

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMÁTICO USANDO TECNOLOGIAS DE INTERNET DAS COISAS

Gerônimo Barbosa Alexandre – geronimo.alexandre@garanhuns.ifpe.edu.br
Instituto Federal de Pernambuco – *Campus* Garanhuns
Rua Padre Agobar Valença, s/n
55299-390 – Garanhuns – Pernambuco

Wesley Matheus Araújo Silva – wmas@discente.ifpe.edu.br
Instituto Federal de Pernambuco – *Campus* Garanhuns
Rua Padre Agobar Valença, s/n
55299-390 – Garanhuns – Pernambuco

Tiago Eduardo da Silva – tiago.silva@garanhuns.ifpe.edu.br
Instituto Federal de Pernambuco – *Campus* Garanhuns
Rua Padre Agobar Valença, s/n
55299-390 – Garanhuns – Pernambuco

Resumo: *O objetivo do Trabalho é descrever a montagem de um sistema de irrigação automático usando o conceito de internet das coisas, o sistema é capaz de mensurar, monitorar e armazenar as variáveis físicas de decisão. A protótipo é dividido em duas parte, o hardware, composto pelo microcontrolador nodeMCU e pelos sensores de temperatura e umidade relativa do ar, nível e umidade do solo; e o software supervisorio local criado usando a ferramenta ThingSpeak. As medições climáticas foram realizadas no protótipo instalado na Cidade de Bom Conselho-PE durante 48 horas seguidas com disposição dos dados em tempo real na tela do canal. O sistema de monitoramento mostrou-se confiável e eficiente nas medições. O diferencial do sistema proposto está no baixo custo, na taxa de velocidade de uploads dos dados medidos e na replicabilidade por outras instituições de ensino e na qualidade das medições.*

Palavras-chave: *Irrigação inteligente. Umidade do solo. Baixo custo. Protótipo.*

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio é um dos mais importantes ramos da economia do nosso país, em 2018 esse setor foi responsável por cerca de 23,5% do PIB (SFAGRO, 2018), nos últimos anos esse setor tem apresentado crescimento exponencial, podemos comprovar esse crescimento pois recentemente nos tornamos o terceiro maior exportador agrícola do mundo, somos responsáveis por aproximadamente 5% de toda exportação de produtos agrícolas do mundo (ESTADÃO, 2018). Com estas expansões, aumentou-se também o consumo dos recursos naturais, como a água e recursos do solo, além do aumento da necessidade de mão-de-obra na operação de sistemas para a manutenção do cultivo.

A irrigação já está consolidada como um dos principais pilares para o sucesso no desenvolvimento da plantação, pequenos e grandes produtores sabem da importância desse recurso, porém, a maior parte dos produtores não possuem qualificação profissional no manejo dos equipamentos e conceitos sobre irrigação. Neste Projeto propõe a montagem de

um sistema de irrigação automático para cultura de folhosas, com controle do nível do reservatório e da umidade do solo da cultura.

O diferencial do Trabalho está automação do sistema, com controle do nível do caixa d'água e na irrigação da cultura baseado na leitura da umidade do solo, o funcionamento do sistema pode ser descrito como: Se o reservatório estiver cheio e a umidade do solo acima de 79%, a eletroválvula é ligada fornecendo água aos aspersores; Se umidade for igual a 77% desliga a eletroválvula; Se o sensor de nível inferior do reservatório for ativo liga a bomba d'água; Se o sensor de nível superior do reservatório for ativo desliga a bomba d'água.

O medidor conta com sistema de comunicação remota para monitoramento via *internet* o perfil das variáveis climáticas mensuradas na cultura (temperatura, umidade do ar, umidade do solo e volume do reservatório), a ferramenta utilizada foi o ThingSpeak, uma ferramenta gratuita que permite o monitoramento remoto, permite fazer estatísticas em tempo real e o acesso em qualquer lugar do mundo.

Desta forma o objetivo do Trabalho é projeto e a montagem do sistema de irrigação automático didático e de baixo custo para auxiliar inicialmente no processo de ensino-aprendizagem no Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica, após alterações no protótipo (ampliação das ações do sistema de irrigação) visa-se a possível comercialização do produto.

2 A UTILIZAÇÃO DO PROTÓTIPO NO ENSINO

Por se tratar de uma área inerentemente multidisciplinar, a automação de processos envolve conceitos e problemas de diversas áreas. Assim, o sistema de irrigação inteligente pode ser usada como ferramenta de ensino para várias disciplinas de alguns cursos de engenharia.

Na engenharia elétrica, o protótipo pode ser usada no ensino de disciplinas que abordem temas como programação de microcontroladores, medição de grandezas físicas, instrumentação inteligente, supervisão de dados, entre outros.

Nesta seção, aborda-se o uso do medidor didático como ferramenta de ensino no contexto da disciplina Microcontroladores, a qual se trata de uma disciplina obrigatória oferecida para alunos a partir da 6º Semestre do curso de graduação em engenharia elétrica do Instituto Federal de Pernambuco Campus Garanhuns.

2.1 Metodologia Empregada na Disciplina

No ensino baseado em projetos o aluno passa ser agente ativo do processo e o professor atua como um consultor, orientando o aluno nas etapas propostas, auxiliando na melhor solução e no *feedback* de informações técnicas, na gestão de tempo e na gestão dos materiais.

No início do semestre, os alunos são apresentados aos temas propostos para o projeto e a montagem dos protótipos didáticos, sendo estimulados a discutirem sobre o funcionamento de cada componente a ser utilizado. Em seguida a Turma é dividida em Grupos e por meio de sorteio, o protótipo didático a ser confeccionado é escolhido.

A partir das aulas teóricas sobre o uso e programação de microcontroladores é solicitado aos grupos o projeto do protótipo a ser confeccionado (desenhos 2D e 3D, lista de materiais, orçamento e diagramas elétricos).

Ainda na Unidade I é solicitado os testes individuais de cada componente usado e a montagem física do protótipo. Já na Unidade II é solicitado os testes do protótipo didático construído e a validação da supervisão local / remota dos dados medidos.

Há semestre letivo onde poderá haver apenas uma proposta de protótipo didático, como há semestre letivo que haverá várias propostas. No Semestre letivo 2019.1 foi proposto a

construção e a validação de um sistema de irrigação de hortaliças folhosas autônomo capaz de mandar informações sobre as condições físicas e climáticas da plantação em tempo real.

A turma foi dividida em 04 (quatro) grupos que confeccionaram quatro protótipos, dois grupos optaram pelo uso da tecnologia Bluetooth para supervisão dos dados medidos, um grupo optou pelo uso da plataforma de internet das coisas (ThingSpeak), um grupo optou pela criação de um servidor Web.

Neste Trabalho será apresentado o sistema de irrigação autônomo com supervisão de dados pela plataforma ThingSpeak desenvolvido pelo Grupo 4.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O objeto de estudo desse trabalho é a irrigação regular da cultura, no horário correto e na quantidade de água necessária para o desenvolvimento da planta independente de sua espécie. O sistema de irrigação automático projetado foi instalado na cidade de Bom Conselho - PE localizado na mesorregião do agreste Pernambucano, esse município apresenta clima semiárido e predominância de solo podzólico (SUDENE, 2018). Esse tipo de solo apresenta boa aptidão para agricultura, sendo particularmente indicado para situações em que não é possível grandes aplicações de capital para o melhoramento e a conservação do solo e das lavouras, o que é mais comum em áreas de agricultura familiar (SILVA, 2011).

O funcionamento do sistema requer o valor da umidade no solo medida pelo higrômetro, com conexão à internet para envio dos dados medidos à plataforma ThingSpeak.

O presente estudo consistiu em uma pesquisa bibliográfica e documental conforme a proposta inicial, através de livros, artigos, sites acadêmicos e especializados, no período de janeiro a abril de 2019. Após a revisão bibliográfica e o levantamento de campo, foram elaborados os desenhos e esquemas elétricos, bem como a lista de materiais do protótipo. Nas seções seguintes são descritos os materiais utilizados na montagem do medidor de energia.

2.1 Módulo NodeMCU

É um microcontrolador do fabricante chinês Espressif que inclui capacidade de comunicação por Wi-Fi. Bastante utilizado em projetos que utilizam Internet das Coisas (IoT). O Wi-Fi do módulo suporta uma taxa de 150Mbps e potência de 20,5 dBm na antena, permitindo uma ampla faixa física e conexão direta à internet, no protótipo foi utilizado o modelo ESP-12E.

2.2 Sensor Ultrassônico HC-SR04

O Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04 é capaz de medir distâncias de 2cm a 4m com ótima precisão. Este módulo possui um circuito pronto com emissor e receptor acoplados e 4 pinos (VCC, Trigger, ECHO, GND) para medição. Foi usado esse sensor para medir o volume no reservatório de água.

2.3 Relé 220 V_{CA}

É um interruptor eletromecânico. A movimentação física deste interruptor ocorre quando a corrente elétrica percorre as espiras da bobina do relé, criando assim um campo magnético que por sua vez atrai a alavanca responsável pela mudança do estado dos contatos. Será responsável pelo controle da válvula solenoide do tipo diafragma 220 V_{CA}.

2.4 Conversor de nível lógico 3,3-5v bidirecional

Esta placa é capaz de fazer um *step-down* de sinais 5V para 3,3V e também um *step-up* de sinais 3,3V para 5V (THONSEN, 2015).

2.5 Sensor de umidade do solo

Este sensor detecta as variações de umidade do solo no local onde a sonda está fixada. Trata-se de um sensor cuja resistência elétrica varia de acordo com a umidade do solo. Assim, quanto mais úmido estiver o solo, menor a resistência do sensor. Quanto mais seco, maior a resistência do sensor (BERTOLETI, 2016).

2.6 DHT11

O DHT11 é um sensor de temperatura e umidade de saída de sinal digital garantindo alta confiabilidade e estabilidade a longo prazo. O elemento sensor de temperatura é um termistor do tipo NTC e o sensor de umidade é do tipo HR202. O circuito interno faz a leitura dos sensores e se comunica a um microcontrolador através de um sinal serial de uma via (ELETROGATE, 2016).

2.7 Válvula Solenoide do Tipo Diafragma 220 V_{CA}

Esta válvula serve para controlar o fluxo de água para planta. Quando alimentada em 220V_{CA} ela permite a passagem da vazão de água, e corta o fluxo quando deixa de ser energizada.

2.8 Sensor Vertical de Nível - ON/OFF

O sensor de nível funciona como uma chave liga-desliga enviando um sinal para o microcontrolador. Será utilizado na parte inferior do tanque como mecanismo de segurança para impedir o acionamento da válvula quando não houver água suficiente.

2.9 A Plataforma ThingSpeak

O ThingSpeak é uma plataforma de análise IoT (*Internet of Things*) que permite agregar, visualizar e analisar *streams* de dados, de uma forma muito simples. Seu protocolo de comunicação é baseado em HTTP para envio de dados gerados no ESP32, Arduino ou qualquer outro dispositivo com recursos para comunicação em rede. Uma de suas grandes vantagens é a possibilidade de visualização dos dados enviados pelos dispositivos em tempo real, e também a possibilidade de analisá-los recorrendo ao MatLab, *software* interativo de alta performance voltado para o cálculo numérico.

4 O SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMÁTICO PROJETADO

O medidor experimental foi desenvolvido no Laboratório de Eletrônica e Circuitos Elétricos, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco Campus Garanhuns por um grupo de alunos do Curso de Engenharia Elétrica e instalada na cultura de hortaliças folhosas na cidade de Bom Conselho - PE. A metodologia utilizada consistiu no seguinte procedimento: (A) pesquisa de mercado e levantamento de campo; (B) Dimensionamento do sistema de tanques (desenhos 2D e 3D, esquemas elétricos, lista de

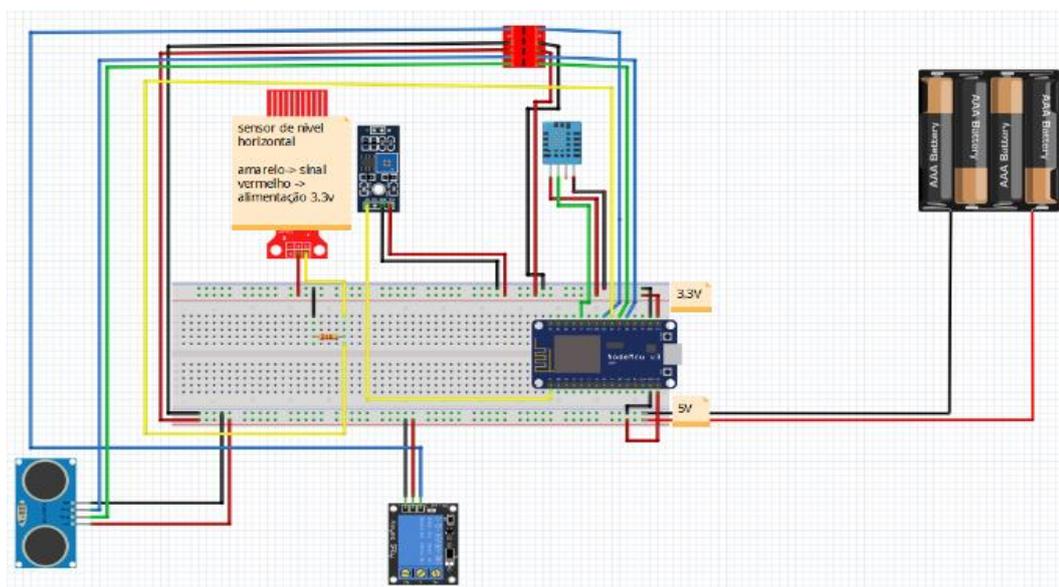
execução e lista de materiais); (C) Compra dos equipamentos e componentes; (C) Montagem física; (D) Desenvolvimento do sistema de supervisão local de dados (E) desenvolvimento da plataforma de supervisão / comando remota de dados.

Na Figura 1 é ilustrado o esquema de ligação dos sensores e atuadores ao microcontrolador, bem com a alimentação do *hardware*.

Os materiais utilizados para a montagem do protótipo somam um valor total de R\$ 130,00, o que confirma a possibilidade da criação de um sistema de irrigação automático de baixo custo, quando comparado aos sistema de irrigação comercial.

Além do protótipo desenvolvido foi confeccionado um guia descrevendo o passo-passo da programação e ligação dos sensores ao NodeMCU para uso por outros alunos e /ou Instituições de Ensino, o guia está disponível na página eletrônica do Orientador do Trabalho.

Figura 1 – Arquitetura de *hardware* e *software* do sistema de irrigação automático.



Fonte: Autores, 2019.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

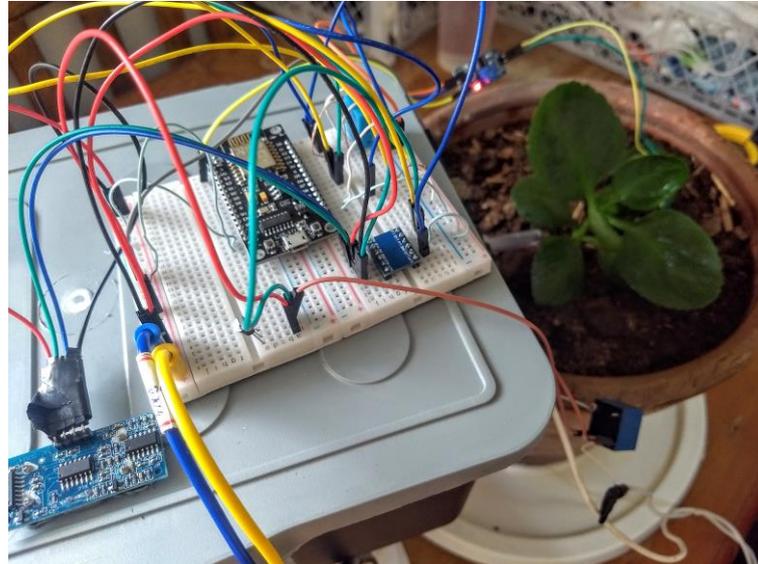
O funcionamento do sistema automático proposto é descrito pelas seguintes situações:

- (1) Volume maior que 3 litros: Sempre que o tanque estiver relativamente cheio a umidade do solo será mantida entre 75% e 80%.
- (2) Volume menor que 3 litros: A partir do momento em que o tanque estiver próximo do limite mínimo de funcionamento visando economizar água a umidade do solo será controlada entre 70% e 75%.
- (3) Volume em estado crítico: Para que não haja danos ao sistema, quando o volume do tanque atingir níveis críticos, a válvula responsável pela irrigação não será acionada e a única função do protótipo será de enviar os dados para a plataforma de supervisão remota.

Na Figura 2 é ilustrado o protótipo de irrigação inteligente projetado, o microcontrolador recebe a leitura de umidade do solo e decide o instante de tempo e quantidade de água para a cultura. Após a análise dos dados obtidos podemos comprovar a natureza semiárida do local, pois, apresenta temperaturas elevadas entre 27°C e 30°C durante o dia com significativa baixa durante a noite, quanto a umidade do ar o valor médio obtido durante um dia foi de 70%. A

umidade do solo, objeto de nosso estudo principal, ficou controlada entre 77% e 79% permitindo assim o pleno desenvolvimento da cultura.

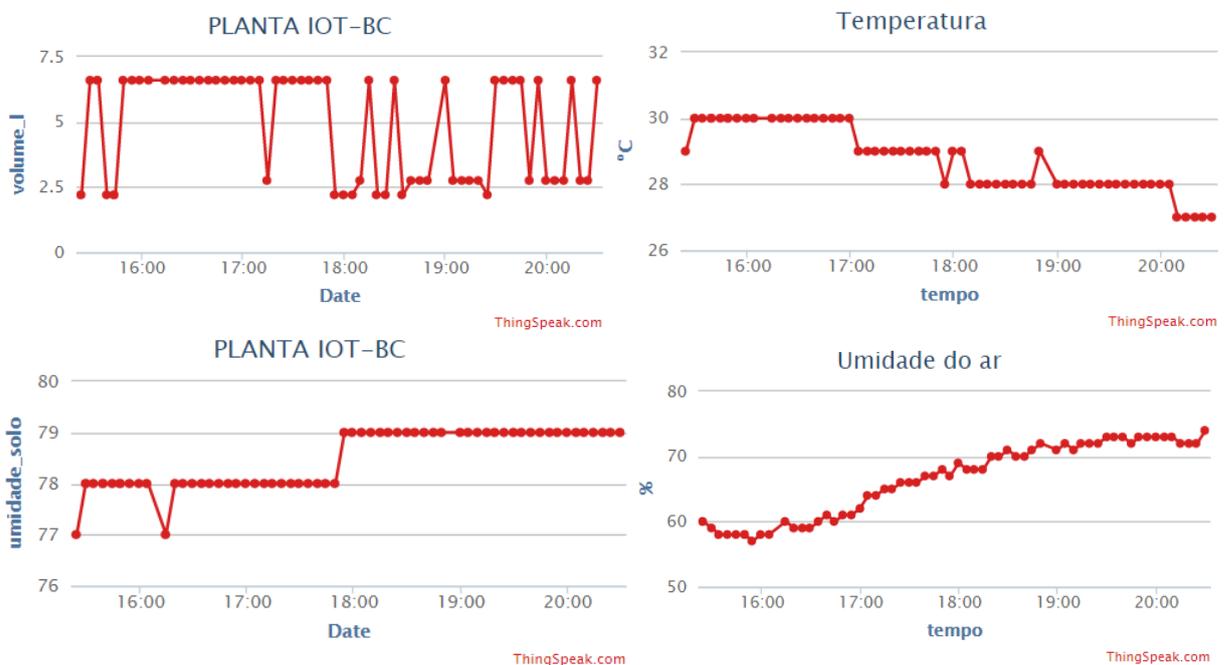
Figura 2 – Protótipo do sistema de irrigação automático montado em protoboard.



Fonte: Autores, 2019.

A Figura 3 ilustra uma visão geral do canal confeccionado usando a plataforma ThingSpeak, que recebe e disponibiliza os dados enviados pelo sistema de irrigação didático.

Figura 3 – Tela de monitoramento pela Internet.



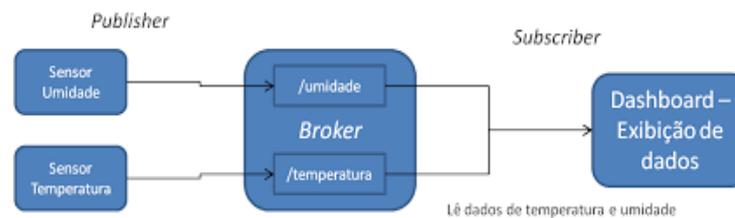
Fonte: Autores, 2019.

Esses gráficos são gerados da seguinte maneira: os sensores enviam via sinal digital ou analógico os dados obtidos para o microcontrolador que faz o processamento desses dados de acordo com o código fonte, em seguida envia via MQTT os dados processados para o canal confeccionado no ThingSpeak.

O fluxograma de dados na nuvem usando o protocolo MQTT é ilustrado na Figura 4, O Publisher do projeto será o microcontrolador nodeMCU que enviará os dados de todos os sensores, a plataforma ThingSpeak desempenhará o papel de Broker e qualquer pessoa que acessar o canal disponibilizado pelo sistema será o Subscriber.

O ThingSpeak possui apenas uma limitação: o tempo entre *upload* de dados deve ser de, no mínimo, 15 segundos. Se isso for desobedecido, os dados enviados fora deste intervalo de tempo serão ignorados ou não registrados (BERTOLETI, 2015). No experimento realizado os *uploads* foram feitos em intervalos de 60 segundos.

Figura 4 – Fluxo de dados na supervisão remota.



Fonte: Autores, 2019.

Na versão gratuita da ferramenta ThingSpeak há limitações de nove gráficos simultâneos por canal, sendo oito para as medições e o nono gráfico diz respeito ao ponto de localização do medidor (coordenadas de latitude, longitude e elevação). No canal criado existe uma seção chamada “metadata” onde é possível inserir informações que utilizem os dados medidos para gerar arquivos do tipo JSON, XML, CSV. A ferramenta permite ao administrador a inserção de um único vídeo do YouTube (por exemplo, o link no YouTube para apresentação do canal confeccionado) e a exportação do código fonte para a plataforma Github (nuvem de compartilhamento de códigos abertos na Web).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protótipo construído e validado apresentou baixo custo, dados confiáveis e precisão nas medições; sendo uma ferramenta didática de apoio ao ensino-aprendizagem no ensino da Graduação em Engenharia Elétrica. O diferencial do produto está na supervisão remota dos dados medidos e na disponibilidade das medições para qualquer usuário conectado à *internet*, seja por computadores ou dispositivos móveis. O sistema apresentou baixo custo quando comparado com os modelos comerciais, apresentando boa precisão e robustez.

Como trabalhos futuros sugere-se: (a) Construção de um banco de dados MySQL para armazenamento de uma base de dados complexa; (b) Ampliação das variáveis medidas na sistema de irrigação automático; (c) desenvolvimento de aplicativo Bluetooth / Web para monitoramento via dispositivos móveis.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal do Pernambuco Campus Garanhuns.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Livros:

Um autor:

Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). **Nova delimitação do semiárido**. Recife - PE, 2018.

Monografias, dissertações e teses:

SILVA, Henágio José da. **Brejo de Altitude do Município do Brejo da Madre de Deus -PE e a Degradação do Solo – O Caso da Comunidade do Amaro**. 2011. 109 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia), Autarquia de Ensino Superior de Belo Jardim - Faculdade de Formação de Professores, Belo Jardim, 2011.

Internet:

BERTOLETI, P. **Sensor de Umidade do Solo Higrômetro**. 2016. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-umidade-do-solo-higrometro/>. Acesso em: 09 de maio de 2019.

BERTOLETI, P. **Planta IoT com ESP8266 NodeMCU – Parte 1**. 2015. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/planta-iot-com-esp8266-nodemcu/>. Acesso em: 09 de maio de 2019.

ELETROGATE. **Módulo Sensor de Umidade e Temperatura DHT11**. 2016. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/modulo-sensor-de-umidade-e-temperatura-dht11>. Acesso em: 05 de maio de 2019.

ESTADÃO. **Brasil passa a ser 3º maior exportador agrícola, mas clima ameaça futuro**. 2018. Disponível em:

<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2018/09/globo-rural-brasil-passa-a-ser-3o-maior-exportador-agricola-mas-clima-ameaca-futuro.html>. Acesso em: 08 de maio 2019.

SFRAGO. **Brasil é o país do agronegócio, diz pesquisa**. 2018. Disponível em:

https://www.agrolink.com.br/noticias/brasil-e-o-pais-do-agronegocio--diz-pesquisa_403397.html. Acesso em: 08 de maio 2019.

SOUZA, D. M. G.; EDSON, Lobato. **Podzólicos/Argissolos**. Disponível em:

<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_97_10112005101957.html> Acesso em: 08 de maio 2019.

THONSEN, A. **Conversor de Nível Lógico 3,3-5V Bidirecional**. 2015. Disponível em:

<https://www.filipeflop.com/produto/conversor-de-nivel-logico-33-5v-bidirecional/>. Acesso em: 09 de maio de 2019.

AUTOMATIC IRRIGATION SYSTEM USING INTERNET OF THINGS TECHNOLOGIES

Abstract: *The purpose of the paper is to describe the assembly of an automatic irrigation system using the internet concept of things, the system is able to measure, monitor and store the physical decision variables. The prototype divided into two parts, the hardware, composed of the microcontroller nodeMCU and the sensors of temperature and relative humidity of the air, soil humidity and level sensor; the local supervisory software created using the ThingSpeak tool. The climate measurements performed on prototype installed in the city of Bom Conselho-PE for 48 hours straight with provision of real-time data on the channel screen. The monitoring system proved to be reliable and efficient in measurements. The differential of the proposed system is the low cost, the rate of uploads of the measured data and the replicability by other educational institutions and the quality of the measurements.*

Keywords: *Smart irrigation. Soil moisture. Low cost. Prototype.*