estacionamento Inteligente implementado com base no conceito de Internet das Coisas. O sistema inteligente oferece conforto e praticidade ao usuário, disponibilizando de forma fácil, através da integração com a plataforma ThingSpeak, a ciência sobre o estado e localização das vagas do estacionamento.

A maquete construída mostrou-se funcional e permite a realização de testes sobre a bancada do laboratório, facilitando o ensino de conceitos sobre eletrônica, programação, automação e internet das coisas.

Tendo alcançado todos os objetivos o trabalho foi concluído com sucesso. No entanto, como trabalhos futuros, pretende-se desenvolver um aplicativo para smartphones, garantindo melhor acessibilidade ao usuário, além de considerar a segurança no acesso e transferência das informações.

REFERÊNCIAS

ARDUINO E CIA. Como utilizar o módulo I2C com display LCD. Disponível em: <<https://www.arduinoocia.com.br/modulo-i2c-display-16x2-arduino/>> Acesso em 10 jan. 2019.

ARDUINO E CIA. Controle de luz com LDR e Arduino, 2013. Disponível em: <<https://www.arduinoocia.com.br/controle-de-luz-com-ldr-e-arduino/>> Acesso em 29 nov. 2018.

ARDUINO E CIA. Módulo ESP8266 ESP-01: Conecte o Arduino na rede wireless, 2015.

Disponível em: <<https://www.arduinoecia.com.br/arduino-modulo-wireless-esp8266-esp-01/>> Acesso em 01 mai. 2019.

BAUERMEISTER, Giovanni. Filipeplop. Guia do Usuário do ESP8266, 2018. Disponível em: <<https://www.filipeplop.com/blog/guia-do-usuario-do-esp8266/>> Acesso em 01 mai. 2019.

CURVELLO, André. Embarcados. Apresentando o módulo ESP8266, 2015. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/modulo-esp8266/>> Acesso em 01 mai. 2019.

FILIPEPLOP. Sensor de Luminosidade LDR 5mm. Disponível em: <<https://www.filipeplop.com/produto/sensor-de-luminosidade-ldr-5mm>> Acesso em 29 nov. 2018.

LEMOS, Breno et al. Estudo Comparativo de Middlewares para Internet das Coisas usando Plataformas Livres no Monitoramento de Ambientes. In: XXXIV Simpósio Brasileiro De Telecomunicações (SBrT), 2016, Santarém. Acesso em 16 jul. 2019.

LIMA, Thiago. Embarcados. Oficina Maker de IoT - Conecte sua planta à Internet com Thingspeak, 2017. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/oficina-maker-de-iot-planta-com-thingspeak/>> Acesso em 13 mai. 2019.

MOTA, Allan. Portal Vida de Silício. Sensor de luz – aprendendo a usar o LDR com Arduino, 2017. Disponível em: <<https://portal.vidadesilicio.com.br/sensor-de-luz-com-ldr/>> Acesso em 29 nov. 2018.

NASIR, Syed Zain. Introduction to CD4051: A complete step by step tutorial on Introduction to CD4051. 2017. Disponível em: <<https://www.theengineeringprojects.com/2017/08/introduction-to-cd4051.html>>. Acesso em: 13 mai. 2019.

OLIVEIRA, José Antonio Araújo de; SILVA, Maezio Pereira da. Automação residencial o uso da tecnologia em prol do conforto e da acessibilidade. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) – Centro Universitário Redentor. Itaperuna, 2018.

OLIVEIRA, Rodolpho Chrispim de. Embarcados. Introdução ao multiplexador CD4051, 2017. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/multiplexador-cd4051/>> Acesso em 13 mai. 2019.

SILVA, Márcio Conceição da. Estação IoT para Monitoramento da Temperatura e Umidade do Interior de Veículos. ResearchGate, abr. 2018. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/324482343_Estacao_IoT_para_Monitoramento_da_Temperatura_e_Umidade_do_Interior_de_Veiculos>. Acesso em 16 jul. 2019.

SOUZA, Fábio. Embarcados. ARDUINO - Comunicação Serial, 2014. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/arduino-comunicacao-serial/>> Acesso em 01 mai. 2019.

SOUZA, Fábio. Embarcados. ARDUINO UNO, 2013. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>> Acesso em 27 nov. 2018.

VICENTE, Thiago Pires Romanelli. Controle Inteligente de Vagas para Estacionamentos Utilizando o Conceito de Internet das Coisas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) – Universidade de São Paulo. São Carlos, 2016.

VIDAL, Vitor. Eletrogate. Controle de luminosidade com Arduino e sensor LDR, 2017. Disponível em: <<https://blog.eletrogate.com/controle-de-luminosidade-com-arduino-e-sensor-ldr/>> Acesso em 29 nov. 2018.

ZAMBARDA, Pedro. Techtudo. 'INTERNET DAS COISAS': ENTENDA O CONCEITO E O QUE MUDA COM A TECNOLOGIA. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/08/internet-das-coisas-entenda-o-conceito-e-o-que-muda-com-tecnologia.html>> Acesso em 28 ago. 2019.

Sobre os Autores

Autor 1: Aluna graduando do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Redentor.
E-mail: edna1406novelino1@gmail.com

Autor 2: Professor do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Redentor. Mestre em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e Formado em Engenharia Elétrica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Atua em projetos de Automação, Inteligência Computacional Aplicada e Exploração e Produção de Petróleo. E-mail: engenheirorafael.professor@gmail.com