

A INTERNET DAS COISAS: estudo sobre a aplicação da internet em um sistema de irrigação em uma plantação de milho*

THE INTERNET OF THINGS: study on the application of the internet in an irrigation system

Leonel Azevedo Silva

Universidade Federal do Maranhão, Campus de Codó

leonelazevedo@gmail.com

Alex de Sousa Lima

Universidade Federal do Maranhão, Campus de Codó

alexlima.ufma@gmail.com

RESUMO

Este trabalho tem a finalidade de apresentar uma abordagem sobre a internet das coisas ou IoT, mostrando as novas tecnologias que possibilitam aos objetos sentir o ambiente e se comunicar. Embora tais objetos inteligentes possam interagir com humanos, interação ainda mais entre si automaticamente, atualizando-se com as tarefas do dia. A Internet das Coisas não vai apenas controlar o ligar e desligar, mas também nos permitirá identificar a necessidade de manter os objetos ligados. Podemos destacar como exemplo situações perigosas, em um caso de acidente de trânsito o automóvel discaria para o resgate agilizando o atendimento. Para fins de pesquisa foi realizada uma apresentação de um kit de irrigação desenvolvido utilizando a plataforma Arduino Uno com alunos de IFMA – Campus – Codó, na sede da UFMA – Campus – Codó, onde a maioria dos alunos envolvidos tiveram o primeiro contato com a ferramenta, de forma que o resultado foi positivo. A apresentação está disponível na biblioteca da Universidade Federal do Maranhão – Campus VII.

PALAVRAS CHAVE: Internet, IoT, automação, *Arduino*.

ABSTRACT

This paper has the purpose of presenting an approach on the internet of things or IoT, showing the new technologies that enable objects to feel the environment and communicate. Although such intelligent objects can interact with humans, they interact even more with each other automatically, updating themselves with the tasks of the day. The Internet of Things will not only control the on and off, but will also allow us to identify the need to keep the objects connected. As an example we can highlight dangerous situations, in a case of traffic accident the car would dial to the rescue speeding up the service. For research purposes a presentation was made of an irrigation kit developed using the Arduino Uno platform with IFMA - Campus - Codó students, at UFMA - Campus - Codó, where most of the students involved had the first one with the tool, So that the result was positive. The presentation is available in the library of the Federal University of Maranhão - Campus VII.

KEYWORDS: Internet, IoT, Automation, *Arduino*.

* Artigo apresentado ao curso de Licenciatura em Informática da Universidade Federal do Maranhão, Campus de Codó, como requisito para a obtenção do título de graduado em Licenciatura em Informática, sob a orientação do Professor Alex de Sousa Lima.

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade as pessoas não precisam mais de manual para utilizar a internet, pois os navegadores estão cada vez mais simples e intuitivos, facilitando a navegação nos mais diversos tipos de aparelhos. Diversas aplicações criadas principalmente para facilitar a interação entre pessoas, como o *web e-mail*, o *commerce*, buscadores, redes *wifi*, as músicas e os vídeos *on-line*, os livros eletrônicos, os *tablets*, os *smartphones* e as diversas redes sociais. Há o incremento da tecnologia de voz sobre IP, usada pelos aplicativos *Skype*, *Messenger*, *whatsApp* e outros.

Todos esses recursos podem ser utilizados em vários setores da sociedade, facilitando o cotidiano das pessoas e ainda reduzindo custos, tendo em vista que além de ser uma simples rede de computadores, a internet é uma ferramenta que conecta pessoas e comunidades. Com o advento da Internet das Coisas (*Internet of Things*, sigla em inglês) temos conexão entre vários equipamentos utilizados no nosso cotidiano, como por exemplo: relógios, fechaduras, motores de portões, lâmpadas, carros, cafeteira, etc.

A tecnologia influencia diretamente o cotidiano das cidades e das pessoas, imagine um sistema que permite regular a iluminação pública de acordo com a presença de carros ou pedestres. Pode também monitorar a distribuição de água durante a irrigação de uma plantação extensa ou de um jardim, racionando o consumo de água e energia. Praticamente todas as áreas de atividade precisam de um apoio tecnológico, e para isso dispomos no mercado de inúmeras tecnologias de baixo custo, ou seja, não precisamos dispensar grandes quantias para automatizar determinada atividade, seja ela no âmbito produtivo ou pessoal, as instituições comerciais ou produtivas, pode incorrer em prejuízos ou perda de competitividade não se adequando a esta nova realidade.

O objetivo desta pesquisa é conhecer a placa de baixo custo Arduino na versão Uno, observar sua utilização como recurso na área de monitoramento de hortas e jardins. Avaliar sua utilidade e praticidade. Compreender funções que auxiliam no controle e automação de irrigação, visando colaborar com a economia de energia elétrica, água e mão-de-obra, aumentando, assim, a qualidade e a eficiência do sistema. O estudo se faz preciso tendo em vista que segundo o relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, da Agência Nacional de Águas em 2013, no nosso país a irrigação atualmente consome 72% da água doce,

pois boa parte dos sistemas de irrigação não possui controle do uso da água para essa atividade. A viabilidade econômica do projeto também foi comprovada devido ao baixo custo de investimento, pois um kit com os componentes do arduino custa no mercado brasileiro entre duzentos e vinte reais a duzentos e cinquenta reais, custo que se torna insignificante perante a economia de energia e água obtidas e a qualidade do processo de irrigação.

2. A INTERNET DAS COISAS

O termo internet das Coisas ou IoT foi definido primeiramente por Kevin Ashton, descrevendo que os objetos do mundo físico poderiam se conectar à internet, em uma apresentação para executivos da *Procter & Gamble*, em 1999 (Ashton, 2009). Para Zambarda (2014) a limitação do tempo e das necessidades rotineiras fará com que as pessoas mudem a maneira como se conectam à internet. Segundo o autor, de posse desses registros, se conseguirá reduzir, aperfeiçoar e economizar recursos naturais e energéticos.

A IoT está se tornando cada vez mais popular, os motivos segundo Rampim (2016) são:

- Tudo pode estar conectado com baixo custo e com alta velocidade;
- Cada equipamento IoT tem uma identidade única;
- O processamento das informações está cada vez mais barato;
- A evolução dos sensores, mais baratos e miniaturizados, permitem diferentes aplicações de IoT;
- O armazenamento de informações da nuvem está mais disponível e os algoritmos de análise de dados estão cada vez mais rápidos.

Segundo Lima (2012) essas melhorias tecnológicas demandam cada vez mais dispositivos eletrônicos. Assim, os microprocessadores, aos quais os microcontroladores pertencem, têm alcançado grande desenvolvimento, pois a cada dia são criados componentes eletrônicos mais versáteis e poderosos. Sua facilidade de uso em amplas faixas de aplicações permite o projeto relativamente rápido e fácil de novos equipamentos.

Muitos produtos que utilizamos simplesmente não existiriam, ou não teriam as

mesmas funcionalidades sem um microcontrolador, um grande número de microcontroladores, integrados em diversos equipamentos, exerce um papel importante no dia a dia das pessoas. Despertar ao som de um CD Player programável, tomar café da manhã preparado por um micro-ondas digital, ir ao trabalho de carro, cuja injeção de combustível é microcontrolada, são apenas alguns exemplos.

Esta pesquisa visa mostrar a eficiência da irrigação demonstrando um manejo que aplique água apenas no momento certo e na quantidade necessária para a cultura. Conforme Coelho *et al* (2005) mundialmente, apenas 37% da água utilizada na irrigação é aproveitada pela cultura, considerando a quantidade de água retirada da fonte realmente usada pela irrigação. Grande parte dos agricultores determina a quantidade e quando se deve aplicar água na cultura de forma empírica. Se a aplicação da água fosse utilizada de forma coerente, cerca de 20% da água aplicada seria economizada, evitando o uso desnecessário afirma Lima *et al* (1999).

As principais características da internet das coisas, segundo Rampim (2016), são: a utilização de códigos bidimensionais, o Qr Code, uma tecnologia de identificação de objetos utilizando sensores para obter informações deles a qualquer hora e lugar. Toda essa usabilidade fez surgirem iniciativas para unificar a IoT envolvendo, além de aparelho de TVs, vários objetos comuns de uma casa podem se conectar à internet, geladeira, máquina de lavar, forno de micro-ondas, termostato, alarme de incêndio, sistema de som, lâmpadas entre outros.

De acordo com Alecrim (2016) a conectividade serve para que os objetos possam ficar mais eficientes ou receber atributos complementares. Sendo assim, um refrigerador com internet poderia avisar quando um alimento está perto de acabar e pesquisar na web melhores preços para aquele item. A geladeira também poderia pesquisar e exibir receitas. Algo interessante, tendo em vista dias cada vez mais curtos.

A internet das coisas não se limitou apenas em conectar os objetos, também faz com que eles coletem dados do usuário e tomem suas próprias decisões. Como exemplos podemos citar o *Nest Learning*, termostato inteligente da *Google* que controla a temperatura de ambientes. Segundo o site do fabricante o principal diferencial do aparelho da *Nest* é um sensor de temperatura conectado a uma inteligência artificial, que o permite lê a temperatura e começa a se ajustar de acordo

com seu cotidiano, o aparelho coleta os dados de horários e de temperaturas mais configurados, ou seja, quanto mais o usuário utiliza o termostato ele vai aprendendo sobre seus hábitos de temperatura de ambiente e começa a se configurar automaticamente.

Outro exemplo é o *philips hue*, que segundo definição do fabricante são lâmpadas *led* coloridas conectadas no soquete normal de lâmpada, o usuário precisa conectá-lo também a um *hub* com acesso a internet e através dele controlar todas as lâmpadas, desta forma, usando um aplicativo de celular, o usuário pode configurar como vai querer a luz do ambiente e o clima, uma notificação no seu aparelho faz com que uma lâmpada pisque com uma cor diferente.

Ultimamente têm surgido muitos produtos de internet das coisas em uma escala bem comercial tornando-a acessível a quase todo mundo, Costa (2017) cita como exemplos que o Google fabrica óculos capaz de medir sua pressão sanguínea. a Apple tem um relógio que substitui sua carteira, entre outras funções. A *Tesla* fabrica carros autônomos, uma corrida disputada também pelo *Uber*, *Google* e outros de olho no futuro do mercado automotivo.

Diante de todos os avanços abordados acima, podemos entender que a internet das coisas já é uma realidade, utilizada atualmente em diversas áreas, na atividade comercial, por exemplo, temos as etiquetas eletrônicas, mais conhecidas como etiquetas RFID, que segundo Sagula Filho (2012), são aquelas fixadas em gôndolas ou prateleiras, utilizadas para identificar o preço de produtos em livrarias, supermercados, mercearias, farmácias e lojas de departamento. Tendo como vantagens, redução das operações de impressão, fixação, reimpressão e conferência, eliminam diferenças de preços dos itens entre a prateleira e o caixa. Essas funções têm as etiquetas eletrônicas do tipo preço. As etiquetas do tipo antifurtos, são utilizadas para a detecção de produtos, protegendo-os de extravios.

Na Cês de 2012, uma feira de tecnologia realizada anualmente desde 1967 e que reúne pessoas ligadas à tecnologia, representantes do varejo, analistas financeiros, jornalistas e entusiastas para lançamentos tecnológicos, a LG apresentou uma geladeira inteligente conectada à internet e gerenciada por meio de um sistema próprio.

Toda essa evolução segue o que segundo Grehs (2016), foi pensando por Kevin Ashton, quando propôs o uso de tecnologias à cadeias logísticas, sem a

interferência rotineira do ser humano, tendo como objetivo a melhora do fluxo de produtos, com movimentações mais rápidas e eficientes. Todas essas possibilidades tornam fácil visualizar os grandes benefícios que essas aplicações podem trazer para a nossa sociedade.

2.1. O Arduino

Um sistema automatizado traz uma série de benefícios como a diminuição de erros de operação, economia de energia e recursos hídricos assim como melhorias na produção. Tendo em vista que segundo Souza (2013) o Arduino é uma plataforma de código aberto com o objetivo de auxiliar no ensino de eletrônica para estudantes. Um dos motivos da escolha desta plataforma como objeto de estudo foi por ela ter como objetivo principal segundo este autor, a criação de uma plataforma de baixo custo, para que estudantes pudessem desenvolver seus protótipos com o menor custo possível.

Segundo Thomsen (2014) o Arduino foi criado em 2005 pelos pesquisadores, Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis. O objetivo era elaborar um dispositivo que fosse ao mesmo tempo barato, funcional e de fácil programação, sendo dessa forma acessível a estudantes e projetistas amadores. Além disso, foi adotado o conceito de hardware livre, o que significa que qualquer um pode montar, modificar, melhorar e personalizar o Arduino, partindo do mesmo hardware básico, a única ressalva é que não se utilize a palavra Arduino. Daí a existência de nomes para as placas-clone como Freeduino, Roboduino etc. Mcrobert (2011) define esta plataforma como um pequeno computador com o qual se pode programar e processar entradas e saídas de dados entre os dispositivos e componentes externos conectados a ele. Esse escritor classifica o Arduino como uma plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software. Exemplo simples do uso dessa plataforma seria ligar ou desligar uma lâmpada, uma cafeteira ou uma bomba de um sistema de irrigação. Mcrobert (2011) complementa ainda que com o Arduino se pode desenvolver objetos independentes, pode-se também conecta-lo a um computador, a uma rede, e desta forma recuperar ou enviar dados para atuar sobre esses equipamentos. Ao Arduino pode se conectar LEDs, displays, botões,

motores e sensores de pressão, sensores de temperatura, sensores de umidade e outros dispositivos que possam ser controlados.

A placa pode ser alimentada pela conexão USB ou por uma fonte de alimentação externa, conforme exibido na figura abaixo:

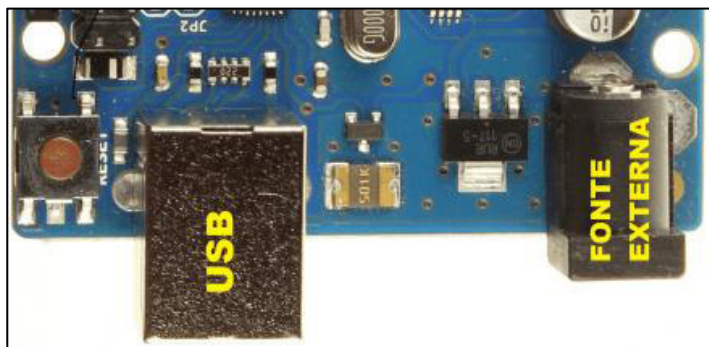


Figura 1 - Alimentação da placa Arduino UNO
Fonte: Portal Embarcados

Gouveia (2012) divide a plataforma Arduino em duas partes, a placa, ou seja, o hardware onde se trabalha para construir projetos, a parte física do Arduino. A outra parte é sua IDE, um software executado no computador, usado para programá-lo, onde é escrito o código na linguagem interpretada pelo hardware.

Gouveia (2012) descreve que em geral a placa arduino é composta por um microprocessador Atmel, um regulador de tensão, botão de reset, um plugue de alimentação, pinos conectores, e alguns LEDs para facilitar a verificação do funcionamento, uma porta USB ou serial permite conectá-lo a um PC tornando possível o upload ou recuperação de dados. A porta USB fornece alimentação enquanto estiver conectado ao computador e a tensão de alimentação quando desconectado pode variar de 7 V a 12 V, graças ao regulador presente na placa.

Segundo Sousa (2013) a carga elétrica externa é feita através do conector Jack, também conhecido como DC Power Jack, contém como função intermediar a alimentação de energia entre o carregador e o laptop, o valor de tensão da fonte externa deve estar entre os limites 6V a 20V, porém se alimentada com uma tensão abaixo de 7V, a tensão de funcionamento da placa, que no Arduino Uno é 5V, pode ficar instável e quando alimentada com tensão acima de 12V, o regulador de tensão da placa pode sobreaquecer danificando-a. Dessa forma, é recomendado para tensões de fonte externa valores de 7V a 12V.

Sousa (2013) nos mostra uma que com uma porta USB para comunicação com o computador, há na placa um microcontrolador ATMEL modelo ATMEGA16U2.

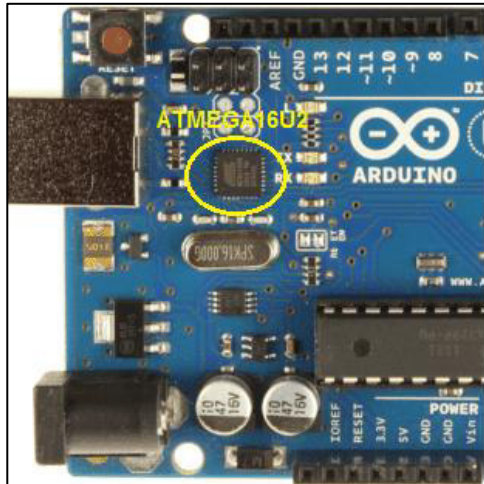


Figura 2 - Conversor USB-serial com ATmega16u2
Fonte: Portal Embarcados

De forma resumida Pflieger (2011) define o Arduino como uma plataforma open-source, ou seja, de código aberto, de protótipos eletrônicos baseados em hardware e software flexível e fácil de usar. E se destina a artistas, designers, hobbyistas, e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos.

2.2. Os microcontroladores

Conforme Denardin (2008), o mercado de microcontroladores apresenta-se em franca expansão, ampliando seu alcance principalmente em aplicações residenciais, industriais, automotivas e de telecomunicações. Ele define assim os microcontroladores:

Um sistema computacional completo, no qual estão incluídos uma CPU (Central Processor Unit), memória de dados e programa, um sistema de clock, portas de I/O (Input/Output), além de outros possíveis periféricos, tais como, módulos de temporização e conversores entre outros, integrados em um mesmo componente (DENARDIN, 2008, p.2)

Lima (2012) afirma que em sistemas digitais existem inúmeros tipos de memórias e, constantemente, novas são criadas para suprir a crescente demanda por armazenagem de informação. Basicamente, um sistema microprocessado contém duas memórias: a memória de programa, que armazenar o código a ser executado e a memória de dados, onde estes podem ser escritos e lidos.

Conforme o portal Laboratório de Garagem, tamanho e tipo de memória incluídas nos microcontroladores pode variar de acordo com o fabricante. Alguns

microcontroladores podem ter mais ou menos tipos de memórias.

As memórias existentes são: RAM (Random Access Memory), ROM (Read-Only Memory) e Híbridas (ex. Flash, NVRAM e EEPROM). Lima (2012) lembra que as memórias que eram regraváveis utilizavam raios ultravioletas para o seu apagamento e o chip possuía uma janela de quartzo para a função. Agora, utilizamos memórias de programa deletáveis eletricamente, permitindo inúmeras gravações e regravações de forma rápida. Vasconcelos (2014) explica a diferença entre os dois tipos de memória, a RAM, dispõe de maior velocidade para armazenar dados temporários, utilizados durante um processamento, um cálculo matemático, por exemplo, depois de obtido o resultado essa informação é descartada, já a memória ROM, um chip normalmente mais lento, sua função é armazenar dados fixos, que devem ficar a disposição do sistema para serem utilizados sempre que necessário. A memória RAM tem como função primordial o armazenamento dos dados enquanto ela está energizada, quando a alimentação elétrica é interrompida essas informações serão perdidas, na memória ROM tudo nela gravado se mantém mesmo quando houver o desligamento do circuito.

Segundo Lima (2012), nos microcontroladores são empregadas dois tipos de memórias regraváveis eletricamente: a memória flash EEPROM para armazenamento de dados que não devem ser perdidos. A diferença básica entre elas é que a memória flash só pode ser apagada por setores (vários bytes de uma única vez), sendo que na EEPROM, os bytes são apagados individualmente de forma mais lenta. Para a armazenagem de dados que não precisam ficar gravados após o desligamento do circuito, utiliza-se uma memória volátil, a memória RAM (Random Access Memory, memória de acesso aleatório). Em microcontroladores essa memória é fundamental para a programação, pois a maioria dos programas necessita de variáveis temporárias.

O microprocessador da intel o e4004, segundo Hexsel (2006) além das memórias RAM e ROM precisava de um registrador de deslocamento, um chip com a função de entrada e saída de dados. Gimenez (2010) explica que o foco do microprocessador é na velocidade de processamento, no caso do e4004 fazia até 1.200 cálculos por segundo e rodava a 740 kilohertz. Os microprocessadores evoluíram permitindo hoje a sua utilização em vários equipamentos em especial os computadores, possuem mais de 500 milhões de transistores internos, o intel e4004

possuía pouco mais de 2.000 transistores internos, o foco dos microprocessadores continua sendo a velocidade de processamento, os atuais fazem até centenas de milhões de cálculos por segundo e rodam a frequência acima de 2.000 gigahertz.

Segundo Gimenez (2010) os microcontroladores podem ser definidos como um computador em um só chip, ou seja, todos os componentes externos dos microprocessadores foram unificados e colocados em um único chip, sendo assim, em um microcontrolador temos: um processador, as memórias e o gerenciamento de entradas e saídas, tudo integrado em um único chip. Os microcontroladores também podem ter vários outros periféricos, como por exemplo, o conversor analógico digital, os temporizadores, comparadores de tensão, comunicação serial, usb, ethernet, protocolos de comunicação que permite interligar o microcontrolador com outros dispositivos da rede, o real time clock, o relógio com a função de manter o microcontrolador com datas e horários atualizados etc.

Os microcontroladores são sinônimos de eletrônica embarcada, aquela eletrônica que está inserida em outros equipamentos, segundo o Portal Embarcados, em uma publicação de setembro de 2013, um sistema embarcado salva vidas em marca-passos, garante a segurança dos transportes em computadores aviônicos e nos freios ABS em veículos automotores, também aproxima as pessoas através de satélites e equipamentos de telecomunicações, agrega conforto ao dia a dia com impressoras, TVs e players de mídia, e ainda deixa a nossa vida mais divertida com os consoles de games. Sistema embarcado também é aplicado em sistemas de rede elétrica, em sistemas bélicos, em reatores nucleares, enfim, eles estão presentes em quase todos os eletrônicos. Quando se fala em eletrônica embarcada, a eletrônica que está dentro de outros equipamentos como estes acima relacionados, o carro chefe são os microcontroladores, nós estamos cercados de microcontroladores, muito mais do que microprocessadores.

As principais diferenças apontadas por Gimenez (2010) entre os microprocessadores e os microcontroladores são o preço, pois os microcontroladores são mais baratos, também menos velozes, mas possui muitos recursos internos, consomem menos energia, como os microcontroladores são embarcados dentro de equipamentos e muitos deles utilizam bateria ou pilhas, o baixo consumo de carga permite a esses equipamentos maior tempo de autonomia. Segundo Lima (2014), para que o microcontrolador satisfaça as características técnicas do projeto. É fundamental levar em consideração características como,

arquitetura, consumo, periféricos, velocidade e capacidade de processamento, tamanho, encapsulamento e escalabilidade. Só para citar um exemplo de quão a arquitetura é importante, aliado a forma que o fabricante escolheu em projetar o circuito integrado, diversos microcontroladores tem um tempo alto de acesso a memória, o que penaliza seu desempenho, se comparada à velocidade de processamento matemático que o mesmo microprocessador pode ter.

3 DESAFIOS DA INTERNET DAS COISAS

A evolução da internet tem realmente muitas possibilidades promissoras, e são muito bem vindas, mas deve-se tomar certos cuidados, observando pontos importantes em relação a esse futuro, em primeiro lugar, não se pode esquecer da segurança dos dispositivos, pois já se tem muitos problemas com invasões, ataques, *spam*, vírus, etc. Todo e qualquer dispositivo conectado a rede está sujeito aos riscos de um ataque cibernético.

Eletrodomésticos inteligentes como: televisores, refrigeradores, sistemas de controle iluminação, aquecedores e condicionadores de ar, sistemas de entretenimento entre outros. Uma das facilidades da IoT é o controle da casa a partir do carro, o que evita alguns desastres, como o bolo queimar ou a sala ficar encharcada em função de uma tempestade.

O portal Ediminas S/A / Jornal Hoje em Dia, em uma reportagem de 29/09/2017, adverte que esta conectividade é uma porta aberta às vulnerabilidades, pois permite o acesso à residência e a informações pessoais e confidenciais, uma vez que não é necessário um conhecimento aprofundado para explorar o sistema, um hacker com pouca experiência pode ter acesso a todos os dados armazenados.

Agrela (2017), em reportagem publicada no site da revista exame, relata que em 21 de outubro, uma série de ataques praticamente parou a internet. O alvo era a Dyn, fornecedora de serviços de DNS para diversos sites, como Netflix, PayPal, *Twitter*, *SoundCloud* e *Spotify*. Até o jornal *The New York Times* e o site da revista *Wired* tiveram os serviços interrompidos. Os servidores afetados no ataque estavam localizados nos Estados Unidos, mas a repercussão do caso atingiu nível global. Internautas de todo o mundo ficaram sem acesso a alguns sites por conta dessa série de ataques.

Alguns desses ataques decorrem de problemas nos softwares usados nos computadores ou de más configurações nos mesmos, como já foi comentado anteriormente, pois ao conectar um aparelho na internet não se pode deixar a segurança em segundo plano. O que aconteceria se um hacker invadisse seu automóvel e acionasse os freios em uma hora indevida? Outro ponto de atenção é a privacidade, quem terá acesso aos muitos dados disponíveis sobre você? Por exemplo, você poderá compartilhar os dados de sensores que avaliam seu estado de saúde com seus médicos, mas será que você vai desejar que seu banco tenha acesso aos mesmos dados?

Recentemente foi noticiado nos veículos de comunicação uma denuncia de que a NSA, um órgão do governo norte americano estaria coletando dados sobre todos. Em reportagem ao portal G1 publicada em 02/07/2013, com o título, “Entenda o caso de Edward Snowden”, que revelou espionagem dos EUA, onde o ex-técnico da CIA, Edward Snowden, revelava detalhes de alguns dos programas de vigilância utilizado pelo governo dos EUA para espionar seu próprio povo – utilizando servidores de empresas como *Google*, *Apple* e *Facebook* – e vários países da Europa e da América Latina, entre eles o Brasil. Dentre tais ataques aos dados constava o monitoramento de conversas da então presidente Dilma Rousseff com seus principais assessores.

Certamente não se espera que o futuro se assemelhe ao filme de George Orwell (1984), onde o ditador chamado de *Big Brother* monitorava e controlava a tudo e a todos. As discussões sobre os limites da privacidade na internet já se tornou uma pauta importante, e só tende a aumentar.

O terceiro ponto de atenção é um desafio técnico relacionado à própria estrutura da internet, temos alguns bilhões de dispositivos na rede mundial, com a internet das coisas em breve serão dezenas, depois centenas de bilhões.

Os endereços IP que identificam cada um desses dispositivos de forma única não tem capacidade para todo esse crescimento, por isso a internet está em processo de transição com a implantação de uma tecnologia que substituirá o IPV4 para o novo protocolo IPV6 e essa transição está muito atrasada, já não temos mais ips versão quatro, muitos provedores estão começando a compartilhar endereços entre vários usuários simultâneos.

4 OS MODELOS DE IRRIGAÇÃO E APLICAÇÃO AO PLANTIO DE MILHO

Apesar de existirem diversos métodos de irrigação que atendem às diferentes situações, não existe um método ideal, cada condição da plantação deve ser estudada, sugerindo-se soluções em que as vantagens possam compensar as limitações naturais. Portanto, a escolha correta do método de irrigação é importante para o sucesso com a agricultura irrigada. (REIS, 2015), existem basicamente três métodos de irrigação: o de superfície, por aspersão e a localizada.

4.1. Irrigação por superfície.

A irrigação por superfície é o método mais antigo e o mais utilizado em todo o mundo, esse tipo de irrigação se faz com a aplicação de água ao solo utilizando sua superfície para o escoamento por gravidade. Civilizações como a egípcia e a chinesa já utilizavam este método, Costa & Araújo (2008). A antiga Mesopotâmia prosperou entre os Vales dos rios Tigres e Eufrates, há mais de 6000 anos, utilizando, embora de forma rudimentar, o método de irrigação por superfície (Reis, 2015).

Costa & Araújo (2008) apresenta um estudo feito por Loiola & Souza (2001) sobre irrigação no Brasil segundo o Censo Agropecuário 1995-1996, afirmando que o método de irrigação por superfície continua a ser o mais utilizado no país. Ainda conforme Loiola e Souza, o método de irrigação por superfície predomina em duas regiões – Nordeste (56,8%) e Sul (57,2%). Esse método é utilizado para irrigar cultivos em linha, exemplos de cultura que utilizam este sistema são a do arroz, café, tomate, citros e mamão entre outras culturas.

A utilização desse sistema em solos com alta capacidade de absorção não é recomendável, devido a elevadas perdas por infiltração. Em solos excessivamente impermeáveis, o problema pode ser as perdas excessivas de água por escoamento (TESTEZLAF, 2012). Entre seus efeitos positivos, estão o baixo custo de implantação, a mortalidade das ervas daninhas, pois não são plantas tolerantes a longos períodos em quantidades elevadas de água. Algumas desvantagens são que a água parada pode prejudicar as plantas, principalmente pela diminuição da respiração das raízes, este tipo de irrigação é bastante dependente da declividade do solo, ocorrem perdas de água por percolação.

4.2. Irrigação por aspersão

É uma técnica de irrigação onde a água é borrifada em forma de gotas através de um aspersor, simulando assim uma condição de chuva próxima à planta, visando suprir a necessidade de água. Pode ser fixo ou móvel. O sistema de microaspersão é composto por emissores, denominados de microaspersores, através dos quais a água é borrifada, As vazões são usualmente pequenas e mais baixas que a pressão no sistema de aspersão comum, variando de 20 a 250 l/h. (Reis, 2015).

Esse tipo de irrigação é bastante utilizado por grandes áreas de plantio, por causa da grande área atingida pelos aspersores. O sistema de irrigação por aspersão é subdividido em convencionais ou mecanizados. Os convencionais utilizam motobomba, tubulações e aspersores espalhados pela cultura, cada aspersor cobre uma área fixa ao mesmo tempo. Para o mecanizado é construído uma estrutura no qual as aspersores são montados. Essa estrutura percorre toda a cultura irrigando uniformemente (Dantas, 2016).

Os aspersores de média pressão são os mais utilizados e apresentam um raio de alcance de 12 a 36 metros. A disposição mais comum é a retangular, podendo ser quadrada ou triangular. O espaçamento de 6 metros no campo pode ser definido pelas condições de velocidade do vento, sendo na linha de 30% a 50% do diâmetro do círculo molhado e de até 65% entre linhas (Silva, 2015).

4.3. Irrigação localizada

A irrigação localizada é método onde a água é aplicada ao solo diretamente sobre a raiz da planta em pequena intensidade, porém, durante um longo período de tempo. É o setor mais promissor da irrigação, pois apresenta a maior taxa de crescimento nos países desenvolvidos, ocorrendo com base na conversão de sistemas por superfície e de aspersão comum, visando otimizar os recursos hídricos disponíveis, por exigência de políticas de gerenciamento ou redução de custos (Reis, 2015).

O site Irrigação.net na sua edição do dia 05 de abril de 2016, diz que a aplicação da água diretamente no solo de maneira regular torna o método bastante eficiente, possibilitando ao produtor alcançar uma ótima utilização dos recursos

hídricos disponíveis. Faz também a ressalva que água não irá cobrir totalmente o solo, mas apenas parte dele, se comparado com outros métodos de irrigação, como o de superfície.

Os Israelenses foram os que mais se dedicaram ao desenvolvimento e divulgação da irrigação localizada no mundo, tanto é que, das empresas existentes no mercado, as que apresentam maior diversidade de produtos são as Israelenses (FRIZZONE, 2012).

4.4. Irrigação de milho

O milho é um dos alimentos mais consumidos em todo o mundo, tanto na alimentação humana quanto na animal. Acredita-se que o cereal seja originário da região onde hoje é o México, tendo sido cultivado desde os tempos pré-colombianos (DANTAS, 2014). No Brasil, o cereal era cultivado pelos índios antes mesmo da chegada dos portugueses em 1822. A partir do cereal são fabricados inúmeros produtos, como óleo, fubá, biscoitos, pães, massas, bolachas, etc. Outro grande segmento consumidor é o de fabricação de rações animais. Na culinária, o cereal é utilizado no preparo de bolos, caldos, tortas, saladas, e vários pratos típicos, como a pamonha ou a canjica (DANTAS, 2014).

Segundo os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016), a cultura do milho atualmente esta consolidada como a segunda de maior importância para a agricultura brasileira, ficando atrás somente do arroz, constituindo um dos principais cultivos para produção de grãos a nível mundial. No Brasil, segundo dados publicados no Portal Brasil, em reportagem publicada em 11 de abril de 2017, o cultivo ocupa, em todo o território nacional, cerca de 17,1 milhões de hectares, com uma produção anual média em torno de 91,5 milhões de toneladas. Os estados onde se concentram as maiores produções são: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que respondem por cerca de 45% da produção nacional (CONAB, 2016).

Em termos de solos, algumas características físicas devem ser observadas para a escolha de um solo-adequado para a cultura. Solos de textura média, com teores de argila em torno de 30-35%, ou mesmo argilosos, com boa estrutura, como os são solos minerais, homogêneos conhecidos como Latossolos, possibilitam

drenagem adequada, apresentam boa capacidade de retenção de água e de nutrientes disponíveis às plantas, são os mais recomendados para a cultura do milho (SANS & SANTANA, 2017).

Solos excessivamente arenosos devem ser evitados, por não oferecerem quantidades necessárias de água e nutrientes, apresentam baixa capacidade de retenção de água, perdem mais água por evaporação e são geralmente mais secos. Por outro lado, solos com má drenagem não são recomendados porque o sistema radicular do milho requer boa purificação, o que não ocorre nesses tipos de solo, pois o milho não suporta solos encharcados e necessita de ventilação natural (SANS & SANTANA, 2017).

A colheita na maioria das plantações se dá entre 160 a 180 dias após a semeadura ou 90 ou 100 dias após a germinação. Mas esse tempo pode variar, principalmente em função das condições climáticas. Segundo reportagem do site Cria e Plantar, o milho deve ser colhido quando a planta estiver bem seca e os grãos não devem apresentar mais de 15% de umidade. Chovendo durante a colheita, deve-se esperar as espigas secarem na própria planta e depois reiniciar a colheita, para impedir que as espigas sejam armazenadas úmidas.

O portal Agric.com.br, o tempo da colheita está vinculado às temperaturas enfrentadas durante o seu desenvolvimento, o que é descrito pela teoria dos “graus-dia acumulados”, que é um conceito que pressupõe a existência de uma temperatura-base sob a qual a planta não se desenvolve e se, o fizer, será em taxas reduzidas. Cada grau de temperatura acima da temperatura base corresponde a um grau dia. Sendo assim, nos meses mais frios, o tempo entre o plantio e a colheita gira em torno dos 140 dias (~4,5 meses), enquanto nos meses mais quentes a colheita é mais precoce, ocorrendo em torno dos 90 dias (~3 meses) após o plantio. Já para o milho grão, o ciclo é maior até a colheita, pois se colhe somente quando o grão atinge a maturidade fisiológica.

4.5 Automatizando a plantação como Arduino Uno

O uso da tecnologia de informação de acordo com Bernardi *et al* (2014) se faz cada vez mais presente no setor agrícola, pois vários estudos visando facilitar o manejo e o aumento da produtividade no campo, o termo atualmente utilizado para denominar

este fenômeno é “agricultura de precisão”, esse termo segundo o site da Embrapa, foi no primeiro momento direcionado a máquinas agrícolas, como colheitadeiras e semeadeiras, sofisticados computadores de bordo e sistemas que possibilitam a geração de mapas de produtividade. Aprimorou-se o mapeamento da variação do solo, plantas e outros parâmetros, resultando numa aplicação otimizada de insumos, redução de custos e impactos ambientais, aumentando o retorno econômico, social e ambiental, o método de irrigação utilizado foi irrigação por gotejamento, visando à economia de energia elétrica, água e mão-de-obra.

Este artigo mostra uma solução para economizar água durante o processo de irrigação, um sistema de irrigação automatizada utilizando o microcontrolador arduino, para realizar o controle desse tipo de irrigação, é necessário a utilização de um sensor para detectar a umidade no solo. Vários sensores podem ser utilizados para esse propósito, como, por exemplo, acoplado a um display onde o usuário visualiza o nível de umidade do solo, válvulas solenoides e relés fazem a ativação e o desligamento da bomba, leds indicam o nível de umidade: vermelho para solo seco, amarelo para umidade moderada e verde para solo úmido. Desta forma o sistema é capaz de captar parâmetros de interesse no manejo e controlar os elementos de irrigação, como, por exemplo, bombas de água e válvulas, de maneira automatizada.

O Protótipo apresentado a seguir, tem como base o desenvolvido pelos alunos: Daruick Fagundes da Silva Cunha, Gabriel Resende Miranda, Marcossuel Leal de Assis, Matheus Machado De Araújo do Instituto Federal/ Campus Ituiutuba no triângulo mineiro.

A seguir temos a relação dos componentes necessários para o desenvolvimento deste protótipo.

01 x Arduino Uno R3 + cabo USB

01 x Módulo Lcd 16x2 Blue shield com botões

01 x Módulo RF Transmissor 433mhz

01 x Módulo RF Receptor 433mhz

01 x Módulo Sensor De Fluxo (vazão) De Água - (1/2")

01 x Módulo Sensor de Umidade de Solo Higrômetro Completo

01 x Módulo Shield SD Card para Arduino, Pic, Avr

01 x Módulo Enc28j60 Ethernet (controle por Rede) para Arduino, Pic, Avr

01 x Módulo Rtc Ds1307 I2c Relógio de Tempo com precisão, I2c apenas 2 fios

- 01 x Módulo Relé 2 Canais 5V Optoisolado e com Leds - controle de dispositivos 110v ou 220v
- 01 x Sensor de temperatura e Humidade DHT11
- 01 x Sensor Nível De Água Flutuante - Bóia Universal para Caixas D'Água
- 01 x Sensor Digital DS18B20 de Temperatura Tipo sonda Inox, à prova d'água -30 to 126 °C
- 02 x Sensor De Obstáculos Reflexivo Tcrt5000
- 01 x Sensor Ldr De Luz / Luminosidade Para Fotocélula com Arduino, Pic, Avr
- 01 x Teclado 4x3 Matricial de Membrana
- 01 x Protoboard 400 pontos
- 01 x Kit 20 - Breadboard Cabinhos 20cm Coloridos Jumper
- 01 x Kit 50 Resistores variados
- 01 x Kit 15 Leds Coloridos
- 01 x Buzzer
- 01 x Potenciômetro (para Controle Analógico de motores e leds)
- 06 x Chaves tateis
- 01 x Chave gangorra On/OFF

Inicialmente um sensor de umidade do solo se baseia na variação da resistência elétrica entre dois pontos do solo de acordo com a quantidade de água presente. Quanto maior a quantidade de água, menor é a resistência elétrica entre dois pontos do solo, pois a resistência elétrica do solo e a umidade são propriedades relacionadas. Essa resistência elétrica é conectada na base de um transistor, controlando a corrente de emissor do mesmo. Outro resistor fixo é colocado no coletor de forma a gerar uma tensão que é proporcional à resistência elétrica entre os dois pontos do solo que é medida pelo microcontrolador através de um conversor analógico-digital.

O sensor de umidade utiliza uma sonda que entra em contato com o solo, um pequeno módulo contendo um chip comparador LM393, ler os dados do sensor e os envia ao microcontrolador Arduino Uno. Em uma protoboard temos um led indicando se a placa está sendo alimentada corretamente, outro acende quando a saída digital for acionada, a sensibilidade do módulo é ajustada por meio de um potenciômetro existente na placa. Um código previamente desenvolvido na linguagem C ++ e enviado ao microcontrolador, recebe o valor da umidade do solo e através de válvula solenoides de 12v ativam ou desativam a bomba d'água, esse acionamento se faz

através de um relé. O microcontrolador continua monitorando a umidade e encerra o processo quando a umidade do solo desejada é atingida. O microcontrolador fornece ainda informações sobre a umidade do solo e o estado de acionamento da bomba através de um display conectado. Pode-se ainda monitorar a incidência de luminosidade, para saber se é dia ou noite, por um sensor de luminosidade.

O projeto a seguir foi baseado no desenvolvido por Adilson Thomsen, publicado no site Filipeflop em 7 de junho de 2016, são três leds que acendem conforme o nível detectado pelo sensor de umidade: vermelho para solo seco, amarelo para umidade moderada e verde para solo úmido.

O sensor de umidade do solo consiste em 2 partes: uma sonda que entra em contato com o solo, e um pequeno módulo contendo um chip comparador LM393 (datasheet), que vai ler os dados que vêm do sensor e enviá-los para o microcontrolador, no nosso caso, um Arduino Uno. Como saída, temos um pino D0, que fica em nível 0 ou 1 dependendo da umidade, e um pino de saída analógica (A0), que possibilita monitorar com maior precisão usando uma porta analógica do microcontrolador. (THOMSEN, 2016).

O funcionamento do sensor de umidade é relativamente simples. O módulo possui duas hastes com dois longos contatos cada. 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.



Figura 3 - Sensor de Umidade do Solo Higrômetro
Fonte: Portal Filipeflop

Com a saída digital(D0), o funcionamento básico é o seguinte: Quando a umidade está baixa(solo seco), a saída fica em nível alto. Do contrário(solo úmido), a saída fica em nível baixo. Um pequeno potenciômetro embutido no sensor é usado para ajustar os limites de referência. (Vidal, 2015). O módulo tem um led que indica quando a placa está sendo alimentada corretamente, outro acende quando a saída digital for acionada. A sensibilidade do módulo é ajustada por meio do potenciômetro

existente na placa. (Thomsen, 2016).

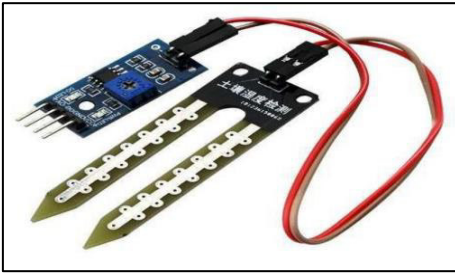


Figura 4 - Sensor de Umidade do Solo com o chip comparador ML393

Fonte: Portal Filipeflop

As conexões do sensor ao Arduino podem ser vistas no exemplo a seguir. Utilizando a porta analógica A0 do Arduino para ler os valores do pino A0 do módulo. Os leds serão ligados às portas digitais 5, 6 e 7.

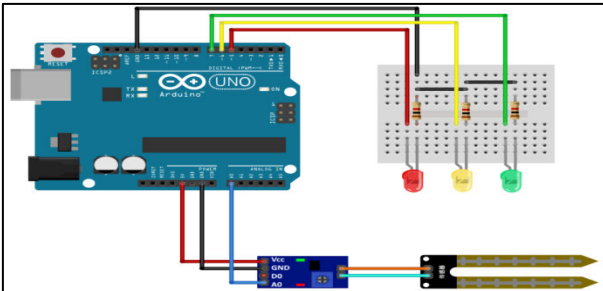


Figura 5 - Conexão do sensor ao Arduino

Fonte: Portal Filipeflop

O Arduino faz a leitura da porta analógica a cada 2 segundos, e de acordo com o valor lido acende o led correspondente à solo seco (led vermelho), solo com umidade moderada (led amarelo), ou solo úmido (led verde). O valor da porta analógica e a condição de umidade também são mostrados no serial monitor. Mas, para que isto aconteça, é preciso carregar na biblioteca do Arduino um código escrito em linguagem C ++, o código descrito abaixo foi desenvolvido por Adilson Thomsen.

```
//Programa: Monitoração de planta usando Arduino  
//Autor: FILIPEFLOP
```

```
#define pino_sinal_analogico A0  
#define pino_led_vermelho 5  
#define pino_led_amarelo 6  
#define pino_led_verde 7
```

```
int valor_analogico;  
void setup()  
{  
  Serial.begin(9600);
```

```

pinMode(pino_sinal_analogico, INPUT);
pinMode(pino_led_vermelho, OUTPUT);
pinMode(pino_led_amarelo, OUTPUT);
pinMode(pino_led_verde, OUTPUT);
}
void loop()
{
  //Le o valor do pino A0 do sensor
  valor_analogico = analogRead(pino_sinal_analogico);
  //Mostra o valor da porta analógica no serial monitor
  Serial.print("Porta analogica: ");
  Serial.print(valor_analogico);

  //Solo úmido, acende o led verde
  if (valor_analogico > 0 && valor_analogico < 400)
  {
    Serial.println(" Status: Solo umido");
    apaga leds();
    digitalWrite(pino_led_verde, HIGH);
  }

  //Solo com umidade moderada, acende led amarelo
  if (valor_analogico > 400 && valor_analogico < 800)
  {
    Serial.println(" Status: Umidade moderada");
    apaga leds();
    digitalWrite(pino_led_amarelo, HIGH);
  }

  //Solo seco, acende led vermelho
  if (valor_analogico > 800 && valor_analogico < 1024)
  {
    Serial.println(" Status: Solo seco");
    apaga leds();
    digitalWrite(pino_led_vermelho, HIGH);
  }
  delay(100);
}
void apaga leds()
{
  digitalWrite(pino_led_vermelho, LOW);
  digitalWrite(pino_led_amarelo, LOW);
  digitalWrite(pino_led_verde, LOW);
}

```

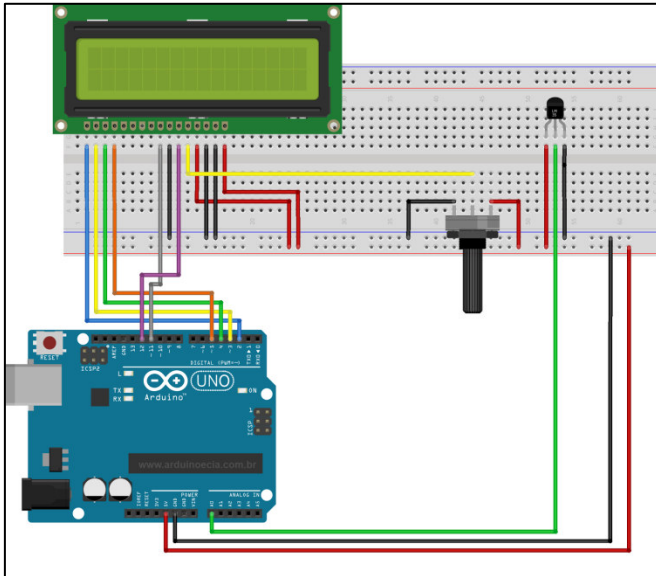


Figura 6 - Conexões com o Arduino

Fonte: Portal Arduino e Cia

4.6. Aplicação do Arduino na irrigação

O sistema de irrigação foi desenvolvido baseado em uma pesquisa de campo realizada em uma pequena propriedade rural de 8.000 m², localizada, no povoado Poraquê, Zona Rural, a seis quilômetros do centro da cidade, de Codó, Maranhão, próximo ao IFMA (Instituto Federal do Maranhão). Com uma área plantada de 5.500 mil metros quadrados de milho.

Os recursos hídricos são geridos nessa plantação de forma manual. Para o levantamento dos requisitos foram feitas entrevistas com o proprietário e funcionários.

A fim de analisar a estrutura atual do sistema foram efetuadas diversas visitas em campo, onde foram observados alguns pontos principais, como o transformador de energia monofásico de 25 kVA, e o padrão de energia com tarifa noturna onde a energia tem tarifa reduzida entre os horários de 21:30 e 6:00. Observa-se que o acionamento da motobomba é feito através de um circuito acoplador já existente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Arduino é uma plataforma criada com o objetivo de auxiliar no ensino de eletrônica, sendo assim, foi criada uma plataforma de baixo custo, acessível aos estudantes, possibilitando a eles o desenvolvimento de seus próprios protótipos

com o menor custo possível. Assim como aconteceu com o sistema operacional Linux, a criação de uma plataforma de código aberto, disponível para a comunidade ajudou muito o seu desenvolvimento.

O Arduino é formado por dois componentes principais, hardware e software. Existem atualmente diversos projetos que utilizam a plataforma Arduino, mas tendo em vista a importância da agricultura para o nosso país, pois é dela que a maior parte dos pequenos agricultores obtém seu sustento, foi abordado neste artigo a automatização de uma pequena plantação de milho, visando atender a requisitos básicos como a simplicidade, qualidade e custo acessível.

O código desenvolvido utiliza sensores capazes de realizar as medições de umidade e temperatura proporcionando as informações necessárias ao microcontrolador para ativar ou desativar a bomba de irrigação. Entende-se que a utilização do arduino num sistema de irrigação pode ajudar na economia de água e na otimização da lavoura. Essas informações são de grande importância para o pequeno agricultor, uma vez que o mesmo não precisará se deslocar até a plantação para analisar se é necessário ou não realizar a irrigação do seu cultivo.

É fundamental verificar a tensão em que será feita a ligação do motobomba que vai gerenciar a vazão da água: 110V, 220V ou 440V para motores monofásicos e 220V ou 380V para motores trifásicos, conforme a tensão disponível no local; É obrigatória a instalação de um disjuntor, relé para controle de sobrecarga e falta de fase para promover a proteção dos motores elétricos.

Este projeto pode ser aprimorado, desenvolvendo um sistema com conexões remotas via web ou mobile. Oferecendo assim ainda mais praticidade no manejo de irrigação, pode ser feita a instalação de mais sensores para que possa ser feita uma média da umidade monitorando a totalidade da área, a etapa de análise do solo que será usado é muito importante para determinar a umidade ideal para a planta, para então determinar valores para acionamento do sistema de irrigação.

Evita-se o desperdício de água checando todos os componentes da estação de bombeamento, como válvulas, conexões, tubulação e bomba. Procurar por vazamentos na tubulação também é importante para o funcionamento correto do sistema. Em sistemas automatizados, é indicado checar com frequência os dispositivos de acionamento e liberação de água estão funcionando corretamente para evitar problemas de distribuição de água.

Conclui-se que o objetivo de implementar um sistema de irrigação automatizado a custos acessíveis para os pequenos agricultores é importantíssimo para melhorar de forma significativa seu cultivo. O sistema proposto é de fácil manejo e realiza todas as funções necessárias para que o cultivo seja sempre irrigado de forma eficaz, ou seja, sem desperdícios de recursos e de forma que não haja dano à plantação.

6. REFERÊNCIAS

AGRELA, Lucas, Internet das Coisas representa um risco para toda a web. Disponível em:< <https://exame.abril.com.br/tecnologia/internet-das-coisas-representa-um-risco-para-toda-a-web>> Acessado em: 20 de nov de 2017.

ALECRIM, Emerson. O que é Internet das Coisas (Internet of Things)?. Disponível em:<<https://www.infowester.com/iot.php>> Acesso em: 05 de set de 2017.

ASHTON, Kevin. That 'Internet of Things' thing. Publicado no RFID Journal, 2009. Disponível em <<http://www.rfidjournal.com/article/view/4986>>.Acesso em 31 agosto. 2017.

AGRIC. Cultivo do milho verde. Disponível em: <http://www.agric.com.br/producoes/milho_verde.html> Acessado em 21/12/2017. www.agric.com.br

BARBIERO, A.; HEXSEL, R. (2006). Ambiente de suporte ao projeto de sistemas embarcados. In WSCAD 2006 Workshop em Sistemas Computacionais de Alto Desempenho, Ouro Preto, MG, p. 1:8.

BERNARDI, Alberto Carlos de Campus; Mendonça, João de; Resende, Álvaro Vilela de; Bassoi, Luís Henrique; Yassushi, Ricardo. Agricultura de Precisão – Resultados de um novo Olhar, Empraba, Brasília, 2014. p. 5.

COELHO, E. F.; FILHO, M. A. C.; OLIVEIRA, S. d. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. Bahia Agrícola, v. 7, n. 1, p. 57–60, 2005.

COSTA, Omarson. Como a Internet das Coisas vai "servicificar" os produtos e mudar sua vida? Disponível em:<<https://www.ecommercebrasil.com.br/artigos/como-internet-das-coisas-vai-servicificar-produtos>> Acessado em: 09 de set de 2017.

COSTA, Raimundo Nonato Távora, ARAÚJO, Danielle Ferreira de. Irrigação por Superfície, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC .2008.

CRIAR E PLANTAR. Milho. Disponível em: <<http://www.criareplantar.com.br/agricultura/lerTexto.php?categoria=46&id=674>> Acesso em: 21 de dez. 2017.

DANTAS, Tiago, Milho: Importância dos Alimentos na Saúde. Disponível em:<<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/saude-bem-estar/milho.htm>> Acessado em 15 de dez de 2017.

DANTAS, Kerley de Sousa, Automação da Irrigação: Um Sistema de Irrigação Localizada Baseado em Internet das Coisas. Universidade Federal do Ceará Campus Quixadá. Disponível em: <<http://www.repositoriobib.ufc.br/000033/00003366.pdf>> Acessado em: 12 de dez de 2017.

DENARDIN, Gustavo Weber, Microcontroladores, UTFPR — Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR, 2008. p.2.

FRIZZONE, José Antônio, Irrigação Localizada. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Folegatti/leb1571/Irrigacao%20localizada.pdf>> Acessado em: 10 de dez de 2017.

GREHS, Daniel Henrique. Sistema de irrigação doméstico baseado em Internet das coisas. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/147673>> Acessado em 18 de out. 2017.

JAMIL, G. L; PESSOA, C. R. M; GEREMIAS, T; SANTOS, P.S; ROSA, M., Análise de discurso em estudos de múltiplos casos sobre a implementação do Protocolo IPv6 nas Organizações. Disponível <www.fumec.br/revistas/eol/article/download/2961/1732> Acessado em: 18 de nov de 2017.

LIMA, Charles Borges de, AVR e Arduino: técnicas de projeto. 2. ed. – Florianópolis: Ed. dos autores, 2012.

LIMA, J.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. O estado das águas no Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica., 1999.

MANCINI, Mônica, Internet das Coisas: História, Conceitos, Aplicações e Desafios. Disponível em< <https://pmisp.org.br/documents/acervo-arquivos/241-internet-das-coisas-historia-conceitos-aplicacoes-e-desafios/file>> Acessado em: : 09 de set de 2017.

MCROBERTS, Michael, Arduino básico, Novatec Editora, São Paulo, p. 22:23, 2011.

OLIVEIRA, Sérgio de, A internet das coisas com ESP8266, ARDUINO e RASPBERRY PI, Novatec, 2017.

PENA, R. F. A. Por que no nordeste há seca? 2016. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/brasil/por-que-nordeste-seco.htm>>. Acesso em: 10 de abr de 2016.

PFLEGER, Sergio Genilson. Plataforma Robótica Genérica Baseada em Arduino. Disponível em: <<http://viplinks.com.br/apostilas/Arduino-e-aplicacoes.pdf>> Acessado em: 08 de set de 2017.

RAMPIM, Renata, Internet das Coisas Sem Mistérios: Uma nova inteligência para os negócios, Netpress Books, 2016. p. 62.

RASMUSSEN, Bruna. Conferência da LG na CES 2012. Disponível em : <<https://www.tecmundo.com.br/ces-2012/17525-resumo-conferencia-da-lg-na-ces-2012.htm>> Acessado em: 25 de set. de 2017.

REIS, Jéssica Sarto dos, Sistema de Controle Aplicado à Automação de Irrigação Agrícola. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015. p.19:25. Disponível em:<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6523/8/CP_COAUT_2015_1_05.pdf> Acessado em: 05 de dez de 2017.

RODRIGUES, Lucas; SARTORI, Eliseu; GOUVEIA, Bruno. Introdução ao Arduino. Mato Grosso do Sul: Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2012. 25 p.

SAGULA FILHO, Ronald. Entendendo as Etiquetas Eletrônicas. Disponível em: <<http://abflexo.org.br/artigo-tecnico/entendendo-as-etiquetas-eletronicas>> . Acessado em: 15 de nov 2017.

SILVA, Vital Pedro, Irrigação por Aspersão e Localizada. Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/curso1.htm>> Acessado em: 12 de dez de 2017.

SANS, Luiz Marcelo Aquiar, SANTANA, Derli Prudente. Cultivo do milho. Embrapa. Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/69840/1/Clima-solo.pdf>> Acessado em 18 de dez de 2017.

SOUZA, Fábio. Arduino UNO. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/arduino-uno>> Acessado em: 05 de set de 2017.

THOMSEN, Adilson, O que é Arduino?. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino>> Acessado em: 05 de set de 2107.

THOMSEN, Adilson, Monitore sua planta usando Arduino. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/monitore-sua-planta-usando-arduino/>> Acessado em: 09 de dez de 2107.

TESTEZLAF, Roberto, Irrigação por Superfície: Sucos – Irrigação: Técnicas, uso e impactos. Faculdade de Engenharia Agrícola/ UNICAMP. Disponível em:<https://www.agro.ufg.br/up/68/o/12_aula_sulco.pdf> Acessado em 12 de dez de 2017.

VIDAL, Vitor, Automação de sistema de irrigação: Sensor de umidade e válvula solenoide. Disponível em: <<http://blog.eletrogate.com/automacao-de-sistema-de-irrigacao-sensor-de-umidade-e-valvula-solenoide>> Acessado em: 10 de dez de 2017.

ZAMBARDA, Pedro. 'Internet das Coisas': entenda o conceito e o que muda com a tecnologia. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/08/internet-das-coisas-entenda-o-conceito-e-o-que-muda-com-tecnologia.html>>. Acessado em: 20 de set. de 2017.