

# Sistema de Comunicação em Internet das Coisas para Automação de Ambientes

Bianca S. G. Morais<sup>1</sup>, Diego V. de Oliveira<sup>1</sup>, Verônica M. L. Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharias e Tecnologias – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) Caixa Postal 137 - 59625-900 – Pau dos Ferros – RN – Brasil

biancasgmorais@gmail.com, diego\_vinicius95@hotmail.com,  
veronica.lima@ufersa.edu.br

**Abstract.** *The Internet of Things (IoT) aims to simplify and connect objects through the network between them, creating a wide-ranging and versatile intercom. In this article, a prototype of an IoT communication system is developed to drive loads remotely. To develop the prototype, two Wi-Fi ESP8266 modules (client module and server module) were used. A button is connected to the client module. When triggered, a signal is sent via TCP / IP to the server module. The server module, when receiving the signal, activates a lamp, exemplifying the activation of a load carried out via Wi-Fi. The developed system had its satisfactory operation, and can serve as a basis for future environments automation applications geared, for example, to industry 4.0.*

**Resumo.** *A Internet das Coisas (IoT) visa simplificar e conectar objetos por meio da rede entre eles, criando uma intercomunicação de grande abrangência e versatilidade. Neste artigo é desenvolvido um protótipo de sistema de comunicação IoT para acionamento de cargas à distância. Para desenvolvimento do protótipo foram utilizados dois módulos Wi-Fi ESP8266 (módulo cliente e módulo servidor). No módulo cliente está conectado um botão. Ao ser acionado um sinal é enviado via TCP/IP ao módulo servidor. O módulo servidor ao receber o sinal ativa uma lâmpada, exemplificando o acionamento de uma carga realizado via Wi-Fi. O sistema desenvolvido teve seu funcionamento satisfatório, e pode servir como base para futuras aplicações de automação de ambientes voltada, por exemplo, pra indústria 4.0.*

## 1. Introdução

A Internet das Coisas (IoT) é considerada uma transformação tecnológica de dados do mundo real em dados virtuais, com funcionalidade de compartilhamento de informações e auto-organização inteligente. A IoT dispõe de ambiente no qual qualquer objeto pode se conectar e comunicar através da rede, atuando como uma ferramenta analítica para entender a complexidade e responder prontamente. Áreas como *big data*, computação em nuvem e tecnologias sem fio, obtiveram rápido desenvolvimento e crescimento com a Internet das Coisas (IoT). O avanço dessas tendências emergentes proveu oportunidades para melhorias e atualizações na indústria, com foco na Indústria 4.0, que nada mais é que uma indústria inteligente, ou fabricação inteligente. Surgida em 2011, seu principal objetivo da indústria 4.0 é incluir automação, melhoria de processos e aumento de produtividade [Rajput e Singh 2019].

A IoT pode ser aplicada em várias áreas, para que essas sejam combinadas com atividades cotidianas, criando novas oportunidades para aplicativos poderosos e que

abrangem variadas necessidades. A IoT possibilita a evolução de tecnologias sem fio de baixa potência, computação e inteligência de forma incorporada, sendo ativamente informativa e iterativa. Transforma a visão padrão da Web e fortalecida pelo fato de que agora quase todos os dispositivos estão interconectados pela Internet, forma um conjunto de documentos e links digitais integrando os dispositivos físicos com elementos cibernéticos, assim criando um novo ecossistema com novas oportunidades de programação [Khaled et al. 2018].

Este artigo discute e aplica o funcionamento de um protótipo de um sistema de comunicação IoT utilizando dois módulos ESP8266, o qual pode ser utilizado para várias aplicações de automação de ambientes, sejam eles residenciais ou até industriais (indústria 4.0). Este documento está dividido em introdução, a fundamentação teórica, na qual é abordado todos os conceitos necessários para o entendimento deste artigo; resultados e discussão, no qual é descrito e ilustrado toda a aplicação e funcionamento. Por fim são detalhadas as conclusões sobre o desenvolvimento do sistema.

## 2. Fundamentação Teórica

Nesta seção são introduzidos conceitos necessários para o entendimento geral do funcionamento e do uso do sistema, dentre os quais estão explicações sobre o ESP 8266, Internet das Coisas e Protocolo TCP/IP, considerados fundamentais neste projeto.

### 2.1 NodeMCU – ESP 8266

O módulo ESP8266 envia dados pela rede Wi-Fi pela comunicação serial, onde não há necessidade conexão física com outros microcontroladores para recebimento e envio de dados, podendo também ser programado com a linguagem Lua. O *firmware* que direciona a programação do ESP8266 é o NodeMCU, em que este pode ser considerado um *shield* que auxilia em desenvolver rotinas computacionais do microcontrolador ATmega, que faz parte da plataforma Arduino [Fernandes et al. 2017].

O módulo Wi-Fi ESP 8266 também é usado para upload de dados, também é um servidor para atender clientes no processo de monitoramento [Isnianto et al. 2019].

Projetado pela *Espressif System*, localizada em Shangai, onde é fabricado pela AI-Thinker, onde se tem a possibilidade de conectar à rede Wi-Fi e criar conexões TCP/IP [Vidal 2017].

### 2.2 Internet das Coisas

É considerada a rede de objetos físicos, dispositivos, veículos e até edifícios que sejam incorporados a algum tipo de eletrônico, *software*, sensor e conectividade de rede, permitindo assim a troca e coletada de dados entre si. Sua principal ideia é o impacto de larga escala em aspectos cotidianos e do comportamento dos potenciais usuários. Podendo ser composta em três partes principais: [Stergiou et al. 2018].

1. Os objetos (coisas).
2. As redes de comunicação que engloba a comunicação.
3. Os sistemas de computador que transmitem dados para os objetos.

Dispositivos computadorizados não tradicionais conectados à Internet, podem ser vistos como IoT, classificados de acordo com o campo de uso em sistemas pessoais, como por exemplo, sistemas pessoais, controle de transporte público ou privado, casas inteligentes, energia elétrica e construção, saúde, sistemas de infraestrutura, dentre outros [Kim et al. 2018].

### 2.3 Protocolo TCP/IP

Nas diversas áreas da Internet existem protocolos que controlam envio e recebimento de dados, dentre esses está o TCP e o IP, sendo estes dois dos mais importantes. O TCP (*Transmission Control Protocol*) é o Protocolo de controle de Transmissão, onde este provê serviços orientados a conexão em suas aplicações, sendo alguns destes a entrega garantida de mensagens da camada de aplicação a de destino e controle de fluxo. Também fragmenta mensagens longas em segmentos mais curtos, portanto, controlando congestionamento [Kurose e Ross 2013].

Já o IP (*Internet Protocol*) nada mais é que o Protocolo de Internet, este define formato de pacotes que estão no envio e recebimento entre roteadores e sistemas finais. Portanto é visto que os principais protocolos da Internet podem ser conhecidos como TCP/IP [Kurose e Ross 2013].

## 3. Trabalhos relacionados

Froiz-míguez, Fernández-caramés, Fraga-lamas e Castedo (2018) discutem em seu artigo a computação em nuvem baseada em *gateways* utilizados para troca de mensagens, focando em utilização da WiFi (IoT) e o ZigBee como comunicação para as residências inteligentes atuais. Os autores apresentam o ZiWi, um sistema de automação doméstica, ou *Home Automation System* (HAS), utilizando o Wi-Fi para a conexão com o atuador, e por meio do ZigBee conecta os sensores para enviar dados em intervalos periódicos, economizando energia. O projeto fornece a conectividade entre o usuário e os diferentes eletrodomésticos, não permitindo apenas o controle, mas também oferecendo a automação simplificada das tarefas. O protótipo do atuador foi feito com o conversor AC-DC, sensores de corrente, o LM35, o NodeMCU e módulo relé, utilizando também um separador de alumínio como isolamento de ruído, evitando possíveis ruídos gerados pela fonte de alimentação comutada. Por utilizar protocolos como MQTT, este protótipo permite a inclusão de dispositivos com recursos limitados no sistema que atuam como sensores ou atuadores, obtendo resultados positivos para trabalhos futuros e servindo como base para expansão da implementação.

Bhavna1 (2018) discute no seu artigo o papel essencial da automação residencial em que pode permitir ao usuário o controle de ambientes a partir de computadores, onde se pode atribuir ações que devem ocorrer dependendo do tempo ou de outras leituras do sensor, como luz, temperatura ou som. IoT permite o aprimoramento da rede para coleta de análise da eficiência dos dados de vários sensores e atuadores, através da rede sem fio e monitorá-los. Para o autor a Wi-Fi trabalhando juntamente com o sistema de automação, oferece várias vantagens, dentre estas custo de instalação reduzido, escalabilidade do sistema, benefícios estéticos e integração com dispositivos *mobile*, como PDAs e *smartphones*.

## 4. Resultados e discussões

### 4.1 Materiais

A comunicação entre sistemas possibilita que dispositivos troquem informações, fornecendo informações ou dispondo requisitos para o funcionamento de um recurso, as aplicações cliente-servidor, interagem nesse processo de troca de dados, o cliente realizando requisições e o servidor processando esses chamados e dispondo os recursos.

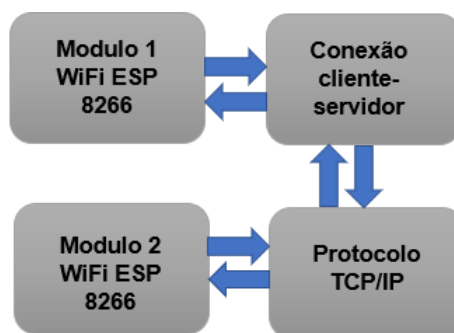
Desta forma, temos dois módulos controladores ESP8266 que serão responsáveis pela criação e configuração da aplicação cliente – servidor, um botão estará na aplicação cliente para exemplificação do acionamento de uma função e uma lâmpada estará presente no módulo servidor para que seja melhor visualizado o processo de comunicação.

Assim, uma requisição será efetuada pelo cliente e o fornecimento de um recurso será provido pelo servidor, sendo este a função de acender a lâmpada. Vale ressaltar, a presença do módulo relé interligando o circuito para que a comunicação seja efetivada entre modulo ESP8266 do servidor e a lâmpada.

### 4.2 Diagrama do sistema

Na Figura 1 é ilustrado o funcionamento básico do protótipo, em que o módulo cliente ESP8266 envia dados para o módulo servidor ESP8266, esse processo é feito pelo protocolo TCP/IP, ambos os módulos estão conectados à mesma rede Wi-Fi.

**Figura 1 - Diagrama de funcionamento interno do protótipo**

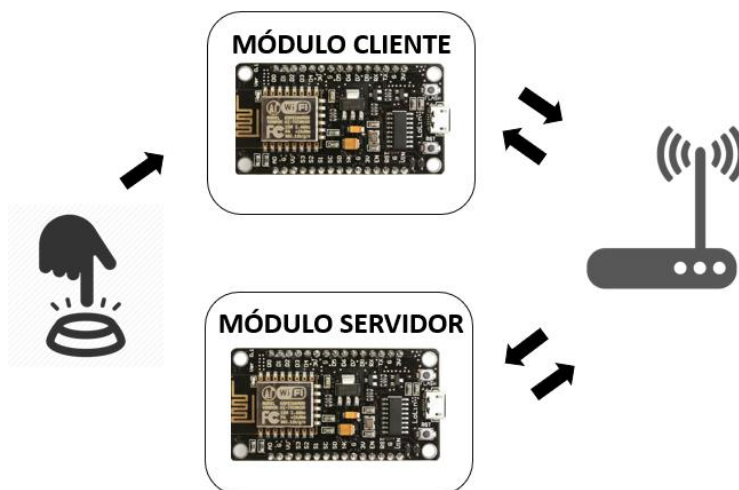


**FONTE: (AUTORIA PRÓPRIA, 2020)**

Na Figura 2 é mostrado o funcionamento geral de iteração do usuário para os módulos, em que ao apertar o botão é enviado um pacote com o dado que o módulo servidor receberá e ativará o LED após confirmação de recebimento, desta forma também exemplifica que ambos estão se comunicando pela mesma rede, recebendo e enviando dados. Também exemplificando o funcionamento do comportamento do protótipo para a devida necessidade, como por exemplo o botão seria o acionamento do sistema, e o envio sinal do módulo cliente ao módulo servidor faria o acesso e

comunicação de dados. O acendimento do LED ilustra que esse acesso foi feito corretamente e o houve uma liberação.

**Figura 2 - Diagrama de funcionamento geral do protótipo**



**FONTE: (AUTORIA PRÓPRIA, 2020)**

### **4.3 Comunicação cliente-servidor do sistema IoT**

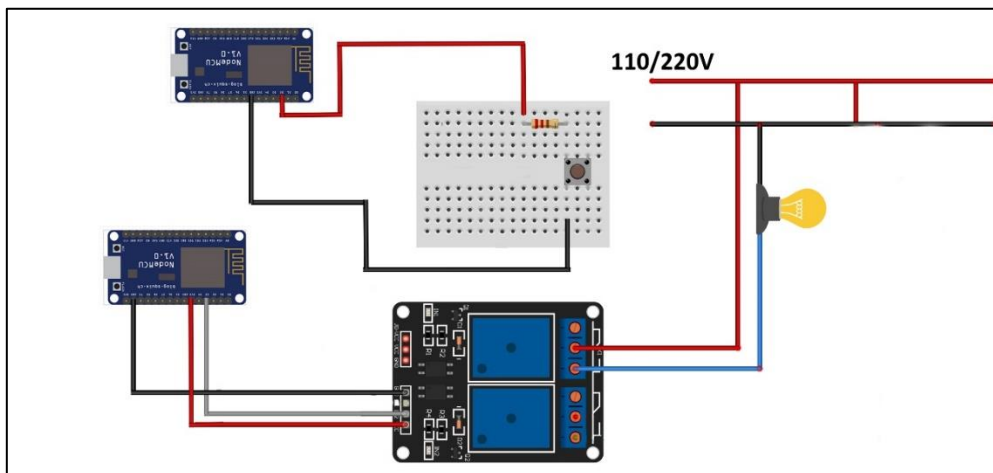
Como já mencionado, a Internet das Coisas é um conceito que se refere à interconexão digital de objetos cotidianos com a internet, processo esse que pode ser realizado com o ESP8266, pois a partir deste microcontrolador é possível efetuar a comunicação com a rede Wi-Fi de forma livre de cabos de transmissão.

O Wi-Fi pertence à classe de dispositivos de rede local sem fios baseados no padrão IEEE 802.11, onde devido flexibilidade e mobilidade é extremamente interessante para a Internet das Coisas.

Diante deste cenário, a exemplificação de um processo de comunicação e envio de informações pode ser gerado através da interação cliente – servidor. Vale ressaltar que ambos os controladores são ESP8266, dessa forma, além da redução de custo, por ser um microcontrolador de baixo valor, até mesmo comparado com outros microcontroladores.

Outros benefícios podem ser citados, como a confidencialidade e integridade, uma vez que a comunicação entre os microcontroladores se utiliza do protocolo TCP/IP, além da disponibilidade, uma vez que ambos os pontos estão em constante comunicação, contendo um fluxo permanente de dados entre os objetos.

**Figura 3 - Sketch do circuito**



FONTE: (AUTORIA PRÓPRIA, 2020)

Conforme a Figura 3, os dois ESP8266 podem funcionar como estações cliente-servidor, na qual o cliente poderá fazer requisições de um determinado recurso ao servidor. Neste modelo, temos o acionamento de um dispositivo através do cliente, sendo este exemplificado por um botão. Na ocorrência deste acionamento uma resposta é enviada ao servidor, que prontamente deve fazer a liberação de um recurso ou execução de uma tarefa, neste artigo ilustrado pelo acionamento de uma lâmpada.

A troca de informações entre os dois pontos é ininterrupta. A comunicação não ocorre apenas no momento de requisição, pois todo o processo é mantido, podendo-se observar se a conexão está presente (ou se há quedas constantes), ou ainda, se a requisição foi recebida com sucesso (envio do servidor para o cliente de confirmação).

A gama de variações e aplicações, sendo estas específicas ou conjuntas com outras já existentes é enorme, pois Internet das Coisas não se restringe a comunicação entre os dois pontos, mas sim há uma enorme variedade de objetos e funções associadas comunicando-se entre si, podendo citar como exemplo a automação residencial, a industrial (4.0), relacionada a dispositivos de controle de acesso, liberação de serviços para usuários cadastrados, entre outros.

Sendo este objetivo de interligação e comunicação, apoiado no microcontrolador ESP8266, que poderá facilitar e ser utilizado como uma ferramenta para que se atinja tais objetivos, auxiliando no processo de comunicação entre objetos, fornecendo todos os parâmetros necessários para que a comunicação segura e constante via Wi-Fi seja efetivada.

## 5. Conclusão

O processo de comunicação e interação está sempre em constante evolução. A Internet das Coisas a cada dia ganha mais espaço, tornando o processo de ligação entre objetos, máquinas e seres humanos mais presente. Com o sistema desenvolvido, é possível idealizar aplicações nos mais variados contextos, como a automação residencial, liberação de serviços para usuários e controle de acesso, além de estar presente na área industrial, como a industrial (4.0).

O sistema desenvolvido neste trabalho permite o alcance a lugares que a comunicação cabeada não poderia chegar e/ou ainda facilidade de instalação.

Percebe-se que diversas topologias podem ser configuradas, centralizadas ou descentralizadas, como a ponto a ponto, estrela, malha, barramento ou até mesmo híbrida há depender na necessidade do emprego, que pode ser desde acionamentos, identificações, liberações, aplicações com sensores, ou ainda, manuseio de dispositivos de armazenamento, tudo de forma monitorada e controlada, podendo através da comunicação de microcontroladores com acesso a rede via Wi-Fi estar em pontos distintos o processo de acionamento/liberação da estação que executará a função com maior facilidade.

Como pontos fracos do microcontrolador em específico pode-se citar a alimentação que ele fornece para outros dispositivos, sendo de apenas 3,3V, apenas 1 conversor analógico-digital o que pode dificultar a execução de alguns projetos, além disso, possui 13 pinos de entrada/saída com 9 PWM, quantidade inferior a alguns microcontroladores consolidados no mercado, como por exemplo, o Arduino uno.

Além das possibilidades de conectividades, é possível citar as vantagens relacionadas ao processo de controle e gerencia de dados, por exemplo, através da adição de sistemas webs, tanto para criação de novas funcionalidades, como para a execução de funções administrativas, podendo assim, ampliar o leque aplicações do sistema IoT.

## Referências

- BHAVNA1, Dr. Neetu Sharma2. (2018). Smart Home Automation Using IoT. International Journal Of Engineering Sciences & Research Technology, 7(5), 435–437. <http://doi.org/10.5281/zenodo.1247303>
- FERNANDES, Anamaria Coutinho et al. Sistema de aquisição de sinais ECG processado pelo LabVIEW com comunicação Wi-Fi por meio do módulo ESP8266. Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do Ifpb, [s.l.], v. 1, n. 34, p.62-68, 1 jun. 2017. Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia da Paraiba. <http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n34p62-68>.
- FROIZ-MÍGUEZ, Iván; FERNÁNDEZ-CARAMÉS, Tiago; FRAGA-LAMAS, Paula; CASTEDO, Luis. Design, Implementation and Practical Evaluation of an IoT Home Automation System for Fog Computing Applications Based on MQTT and ZigBee-WiFi Sensor Nodes. Sensors, [s.l.], v. 18, n. 8, p.2660-2702, 13 ago. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s18082660>.
- ISNIANTO, Hidayat Nur et al. Sistem Telemonitoring KWH Meter Menggunakan Modul Wi-Fi ESP8266 Berbasis Arduino Uno. Jurnal Rekayasa ElektriKa, [s.l.], v. 15, n. 1, p.25-33, 30 abr. 2019. Jurnal Rekayasa ElektriKa (JRE). <http://dx.doi.org/10.17529/jre.v15i1.12968>.
- KHALED, Ahmed E. et al. IoT-DDL—Device Description Language for the “T” in IoT. Ieee Access, [s.l.], v. 6, p.24048-24063, 2018. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/access.2018.2825295>.

- KIM, Hiun et al. IoT-TaaS: Towards a Prospective IoT Testing Framework. *Ieee Access*, [s.l.], v. 6, p.15480-15493, 2018. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/access.2018.2802489>.
- KUROSE, James F; ROSS, Keith W. *Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down*. 6.ed. São Paulo: Addison Wesley, 2013. 634p. ISBN: 9788581436777.
- RAJPUT, Shubhangini; SINGH, Surya Prakash. Identifying Industry 4.0 IoT enablers by integrated PCA-ISM-DEMATEL approach. *Management Decision*, [s.l.], v. 57, n. 8, p.1784-1817, 12 set. 2019. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/md-04-2018-0378>.
- STERGIOU, Christos et al. Secure integration of IoT and Cloud Computing. *Future Generation Computer Systems*, [s.l.], v. 78, p.964-975, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2016.11.031>.
- VIDAL, Vitor. IoT com módulo Wi-Fi Esp8266 – Básico. 2017. Disponível em: <<https://blog.eletrogate.com/iot-com-modulo-wifi-esp8266-basico/>>. Acesso em: 09 dez. 2019.