

CENTRO UNIVERSITÁRIO ADVENTISTA DE SÃO PAULO  
CAMPUS SÃO PAULO

EZEQUIEL MANUEL MXUITO

**IoT COMO PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO DE PIVÔ E CANAIS DE  
IRRIGAÇÃO PARA AGRICULTURA INTELIGENTE**

SÃO PAULO  
2017

EZEQUIEL MANUEL MUXITO

**IoT COMO PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO DE UM PIVÔ DE IRRIGAÇÃO PARA  
AGRICULTURA INTELIGENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso do Centro  
Universitário Adventista de São Paulo do  
curso de Bacharelado em Ciência da  
Computação, sob orientação do prof. Ms.  
André Marcos Silva.

SÃO PAULO

2017

Trabalho de Conclusão de Curso do Centro Universitário Adventista de São Paulo, do curso de Bacharelado em Ciência da Computação apresentado e aprovado em (dia) de (mês) de (ano).

---

Prof. Me. André Marcos Silva

---

Colocar aqui o nome do segundo leitor e assinar na linha acima

---

Colocar aqui o nome do segundo leitor e assinar na linha acima

Quero de uma maneira exclusivo dedicar o presente trabalho ao meu mentor, irmão Ernesto Muxito, pelo esforço empreendido na minha formação pessoal e profissional, o qual sem ele não estaria em uma universidade. A minha mãe Sra. Madalena João, Hélder Muxito (irmão), Domingas, Constância e Fátima Muxito (irmãs) dedico.

Aos meus sobrinhos por me terem como alguém exemplar e um modelo a seguir.

## **AGRADECIMENTOS**

- Dirijo minha profunda gratidão ao trono da graça, ao intercessor senhor todo poderoso, pelo dom da vida concedido, pelo conhecimento, pelas janelas de bênçãos aberto a mim e a minha família.
- Os meus votos de gratidão são extensivos também ao Centro Universitário Adventista de São Paulo, UNASP-SP pela grande oportunidade de fazer parte da história como um dos seus estudantes, me sinto lisonjeados e horado em fazer parte desse histórico acadêmico.
- Ao meu orientador Prof. Ms. André Marcos Silvas grato profundamente pela amizade, pelos sábios conhecimentos transmitido a mim, pela paciência e disponibilidade em me orientar.
- A minha família sou infinitamente grato, pelo amor e carinho, por tudo que fizeram e fazem para minha educação, me tornando homem melhor para servir a sociedade.
- Ao meu amigo, a quem levo em grande consideram de irmão José Américo dos Santos Barbosa pela compreensão nos mementos de estudos e trabalhos, por estender a mão no meio a tanta dificuldade e me dar coragem de continuar lutando até ao fim da minha formação, minha profunda gratidão. Aos meus colegas e professores muito obrigado por serem parte dos quatros anos de experiências.

Ser vencedor é correr pelos sonhos, sabendo que haverá quedas fortes, momentos desafiadores, mas melhor do que estar estagnado é levantar e coxear até chegar no destino.

*Autor*

Criamos nosso próprio destino pela maneira com a qual fazemos as coisas. Temos que aproveitar as oportunidades e sermos responsáveis pelas nossas escolhas.

*Bem Carson*

## RESUMO

Há uma presença iminente da tecnologia no mundo, a internet das coisas, ou simplesmente chamada de IoT, mudará tudo inclusive a nós mesmo. Isso pode parecer uma afirmação precipitada, mas considerando o impacto que a internet já teve na educação, nos negócios, na medicina, na agricultura, na comunicação e nos governos. Claramente a internet é uma das mais importantes e poderosas criações já feitas na história da humanidade. No que vemos a interação do IoT na indústria e na agricultura tem um papel significativo, a proposta de tornar automático as matérias de irrigação (pivôs), nos levanta a um quadro problemático claro e que precisa pesquisa, atenção e uma proposta de solução. Neste contexto este trabalho apresenta a importância de automatizar e tornar inteligente pivô de irrigação para agricultura de precisão, na visão da nova era tecnologia “era da internet das coisas”. Para um estudo completo do assunto, e tornar eficiente a proposta de solução, este trabalho de pesquisa científico, propõe pesquisar e compreender o conceito de sistema de irrigação, plataforma Arduino e uso de sensores para monitoramento de grandezas físicas. Com intuito de unir os conceitos estudados e desenvolver um protótipo de um sistema de irrigação inteligente “usando plataforma Arduino”, podendo assim construir um produto preciso.

Palavras-Chave: Internet das Coisas; Agricultura Inteligente; Arduino;

## ABSTRACT

The abstract should consist of a sequence of sentences and concise statements. Start with a meaningful phrase, explaining the theme and the problem, then bounce the general purpose, method, results and conclusion. Remember that the work will initially be known for writing short here, so it should be trusted to work. Note that there is no opening paragraph. The space between the lines is simple (1.0 cm) than the spacing between lines of body text (1.5 cm). After the end of the abstract double-space and type the keywords, which should be representative of the document content and extracted from within this summary. Write three to six key words, with the first letter capitalized and separated by a colon and semicolon, so that readers are unaware of what was the research.

Keywords: Overview, Trusted, Research.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ILUSTRAÇÃO 1 - TÍTULO .....	00
ILUSTRAÇÃO 2 - TÍTULO .....	00
ILUSTRAÇÃO 3 - TÍTULO .....	00
ILUSTRAÇÃO 4 - TÍTULO .....	00

A lista de ilustração constará no pré-texto quando houver duas ou mais ilustrações dentro do corpo do trabalho. Só uma ilustração não precisa fazer lista e esta página será retirada do pré-texto. Exemplos de ilustrações: fotos, gravuras, desenhos, etc.

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 1 - TÍTULO .....</b>	<b>00</b>
<b>GRÁFICO 2 - TÍTULO .....</b>	<b>00</b>
<b>GRÁFICO 3 - TÍTULO .....</b>	<b>00</b>
<b>GRÁFICO 4 - TÍTULO .....</b>	<b>00</b>

A lista de gráficos constará no pré-texto quando houver dois ou mais gráficos dentro do corpo do trabalho. Só um gráfico não precisa fazer lista e esta página será retirada do pré-texto.

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1- TÍTULO .....</b>	<b>00</b>
<b>TABELA 2- TÍTULO .....</b>	<b>00</b>
<b>TABELA 3- TÍTULO .....</b>	<b>00</b>
<b>TABELA 4- TÍTULO .....</b>	<b>00</b>

A lista de tabela constará no pré-texto quando houver duas ou mais tabelas dentro do corpo do trabalho. Só uma tabela não precisa fazer lista e esta página será retirada do pré-texto.

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS OU TERMOS OPERACIONAIS

**IoT** – Internet of Things (em Português: Internet das Coisas)

**HVAC** - Heating, Ventilating and Air Conditioning (em Português: Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado)



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>00</b>
<b>2 METODOLOGIA .....</b>	<b>00</b>
<b>3 DESENVOLVIMENTO – MONOGRAFIA.....</b>	<b>00</b>
<b>3.1Internet das Coisas.....</b>	<b>00</b>
<b>3.2Agricultura de Precisão (Inteligente) .....</b>	<b>00</b>
<b>3.3Etapas da monografia .....</b>	<b>00</b>
<b>3.4Construção dos capítulos .....</b>	<b>00</b>
<b>3.5Coleta de dados .....</b>	<b>00</b>
<b>3.6Resultados .....</b>	<b>00</b>
<b>3.7Apresentação de dados .....</b>	<b>00</b>
<b>3.7.1.....</b>	<b>Ta</b>
<b>    belas .....</b>	<b>00</b>
<b>3.7.2.....</b>	<b>Qu</b>
<b>    adros .....</b>	<b>00</b>
<b>3.7.3.....</b>	<b>Gr</b>
<b>    áficos.....</b>	<b>00</b>
<b>3.7.4.....</b>	<b>Fi</b>
<b>    gura .....</b>	<b>00</b>
<b>3.8 Discussão.....</b>	<b>00</b>
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>00</b>
<b>5 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>00</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>00</b>

### Observações:

- Este sumário não apresenta a numeração da página depois da linha pontilhada para não causar confusão com a numeração do manual;
- O Apêndice e o Anexo serão exemplificados no final do manual e não ao final de cada modalidade, porém quando forem ser usados na construção do TCC, eles seguirão a finalização da modalidade desenvolvida sem numeração seqüencial das outras etapas.
- Não esquecer de sempre, nos fechamentos das versões, atualizar a listagem do sumário.

## 1 INTRODUÇÃO

A série futurista, denominada família do futuro “Os Jatsons” produzida pela Hanna-Barbera, exibido originalmente pela TV americana em 1962 a 1963, e no Brasil pela TV Excelsior e pela SBT, já induzia nas pessoas um imaginário de um futuro moderno e, mas automático, carros voados, trabalhos automatizados, cidades suspensas, robôs inteligentes que criam coisas, casas totalmente automatizadas, onde os personagens, com simples clique no botão ou com controle de voz acionavam as funcionalidades dos dispositivos. Na época, fato igual parecia ser impossível ou até mesmo inimaginável, mas essa realidade não está tão longe de ser visto, na internet das coisas, onde aplicações desenvolvidas para máquinas acionam outros dispositivos, sem a intervenção dos seres humanos, o tráfego de grandessíssimos volumes de dados significativos na internet se torna na responsabilidade do IoT.

Este trabalho faz uma introdução ao conceito de IoT como uma área em constante crescimento e cada vez mais aplicada no dia a dia das pessoas. A Internet das Coisas, ou simplesmente chamada de IoT vem mudando a forma na qual a computação e, principalmente, a automação vem mudando a rotinas das atividades diárias. Porém ainda que timidamente, estas tecnologias já vêm impactando em áreas como a educação, negócios, medicina, comunicação, governos, e na agricultura.

## 2 JUSTIFICATIVA (OU PROBLEMA)

O incremento esperado na utilização de softwares para controlar e automatizar pivôs de irrigação junto aos controles programáveis de rede sem fios, há pouca observância, o que aumenta a necessidade e eficiência de uso de softwares capazes em controlar uma grande rede de materiais agrícola de irrigação, a traves de uma central de controle de dispositivos elétricos (computadores). Três fatos contribuem para o estado de melhoria deste quadro problemático na proposta de novas soluções. (i) controle total de todos os materiais agrícolas, e o seu funcionamento cronometrado. (ii) eficiências nas funcionalidades inteligente das matérias agrícolas nos campos de produções. (iii) facilidade em monitorar e manusear os pivôs já automatizado e controlado por softwares capazes.

Sublinhamos que haverá grande facilidade de os sistemas de irrigação, pivô central em que é possível variar a pressão de água aplicado em função de atividade do solo em produção, tal como da lâmina de água em uma umidade do solo, mantendo-se constante a lâmina de água aplicado na cultura de irrigação, que se deve obrigatoriamente manter-se ao nível da pressão de água superior ao da válvula reguladora dos aspersores. O desejo em tornar tais atividade simplificada com novas propostas tecnológicas estudadas e apresentadas neste trabalho, fazendo mais inteligente os pivôs de irrigação através de novas tecnologias computacionais testado por meio de plataforma Arduino que desenvolveremos como protótipo para testar nossa nova proposta de solução, nos motivou a estudar e apresentar soluções eficientes e eficaz, capaz de resolver diversos problemas enfrentados nos campos agrícolas, onde por um horário programado e cronometrado será possível irrigar largos metros de plantações, tornando assim as atividades dos agricultores mas simplificado, seguro e barato. Pondo em conta o quanto custa a contratação de vários funcionários para manusearem os matérias (pivôs de irrigação).

## OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo estudo do impacto do IoT nas sociedades. Em especial tem como foco principal o estudo da IoT e suas aplicações na área que envolve agricultura inteligente. Fazendo uso da tecnologia no controle de sistemas de irrigação automatizada para agricultura de precisão. Como validação desta proposta espera-se desenvolver um protótipo baseado em uma plataforma Arduino para simular e testar o comportamento do pivô nas novas soluções tecnológicas de IoT.

Como objetivos específicos esta pesquisa ainda propõe apresentar:

- a. O impacto do IoT nas sociedades e a sua resolução futura nos problemas de vivências das sociedades,
- b. Apresentar o contexto atual de inserção da IoT no contexto de agricultura e as tendências futuras quanto ao uso de Arduino para automatização de processos nas áreas de agronegócio.





### 3 METODOLOGIA

Como metodologia de trabalho este projeto envolve pesquisas em bibliografias especializadas na área de IoT. Também serão considerados trabalhos correlatos na área de automação por dispositivos Arduino.

Como atividade prática este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema de automação para pivô de irrigação (SAPI). Este sistema conta com o desenvolvimento de dois ambientes: o ambiente eletrônico a partir da plataforma Arduino, com componentes preciso para seu funcionamento completo; e o ambiente de controle funcional, que é baseado em um sistema de controle web (WebService).

Esta proposta é voltada a atender problemas, desafios e necessidades reais de produtores agrícolas. Tal colaboração será possível a partir de parcerias de pesquisas junto empresas de tecnologia atuante no mercado angolano, que permitirá, além de outros benefícios, a possibilidade de um ambiente de estudo de caso para levantamento de requisitos, orientações especializadas e laboratório para testes do protótipo construído.



## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 5.1 Internet das Coisas

É importante lembrarmos as raízes do IoT, rastreando a sua origem até o MIT (Massachusetts Institute of Technology), do trabalho até o Auto-ID Center, fundado em 1999. Esse grupo estava trabalhando no campo de identificação de frequência de rádio em rede (RFID) e tecnologia de sensores emergente. Os laboratórios encontravam-se em sete universidades de pesquisa em quatro continentes. Essas instituições foram escolhidas pela Auto-ID Center para projetar a arquitetura do IoT. Dando assim uma iluminação de um futuro totalmente interativo entre as coisas.

Segundo a (Cisco IBSG-2011), em 2003 havia aproximadamente 6,3 bilhões de pessoas no planeta e 500 milhões de dispositivos conectados a internet. Dividindo o número de dispositivos conectados a internet por número de população mundial, descobriu-se que havia menos de (0,8) dispositivo por pessoas. Número que indicou a inexistência do IoT em 2003, porque o número de itens conectados era relativamente baixo considerando que os dispositivos ubíquos, como smartphones, estavam sendo apresentados. Já em 2010, com a popularização dos smartphones e tablets levou o número de dispositivos conectados à internet até 12,5 bilhões, à medida em que a população mundial chegou a 6,8 bilhões, tornando o número de dispositivos conectado por pessoa superior a (1,84) pela primeira vez na história da humanidade.

A internet das coisas, representa o conceito de uma rede que conecta objetos físicos (células, carros, computadores, eletrodomésticos, roupas, equipamentos médicos, edifícios etc.) tudo que possuem sensores capaz de coletarem e compartilharem informações com outros dispostos.

O conceito criando como protocolo para um futuro, mas moderno onde dispositivos diferentes compartilham informações, a definição da internet das coisas, não se pode propor como uma tecnologia única, na verdade, há uma gama de fatos que contribuem e determinam como o conceito é constituído. Três componentes precisam serem combinados para que existem uma aplicação IoT: IoT como

dispositivos, IoT como redes e IoT como sistema de controle.

**IoT como dispositivos:** É uma vasta listagem de dispositivos. Eles vão de domésticos, hospitalares, agrícolas etc., sejam eles itens inteligentes grandes como carros, grandes computadores, aviões, navios, geladeiras, a dispositivos pequenos como, celulares, notebooks, desktops, lâmpas e relógios. Desde que esses itens sejam equipados com elementos certos para proporcionar intercomunicação: Chips, sensores, antenas etc. Com essa visão, as indústrias trabalham para disponibilizarem componentes específicos para IoT. Nos dias de hoje, já contamos com chips e sensores minúsculos que, além de provarem e facilitarem os recursos de comunicação e monitoramento, consomem pouca energia elétrica, fato que os torna ideias para uso nos pequenos dispositivos.

**IoT como redes:** IoT é composto por uma vasta coleção de redes diferentes de criação para determinar finalidade. Tecnologias como wi-fi, bluetooth, NFC, embora tais tecnologias oferecem alcance limitado, podem ser usadas na internet das coisas. Como determinadas aplicações precisam de mais alcance IoT se amplia em usar as redes móveis: 3G, 4G ou LTE.

As redes são as bases de toda evolução do IoT, fazendo possível as conexões. Em um cenário onde a transação de dados é tão elevada a necessidades que os dispositivos se conectam e comunicam-se por meio do endereço IPv6 que possuem maior gama de serviços prestados através da internet. Por exemplo, os carros atuais têm várias redes para controlar suas funcionalidades do motor, sensores de combustível e de temperatura, sistema de comunicação, recurso de segurança etc., os edifícios comerciais e residenciais também possuem seus equipamentos. Sistemas de segurança, (câmeras de vigilância, controles de incêndios, controle de ar-condicionado (HVAC)), iluminação, serviços telefônicos. À medida que IoT evolui, essas redes e outras vão se conectando com, mas viabilidade e segurança e melhor gerenciamento, permitindo que o IoT se torne cada vez, mais poderoso em relação ao que pode fazer para ajudar as sociedades nas novas soluções.

**IoT como sistema de controle:** Não basta só que os dispositivos se conectem à internet ou que compartilhem informações uns com os outros, esses dados precisam ser processados, ou seja devem haver um sistema que os possa

trata-los. Imaginamos em uma casa totalmente automatizado, com sensores de temperatura e ambiente, monitores de segurança, alarme contra incêndios, gerenciamento de iluminação integrado, aparelhos de ar-condicionado, dados da câmera e outros itens, esses dados são enviados a um sistema que controla cada aspecto dos dispositivos. Esse sistema pode estar em um servidor na nuvem, o que torna o sistema inteligente garantido ao proprietário acesso a qualquer lugar, deixando o dono da casa livre de atualizar os dados.

### **Ubiquidade IPv4 vs IPv6**

O protocolo IP é um dos principais dentre muitos protocolos que direcionam o funcionamento da internet, as redes são conhecidas pelo nome de um desse conjunto de protocolos, endereço IP. É o elemento responsável por endereçamento e encaminhamentos dos pacotes que trafegam na rede mundial. O endereço IPv4 que possui 34 bits de endereçamento, isso equivalente a 4 bilhões de endereços aproximadamente conectados na internet. Com o número elevado de dispositivos conectados, como relógios, celulares, notebooks etc., há esgotamento na quantidade de endereços oferecidos pela versão 4 do IP. Como solução a imigração para endereço IP versão 6 (IPv6), que possui número maior de endereçamento de 128 bits, que possibilita  $3,4 \times 10^{38}$  decilhões de IPs, essa alternativa consistente pode levar a continuo crescimento da rede. PIERINI (2014).

O endereço IPv6 facilita o gerenciamento de redes devido ao recurso de autoconfiguração e oferece recursos de segurança aprimorados. Numa era onde tudo se conecta, compartilham informações, a não preocupação de estourar endereços é um grande avanço.

Segundo MELO (2012), O IPv4 se esgotou e o IPv6 resolve o problema ampliando exponencialmente as possibilidades de conexão. Com isso, também expande a mobilidade e abre uma ampla gama de oportunidades para novos serviços, aumentando a demanda por profissionais especializados. Por isso, podemos afirmar com segurança: uma nova era de possibilidades já começou, e o momento do IPv6 é agora.

#### **5.1.2 O impacto do IoT**

A forte aumento considerável e disponível de dados processados com o surgimento do IoT, em muitos sectores do saber ou das ciências é notável a sua interação. Quanto mais dados são criados, mais conhecimento e sabedoria as pessoas obtém.

Isso juntamente com a capacidade da internet de comunicar esses dados, permitindo que as áreas das ciências avancem significativamente. Ao combinar a capacidade da evolução do IoT para sentir, coletar, distribuir, analisar e transmitir dados em grandes escala, vários sectores sofrem mudanças significativas.

- **IoT na Agricultura:** É uma presença indispensável no sector agrícola, o IoT se interage em diversas formas e meio de tornar as ações agrícolas possíveis e, mas fáceis. Hoje, sensores de umidade, temperatura, chuva, mapeamento de campos por meio de drones são conectados a internet para informar o quadro produtivo dos campos agrícolas.

Segundo a (Cisco IBSG<sup>1</sup>-2011), no artigo “Internet of things IoT IBSG ” um relatório especial da The Economist intitulado “Augmented Business” descreve como as vacas serão monitoradas. Uma empresa Holandesa nova, implementa sensores nas orelhas dos gados. Isso permite com que os fazendeiros monitorem a saúde das vacas, e acompanhem seus movimentos, garantindo um suprimento maior e mais saudável de carne para o consumo. Em média cada animal gera cerca de 200 megabytes de informações por ano.

- **IoT na Medicina:** Na medicina, dispositivos conectados a internet são postos nos corpos dos pacientes para ajudar médicos a diagnosticar e determinar as causas de determinadas doenças. Além de máquinas inteligente ser desenvolvidos a ponto de substituírem as práticas humanas.
- **IoT na educação:** A internet das coisas enraizou-se nas escolas, tornando modernizados os sistemas de ensino de muitas delas, o IoT proporciona maior eficiência nas aulas e dá ao professor a oportunidade de dar aulas feedbacks personalizados com ensino adaptativo.

#### 5.2.4 IoT e a Nuvem

A grande possibilidade do crescimento da IoT é a nuvem, vemos que só há maior possibilidade haver comunicação entre dispositivos através da nuvem, essa revolução só se deve graça Apple, Google, Amazon e Microsoft, elas muito disponibilizam seus serviços. Cada vez que a nuvem se propaga a IoT também se

---

<sup>1</sup> IBSG - Internet Business Solutions Group (em português: Grupo de soluções de negócios na Internet)

propaga. Na ausência da Computação em nuvem novas tecnologias não seriam possíveis serem implantados como WhatsApp, Instagram, Netflix, Deezer, Spotify e outras tecnologias bem conhecidas.

Entre tanto o funcionamento de smart object necessitam de performance, portanto uma infraestrutura interna dificilmente poderá ser capaz de manter essa alta capacidade de dados trafegado. Além disso, fazer tudo dentro de uma casa evoluir muito tempo e alto custo no investimento da estrutura, até porque manter um Data Center interno não é algo fácil e nem barato.

As empresas que fornecem tais serviços de Computação em Nuvem, implementam uma infraestrutura robusta de alta performance, com Data Centers qualificado e preparado para trafegar grandes quantidades de dados e aplicações com processamento em alta velocidade. Ao por em análise os aspectos dos dispositivos inteligentes (IoT) e as características da computação em nuvem, veremos que um completa outro. No IoT os dispositivos fazem coletas de dados e a nuvem se responsabiliza em armazená-los, com vários ataques nos dados coletados e que muitos desse são dados confidenciais, mas que o IoT não garante a segurança nem a privacidade de tais dados, o cloud computing precisa garantir a segurança dos dados coletados no IoT com backups, capacidade de recuperação e criptografia dos dados.

A sensibilidade dos dados da IoT se possibilita com a presença da computação em nuvem. Diversos dispositivos são moveis, mas ainda assim precisam entrar em comunicação, e partilharem com outros, essa ação é possível e viável através da computação em nuvem. A nuvem garanti rapidez, segurança e reflexibilidade no IoT. Portanto não há como existir uma barreira entre ambas tecnologias, pois que a nuvem potencializa a IoT com suas, mas altas características inovadas e flexíveis elas andam lado a lado, uma completando a outra.

## **5.2 Agricultura de Precisão (Inteligente)**

A CBAP (Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão) definiu agricultura de precisão como um sistema de gerenciamento agrícola baseada na variação espacial e temporal da unidade produtiva e visa ao aumento de retorno econômico, à sustentabilidade e à minimização do efeito ao ambiente” (BRASIL, 2012, p. 6). Ou seja, um sistema de gestão que leva em conta a variabilidade espacial do campo com o objetivo de obter um resultado sustentável social, econômico e ambiental. O aumento da implementação de uso dos dispositivos de tecnologia associada a agricultura, como drones, sensores de umidade, de temperatura e de chuva, que

auxiliam na monitorização e gestão nas condições de solos e sistemas climáticos, e na evolução dos estados fenológicos das produções, durante todos os processos e fases dar-se-á origem a uma vasta gama de dados, cujo cruzamento e gerenciamentos desses dados irão permitir ao agricultor, saber em tempo real o estados dos seus produtos, podendo assim adaptar os recursos e corrigir falhas, minimizar custos e reduzir perdas, levando o aumento na qualidade e maior rentabilidade da produção.

A diversidade de equipamento e soluções disponível para agricultura inteligente (Sistema de informação Geográfico (SIG), Sistema de Posicionamento Global (GPS), Detecção Remoto, Sensores, Telecomunicação, Inteligência de Vídeo, Plataforma de Gestão de Dispositivos, Sistemas de Gestão Agrícola e de apoio à decisão...) tem vindo a crescer exponencialmente, não só resultante do desenvolvimento tecnológico específico para a agricultura, mas também pela adaptação de tecnologias já existentes noutras áreas á área agrícola. Este crescimento tem levado a baixar o custo de equipamento e soluções, à criação de novas áreas de negócio, e acima de tudo, a tornar aos olhos dos agricultores o investimento e mudanças para este tipo de agricultura um projeto exequível. (Gomes, José. R; Cabral, António. A. 2015).

### **5.2.1 IoT na Agricultura de Precisão (Inteligente)**

A produtividade é a maior eficiência do IoT, mais além dessa eficiência há outros objetivos principais da Agricultura Inteligente. Para alcançar tais objetivos a Internet das Coisas, se despõe a conectar outros e permite comunicação e partilha de dados entre os dispositivos eletrônicos. De acordo com relatório da BI Intelligence (Fakhurddin, 2017), mais de 75 milhões de dispositivos IoT serão instalados na agricultura até o final essa década, um aumento de 150% em relação ao valor de 30 milhões em 2015. Os volumosos dados gerados e gerenciados por fazendas particulares também mostrarão um aumento massivo e surpreendente de 0,5 milhões de dados em 2017, estima-se que os agricultores gerarão e gerenciarão 4,0 milhões de dados em 2050. A aplicação consistente da tecnologia está resultando em mais informações do que nunca, e essas ideias então ajudando no aumento da produtividade e na eficiência.

As aplicações moveis podem ser usados para implantar soluções inteligente, monitorar e gerenciar rastreio, custos e outras métricas agrícolas importantes, as tecnologias de detecção (sensores no campus) se mostram uteis, as ferramentas de hardwares e as soluções de softwares aumentaram significativamente em popularidades e as tecnologias de posicionamentos inteligentes (GPS) fizeram o esforço para tornar as práticas agrícolas mais inteligentes. As importâncias da tecnologia de comunicação através das plataformas de celulares não podem deixarem de serem mencionadas, tendo em nota a sua impotência e o seu papel no crescimento do IoT. A transmissão de informações em longo alcance tem sido uma componente chave na agricultura de precisão, assim como as ferramentas e plataformas avançadas de análise de dados.

Fakhurddin, H. (2017) Componentes de hardware na agricultura de precisão: Entre os anos de 2017 e 2022, haverá em todo o mundo um aumento no uso de ferramentas e dispositivos de hardware para agricultura inteligente. Em particular, as ferramentas VRT (Tecnologia de Taxa Variável) e receptores GPS irão estimular o crescimento neste segmento, enquanto os sistemas inteligentes de direção e orientação também terão grandes demandas dos agricultores. O propósito do uso de hardware avançado em terras agrícolas é a minimização de insumo / recursos, aumento da qualidade e a maximização da produção. De acordo com especialistas do campo da tecnologia, o constante aprimoramento no padrão de sistemas de automação e controle está desempenhando um papel vital no crescimento da agricultura inteligente.

### **5.2.2 Plataformas de Controle Aplicativos mobile e WebService**

Foi apresentado nos Estudos Unidos, o Magnum autônomo que é uma visão do futuro da agricultura de precisão. Case IH (fabrica de equipamento agrícolas) apresentou um conceito de trator autônomo no Farm Progress Show, uma das maiores feiras agrícolas nos Estados Unidos, realizado em Boone, Iowa. O Magnum é um veículo que não tem cabine e pode operar de forma autônomo como uma poderosa ferramenta de campo. (Desenvolvimento Rural 2016).

Segundo a Case IH o Trator Magnum é uma proposta de solução muito avançado em tecnologia implementado em agricultura, é uma oferta, com base para o conceito autônomo e com uma construção em uma interface completamente interativa, que permite o monitoramento remoto pré-programado. O sistema de abordo levará automaticamente em consideração a largura e comprimento do campus e estabelece um curso mais eficiente, dependendo do terreno, obstruções e máquinas usados no mesmo campo, remotamente o operador pode monitorar e ajustar os caminhos e parâmetros através do computador, smartphone ou tablete.

A Case IH com seu projeto de trator Magnum autônomo, demonstrou que o IoT se faz a cada vez mais presente e preciso na agricultura, nessa cláusula este trabalho propomos a solução baseado em automatização de pivôs de irrigação equipado com sensores de umidade que fornecerá informações no sistema central baseado em Webservice para integração, e no controle funcional, que pode ser acessado através de um navegador de qualquer dispositivos eletrônico. Nesse sentido as informações fornecidas pelos dispositivos compostos no pivô gerarão um relatório gráfico que servirá de controle e avaliação da eficiência da solução. Em uma central de controle através de um computador, tablet ou um smartphone conectado a internet será possível ativar as funcionalidades das matérias sem a necessidade de se deslocar para juntos dos pivôs de irrigação. O sistema Webservice será tão capaz de permitir



com que as máquinas sejam cronometradas, em mesmo horário de irrigação ou em tempo diferente dependentemente do tipo de plantação produzido no campo agrícola.

### 5.3 Plataforma Arduino

Arduino é um componente de computação físico que se baseia numa simples placa microprocessador de entrada/saída para que se possa conectar e comunicar-se aos outros dispositivos ou sensores. É composto por duas partes: *hardware* e *software*. O hardware é composto por uma placa do tipo protótipo, onde são construídos ou montado todos os componentes do projeto. O software é o IDE que permite a execução dos comandos “códigos de programação também conhecido como sketch” programado em um computador, o qual é feito upload na placa Arduino através de uma comunicação serial.

#### 5.3.1 Hardware do Arduino

A placa Arduino é um pequeno circuito micro controlador, onde é conectado todos componentes necessários para que este funcione e comunique-se com computador. O mercado eletrônico apresenta diversas versas de placas Arduino que são mantidas em licença open-source. Para este trabalho utilizamos a placa ARDUINO UNO R3 pela sua popularidade e sua fácil utilização.

##### Estrutura de Hardware

Macro controlador	ATmega328 ou ATmega168
Tensão operacional	5 V
Tensão de alimentação (recomendável)	7 - 12 V
Pinos I/O digital	14 (dos quais 6 podem ser saídas PWM e RX / X)
Pinos Analógicos	6
Memória flash	32K / 16K
Clock	16 Mhz

Corrente por pino I/O	40 mA
-----------------------	-------

Tabela 1. Estrutura de Hardware

### 5.3.2 Construção de Sistema para Pivô de Irrigação (SAPI)

A construção do sistema de automação para pivô de irrigação (SAPI) foi composto de um conjunto de elementos eletrônico integrados a placa ARDUINO UNO R3 para formarem o circuito e dar uma funcionalidade e desempenho desejado.

A primeira etapa do desenvolvimento foi construir um simulador do circuito e sua implementação física. O circuito foi projetado e montado no *software* Fritzing, o qual deu a possibilidade de realizar simulações com os componentes disponível do Arduino. Além de dar uma prestativa de como o sistema funcionaria e permitir os testes simulatórios para compreender e analisar o seu comportamento eletrônico.

O Fritzing simula uma prototipagem e consegue rodar os códigos de programação em diversos componentes, simulando assim o projeto já completo. O software disponibiliza uma vasta biblioteca de componentes, para utiliza-lo basta procurar na sua biblioteca ou fazer download dos componentes em falta e adicionar.

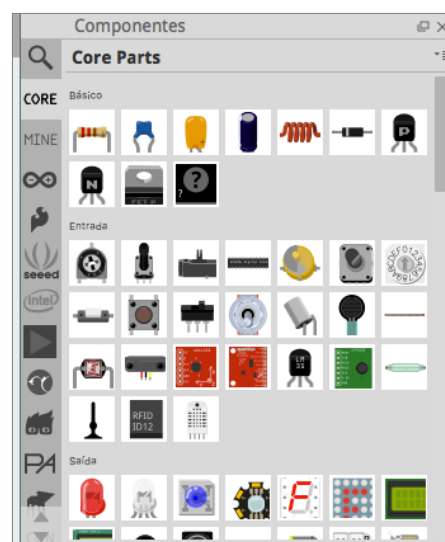


Figura 1. Busca de componentes.

O *software* possui 4 abas: “Protoboard”, “Esquemático”, “PCB” e “Códigos”. Para a construção do projeto utilizamos a Protoboard e o Esquemático. A primeira aba é a prototipagem do projeto, que possibilita montar os elementos na Protoboard e ter uma visão geral de como será construído o sistema físico; a segunda aba é o Esquemático do projeto, que referencia todo o sistema. A Figura 2 apresenta as abas do *software* e o esquemático do projeto.

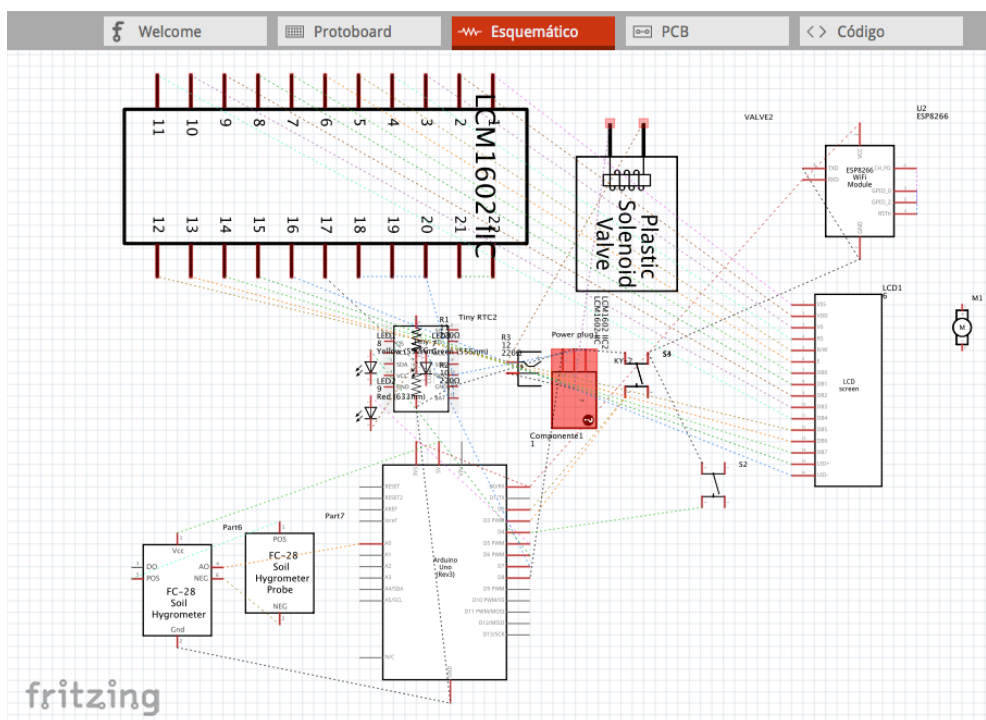


Figura 2. Abas do Fritzing e esquemático do projeto.

A montagem da prototipagem foi feita na aba “Protoboard” do *software* contendo a placa Arduino uno, *protoboard*, três leds de cores: vermelha, amarela e verde, três reitores de 10 ohms, um relé, uma bomba de água, um motor representando pivô de irrigação, uma fonte de alimentação para a bomba de água e o motor, um sensor de umidade do solo hidrométrico, um módulo I2C para Display LCD, um Display LCD, três botões para funções de operações, um módulo RTC, um módulo ESP8266 ESP-01 de wi-fi. Como mostra a Figura 3.

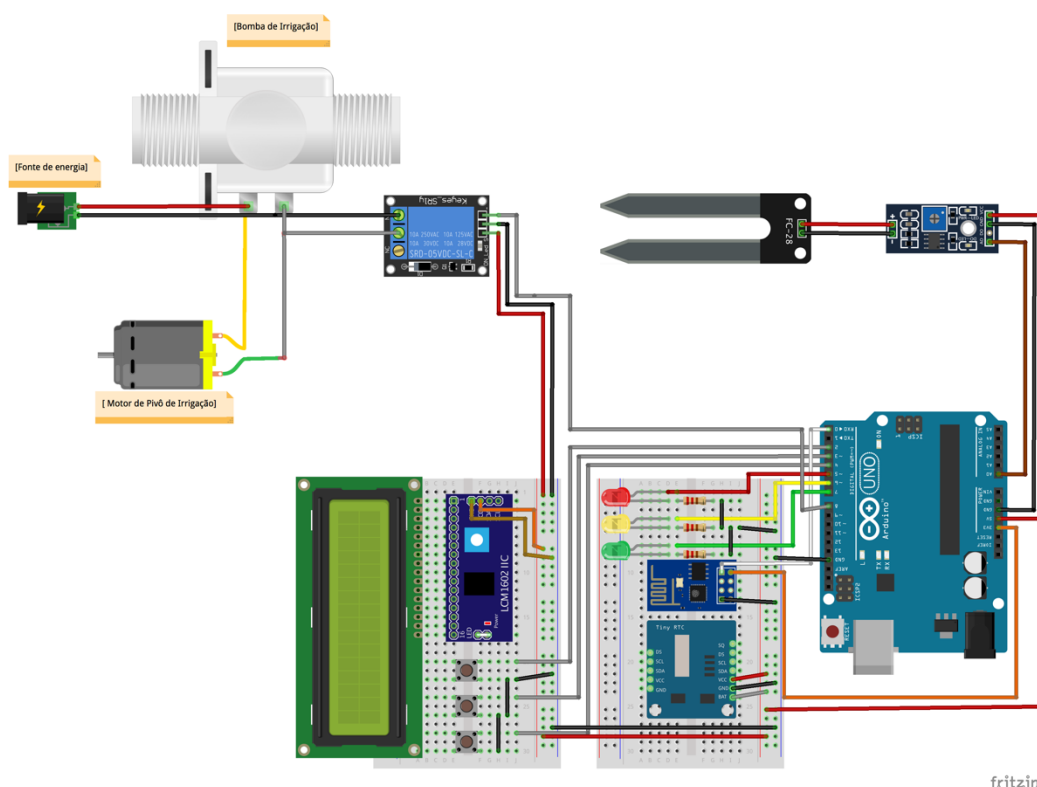


Figura 3. Circuito de ligação dos componentes da placa arduino.

- Funcionalidade das leds e status do solo:** Utilizamos três leds e a cada led foi conectado a um resistor de 10 ohms para reduzir a tensão elétrica. As leds apresentam funcionalidade diferente, a cada led tem sua responsabilidade de demonstra o status do solo em que foi determinado para interpretar. A led vermelha, diferente das duas outras ela faz dupla função, primeira função da led vermelha é mostrar ou é se mantém acessa quando o solo estiver seco, no intervalo de 0 à 30% do nível de umidade fornecido pelo sensor de umidade hidrométrico; e a segunda função e piscar quando o solo estiver encharcado “excessivamente úmido”, no intervalo de 70 à 100% do nível de umidade. A led amarela mostra ou se mantém acessa quando a umidade é moderada, no intervalo de 30 a 50% do nível de umidade. A led verde mostra ou se mantém acessa quando o solo está úmido, no intervalo de 50 a 70% do nível de umidade.
- Sensor de umidade do solo hidrométrico:** O Sensor de umidade do solo hidrométrico possibilita colher ou obter informações do valor analógico ou digital, dependentemente de como foi conectado os jumpers na placa Arduino. Neste projeto usamos a porta analógico, isso indica que o valor fornecido pelo sensor será sempre valor analógico. Para que os dados de umidade fossem impressos no monitor serial e no lcd usamos a linha de código: ***valor\_analogico = map(analogRead(sinal\_analogico),1023, 0,0, 100)***, onde o *analogRead* lê os valores do sensor através da variável *sinal\_analogico* e o comando *map*, mapeia o valor total de 0-1023 fornecido pelo sensor de umidade, e é apresentado em número inteiro e impresso no LCD em percentual. O sensor hidrométrico é um componente que opera com VCC e GND de 5V de tensão elétrica, contem nele como conjunto módulo que permite regular o nível de umidade em absorção.
- Módulo RTC DS1307:** O módulo RCT DS1307, com uma operação elétrica de 5V alimentado por uma bateria para manter seus dados atualizados é o componente que fornece ao sistema o date Time (data e hora) atualizado ou seja em tempo real e calendário completo, com mais de 56 byts de SRAM, o componente foi implementado no projeto para possibilitar a sincronização e a programação da data e hora para irrigação.
- Módulo ESP8266 ESP-01 de WI-FI:** É o módulo do padrão 802.11 g/b/n com CPU de 32Bits rondando 80Mhz, sua alimentação é de 3.3V. O módulo possibilita a criação de WebService e o acesso do sistema em longo alcance, o módulo permite que os dados coletados pelo sensor e fornecido pelo RTC (date Time) seja feito upload para um servidor Web, posteriormente ser acessado pelo qualquer dispositivo (computador e smartphone) conectado a internet.
- Relé:** É um componente simples com tensão de operação de 5V (VCC e GND), um controle de tensão de saída de até 250V AC ou 30V DC; máximo de carga suportado: 10A. o componente é acionado através de uma carga de 5V liberado pelas portas VCC e GND do Arduino. Ao receber carga externa de até 250V faz uma saída de carga capaz de acionar dispositivo que consome ate 250V AC ou 30V DC de carga elétrica. Para este projeto ele aciona uma

bomba de água e um motor que consomem 12V ou 2A, o rele é acionado pelo modo de umidade do solo, caso o solo esteja ceco (0 a 30% do nível de umidade) ou por modo agendando através de um módulo operacional do sistema usando botões ou agendamento no WebService. As duas leds compostas no relé mostram o status do módulo, vermelho indica o ON do relé quando recebe corrente elétrica e verde quando o modulo está em operação, nesse caso quando a irrigação está ativa.

- **Módulo I2C:** Funciona como adaptador para display LCD, permite conexão, mas fácil e econômica dos jumpers e dos pinos do Arduino, já que o módulo possui quatro (4) pinos de conexão com a placa. O módulo opera com tensão de 5V no VCC e GND, dois pinos, um pino analógico SDA e outro pino analógico SCL que informa a interface de comunicação. A utilização do módulo I2C economiza 12 jumpers dos 16 pinos total do lcd, o módulo vem equipado com um componente de ajuste de contraste que regula a luminosidade ou contraste do lcd, leds sinalizadores de conexão e comunicação, um jumper *backlight* que controla a luz do fundo do lcd. I2C permite comunicação dos displays LCD de 16x2 ou de 20x4; neste projeto utilizamos um módulo I2C de endereço 0x3F. Com uso da *protoboard* deu de um jeito simples fazer a conexão entre os dois componentes, deixando de fora o gasto de 16 jumpers para conexão direta do LCD e a placa Arduino. A figura abaixo apresenta a conexão dos módulos I2C na placa e mostra o quanto simplificado e econômico tornou o projeto com seu uso.

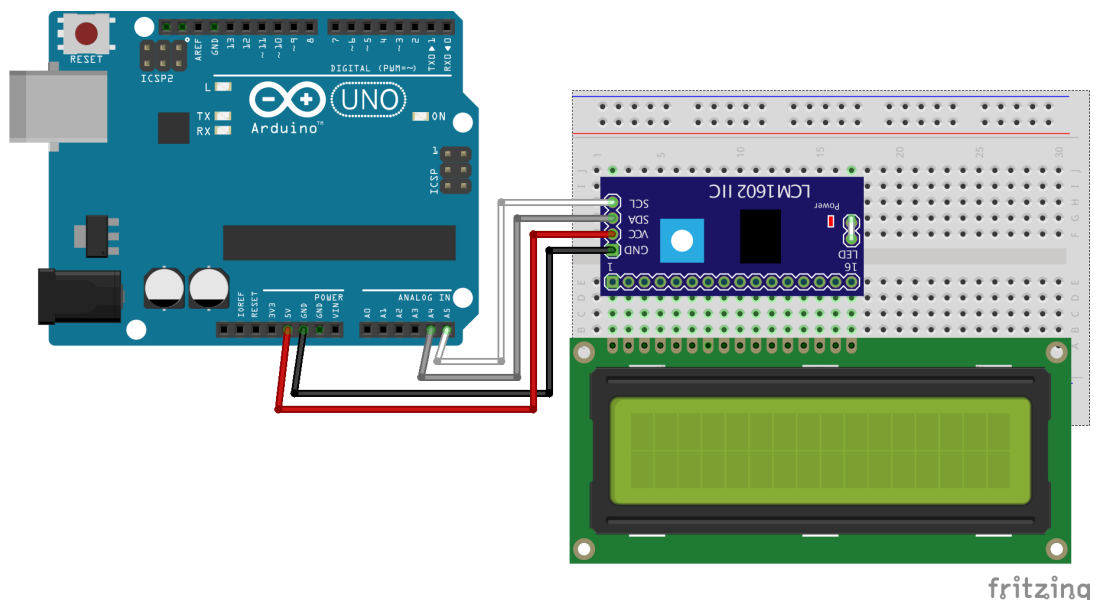


Figura 4. Conexão de módulo I2C com a placa Arduino e display lcd.

- **Display LCD:** Um display é visor monitor que interpreta os comandos de impressão de qualquer mensagem passado para ele. Para este projeto utilizamos um LCD de 16x2, (16 linhas e 2 colunas) que possui controlador HD44780, cor *backlight* azul e cor de escrita branca. O LCD tem operação de tensão de 5V, controlado pelo I2C para facilitar a conexão e manuseamento do componente. As informações de dateTime do módulo RTC, informações de



status do solo fornecido pelo sensor de umidade do solo hidrométrico, através do nível de umidade são impreso no display LCD, e através do módulo é possível usar o modo agendamento do sistema que contem MENU de operação para agendamento da hora de irrigação.

- **Botões:** Foi implementado três (3) botões físicos operacionais no circuito, cada um dos botões é responsável por uma determinada função. O primeiro botão, *botao\_up* tem como função incrementar valores, como: definir hora de irrigação e valor de umidade, o segundo botão, *botao\_sete* localizado no meio dos três botões do projeto, é o botão que dá acesso a *menu* quando recebe o valor 1 como entrada, faz a seleção da opção desejada na lista de opções, e ativa as funções desejadas do *menu*. Ao ser pressionado o botão mostra um MENU com cinco (5) operações: 1- definir horário, 2- off sistema, 3- definir umidade, 4- zerar programa, 5- modo de operação. o terceiro botão, *botao\_down* tem como função *decrementar ou redução de valores incrementado por botao\_up*.

A figura abaixo apresente como resultado a montagem do circuito físico composto de matérias descrito nos parágrafos acima.

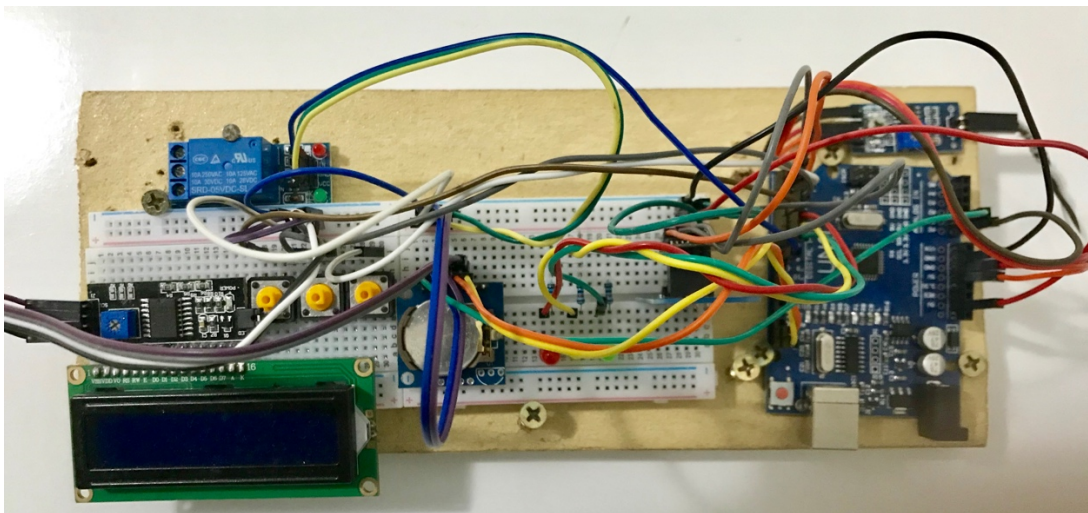


Figura 5. Montagem do circuito físico.

### 5.3.3 Software do Arduino

Um *software* do Arduino é uma IDE que permite a criação de Sketches para a placa Arduino a partir de uma base da linguagem de programação C/C++ ou LUA como muito fóruns e programador consideram, quando pressionado o botão upload da IDE os códigos são compilados e enviado no armazenamento da placa para serem processado pelo microprocessador do Arduino.

Obs.: A determinação da linguagem usada para programar no Arduino é um assunto em aberto nos fóruns de robótica, livros e programadores com, mas experiência na área. A mim me parece uma linguagem hibrida, acarretando características de varias linguagem de programação, pelo que considero ser C por, mas me parecer com a linguagem C. Em toda minha pesquisa encontrei divergência sobre que linguagem é definitivamente usada para programar no Arduino.

Ciclo de programação do Arduino:

1. Conexão da placa a uma porta do computador (USB);
2. Desenvolver um sketch com códigos para placa;
3. Fazer upload do sketch para placa utilizando um cabo USB;
4. Aguardar a reinicialização, após ocorrer a execução e termino do sketch criado.

Após o envio do sketch para Arduino for concluindo é excluído a necessidade de uma conexão continua com um computador, a não ser que o computador seja usado também como fonte elétrica, porque a placa funciona como um computador independente com memória suficiente para armazenamento dos códigos, desde que seja ligado a uma fonte de energia. A figura 5 apresenta visão geral do *software IDE* do Arduino.

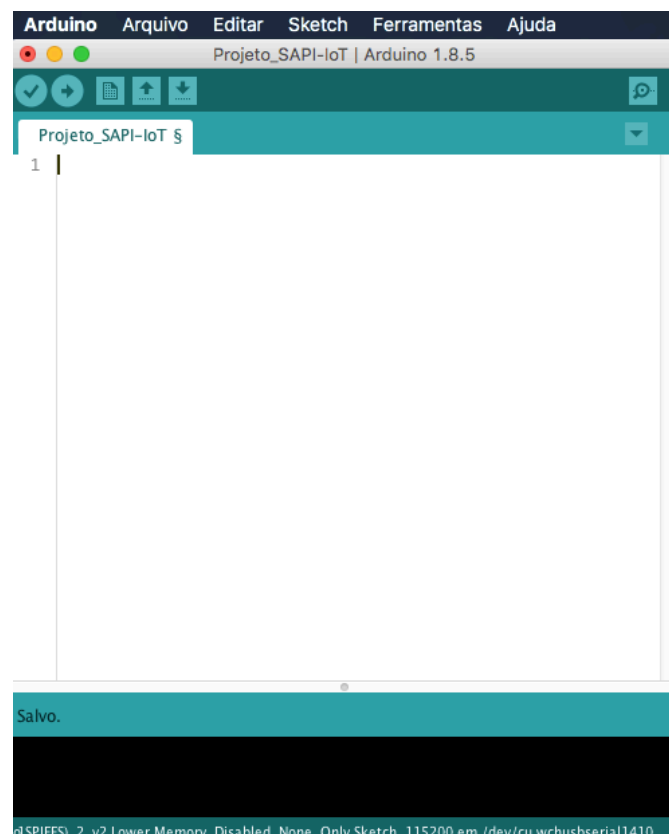


Figura 6. Visão geral do IDE.

Obs.: Se o sistema operacional utilizado for diferente do *macOS*, pode apresentar algumas diferenças, mas o IDE é basicamente o mesmo.

O *software IDE* é dividido em três partes: Ferramenta no topo, o sketch no centro e o terminal ou linha de mensagem na base, a figura abaixo destaca Ferramenta.

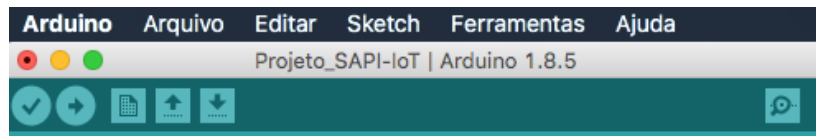


Figura 7. Ferramenta

Na ferramenta há uma guia ou um conjunto de guias, que apresenta o nome do arquivo do sketch e a versão do IDE em uso, ao longo da linha do topo contém uma barra de menus, com inúmeros itens: **Arduino**, **Arquivos**, **Editar**, **Sketch**, **Ferramentas** e **Ajuda**. Os botões da Ferramenta, fornecem uma operação conveniente e rápida as funções mais utilizadas dentro do menu do IDE.

Funções de acesso rápidas:

- **Verificação:** verifica se existe erro nas linhas de códigos digitados;
- **Upload:** Compila os códigos e grava-os na placa Arduino quando diretamente conectado ao computador;
- **Novo:** Cria uma nova aba ou sketch em branco;
- **Abrir:** Abre um arquivo (sketch) no computador;
- **Salvar:** Salva o sketch ativo;
- **Monitor Serial:** Abre o monitor serial.

#### 5.3.4 Estrutura e Código de Programação

A estrutura básica dos códigos de programação para Arduino são simples, e é dividido em duas funções: primeira função é chamado de `setup ()` e a segunda função é chamado de `loop ()`. A estrutura é apresentada de seguinte forma:

```
void setup () {

// put your setup code here, to run once:

}

void loop () {

// put your main code here, to run repeatedly:

}
```



Função void setup () é a função responsável pela configuração do Arduino. A função loop () é responsável pela execução das tarefas. Ambas as funções são importantes e necessárias para o funcionamento correto do Arduino. A função setup é a primeira função a ser executada após a declaração das variáveis ou definição das portas e declaração das bibliotecas, ela é a função usada para a configuração dos pinos e da comunicação serial. A função loop segue a função setup na execução e inclui os códigos que serão executados repetidamente durante o funcionamento do Arduino. Tais como: leitura de entrada, acionamento de saída e chamada de outras funções.

```

1
2 int botao;
3 #define acender_verde 6
4 #define acender_vermelho 7
5
6 void setup() {
7
8     pinMode (botao, INPUT);
9     pinMode (acender_verde, OUTPUT);
10    pinMode (acender_vermelho, OUTPUT);
11
12 }
13
14 void loop() {
15
16    if(botao == 1){
17        digitalWrite(acender_verde, HIGH);
18    }
19    else if (botao == 2){
20        digitalWrite(acender_vermelho, HIGH);
21    }
22 }

```

Figura 8. Utilidade das funções.

A figura 8 mostra nitidamente a estrutura e a utilidade das duas funções principais do Sketch do IDE que também é a segunda parte da divisão do *software* mencionando no parágrafo acima.

Ao ser executado os comandos do sketch, o compilador fará uma leitura sequencial, após a leitura das *variáveis* e *defines* será executado a função setup uma vez, para determinar as configurações das portas (pinos) e a tarefa de cada variável e define declarado. De seguida, a função loop que é um laço de repetição, repetidamente será executado, isso enquanto a placa estiver alimentada a uma fonte elétrica. O exemplo da figura 8 mostra a função loop (), nela duas condições, *if* () e *else if* (), a variável *botao* através da porta 5 fará INPUT de qualquer valor, o qual será verificado pela condição caso o valor de entrada seja 1 acenderá a led verde conectado na porta (pino) 6, se o valor de entrada for 2 acenderá a led vermelha conectada no pino 7 do Arduino, se o valor de entrada for diferente de 1 ou 2 as leds se manterão apagadas. Para uma perspectiva completa do funcionamento e da utilidade do sketch a figura abaixo mostra trecho dos códigos usado no desenvolvimento do sistema deste projeto.

```

Projeto IoT_SAPI
253 //Solo com umidade moderado, acende led amarelo
254 if (valor_analogico > 30 && valor_analogico <= 50)
255 {
256   Serial.println(" Status: Solo com umidade moderado"); apagaLeds(); digitalWrite(led_amarelo, HIGH);
257   //digitalWrite(pino_rele_bomba, LOW); digitalWrite(pino_rele_pivo, LOW);
258   lcd.setCursor(0,0); lcd.print("off b.."); lcd.setCursor(0,1); lcd.print(" "); lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Moder:");
259   lcd.setCursor(7,1); lcd.print(valor_analogico,1); lcd.setCursor(10,1); lcd.print("%"); Serial.println("");
260 }
261 //Solo seco, acende led vermelho
262 if (valor_analogico >= 0 && valor_analogico <= 30)
263 {
264   Serial.println(" Status: Solo seco: irrigação ativa"); apagaLeds(); digitalWrite(led_vermelho, HIGH);
265   digitalWrite(pino_rele_bomba, LOW); digitalWrite(pino_rele_pivo, LOW);
266   lcd.setCursor(0,0); lcd.print("b ativo");
267   lcd.setCursor(0,1); lcd.print(" "); lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Seco:"); lcd.setCursor(7,1); lcd.print(valor_analogico,1);
268   lcd.setCursor(10,1); lcd.print("%"); Serial.println("");
269 }
270 else
271 {
272   digitalWrite(pino_rele_bomba, HIGH); digitalWrite(pino_rele_pivo, HIGH);
273 }
274 delay(1000);
275 }
276
277 void apagaLeds(){
278   digitalWrite(led_verde, LOW); digitalWrite(led_amarelo, LOW); digitalWrite(led_vermelho, LOW);
279 }
280
281 void loop() {
282
283   valor_analogico = map(analogRead(sinal_analogico),1023, 0,0, 100); //conversão para mostrar valor inteiro de umidade no lcd
284   umidade = (valor_analogico);
285   if(digitalRead(botao_sete)==LOW){menu = 1; menuC();}
286   modoumidade();
287   mostraHora();
288 }

```

Figura 9. Função loop e chama de funções.

A figura 9 apresenta o exercício constante da função loop, em destaque a função *menu ()* que dá acesso a lista de opções do *menu* para modo de agendamento, ela e outras funções são chamadas dentro da função loop enquanto ela for executada.

Função MENU, através do valor lido pelo botão\_sete (valor 1) é chamada a função Menu que apresenta uma lista de cinco (5) operações: 1- definir horário, 2- off sistema, 3- definir umidade, 4- zerar programa, 5- modo de operação.

- 1- Definir Horário: Serve para definir um horário desejado para ativação do sistema de irrigação. Através do dateTime do RTC é possível determinar uma hora e minutos e tempo de duração da irrigação
- 2- Off Sistema: Desliga o sistema de irrigação no momento desejado, mesmo que o sistema esteja no modo de agendamento ativo. Também desliga o sistema após a umidade definida for alcançada. Neste caso a função *off sistema* é chamada por função *ContaTempo ()*, que é a função que controla o tempo determinado pela função definir horário e faz uma interrupção usando o comando *Timer1.attachInterrupt(contaTempo)*.
- 3- Definir Umidade: Determina a umidade desejada para o alcance da irrigação, ou seja, a irrigação se manterá ativa até a umidade definido for alcançada.

- 4- Zerar Programa: Zera o modo de agendamento, horas já definidas, umidade já definida. O modo zerar permite que os modos sejam zerar para posterior fazer novo agendamento.
- 5- Modo de Operação: Ativa a operação do sistema, ou seja, após definir horário e definir umidade desejada o modo de operação ativa a operação do sistema.

### 5.3.5 Criação de Webservice

## 5.4 Teste de Sensibilidade do Sensor e Analise dos tipos de Solos

Para os testes e analise usamos três tipos de solos, solo de terra vermelha, solo arenosa e solo de terra preta também utilizamos mesma quantidade de água para que obtivéssemos os resultados e melhor sabermos a variação dos solos, seu nível de absorção de água e seu nível de conservação de umidade.

Ao testar o sensor de umidade hidrométrico no solo arenoso e jogar 100 ml de água no solo, a umidade detectada foi de 64%, 4 minutos e 32 segundos se passaram para que o solo absorvesse os 100 ml de água. Em 32 minutos de tempo cronometrado o sensor detectou uma variação na umidade de 64% para 48% do nível de umidade, uma queda de 16% de umidade em 32 minutos.

No solo de terra vermelha o sensor de umidade detectou um nível de umidade de 74% que se manteve durante o derramamento de água, e foram preciso 7 minutos e 44 segundos para que o solo absorvesse os 100 ml de águas usados para o teste. Após 32 minutos de tempo cronometrado o sensor apresentou uma variação no nível de umidade de 74% para 61% de umidade, uma queda de 13% do nível de umidade.

Já o sensor no solo de terra preta detectou um nível de umidade de 78% e 10 minutos e 27 segundos para absorção da água. Após 32 minutos de tempo cronometrado houve uma variação na umidade de 78% para 67%, uma queda no nível de umidade de 11%. Os testes de variação dos tipos de solos foram feitos em recipientes pequenos (copos plásticos de 200 ml), tal como mostra a figura abaixo.

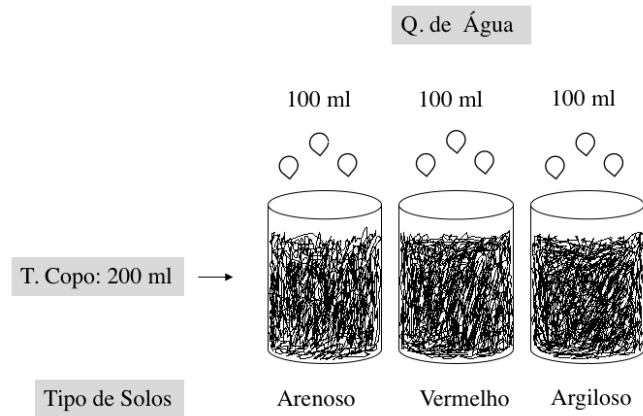


Figura 10. Teste e análise dos tipos de solos

Com os dados obtidos em testes, a análise dos dados provou-nos e concluímos de que os tipos de solos têm comportamentos e características bem distintas um do outro. O solo arenoso, se apresentou ter, maior nível de absorção de água, e nível de conservação de umidade menor, ou seja, é um tipo de solo que rapidamente absorve a água e rapidamente perde a umidade, dando uma necessidade maior, em intervalo de tempo menor ser irrigado. O solo de terra vermelha mostrou ter menor nível de absorção de água, ou seja, absorve a água lentamente, e tem nível maior de conservação de umidade, sendo maior conservador de umidade do que o solo arenoso, o que causa uma necessidade de irrigação médio. Já o solo de terra preta apresentou ser mais eficiente nos testes. Esse tipo de solo tem um nível de absorção de água mais lento que o solo de terra vermelha e nível maior de conservação de umidade que os dois tipos já referidos. A tabela abaixo apresenta melhor os dados obtidos nos testes e a sua análise.

Tabela de sensibilidade do sensor e comparação de tipos de solos

Dados Coletados	Solo Arenoso	Solo Vermelho	Solo Preto
Recipiente usado em testes (copo plástico)	200 ml	200 ml	200 ml
Umidade inicial	0	0	0
Quantidade de água utilizado	100 ml	100 ml	100 ml
Umidade do sensor	64%	74%	78%
Tempo absorção de água	4 m e 32 s	7 m e 44 s	10 m e 27 s
Tempo cronometrado	32 m	32 m	32 m
Queda de umidade	16%	13%	11%
Variação de umidade em 32 minutos	64 - 48%	74 - 61%	78 - 67%
Nível de conservação de umidade	Baixo	Médio	Alto

Tabela 2. sensibilidade do sensor e comparação de tipos de solos



## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EVANS, D. **A internet das coisas como a próxima evolução da internet está mudando tudo: auxílio para a sua estruturação.** Disponível em: <[https://www.cisco.com/c/dam/global/pt\\_br/assets/executives/pdf/internet\\_of\\_things\\_iot\\_ibsg\\_0411final.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/executives/pdf/internet_of_things_iot_ibsg_0411final.pdf)>. Acesso em: 27 out 2017.

PIERINI, Ricardo. **IPv6: Novo protocolo chega para suprir o esgotamento de IP na América Latina.** Disponível em: <<https://www.profissionaisti.com.br/2014/11/ipv6-novo-protocolo-chega-para-suprir-o-esgotamento-de-ip-na-america-latina/>>. Acesso em: 28 out 2017.

MELO, Sandro. **IPv6: Portas abertas para a era da “Internet das Coisas”.** Disponível em: <<https://imasters.com.br/artigo/25326/tecnologia/ipv6-portas-abertas-para-a-era-da-internet-das-coisas/?trace=1519021197&source=single>>. Acesso em: 28 out 2017.

GOMES, José. R; CABRAL, António. A. **Agricultura Inteligente, ou Agricultura de Precisão.** Disponível em: <<https://www.glandrive.pt/agricultura-inteligente-ou-agricultura-de-precisao-a-tecnologia-ao-servico-da-agricultura-agricultura-high-tech/>>. Acessado em 07 Jan 2018.

FAKHURDDIN, Hussain. **Smart Agriculture: 13 Trends To Watch Out For.** Disponível em <<http://teks.co.in/site/blog/smart-agriculture-13-trends-to-watch-out-for/>> acessado em 07 Jan 2018.

KAPLAN, Jerry. **Artificial Intelligence: Think Again.** Disponível em <<https://cacm.acm.org/magazines/2017/1/211103-artificial-intelligence/fulltext>> /> acessado em 13 Fev 2018.

