

# Sistema IoT para monitoramento e controle de irrigação

Diego L. C. Gonçalves<sup>1</sup>, Vitor V. de Moura<sup>1</sup>, Sandro C. S. Juca<sup>1</sup>, Josué B. Mota<sup>1</sup>,  
Renata I. S. Pereira<sup>2</sup>, Gilmar de P. B. Bezerra<sup>1</sup>, Jardeson de A. Arlindo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Campus Maracanaú – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do  
Estado do Ceará (IFCE)  
CEP: 61.939-140 – Maracanaú – CE – Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Elétrica – Universidade Federal do Ceará  
CEP: 60.455-760, Fortaleza-Ceará, Brasil

{zyhazz, vitorverasm, sandro.juca, josuebatistam1}@gmail.com,  
renata@dee.ufc.br, {gilmardepontes, jardesonaraujoarlindo}@hotmail.com

**Abstract.** *The present article aims to present a system developed based on the Internet of Things (IoT) principle, which consists of performing automatic irrigation, having the configuration data to control irrigation time, as well as the lower and upper limits of the percentage of moisture adjusted through a page in PHP, where it can also be done in real time monitoring the variation of humidity through a graph. The moisture data is read by a soil moisture sensor connected to a NodeMCU module that controls the drive of a 5V water pump. As a result, the pump is activated automatically when the level is below the minimum and then switch off when it exceeds the maximum.*

**Resumo.** *O presente artigo tem como objetivo apresentar um sistema desenvolvido baseado no princípio de Internet of Things (IoT), que consiste em realizar a irrigação automática, tendo os dados de configuração para controle de tempo de irrigação, assim como os limites inferiores e superiores do percentual de umidade ajustados através de uma página em PHP, onde também pode ser feito em tempo real o monitoramento da variação de umidade através de um gráfico. Os dados de umidade são lidos por um sensor de umidade do solo conectado a um módulo NodeMCU que controla o acionamento de uma bomba de água de 5V. Como resultados têm-se a ativação da bomba automaticamente quando o nível está abaixo do mínimo e o desligamento quando esta ultrapassa o máximo.*

## 1. Introdução

A placa de desenvolvimento NodeMCU conta com um microcontrolador ESP8266 e tem se tornado popular nos últimos anos [NodeMcu 2018] [Google 2018]. Esta se torna relevante devido ao fato de que em uma pequena placa estão disponíveis I/Os, regulador de tensão, interface USB para programação e conectividade WiFi caracterizando uma placa ideal para projetos envolvendo IoT [Expressif 2018].

IoT (Internet of Things) consiste em equipamentos que se conectam a outros ou a serviços pela Internet [Revell 2013]. Apesar de ter uma definição desde 1982 este só se popularizou com a difusão da Internet e com o barateamento dos computadores. Um dispositivo IoT muito conhecido é o Raspberry Pi que pode ser utilizado sem conhecimento técnico [Clive 2018].

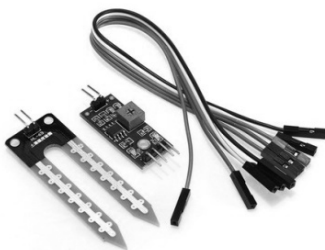
No presente trabalho foi utilizado o NodeMCU 12E programado pela IDE (Integrated Development Environment) do Arduino que é uma plataforma de desenvolvimento de software para microcontroladores livre e fácil de usar [Arduino 2016] em conjunto com um higrômetro e circuito de condicionamento de sinal baseado no amplificador operacional LM393 que são dois amplificadores operacionais de precisão e independentes em um único chip [TexasInstruments 2014] e um módulo atuador com um canal responsável por acionar a bomba d'água. O NodeMCU se conecta via Internet à uma API (*Application Programming Interface*) responsável por persistir os dados, que consiste em salvar os dados em um banco de dados para posterior consulta. O sistema conta também com uma página web capaz de realizar configurações e mostrar os dados adquiridos pelo NodeMCU.

Um sistema que implementa IoT com módulos RFID para o controle da produção em nuvem de uma fazenda é proposto em [TongKe 2013]. O projeto proposto por [Imteaj et al. 2016] implementa o monitoramento de umidade do solo, nível de água no solo e intensidade de luz utilizando Arduino e Raspberry Pi. Os dados são enviados via GSM (*Global System for Mobile Communications*) utilizando SMS (*Short Message Service*) para telefones móveis. Nesse sentido, o presente projeto propõe uma solução em baixo custo utilizando o microcontrolador ESP8266 NodeMCU que custa no mercado em torno de \$3,00 USD. O envio dos dados é feito via WiFi a um banco de dados na nuvem. O uso da rede WiFi permite que o sistema seja instalado em locais onde a rede WiFi já está disponível, sendo assim um projeto de baixa complexidade de instalação e manutenção.

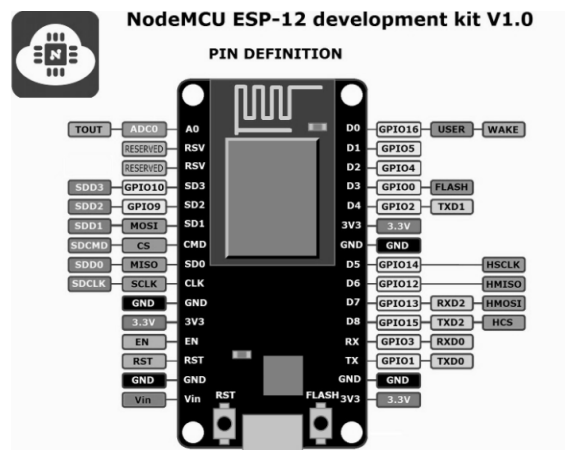
## 2. Materiais e métodos

De acordo com [Jucá and Pereira 2017] um microcontrolador é um sistema computacional completo, onde CPU (*Central Processor Unit*), RAM (*Random Access Memory*), ROM (*Read Only Memory*), pinos de I/O (*Input/Output*) e outros periféricos internos estão integrados em um mesmo componente.

O ESP8266 possui uma única porta analógica de 10 bits com faixa de tensão que varia entre 0 e 1 Volts [Expressif 2018]. O higrômetro (Figura 1) tem uma saída analógica que alterna entre 0 e 3,3 Volts o que os torna incompatíveis, contudo a placa NodeMCU (Figura 2) possui um divisor de tensão capaz de conectar essas diferentes tensões dividindo a tensão de saída do higrômetro por três tornando assim compatível com a entrada do microcontrolador.

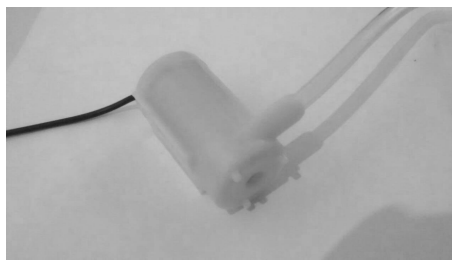


**Figura 1. Higrômetro com circuito de condicionamento baseado no LM393 [Gonçalves 2018]**



**Figura 2. Placa de desenvolvimento NodeMCU com ESP8266 [NodeMCU 2018]**

A bomba de água submersa (Figura 3) utilizada caracteriza-se por suportar tensão entre 2,5 e 6 Volts tendo um alcance máximo (Vertical) de 40 a 110cm. Oferece uma vazão de saída entre 80 e 120L/H, com diâmetro externo de 7,5 mm e diâmetro interno de 5mm. A bomba é composta por plástico injetável e sua alimentação caracteriza-se como Corrente Contínua (DC).



**Figura 3. Bomba d'água submersa [Gonçalves 2018].**

Conectado a outro pino de saída do microcontrolador, há um relé que segundo [Jucá and Pereira 2017] é um tipo interruptor acionado eletricamente que permite o isolamento elétrico de dois circuitos que quando acionado através da indução eletromagnética fecha os contatos de um interruptor. Este relé é responsável por acionar uma bomba d'água capaz de irrigar o sistema.

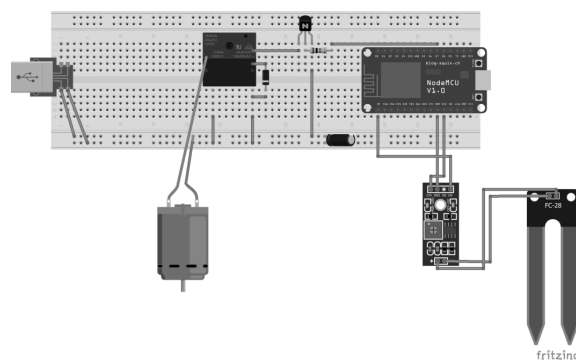
Para a transmissão de dados o ESP8266 se conecta a uma rede WiFi onde, via Internet, envia dados encapsulados em JSON que segundo [Crockford 2015] é um formato leve e de linguagem independente para troca de informações para uma página remota utilizando HTTP (Hypertext Transfer Protocol) que é o protocolo de comunicação base da Internet [Fielding et al. 1999]. A página ao receber as informações responde reconhecendo o recebimento e com os parâmetros para atuação e atualização do sistema que são: intervalo entre aferições, mínimo e máximo de umidade e atuação caso o mínimo e o máximo estejam fora da faixa definida.

A página web foi configurada com quatro seções: início, status, configurações e dados. Na página inicial há uma pequena apresentação ao sistema. Na área de status tem-se o estado da bomba e a indicação se o sistema deve ser atuado ou não. Em configurações

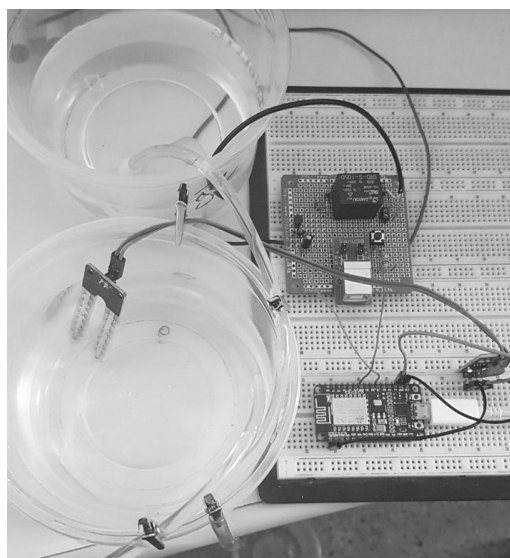
tem-se três ajustes: tempo entre aferições, valor mínimo e valor máximo de umidade desejados. Por ultimo, na área de dados tem-se o histórico de leituras do higrômetro.

### 3. Discussões e resultados

O sistema segue o seguinte ciclo: inicialmente o microcontrolador supõe um valor de 1 segundo dentre aferições e que deve atuar para manter os valores de mínimo/máximo de umidade. Então ele envia o resultado do primeiro sensoriamento para a API, onde os dados são armazenados no banco de dados e recebe como resposta os parâmetros de mínimo/máximo, intervalo de aferições e se deve atuar ou não. Com base nesses parâmetros o microcontrolador decide apenas se deve acionar a bomba. Por questões de segurança, o atuador sempre funciona caso o nível máximo de umidade seja atingido, desligando assim o bombeamento de água. O esquema elétrico (Figura 4) e uma foto dele em operação pode ser vista a seguir (Figura 5).



**Figura 4. Circuito do projeto esquematizado [Gonçalves 2018]**

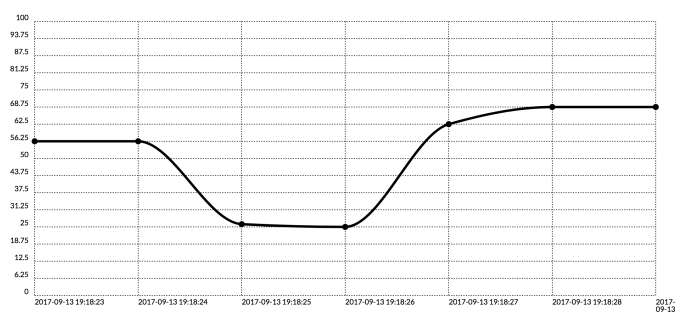


**Figura 5. Circuito completo em funcionamento [Gonçalves 2018]**

O software em execução no NodeMCU foi escrito utilizando a linguagem C criada por Dennis Ritchie nos laboratórios Bell em 1972 [Leicester 2018]. A página Web foi desenvolvida utilizando PHP, desenvolvida por Rasmus Lerdoff utilizando a própria linguagem C em 1994 [Group 2018].

Os dados são armazenados em um banco de dados MySQL, que é um banco de dados relacional de código aberto mantido pela Oracle [Oracle 2018]. Cada medição efetuada pelo microcontrolador é armazenada com informações de data e hora, facilitando assim a geração de relatórios com os dados adquiridos. Caso o ESP8266 fique sem conectividade os dados infelizmente são perdidos. Essa perda de dados pode ser vista como um espaço em branco nos relatórios. Uma solução seria armazenar os valores localmente para envio posterior [Araujo et al. 2017].

Observando o gráfico de umidade x tempo gerado pelo sistema (Figura 6) é visto que teve-se êxito ao detectar uma queda na umidade e corrigir a umidade do solo, mantendo assim um ambiente constante. Também foi relevante para análise de relatórios remotos em tempo real, permitindo assim análise remota da umidade atual e pesquisa da umidade em outros períodos, já que os dados ficam armazenados por tempo indefinidamente no banco de dados.



**Figura 6. Dados de umidade [Gonçalves 2018]**

#### 4. Conclusão

O projeto proposto foi desenvolvido a partir de uma aplicação web para monitoramento e controle de um irrigador automatizado aplicando conceitos IoT. Os dados de configuração para controle de tempo de irrigação, assim como os limites inferiores e superiores do percentual de umidade, puderam ser ajustados através de uma página desenvolvida em PHP, onde também pode ser feito o monitoramento em tempo real da variação de umidade do solo através de um gráfico com filtro ajustável de período. A bomba foi acionada automaticamente quando o nível apresentou-se abaixo do mínimo e foi desligada quando ultrapassou o limite máximo. Pretende-se em trabalhos futuros implementar o armazenamento temporário de informações no microcontrolador em caso de falha de comunicação para posterior envio, evitando assim a perda de dados. Com a finalização deste trabalho, foi possível perceber que o sistema exposto pode ser facilmente aplicado para monitoramento e controle em tempo real de irrigação de hortas, jardins, plantas ornamentais, fazendas, entre outros.

#### Referências

Araujo, P. H. M., Figueiredo, R. P., Dias, D. L., and Jucá, S. C. S. (2017). Controle de acesso RFID utilizando o princípio de Internet das Coisas. <http://www.eripi.com.br/2017/anais2016/2472/153108.pdf>. [Online; accessed 09-March-2018].

- Arduino (2016). Getting Started - Introduction. <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. [Online; accessed 09-March-2018].
- Clive (2018). Getting started with the Internet of Things - Raspberry Pi. <https://www.raspberrypi.org/blog/getting-started-with-iot/>. [Online; accessed 09-March-2018].
- Crockford, D. (2015). JSON. <https://github.com/douglascrockford/JSON-js/blob/master/README>. [Online; accessed 09-March-2018].
- Expressif (2018). Esp8266ex datasheet. [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf). [Online; accessed 09-March-2018].
- Fielding, R. et al. (1999). RFC 2616 - Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1. <https://tools.ietf.org/html/rfc2616>. [Online; accessed 09-March-2018].
- Google (2018). NodeMCU - Google Trends. <https://trends.google.com.br/trends/explore?date=today%205-y&q=nodemcu>. [Online; accessed 09-March-2018].
- Group, T. P. (2018). História do PHP. [https://secure.php.net/manual/pt\\_BR/history.php.php](https://secure.php.net/manual/pt_BR/history.php.php). [Online; accessed 09-March-2018].
- Intej, A., Rahman, T., Hossain, M. K., and Zaman, S. (2016). Iot based autonomous recipient irrigation system using raspberry pi. In *Computer and Information Technology (ICCIT), 2016 19th International Conference on*, pages 563–568. IEEE.
- Jucá, S. and Pereira, R. (2017). *Aplicações práticas de microcontroladores utilizando software livre: aprenda de forma prática a gravação wireless e via USB de microcontroladores através da ferranta SanUSB*. Imprima, 1st edition.
- Leincester, U. (2018). A Brief History of C. [https://www.le.ac.uk/users/rjm1/cotter/page\\_06.htm](https://www.le.ac.uk/users/rjm1/cotter/page_06.htm). [Online; accessed 09-March-2018].
- NodeMcu (2018). NodeMcu – An open-source firmware based on ESP8266 wifi-soc. [http://www.nodemcu.com/index\\_en.html#fr\\_54747361d775ef1a3600000f](http://www.nodemcu.com/index_en.html#fr_54747361d775ef1a3600000f). [Online; accessed 09-March-2018].
- Oracle (2018). MySQL :: About MySQL. <https://www.mysql.com/about/>. [Online; accessed 09-March-2018].
- Revell, S. (2013). Internet of Things (IoT) and Machine to Machine Communications (M2M) - Challenges and opportunities. <https://connect.innovateuk.org/documents/3077922/3726367/IoT+Challenges,%20final+paper,%20April+2013.pdf/38cc8448-6f8f-4f54-b8fd-3babad877d1a>. [Online; accessed 09-March-2018].
- TexasInstruments (2014). LMx93-N, LM2903-N Low-Power, Low-Offset Voltage, Dual Comparators. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm393-n.pdf>. [Online; accessed 09-March-2018].
- TongKe, F. (2013). Smart agriculture based on cloud computing and iot. *Journal of Convergence Information Technology*, 8(2).