



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

LEONARDO KHENAIFES ZACCARELLI JUBRAN

**USO DE INTERNET DAS COISAS (IOT) NA AGRICULTURA: RESOLVENDO
PROBLEMAS DE FORMA TECNOLÓGICA**

**Assis/SP
2018**



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

LEONARDO KHENAIFES ZACCARELLI JUBRAN

**USO DE INTERNET DAS COISAS (IOT) NA AGRICULTURA: RESOLVENDO
PROBLEMAS DE FORMA TECNOLÓGICA**

Exame de Qualificação apresentado ao curso de Bacharelado em Ciências da Computação do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito parcial à obtenção do Certificado de Conclusão.

Orientando: Leonardo Khenafes Zaccarelli Jubran
Orientador: Dr. Almir Rogério Camolesi

Assis/SP
2018

FICHA CATALOGRÁFICA

JUBRAN, Leonardo Khenafes Zaccarelli.

USO DE INTERNET DAS COISAS (IOT) NA AGRICULTURA: RESOLVENDO PROBLEMAS DE FORMA TECNOLÓGICA / Leonardo Khenafes Zaccarelli Jubran. – Assis, 2018.

Número de Páginas: 53

Trabalho de conclusão do curso (Ciência da Computação). – Fundação Educacional do Município de Assis-FEMA

Orientador: Dr. Almir Rogério Camolesi

1. IoT na Agricultura. 2. Monitoramento do Campo. 3. Internet

CDD: 004.65
Biblioteca da FEMA

**USO DE INTERNET DAS COISAS (IOT) NA AGRICULTURA: RESOLVENDO
PROBLEMAS DE FORMA TECNÓLOGICA**

LEONARDO KHENAIFES ZACCARELLI JUBRAN

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador: _____
Dr. Almir Rogério Camolesi

Examinador: _____
Esp. Domingos de Carvalho Villela Junior

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a meus pais, os quais sempre me incentivam em todas as escolhas de minha vida e pelo apoio que me deram em toda trajetória deste TCC e curso.

Dedico também a meu professor e amigo Dr. Almir Rogério Camolesi por me auxiliar com as primeiras ideias deste projeto e pela orientação atenciosa durante o desenvolvimento.

Agradeço a assistência de vários colegas de sala como Vinicius, Addam, John, Carlos e à minha família por auxiliar-me com muitos diálogos sobre o projeto, entre outros, que me deram apoio e ideias para o desenvolvimento deste.

Obrigado também a Deus por todas as oportunidades que surgiram no decorrer de minha vida.

“Vamos inventar o amanhã e parar de nos preocupar com o passado.”

Steve Jobs

“A tecnologia vai reinventar o negócio, mas as relações humanas continuarão a ser a chave para o sucesso.”

Stephen Covey

RESUMO

Com o desenvolvimento da tecnologia e melhorias na área da agricultura, busca-se sempre um maior desempenho na produção, desenvolvimento das plantas, menor custo, maior monitoramento da produção e otimização no uso de insumos agrícolas.

Com estes fatos recorrentes, o presente trabalho mostrará como o auxílio da tecnologia computacional na agricultura, através de placas controladoras, poderá facilitar a vida do produtor de pequeno a grande porte utilizando o conceito de Internet das Coisas, trazendo-lhes uma tecnologia relativamente barata para dentro do campo, a fim de monitorar as condições do ambiente e através da manipulação de dados, auxiliar na resolução de problemas com menores custos, maior produtividade e controle.

Palavras-chave: Internet das Coisas, Tecnologia no campo, Sensores, Raspberry PI, Arduino, Automação no campo.

ABSTRACT

With the development of technology and improvements in the field of agriculture, we always seek greater performance in production, plant development, lower cost, greater monitoring of production and optimization in the use of agricultural inputs.

With these recurring facts, the present work will show how the aid of computational technology in agriculture through control boards can facilitate the life of small to large producers using the Internet concept of Things, bringing them a relatively inexpensive technology for within the field, in order to monitor the conditions of the environment and through the manipulation of data, assist in solving problems with lower costs, greater productivity and control.

Keywords: Internet of Things, Field Technology, Sensors, Raspberry PI, Arduino, Field automation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Sensores no Campo	15
Figura 2: Irrigação no Campo (Agricultura de Precisão / Sensores).....	21
Figura 3: Raspberry 3	23
Figura 4: Pinagem Raspberry	23
Figura 5: Tipos de Arduino.....	25
Figura 6: Sensores	26
Figura 7: Demonstrativo de valores	27
Figura 8: Sistema de Amostragem de Valores	29
Figura 9: Sistema no Campo	31
Figura 10: Pagina Apache para teste	32
Figura 11: Parte página PHP para teste	33
Figura 12: Exemplo SSH	34
Figura 13: SSH via PuTTY.....	34
Figura 14: Iniciando VNC.....	35
Figura 15: Exemplo VNC	35
Figura 16: Ativando GPIO.....	36
Figura 17: Visualização das portas “uart”	37
Figura 18: Remoção de parte do código.....	37
Figura 19: Reativação do Bluetooth na porta.....	38
Figura 20: Verificando portas seriais	38
Figura 21: Protoboard	39
Figura 22: Fechamento de circuitos na protoboard	40
Figura 23: Jumper Macho/Macho	40
Figura 24: Ligação entre Arduino, protoboar e componentes	42

Figura 25: Jumpers Macho/Fêmea	43
Figura 26: Arduino x Raspberry (comunicação).....	43
Figura 27: Foto do projeto.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARM - Arcon RISC Machine.

CMD - Command (Prompt de Comando)

EEPROM – Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations.

GND – Ground (refere-se a terra/neutra em questão de corrente elétrica).

GPIO – General Purpose Input/Output (Portas de entrada e saída).

HDMI – High-Definition Multimedia Interface (Interface Multimídia de Alta Resolução).

HTML - HyperText Markup Language.

IOT – Internet of Things (Internet das Coisas).

IP - Internet Protocol.

LDR - Light Dependent Resistor.

LED - Light Emitting Diode.

MIT – Instituto de Tecnologia de Massachusetts.

NFC - Near Field Communication.

ONU – Organização das Nações Unidas.

PH – Potencial hidrogeniônico.

PHP - Hypertext Processor.

RAM – Random Access Memory (Memória de Acesso Randomico).

RF - Radio Frequencia.

SD – Secure Digital Card.

SSH - Secure Shell.

URL - Uniform Resource Locator.

VNC - Virtual Network Computing.

WEB – Nome pelo qual a rede mundial de computadores conectados pela internet se tornou conhecida.

Wi-Fi – Wireless Fidelity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. OBJETIVOS	14
1.2. JUSTIFICATIVA	15
1.3. MOTIVAÇÃO	16
1.4. PERSPECTIVA DE CONTRIBUIÇÃO	17
1.5. METODOLOGIA	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1. IOT	19
2.1.1. IoT na Agricultura	19
2.2. PLACAS CONTROLADORAS	22
2.2.1. Raspberry	22
2.2.2. Arduino	25
2.2.3. SENSORES	26
2.3. COMUNICAÇÃO NO CAMPO	28
2.3.1. INTERNET NO CAMPO	28
2.3.2. WEB SERVICE	29
2.4. APLICAÇÃO DE IOT NO CAMPO	30
2.4.1. PROPOSTA	30
2.4.2. Atualização e configurações do raspberry	31
2.4.3. Configurações dos serviços ssh e vnc	33
2.4.4. Configurando portas seriais (uart)	35
3. MONTAGEM DOS COMPONENTES E PLACAS	39
3.1. PROTOBOARD	39
3.2. MONTAGEM DOS COMPONENTES	40
3.3. COMUNICAÇÃO ARDUINO E RASPBERRY	42
4. CÓDIGOS E IMPLEMENTAÇÕES	45
4.1. CÓDIGO ARDUINO	45
4.2. CÓDIGO RASPBERRY	47
5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	49
6. REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

A ideia de *Internet of Things (IoT)* ou Internet das Coisas não é nova, mas vem evoluindo com aumento e melhoria das tecnologias, cada vez mais presentes em nossos dias, como já é visto em projetos de *Smart Cities* e *Smart House* (HAMED 2012), ligadas à sustentabilidade e maior comodidade. Como o próprio nome diz, esta tecnologia pode englobar tudo e qualquer “coisa” que tenha alguma tecnologia de comunicação, buscando a conectividade entre sensores, rastreadores, motores, máquinas, objetos vestíveis e eletrônicos; compartilhando dados e tornando assim, algumas atividades humanas mais práticas e eficientes.

Uma área em que pode ser aplicada esse tipo de tecnologia é o agronegócio. No Brasil este ramo se destaca, pois, seu clima, solo, água, relevo, entre outras vantagens, o colocam em quinto lugar quando se trata de potencial agrícola em nível mundial. “A tecnologia pode ajudar a promover ainda mais a sustentabilidade e a competência da agricultura brasileira” (GALINARI, 2016)

Atualmente é possível passar informações do ambiente onde está alocada a plantação, através das medições de luminosidade, temperatura, umidade do ar, entre outros; sendo possível fazer o monitoramento de todo o ambiente sem desperdiçar tempo e reduzindo gastos. Para isto, são instalados diversos sensores no ambiente, os quais fazem medições de tempo em tempo pré-determinado, coletando informações que são de suma importância na tomada de decisão, armazenando-as em uma Base de Dados (BD), para que possam ser previstas futuras intempéries e outros problemas, ou mesmo no desempenho da produtividade através de testes estatísticos.

Para que seja realizado este projeto, é necessário a utilização de placas controladoras, Raspberry PI ¹ e Arduino², bem como sensores que serão conectados à placa para a captura de informações do ambiente, armazenamento e fazendo a transmissão desses dados. Além disso, o desenvolvimento e implementação³ para leituras intermitentes destes dados e cálculos das informações processadas.

¹ <https://www.raspberrypi.org>

² <https://www.arduino.cc>

³ Desenvolvimento do programa/plataforma, onde rodará a aplicação

1.1. OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é o desenvolvimento de um sistema de software, bem como uma estrutura de sensores em contato com o ambiente a ser monitorado, funcionando em conjunto com placas controladoras para a recepção, manipulação e transmissão dos dados capturados.

Estes dispositivos serão instalados em uma micro estação na propriedade para que haja a proteção dos componentes contra intempéries. Também é necessário pensar que no campo é necessária a geração e armazenamento de energia de forma limpa para o funcionamento dos equipamentos, pois nestes ambientes, a energia é de difícil acesso, podendo ser futuramente desenvolvidos módulos para captura de energia solar.

Com isto, se torna mais prático o monitoramento do ambiente como: umidade do ar e da terra, temperatura, luminosidade, PH, entre outros; auxiliando o agricultor a encontrar o melhor controle do ambiente de acordo com determinado tipo de cultivo, pois a passagem constante de informações, auxilia na automatização de alguns processos, ou seja, se houver um baixo índice de umidade na terra, o sistema ativará a irrigação.

A imagem a seguir ilustra uma caixa de sensores inserida na agricultura.



Figura 1: Sensores no Campo

Fonte: <https://empresashoje.pt/informacao/nec-e-dacom-colaboram-em-solucao-agricola-de-precisao/>

1.2. JUSTIFICATIVA

Como já citado no Capítulo 1 Parágrafo Dois, o Brasil se coloca em quinto lugar em potencial agrícola mundial, mas ainda possui muitos problemas. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), *apud* (Tera, 2013), aproximadamente 70% da água do planeta é destinada à irrigação, chegando a 72% no Brasil, o qual pode ter seu percentual reduzido, pois com os sensores e a automação no campo, este gasto só seria necessário se a umidade do solo para determinado tipo de cultivo estiver abaixo do recomendado; estes sistemas auxiliam também nas mudanças climáticas, mostrando o estado real do ambiente e diminuindo o desperdício de alimentos, que de acordo com estudos (FAO, 2018), entre um quarto e um terço dos alimentos se perde ou é desperdiçado no mundo.

Com a aplicação de monitoramento do ambiente através de sensores, há o intuito de diminuir gastos utilizando apenas o necessário, diferentemente de aspersores de água ligados, gastando mais do que é preciso. Além de todos estes problemas, temos que levar em conta que com o passar do tempo e o contingente populacional aumentando, a produção de alimentos aumentará, exigindo maiores gastos e produção. Assim, é preciso pensar em alternativas de como melhorar a produtividade na agricultura, diminuindo as perdas e gastos desnecessários e aumentar a sustentabilidade e os lucros.

A partir deste ponto, entra a Internet das Coisas. Com este conceito, serão monitoradas informações antes não tidas como de grande importância ou pouco pesquisadas, trazendo monitoramento constante do solo e informações necessárias como PH da terra baixo ou alto, pouca umidade entre outros problemas, aumentando a produtividade, o lucro e consequentemente, produzindo alimentos de melhor qualidade.

“Relatório do instituto de pesquisa BI Intelligence projeta que até 2020 este setor estará trabalhando com 75 milhões de dispositivos *IoT*” (PICHINI, 2016).

Cada sensor e dispositivo espalhado pelo campo, interligado à uma micro estação, faz seu papel captando informações “invisíveis” e repassando-as de forma estatística e de melhor leitura, levando o produtor a tomar decisões de forma correta nos momentos em que se fizer necessário.

Com a aplicação da tecnologia seria possível melhorar em muito a produtividade no campo, auxiliando o desenvolvimento do plantio e gerando maior controle do que se passa no ambiente, sendo de suma importância a implementação destes sistemas, através de estudos mais aprofundados que possam colaborar com a agricultura digital.

1.3. MOTIVAÇÃO

A agricultura é de suma importância na vida humana, mas para que possamos usufruir ainda mais dela e extrair maiores benefícios, seria necessário iniciar a correção dos problemas já conhecidos e buscar melhorias.

A motivação para o desenvolvimento desse trabalho, reside no fato de que é possível expandir estratégias para auxiliar todo o desenvolvimento das plantas, melhorando a condição da terra e do ambiente a partir do monitoramento constante, entre outros benefícios que este sistema pode trazer, facilitando a produção agrícola, reduzindo custos, aumentando a produtividade e podendo auxiliar no cultivo, já que através de dados adquiridos com o passar do tempo, tem-se uma ideia dos eventos naturais que podem ocorrer a cada época do ano, possibilitando a redução de eventuais perdas.

1.4. PERSPECTIVA DE CONTRIBUIÇÃO

A proposta deste estudo, é a implementação do *IoT* no agronegócio, com técnicas baratas, fáceis e ágeis, auxiliando no campo do agronegócio, minimizando perdas e melhorando a produtividade.

Outro fator abordado neste estudo, é a sustentabilidade no campo pois, como já dito, no futuro com o aumento demográfico, teremos problemas em suprir a demanda entre produção e consumo, além de gastos excessivos de fontes naturais, como a água, reduzindo ao máximo seu desperdício, por meio do monitoramento disponibilizado pelos dispositivos eletrônicos implantados.

1.5. METODOLOGIA

A metodologia presente, consiste no estudo de campo sobre o agronegócio e melhorias que podem ser aplicadas inicialmente. Serão também abordados, estudos de sensores e placas com circuitos integrados, como o Arduino e o Raspberry Pi; instalação e implementação de uma área para armazenamento dos dados adquiridos pelo conjunto; instalação de ambiente para desenvolvimento nas plataformas Arduino e/ou Raspberry; aplicação dos sensores; montagem do circuito eletrônico e testes para fins de monitoramento do ambiente.

Serão feitos testes para determinada espécie de planta, a qual será monitorada constantemente, de acordo com sua situação, com a aplicação de técnicas cabíveis para melhorar seu desenvolvimento a partir das suas necessidades, podendo também automatizar algumas áreas, como um pequeno sistema de irrigação, acionado automaticamente de acordo com a umidade da terra e temperatura, para evitar desperdícios.

Todas as informações adquiridas por estes sensores serão armazenadas, podendo ser verificadas posteriormente, para previsões estatísticas, favorecendo melhor controle do ambiente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Gartner, *Inc* estima que 8,4 bilhões de coisas conectadas estarão em uso em todo o mundo em 2017, um aumento de 31% com relação a 2016. A expectativa é que esse número chegue a 20,4 bilhões até 2020, enquanto os gastos com endpoints e serviços devem atingir 2 (dois) trilhões de dólares em 2017 (TIINSIDE, 2017), ou seja, a *IoT* é uma das áreas que mais crescem em nosso meio mesmo que às vezes não a percebamos. Não só presentes em nossas casas, smartphones e pulseiras eletrônicas, esta tecnologia é inserida também no campo.

Segundo Alecrim (2017), sensores espalhados em plantações podem dar informações bastante precisas sobre temperatura, umidade do solo, probabilidade de chuvas, velocidade do vento e outras informações essenciais para o bom rendimento do plantio. Ou seja, auxiliam o agricultor a encontrar e solucionar possíveis problemas e/ou instabilidades da terra e do ambiente, através de informações passadas de forma rápida.

As técnicas de *IoT* tem de ser combinadas com três componentes essenciais: os dispositivos que serão intercomunicados; uma rede para a troca e envio de informações que podem ser o Wi-Fi, Bluetooth, NFC, entre outros e o controle destes dispositivos.

2.1. IOT

A internet das Coisas (*Internet of Things* em inglês), são vários objetos interligados com a função de coletar e transmitir informações capturadas através de uma rede, esta tecnologia vem evoluindo, ainda mais com a introdução de vários objetos de nosso dia a dia, como smartphones, televisores, geladeiras, veículos, sensores, e demais eletrônicos e componentes que possuem alguma tecnologia embarcada capaz de fazer algum tipo de comunicação com outros dispositivos, podendo trazer seu potencial nas mais diversas áreas e também para estudos mais aprofundados.

Este conceito provém de estudos desenvolvidos pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT)

Basicamente, esta tecnologia é um braço da internet que agora não é só virtual, está presente em dispositivos físicos, que quando estão conectados podem ser controlados remotamente, trazendo inúmeros benefícios e facilidades para a humanidade.

2.1.1. IoT na Agricultura

A *IoT* caracteriza-se pela comunicação entre máquinas e tem oportunidades no aspecto agro. Mas segundo especialistas que participaram do 11º congresso Brasileiro de Agroinformática, os desafios para o desenvolvimento e implementação desta tecnologia são enormes; primeiramente tem que haver mão de obra qualificada, conectividade no campo, alto custo de equipamentos e manipulação de grande volume de dados.

No entanto, o custo da microeletrônica está cada vez menor e com o desenvolvimento de novas técnicas, hoje é mais viável o desenvolvimento para o auxílio do agronegócio, com o maior problema sendo que nem em todo local há disponibilidade de sinal de internet para compartilhamento das informações em nuvem⁴.

⁴ Informações que são mandadas para internet e ficam armazenados em algum lugar do mundo em servidores (equipamentos que armazenam informações)

Segundo Figueiredo 2017, *apud* Digital, E. Comunicação, “É um desafio não só para o Brasil, mas para o mundo todo essa questão de conexão no campo” (Citação durante o SBIAgro 2017).

As soluções computacionais, mecanizadas e automatizadas que são trazidas para o campo com esta tecnologia são das mais diversas, desde máquinas de plantio e colheita mais inteligentes, até a aplicação de defensivos e irrigação sem gastos excessivos e apenas em áreas onde seja necessário, além de um controle maior da área de plantio com informações de todos os problemas e situação atual do meio.

Em questão de comunicação em longa distância, os dispositivos móveis junto da tecnologia *IoT* trazem potencial ao agronegócio.

Futuramente, esta tecnologia poderá auxiliar não só verificando como está o solo e na automatização, como também convergir em outros “braços” da agricultura e biotecnologia, alguns dos exemplos que podem ser dados são: técnicas e melhorias genética, instrumentação e bioinformática, onde a principal motivação é juntar o maior número de informações possíveis de solo, plantações e clima, que deverão estar interligadas para que possam auxiliar na produção de alimentos e assim consigamos produzir ao menos o necessário para suprir a necessidade de alimentos da população mundial, que ainda segundo Figueiredo, até 2020 será de nove bilhões de pessoas.

Segundo o diretor da Falker, Marcio Albuquerque, diferente de outras áreas que absorvem de forma rápida a revolução digital, o campo da agricultura no Brasil cresceu apenas próximo de 15% neste meio, por isto deve-se mostrar ao produtor como é importante a informatização do campo, pois ela é de extrema importância para melhorar a produção e evitar desperdícios.

No entanto, ainda existe um longo caminho de estudos e desenvolvimento, ou até uma suposta mudança de cultura para que a infraestrutura tecnológica seja totalmente implantada no campo, pois tem que haver uma grande intercomunicação de softwares⁵, máquinas e outras tecnologias já empregadas no campo.

Segundo (Embrapa, 2016), temos que solucionar os gargalos da agricultura com o avanço do *IoT*, alguns dos mais citados são: limitação de cobertura de telefonia e rede de internet

⁵ Programa, rotina ou conjunto de instruções que controlam o funcionamento de um computador/programa.

no campo, a capacidade de formar mão de obra qualificada, regulação, integração e compartilhamento de dados entre equipamentos.

Nesta figura é apresentado um sistema de irrigação já presente no mercado agropecuário, ele pode ser acoplado a sistemas de sensores e ativado apenas quando for preciso.



Figura 2: Irrigação no Campo (Agricultura de Precisão / Sensores)

Fonte: <http://pesquisa.unemat.br/gaaf/noticia/31/sensores-opticos-avanco-na-precisao-da-producao-agricola>

2.2. PLACAS CONTROLADORAS

Com o desenvolvimento da tecnologia, novos sistemas embarcados mais baratos, simples e cada vez mais poderosos surgem no mercado. Eles consistem em um sistema microprocessado, onde o computador é encapsulado ou dedicado a determinado sistema e/ou dispositivo que controla.

2.2.1. Raspberry

Um dos exemplos de sistema embarcado que inclusive será tema de estudo é o Raspberry Pi que segundo a própria empresa são “computadores de baixo custo e alto desempenho que as pessoas usam para aprender, resolver problemas e se divertir”, pois estes dispositivos também são utilizados para educação.

Suas especificações são: Arquitetura BCM2837 com núcleo ARM de 1,2GHz, processador de 4 núcleos e memória RAM de 1GB, alimentação de 5.1 V e a fonte de energia de aproximadamente 2.5 A é o necessário para suprir a energia de qualquer componente conectado à suas portas de entrada e saída, as quais são dispostas em 40 pinos, *wi-fi* b/g/n 2.4GHz e *bluetooth* 4.1, a qual auxilia as conexões que podem ser realizadas com dispositivos móveis, roteadores e equipamentos, 4 portas USB, porta HDMI, conexão de rede, tomada de áudio combinada de 3,5 mm e vídeo composto, interface da câmera (CSI) e entrada para cartão SD (para expansão da memória).

Estando em uma rede os dispositivos conectados através do raspberry podem se comunicar com outros dispositivos ligados a ele, podendo enviar e receber dados importantes para tomada de decisão.

A figura 3 demonstra a placa Raspberry e seu logo.

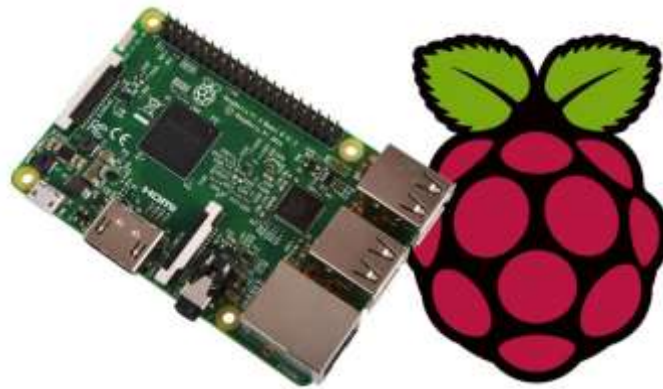


Figura 3: Raspberry 3

Fonte: http://www.cinestec.com.br/product_info.php?products_id=21656

Pinagem Raspberry Pi 3

O Raspberry é composto por uma placa, com 40 pinos, imagem que segue na Figura 4, cada um destes é responsável por determinada função, como passar energia alta ou baixa, controle, etc.

Estes pinos seguem em sequência linear de 1 a 40, os quais têm que ser verificados em seu mapa, pois os pinos GPIO, GND, reservados, 5 e 3.3v não ficam em sequência de fator ou tipo.

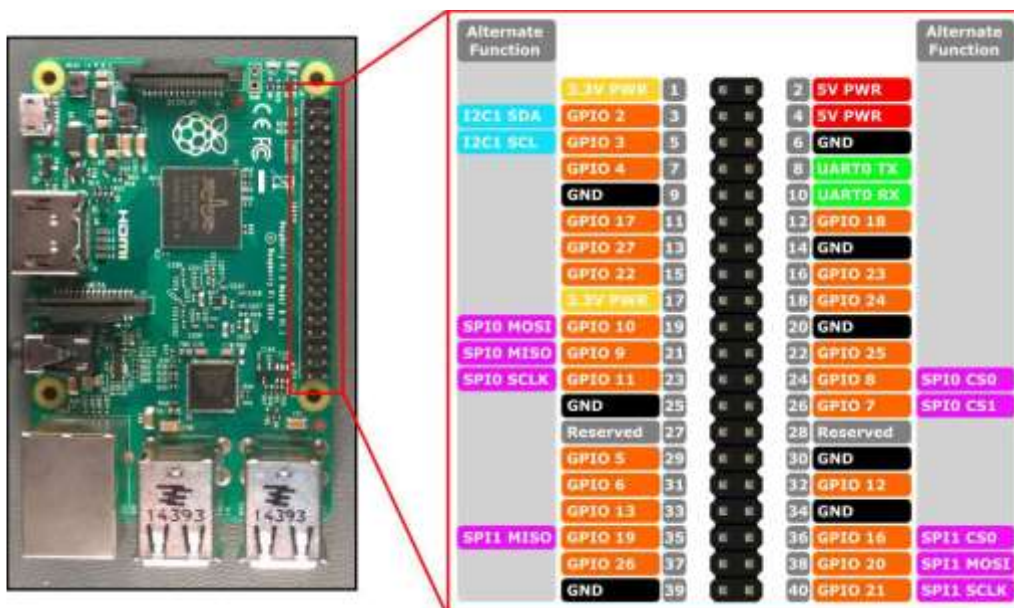


Figura 4: Pinagem Raspberry

Fonte: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/iot-core/learn-about-hardware/pinmappings/pinmappingsrpi/>

Estes pinos consistem em uma linha de entrada e saída de propósitos gerais com diferentes tensões.

Dos 40 pinos, 26 são pinos GPIO, 2 pinos de EEPROM (reservadas), 2 portas fornecem 5 volts, 2 portas 3.3 volts e 8 portas terra (ground), onde a antepenúltima e penúltima porta apenas servem para levar energia com tensões diferentes a determinados equipamentos e a última é a porta para terra/negativo.

Pinos GPIO (General Purpose Input/Output)

Eles são uma interface de comunicação a periféricos exterior, podendo ser ligados e desligados. Ou seja, são eles que fazem o controle de buscar informações de sensores e dispositivos capacitivos ou sinais de outro computador, enquanto outros pinos GPIO podem enviar a informação para um dispositivo ser ligado ou desligado de acordo com a necessidade e comandos programados dentro do dispositivo Raspberry, assim suportando informações lógicas ou escritas.

Usando o GPIO como saída, o Raspberry substitui o interruptor e a bateria. Estes pinos podem gerar diferentes voltagens (altas ou baixas), ligando e desligando o dispositivo conectado. Pino alto produz 3.3v e o baixo 0v (desligado/aterramento).

Ao considerar entradas de dispositivos e para que o Raspberry identifique o dispositivo externo, temos que especificar qual pino foi conectado, fazendo a comunicação entre os dois.

Portas EEPROM

Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory, é um tipo de memória não volátil usada em computadores e outros dispositivos eletrônicos, também presente no Raspberry, podendo armazenar pequenas quantidades de dados que precisam ser salvos quando a energia é removida, isto é muito utilizado para inicialização de algum sistema importante.

2.2.2. Arduino

Outro exemplo de placa controladora com sistema embarcado que também foi utilizada no projeto que faz a ligação com os sensores e os transferem para outra plataforma é o Arduino.

Da mesma forma do Raspberry, também existem variadas versões desta placa de baixo custo, sendo que algumas permitem aplicação de mais ou menos equipamentos. Neste projeto foi utilizado o “Arduino UNO”, que pode ser substituído facilmente pelo Arduino Nano ou o Micro, que realizam a mesma função com a mesma quantidade de entradas, sendo de tamanho mais reduzido e custo ainda menor.

Como o Raspberry, esta placa também apresenta entradas e saída de dados, como: saídas de tensão 3.3V, 5V e GND (terra/neutro), 5 portas analógicas onde são inseridos sensores analógicos, 13 portas digitais de saída/entrada de dados, parecido com as portas GPIO do Raspberry, sendo que sua porta 0 e 1 são destinadas também para transferência e recepção de dados do equipamento para outro, e ainda algumas portas extras como a de “reset”, “vin” entre outras que não serão utilizadas neste sistema.

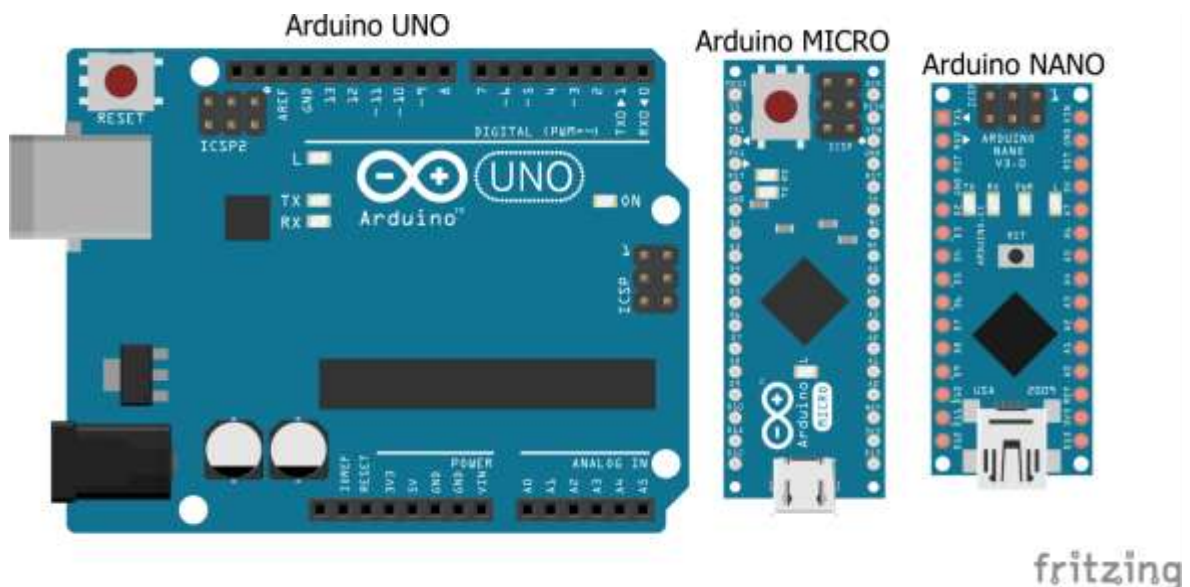


Figura 5: Tipos de Arduino
 Fonte: Autoria Própria (via Fritzing)

2.2.3. SENSORES

Sensores são componentes que respondem a estímulos químicos, biológicos e/ou físicos do meio onde estão inseridos e a partir disto, podem ter seu valor convertido em valores reais através de um transdutor para fins de medição/monitoramento.

Existem os mais diversos tipos de sensores no mercado, com várias funcionalidades e valores. Alguns módulos sensores que podem ser utilizados no projeto são: de umidade do ar e da terra, temperatura, medidor de PH, luminosidade, sensor pluviométrico, entre outros tantos.

Estes sensores, quando interligados através do Raspberry capturam informações do ambiente e as transferem para ele. Assim, todas os dados podem ser armazenados no próprio módulo e transferidos para um dispositivo externo ou enviados para a nuvem, podendo ser fundamental para estudos posteriores a partir das informações capturadas; além disto, os dados podem ser utilizados para controle de automação no campo em tempo real, como por exemplo, dispositivos de irrigação que podem ser acionados caso a umidade da terra chegue a um ponto criticamente baixo.



Figura 6: Sensores

Fonte: <http://flexquest.ufrpe.br/projeto/2525/caso/2526/minicaso/2529>

VANTAGEM DA INTEGRAÇÃO ENTRE ARDUINO X RASPBERRY

Alguns estudos foram levados em conta para utilização das placas conjuntamente, uma delas é a facilidade para o uso de sensores que tem apenas saída de dados de tipo analógico, os quais não podem ser empregados diretamente no Raspberry, pois ele só apresenta portas de tipo digital.

Outro fator a ser levado em conta é o custo de produção para o desenvolvimento deste projeto, como mostra a imagem a seguir, se fossem empregados 10 Raspberrys para serem colocados em várias partes do campo, seguindo um custo médio desta placa, teria um custo de aproximadamente R\$ 2.000,00 (dois mil reais), já o valor para instalação de 10 placas Arduino Nano + placa de RF (rádio frequência) + 1 placa Raspberry para o controle destes dispositivos, como base de dados e servidor tem o valor aproximado de R\$ 950,00 (novecentos e cinquenta reais), ou seja, menos da metade do custo, excluindo destes cálculos, os sensores que serão utilizados para cada tipo de aplicação dentro do campo.

A seguir é apresentada uma montagem mais explicativa sobre estes custos.

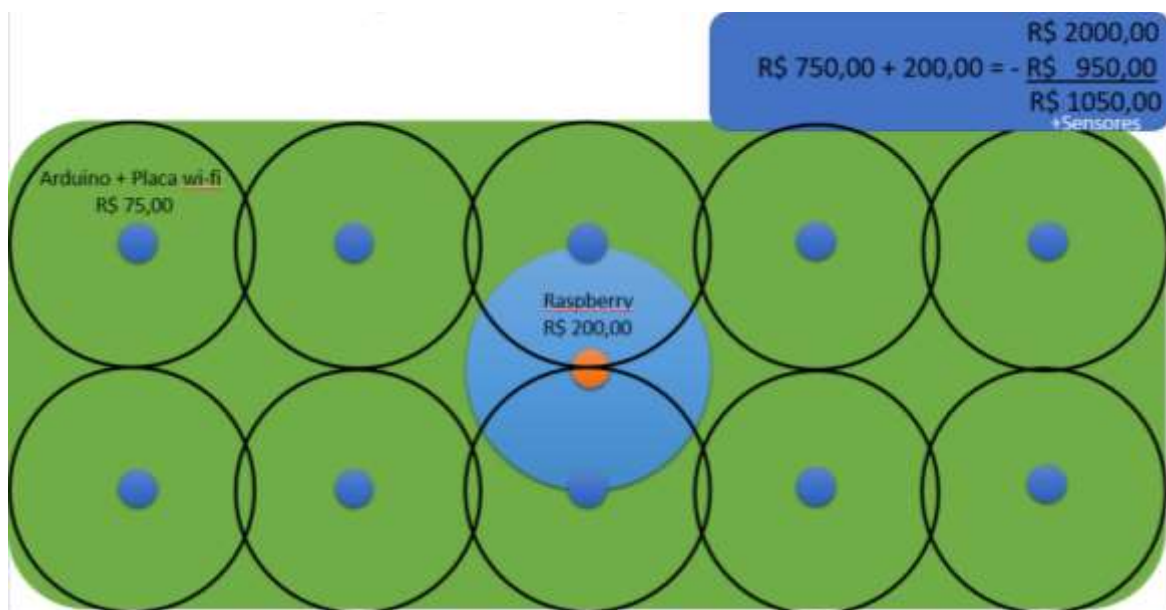


Figura 7: Demonstrativo de valores
Fonte: Autoria Própria (via Photoshop).

2.3. COMUNICAÇÃO NO CAMPO

Com a tecnologia se estendendo para o campo, necessidade de aumento de produção para suprir a demanda e comunicação rápida, o produtor é obrigado a se atualizar, e para isto é de extrema importância/necessidade a utilização de internet no campo e/ou de um tipo de comunicação *off-line* como uma página de *web*.

2.3.1. INTERNET NO CAMPO

Atualmente estamos acostumados com redes wi-fi e dados móveis em áreas urbanas, porém no campo nem sempre esta tecnologia está presente; mas estamos avançando rapidamente para suprir essa necessidade. Segundo um artigo publicado em 2015 no site Globo Rural, nos últimos anos a internet pelo celular em zonas rurais saltou de 4% para 24%, ou seja, seis milhões de pessoas utilizando internet nos campos segundo pesquisas de 2014, pelo Centro Regional de Estudos para Desenvolvimento da Sociedade da Informação, mostrando que esta tecnologia vem crescendo a cada dia.

A Internet no campo é de fundamental importância para comunicação com o “meio externo”, pois com ela os produtores conseguem se comunicar com funcionários que estão fora da propriedade, falar com veterinários, pagamento em bancos, entre outros. Mas não é somente isto, com a automatização no campo, sensores e máquinas inteligentes tem que existir comunicação entre as estruturas, isto é dado através da internet, sendo que todas as informações capturadas podem ser transferidas para a nuvem e utilizadas posteriormente para melhor controle da terra, ambiente e plantas de determinada propriedade.

2.3.2. WEB SERVICE

Para a visualização gráfica dos dados adquiridos no campo, pode-se montar uma página Web off-line⁶ com servidor⁷ local (na própria máquina), onde serão armazenadas as informações, podendo também ser alteradas e excluídas.

Para isto é feita a atualização do Raspberry Pi 3 e define-se um endereço de IP estático, após este procedimento, são feitas as instalações dos pacotes para que o servidor os execute no equipamento; logo depois é instalado um servidor de aplicação Apache, MySql, e outros, e criando-se a base de dados para armazenamento, que será unido com uma página HTML, apresentando os dados.

É demonstrada na figura 6, uma página que contém as informações capturadas pelos sensores com seu endereço (localização), nome do sensor, valor da medição, hora e data da medição realizada, unidade de medida e temporizador de atualização.

Localização	Nome	Valor da Medição	Unidade	Data/Hora
Setor 0001	SOLO - Umidade	55	%	28/02/2018 09:30
Setor 0001	SOLO - PH	7,9	PH	28/02/2018 09:30
Setor 0001	AR - Umidade	51	%	28/02/2018 09:30
Setor 0001	AR - Temperatura	31	°C	28/02/2018 09:30
Setor 0001	Luminosidade	85	%	28/02/2018 09:30
Setor 0001	SOLO - Umidade	55	%	28/02/2018 10:30
Setor 0001	SOLO - PH	7,9	PH	28/02/2018 10:30
Setor 0001	AR - Umidade	51	%	28/02/2018 10:30
Setor 0001	AR - Temperatura	31	°C	28/02/2018 10:30
Setor 0001	Luminosidade	85	%	28/02/2018 10:30

Figura 8: Sistema de Amostragem de Valores
Fonte: Autoria própria (via Photoshop).

⁶ Sem conexão com a rede de internet mundial.

⁷ Local de onde a página (site) adquire informações já armazenadas, podendo também alterá-las e adicioná-las

2.4. APLICAÇÃO DE IOT NO CAMPO

O seguinte projeto consiste na integração da tecnologia no campo, as implementações consistem em sensores, placas controladoras, webservice local e uma plataforma básica para visualização das informações capturadas.

2.4.1. PROPOSTA

Os sensores serão embutidos em uma caixa à prova de intempéries, sendo que as partes capacitivas dos sensores têm de ser inseridas externamente, a placa controladora também será contida nesta, a qual fará a interconexão entre os diversos sensores.

O WebService será instalado na placa controladora, junto da plataforma para visualização das informações e o banco de dados. Todas as capturas realizadas pelos sensores serão enviadas para o banco de dados armazenando-as e, posteriormente, estes dados passam por um webservice, que fará a linkagem entre o banco e a plataforma.

O Raspberry fará a conexão de todos estes sistemas e carregará todas as informações necessárias para o funcionamento dos dispositivos; banco de dados e servidor. Além do mais, a placa poderá ter conexões externas, trazendo a automação para o campo; como aspersores de água que podem ser acionados caso a umidade do solo seja muito baixa, implementando assim o sistema IoT para o campo.

A próxima imagem representa uma prévia de como será a montagem do sistema. O item de número 1 mostra o sensor que será inserido na terra para medição de umidade e PH; já o objeto 2 representa o sensor que captura a umidade e temperatura do ambiente; o de número 3 é o sensor de luminosidade que demonstrará a quantidade de luminosidade que está chegando no local determinado; o instrumento 4 é o sensor de vento, medindo sua velocidade e por fim, o de número 5 é a caixa resistente às intempéries, onde será inserida a placa controladora junto a uma bateria para o suprimento de energia, que poderá ser recarregada através de uma placa solar.

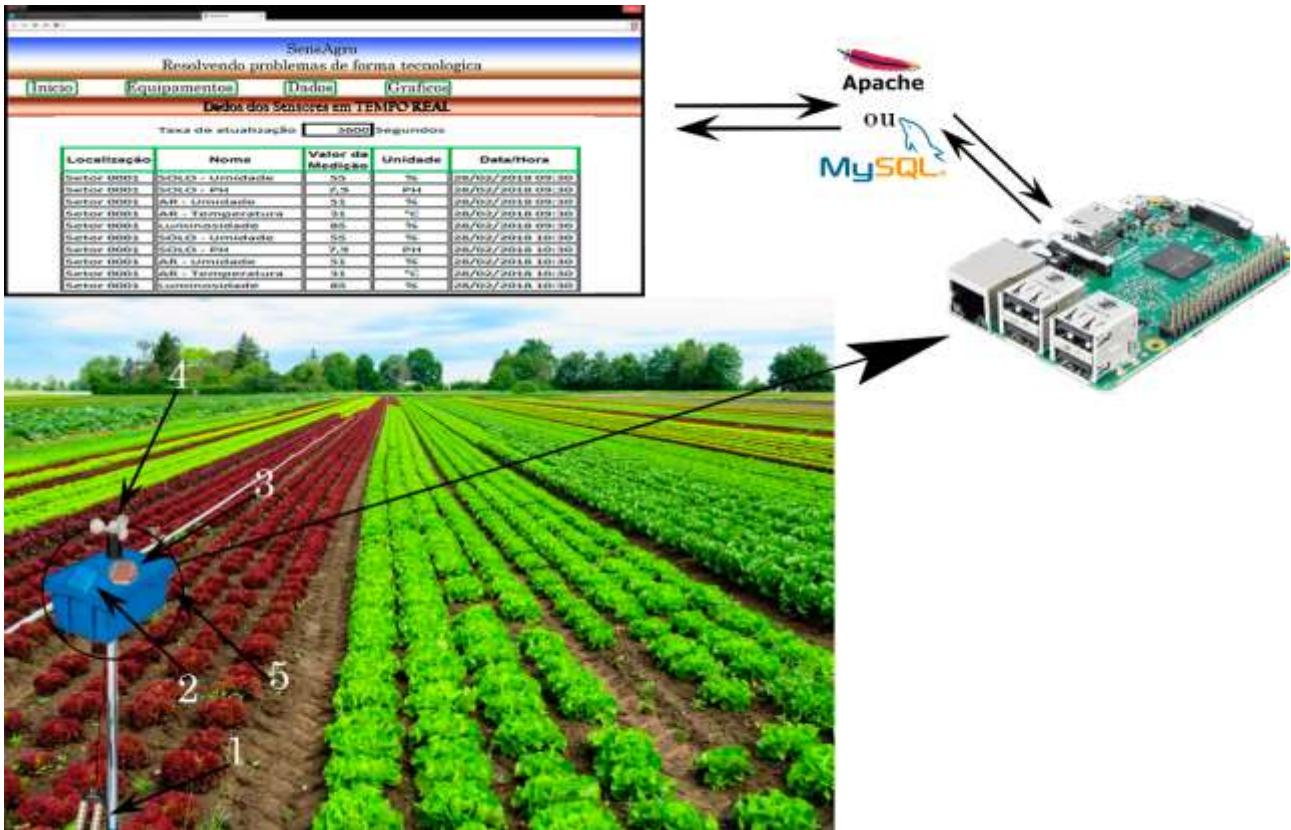


Figura 9: Sistema no Campo
 Fonte: Autoria própria (via Photoshop)

Para o desenvolvimento de todo o sistema foi preciso realizar várias modificações na placa controladora (raspberry), desenvolvimento de códigos e montagem da placa de circuitos, onde foram inseridos os sensores e os LEDs de aviso, além do sistema de configuração à distância em rede local. Todo este sistema será explicado com detalhes no decorrer deste capítulo.

2.4.2. Atualização e configurações do raspberry

Para iniciar o projeto, com a placa raspberry em mãos, foi feita a instalação do sistema Noobs, o qual auxilia iniciantes desta plataforma para instalação do sistema operacional Raspbian. Com ele já instalado foi feita a atualização do sistema através dos comandos:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get dist-upgrade
```


Foram também instalados o Sistema de servidores de páginas (Apache) e de processos PHP, o qual foi utilizado em alguns métodos dentro da página HTML.

Código para instalação do Apache:

```
sudo apt-get install apache2 -y
```

Todas as informações de páginas e servidores de internet ficam contidos dentro do diretório `/var/www/html/`, que está inserido no Raspberry. Para realizar a chamada e visualização de todo o sistema da página, é necessário aplicar no URL⁸ de qualquer navegador, o número de IP⁹ de rede (que pode ser descoberto a partir do CMD¹⁰) - alocado no raspberry - inserindo o diretório seguido do nome *default* da página "index.html". Com isso terá que aparecer a seguinte tela:

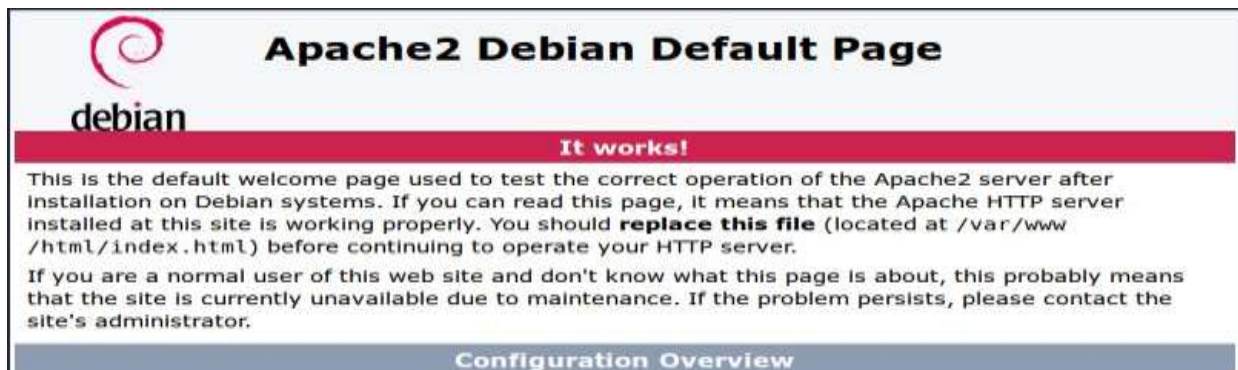


Figura 10: Pagina Apache para teste

Fonte: www.raspberrypi.org/documentation/remote-access/web-server/images/apache-it-works.png

Agora o servidor está funcionando corretamente. Para que o Apache processe arquivos do PHP é preciso fazer a instalação mais recente do serviço através do comando:

```
sudo apt-get install php libapache2-mod-php -y
```

Após isso, realizar o mesmo processo do html, mas em uma página formato .php com o código `<?php echo phpinfo(); ?>` para acessar a página mostrada a seguir.

⁸ Uniform Resource Locator, refere ao endereço de rede no qual se encontra algum recurso informático.

⁹ Internet Protocol, ou seja, um número gerado pela rede onde está o seu sistema. Para descobri-lo basta digitar o comando **ifconfig** no CMD da máquina.

¹⁰ Prompt de comando, um "programa" do próprio Sistema Operacional que através de comandos pode-se executar qualquer função.

PHP Version 7.0.30-0+deb9u1	
System	Linux raspberrypi 4.14.52-v7+ #1123 SMP Wed Jun 27 17:35:49 BST 2018 armv7l
Build Date	Jun 14 2018 13:50:25
Server API	Apache 2.0 Handler
Virtual Directory Support	disabled
Configuration File (php.ini) Path	/etc/php/7.0/apache2
Loaded Configuration File	/etc/php/7.0/apache2/php.ini
Scan this dir for additional .ini files	/etc/php/7.0/apache2/conf.d
Additional .ini files parsed	/etc/php/7.0/apache2/conf.d/10-opcache.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/10-pdo.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-calendar.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-ctype.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-exif.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-fileinfo.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-ftp.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-gd.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-gettext.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-iconv.ini

Figura 11: Parte página PHP para teste
Fonte: <http://www.noveldevices.co.uk/rp-php5>

Em seguida a todos os testes e instalações iniciais, pode-se excluir estas páginas e dar continuidade às outras configurações necessárias do sistema.

2.4.3. Configurações dos serviços ssh e vnc

Estes serviços permitem acessar virtualmente o servidor. Neste caso, o raspberry trazendo uma maior facilidade em questão de comunicação, não sendo necessário a utilização de fios para comunicação com o computador nem dispositivos de entrada e saída com o equipamento.

SSH (*Secure Shell*) é um protocolo que permite acessar o dispositivo via *prompt* (terminal de comandos), onde, através dele, pode ser realizada qualquer alteração, instalação e exclusão no sistema, mas de uma forma mais complexa, pois não há acesso à interface gráfica do sistema operacional.

Para ativa-lo, basta entrar no modo de configuração do raspberry pelo comando “sudo raspi-config” dentro do terminal e selecionar “enable” em seu menu, feito isto, para acessa-lo através do PC basta entrar no terminal do sistema e digitar “ssh pi@[IP do raspberry]”, como é apresentado na imagem a seguir.

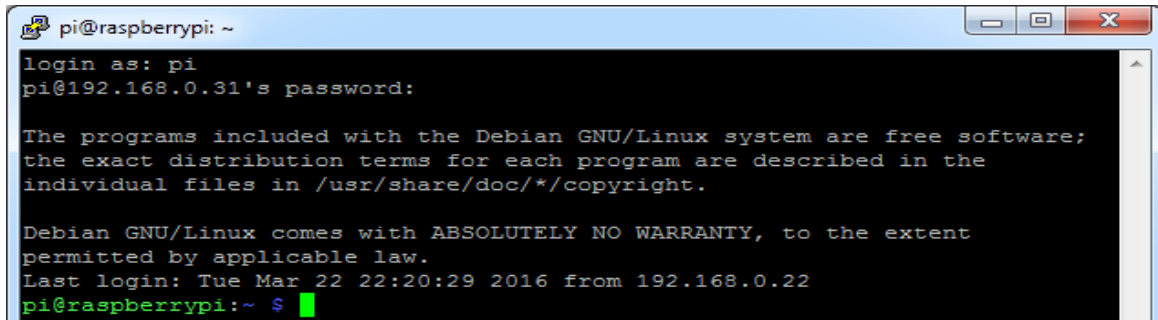


Figura 12: Exemplo SSH

Fonte: <https://www.arduinoecia.com.br/2016/03/tutorial-raspberry-pi-ssh.html>

Podendo também ser acessado através PuTTY¹¹, bastando baixa-lo via internet e digitar o IP do raspberry em sua plataforma.

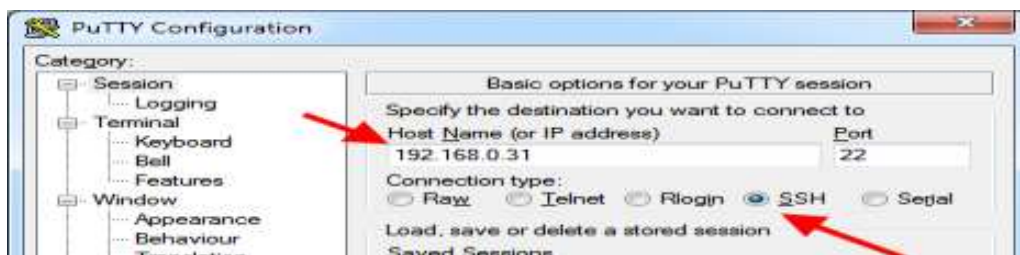


Figura 13: SSH via PuTTY

Fonte: <https://www.arduinoecia.com.br/2016/03/tutorial-raspberry-pi-ssh.html>

Outro serviço que pode ser utilizado para visualização do raspberry é o VNC (Virtual Network Computing), por ele tem-se uma visão de toda a interface gráfica, como se tivesse utilizando o equipamento ligado diretamente a uma tela, com todas as funcionalidades do equipamento.

Primeiramente faça a instalação pelo código:

```
sudo apt-get install realvnc-vnc-server realvnc-vnc-viewer
```

Para sua ativação basta fazer o mesmo que o SSH, mas neste caso clicando em “enable” na configuração de VNC ou pela parte gráfica em: “Menu > Preferencias > Raspberry Pi

¹¹ <https://www.putty.org>

Configuration > Interfaces > VNC > Enabled”, após isto baixe o VNC¹² no PC e coloque o número IP seguido de dois pontos e o número gerado na instalação do pacote no raspberry.

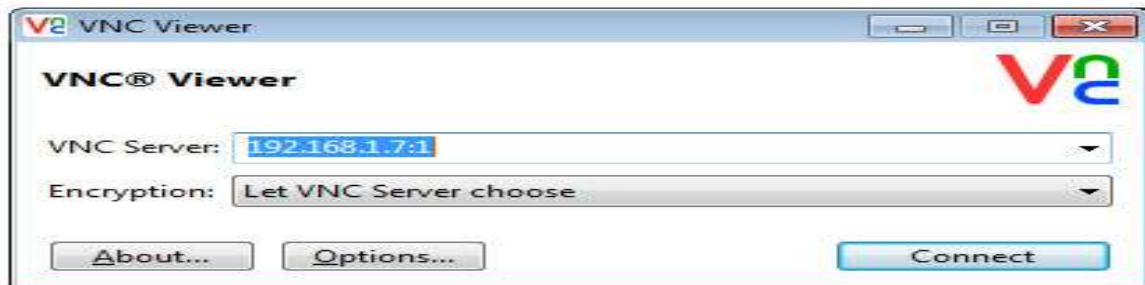


Figura 14: Iniciando VNC

Fonte: <https://tektab.com/2015/11/03/raspberry-pi-quick-start-guide-headless-with-raspbianhowtotutorial/>

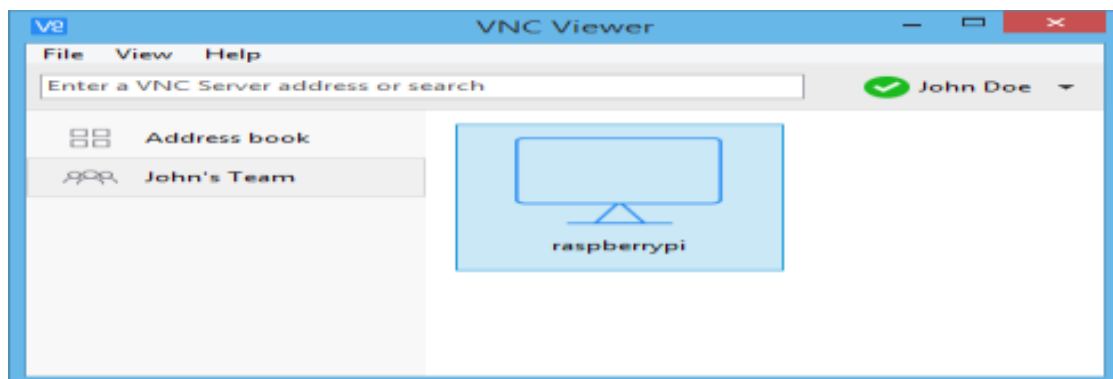


Figura 15: Exemplo VNC

Fonte: <https://www.raspberrypi.org/documentation/remote-access/vnc/>

2.4.4. Configurando portas seriais (uart)

Para termos a comunicação com o meio externo com outras plataformas, é preciso configurar as portas de transmissão de dados “TX” e de recepção de dados “RX”, conhecidas também como portas UART presentes tanto no Raspberry quanto no Arduino, mas, para sua utilização, é preciso executar algumas modificações em sua configuração, pois estas portas por padrão são bloqueadas uma vez que utilizadas para *login* com o console através de um software com o nome de “*getty*”.¹³

¹² <https://www.realvnc.com/pt/>

¹³ WATKINS, John (2016)

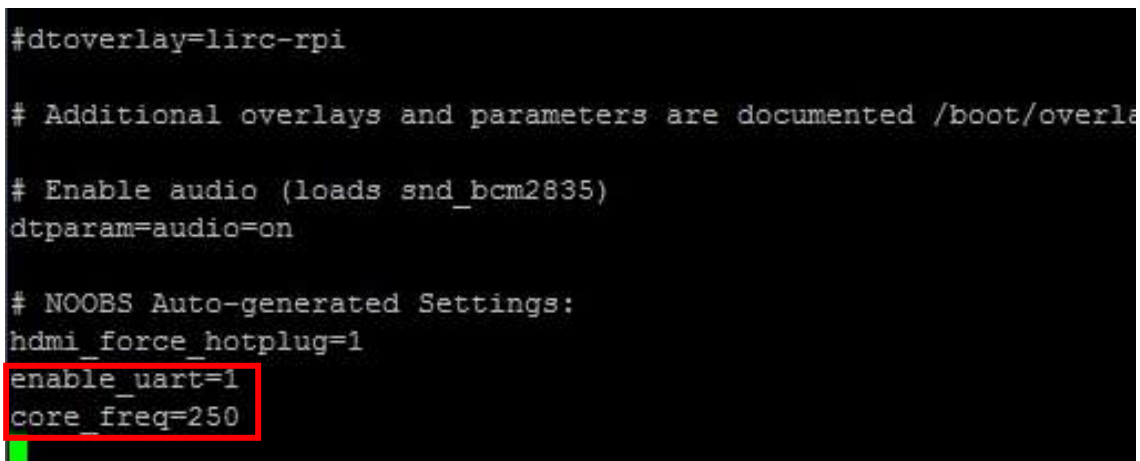
Como o *bluetooth* também vem utilizando uma destas portas “/dev/ttyAMA0”, esta foi desativada para funcionamento direto pelo UART de alto desempenho (porta padrão do equipamento), sendo substituída por outra sendo necessário o apontamento para estas portas tornando possível seu completo funcionamento.

Outra porta com funcionalidade “mini uart” localiza-se em “/dev /ttyS0” é destinada para porta serial GPIO sendo mapeada para os pinos 14 e 15, por isso, para a utilização correta das portas para outros dispositivos acoplados ao Raspberry.

Para que a porta GPIO seja habilitada, basta digitar no terminal o comando “sudo nano /boot/config.txt”, adicionando os seguintes comandos ao fim do arquivo:

```
enable_uart = 1
core_freq = 250
```

O primeiro comando adicionado realiza a ativação da porta serial (uart) e a segunda para ajustar e travar a frequência dos *cores* no processador do Raspberry. Faz-se a reinicialização com o comando “sudo reboot” para que a configuração entre em vigor no equipamento.



```
#dtoverlay=lirc-rpi

# Additional overlays and parameters are documented /boot/overla

# Enable audio (loads snd_bcm2835)
dtparam=audio=on

# NOOBS Auto-generated Settings:
hdmi_force_hotplug=1
enable_uart=1
core_freq=250
```

Figura 16: Ativando GPIO
Fonte: Aatoria Própria

Em questão da porta serial “/dev/ttyS0” ser mapeada para o pino 14 e a “/dev/ttyAMA0” ao 15 temos a referência destas portas como “serial0” e “serial1” sequencialmente, sendo possível consultá-las com o comando:

```
ls -l /dev
```

Podendo ser visualizada a seguinte tela.

```
brw-rw---- 1 root disk    1,  9 jul 22 13:26 ram9
crw-rw-rw- 1 root root    1,  8 jul 22 13:26 random
drwxr-xr-x 2 root root    60 dez 31 1969 raw
crw-rw-r-- 1 root netdev 10, 58 jul 22 13:26 rfkill
lrwxrwxrwx 1 root root      5 jul 22 13:26 serial0 -> ttyS0
lrwxrwxrwx 1 root root      7 jul 22 13:26 serial1 -> ttyAMA0
drwxrwxrwt 2 root root    40 nov  3 2016 shm
drwxr-xr-x 3 root root   160 jul 22 13:26 snd
lrwxrwxrwx 1 root root    15 nov  3 2016 stderr -> /proc/self/fd/2
lrwxrwxrwx 1 root root    15 nov  3 2016 stdin  -> /proc/self/fd/0
lrwxrwxrwx 1 root root    15 nov  3 2016 stdout -> /proc/self/fd/1
crw-rw-rw- 1 root tty     5,  0 jul 22 13:26 tty
crw-rw-rw- 1 root tty     4,  0 jul 22 13:26 tty0
```

Figura 17: Visualização das portas “uart”
Fonte: Autoria Própria

Para empregar a porta serial senão apenas para o console é necessária sua desativação, recordando que a porta utilizada é a “/dev/ttyAMA0” a qual está vinculada ao “getty” (console), para isso digite no console os seguintes comandos:

```
sudo systemctl stop serial-getty@ttyS0.service
sudo systemctl disable serial-getty@ttyS0.service
```

Sendo preciso além disso, acessar o arquivo cmdline.txt pelo comando “sudo nano /boot/cmdline.txt” e, se visível, remover o texto “console=serial0,115200” e salvar este arquivo.

```
dwc_otg.lpm_enable=0 console=serial0,115200 console=tty1
```

Figura 18: Remoção de parte do código
Fonte: Autoria Própria

Para retomar a funcionalidade do *bluetooth* é preciso sua reativação para a porta “/dev/ttyS0” através da chamada “pi3-disable-bt” possibilitando seu funcionamento

conjuntamente ao serviço de GPIO, basta acessar o diretório “/boot/config.txt” e abaixo de todo o texto do arquivo, inserir o escrito “dtoverlay = pi3-miniuart-bt”, após isto salve e reinicie todo o sistema para que entre em vigor.

```
# Enable audio (loads snd_bcm2835)
dtparam=audio=on

# NOOBS Auto-generated Settings:
hdmi_force_hotplug=1
enable_uart=1
core_freq=250
dtoverlay=pi3-miniuart-bt
```

Figura 19: Reativação do Bluetooth na porta
Fonte: Aatoria Própria

Agora com toda a configuração realizada, as portas uart estão preparadas para a inserção de um equipamento externo para realizar transmissões e recepções de distintos dados, bastando apenas realizar a verificação para ter certeza da inversão das tais portas.

Esta verificação é dada através do mesmo comando anterior “ls -l /dev”.

```
drwxr-xr-x 2 root root          60 dez 31 1969 raw
crw-rw-r-- 1 root netdev    10,  58 jul 22 14:12 rfkill
lrwxrwxrwx 1 root root         7 jul 22 14:12 serial0 -> ttyAMA0
lrwxrwxrwx 1 root root         5 jul 22 14:12 serial1 -> ttyS0
drwxrwxrwt 2 root root         40 nov  3 2016 shm
drwxr-xr-x 3 root root        160 jul 22 14:12 snd
```

Figura 20: Verificando portas seriais
Fonte: Aatoria Própria

Como se pode ver, a porta serial0 esta como ttyAMA0 e a serial1 como ttyS0, e o bluetooth está ativo, só faltando agora fazer a ligação com o equipamento e os códigos para recepção e envio de dados.

3. MONTAGEM DOS COMPONENTES E PLACAS

Para a montagem dos componentes, foi preciso realizar um estudo completo das placas controladoras Raspberry e Arduino, levando em questão os componentes que seriam utilizados e quais portas seriam utilizadas, tendo a certeza de que tudo se encaixaria em seus conformes.

Foram utilizadas para esta montagem básica os componentes LDR (sensor de luminosidade), LM35 (sensor de temperatura do ambiente), 4 LEDs (diodos emissores de luz), alguns resistores para minimização da tensão, *protoboards* (placas para a montagem), jumpers (fios para interligações), a placa Raspberry e o Arduino.

3.1. PROTOBOARD

A *protoboard* é utilizada neste projeto para a ligação de todo o sistema, sem ela dificulta-se a junção das placas e dos componentes eletrônicos.

Basicamente esta placa faz ligações internas de ponto a ponto, sendo que temos um fechamento de circuito horizontal em suas laterais, nos pontos positivos e negativos indicados na placa, outros pontos deste fechamento de circuito, podem ser encontrados verticalmente, um em cada série de 5 furos, como podemos ver na imagem a seguir, os furos “a, b, c, d” e “e” estão interligados, e em cada número que vai de 1 a 30 há uma separação deste circuito, o mesmo ocorre com os furos “f, g, h, i” e “j”.

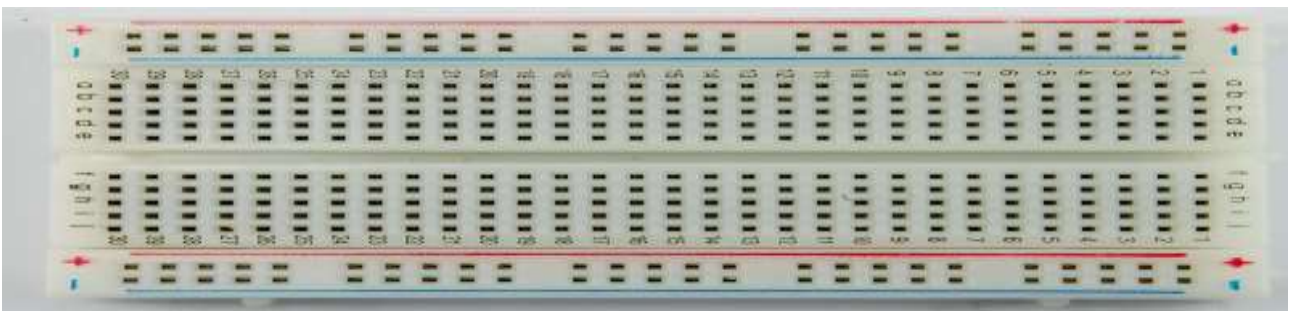


Figura 21: Protoboard

Fonte: <http://www.ebanataw.com.br/arduino/protoboard.htm>

Pode-se visualizar melhor esta explicação com a imagem desenhada a partir do programa Fritzing¹⁴.

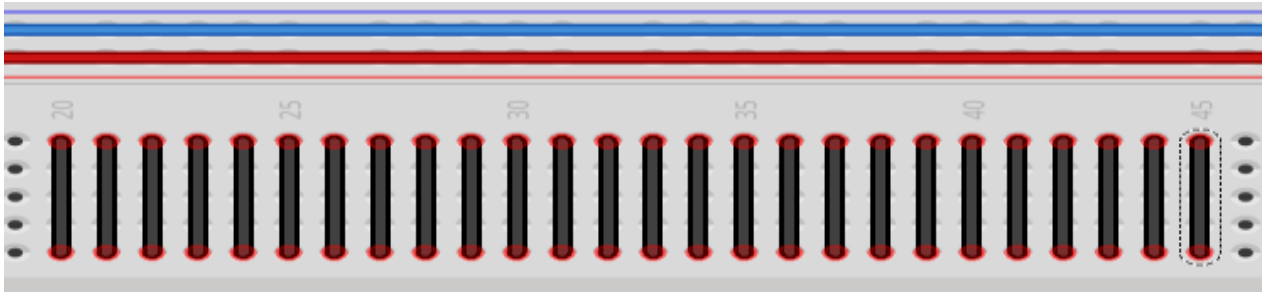


Figura 22: Fechamento de circuitos na protoboard
 Fonte: Autoria Própria (via Fritzing)

3.2. MONTAGEM DOS COMPONENTES

Primeiramente com a placa Arduino e a protoboard, foram utilizados JUMPERs do tipo macho/macho para a ligação dos sensores, LEDs e resistores.

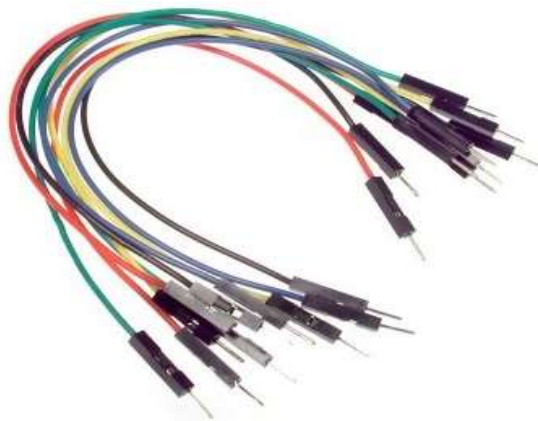


Figura 23: Jumper Macho/Macho
 Fonte: <http://www.ebanataw.com.br/arduino/protoboard.htm>

A seguinte imagem mostra a ligação do polo negativo pelo fio de cor azul, inserido na placa Arduino na pinagem GND (neutro/terra) e na barra lateral da protoboard. O fio vermelho, é

¹⁴ <http://fritzing.org/home/>

responsável para levar a tensão de 5volts aos sensores, junto com o GND para realizar sua ligação.

O sensor de LDR que é responsável por verificar a quantidade de luminosidade do local, recebe um resistor de 100K, reduzindo sua tensão para que não queime com os 5V liberados pelo equipamento, como podemos ver na próxima imagem, para que a informação do sensor seja transferida para o Arduino, verificamos um jumper de cor marrom que é ligado a entrada analógica "A0" dele.

Já com o sensor LM35 que faz a leitura de temperatura do ambiente, é apenas energizado e com um jumper de cor verde leva sua informação a placa pela porta analógica "A5".

Os sensores já eletrizados precisam transmitir as informações do ambiente para o Arduino que está inserido na área de plantio, para isto cada sensor recebe um jumper, no caso do LDR, que é responsável por verificar a quantidade de luminosidade do local

Os LEDs simplesmente simbolizam o equipamento que será ligado neste projeto, como demonstrado na imagem a seguir, dependendo da informação recebida pelos sensores, os LEDs verdes se acendem resumindo que está tudo ocorrendo de acordo com o que é preciso no ambiente ou, se não, os LEDs verdes se apagam dando lugar aos vermelhos, que simbolizam que algo está errado.

Para levar energia a esses LEDs o polo negativo de cada um deles recebeu um jumper negativo e cada positivo um capacitor de 100K, pois como já dito, o Arduino leva 5V aos componentes e os LEDs resistem apenas a 3V. Para cada um desses ligarem/desligarem individualmente é preciso liga-los separadamente, neste exemplo os LEDs responsáveis pelo LDR foram ligados às portas digitais 3 e 4 do Arduino pelos jumpers cinzas, e os outros dois responsáveis pelo LM35, foram conectados às portas 6 e 7.

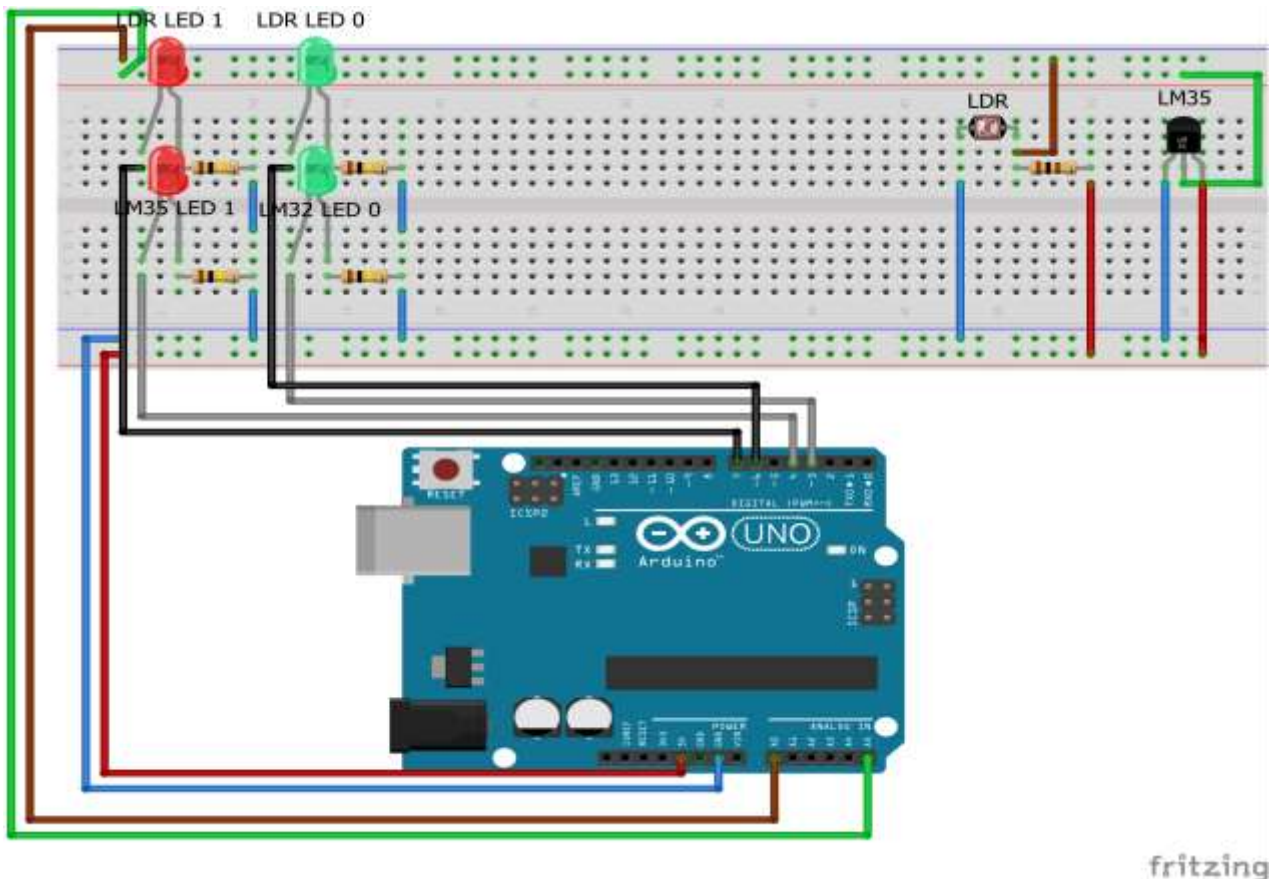


Figura 24: Ligação entre Arduino, protoboar e componentes
 Fonte: Autoria Própria (via Fritzing)

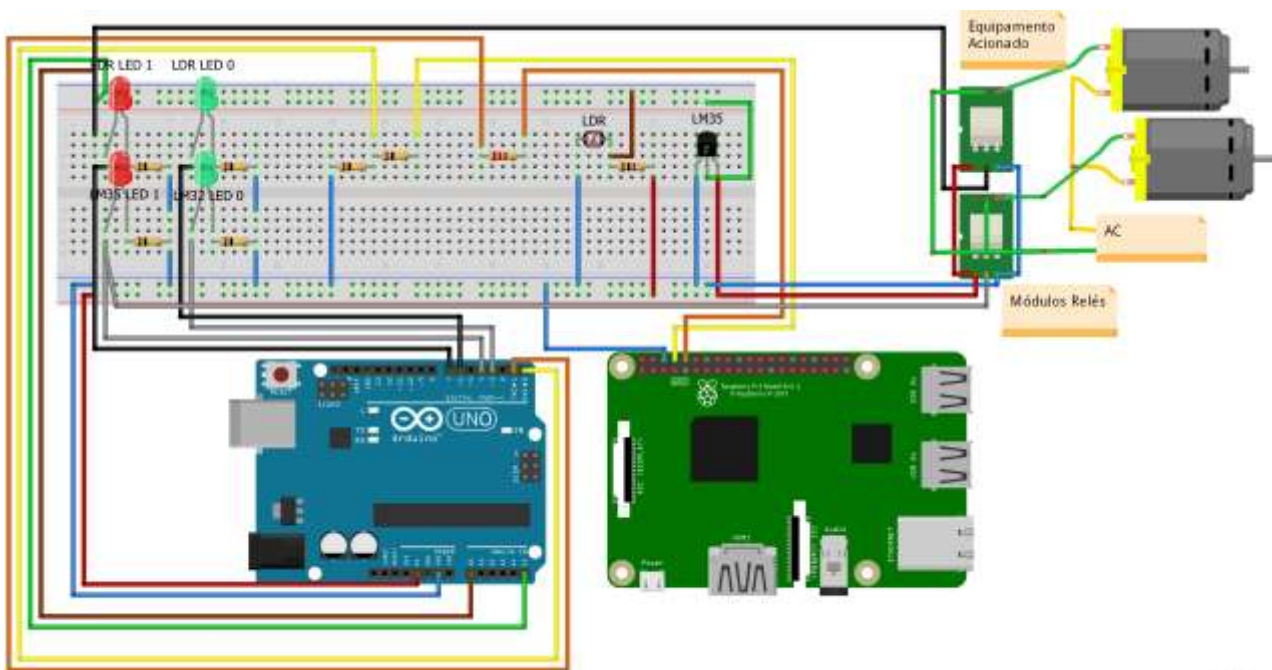
3.3. COMUNICAÇÃO ARDUINO E RASPBERRY

Para que a comunicação entre o Arduino e o Raspberry seja realizada, é preciso utilizar as portas RX e TX das duas placas controladoras para as transferências dos dados. Com a placa Arduino já totalmente comunicada com os componentes inseridos na protoboard, fixar-se mais dois resistores de 100K ou de outras tensões desde que os 5V transmitidos pela porta TX desta placa não ultrapassem os 3V que o Raspberry suporta, estes resistores são interligados em série sendo que uma de suas extremidades recebe o polo negativo representado pelo fio azul; a outra saída do terminal TX do Arduino indicado pelo fio de cor amarelo, como é demonstrado na figura em seguida, saindo um jumper central com a tensão um pouco menor que 3V, o qual é inserido na entrada RX do Raspberry por um jumper macho/fêmea (amarelo).



Figura 25: Jumpers Macho/Fêmea
 Fonte: <http://www.ebanataw.com.br/arduino/protoboard.htm>

Já no caminho inverso não é necessário nenhum resistor, mas por segurança e de acordo com os testes realizados, foi inserido um resistor de $220\mu\text{F}$, ao qual em uma de suas extremidades é ligado o Raspberry no pino TX e na outra ponta é ligado um jumper até a entrada RX do Arduino, representadas pelo fio laranja na imagem número 26.



fritzing

Figura 26: Arduino x Raspberry (comunicação)
 Fonte: Autoria Própria (via Fritzing)

Na mesma imagem, número 26, é possível verificar também dois módulos relés que são responsáveis por ligar em voltagens altas os dois motores que também estão presentes, os quais podem ser substituídos por qualquer outro dispositivo, como sistemas de irrigação, válvulas solenóides, sistemas de resfriamento entre outros, podendo entrar no lugar dos LEDs ou trabalhar conjuntamente com eles.

A imagem a seguir mostra uma foto do sistema montado.

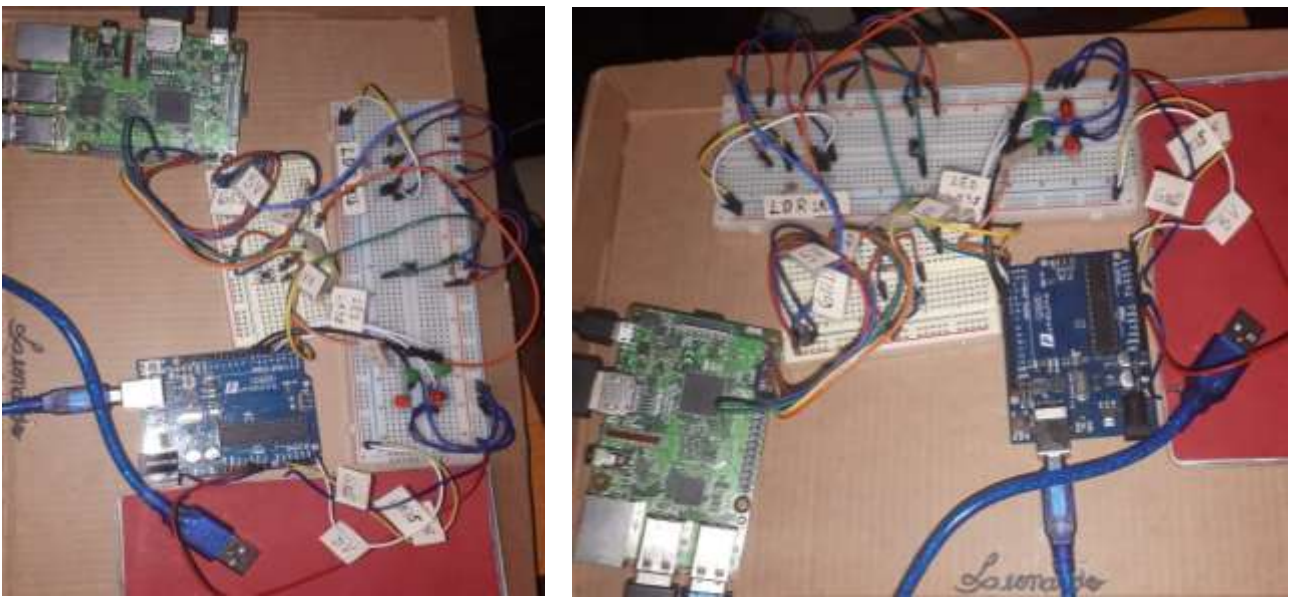


Figura 27: Foto do projeto
Fonte: Autoria Própria

4. CÓDIGOS E IMPLEMENTAÇÕES

Para que todos os componentes sincronizem e transfiram dados através de toda a fiação é preciso de um código para cada uma das placas, sendo que o Raspberry mandará uma solicitação para o Arduino fazer a leitura dos sensores conectados à placa e ligar o LED/equipamento de acordo com o que se necessita, retornando para o Raspberry a informação do sensor, posteriormente sendo inserido em uma página HTML facilitando a visibilidade do dado.

4.1. CÓDIGO ARDUINO

Basicamente, neste código temos que *setar* (especificar) as portas de cada componente, tanto de entrada como saída e dependendo da entrada dos dados, ativar ou desativar os LEDs/equipamentos.

É apresentado um trecho do código onde os pinos do Arduino são *setados* para cada componente inserido. Neste exemplo foram inseridos os 4 LEDs nos pinos 3, 4, 6 e 7 da porta digital, os dois sensores nas portas analógicas A0 e A1, e as informações variáveis que serão recebidas dos sensores e do Raspberry.

```
int ledPin3 = 3; //Led no pino 3
int ledPin4 = 4; //Led no pino 4
int ledPin6 = 6; //Led no pino 6
int ledPin7 = 7; //Led no pino 7
const int ldrPin = A0; //LDR no pino analógico 0
int ldrValor; //Valor lido do LDR
float tPin = A1; //Temp no pino analógico 5
int tValor=0; //Valor lido do Temp
char buf; //Valor recebido pelo Rasp
```

Conforme o próximo código, é apresentada a configuração das portas como saída. Estas portas representam os LEDs, e logo abaixo há uma configuração de porta serial que deve

ser a mesma apresentada no Raspberry na hora da programação. Como o exemplo demonstra, esta porta foi *setada* com sincronismo de 115200.

```
void setup(){
  pinMode(ledPin3,OUTPUT); //define a porta 3 como saída
  pinMode(ledPin4,OUTPUT);
  pinMode(ledPin6,OUTPUT);
  pinMode(ledPin7,OUTPUT);
  // pinMode(botao, INPUT);
  Serial.begin(115200); //Inicia a comunicação serial
}
```

A seguir é demonstrado trecho do código onde é recebida a informação do Raspberry e recebido em uma variável; feito isso, um teste é realizado para confirmar que essa variável (buf) entre para o programa “sensores();”.

```
buf = Serial.read();
// Caso seja recebido o caracter L, acende o led
if (buf != 'X'){
  sensores();
}
```

Apartir do momento em que o equipamento recebe o valor dos sensores, não é possível apenas “joga-los” para a tela sem trata-los, isso porque o valor recebido varia de acordo com uma constante de tensão, que neste caso varia de 0 a 1023. Para que estes valores sejam ajustados para a forma de porcentagem, foi realizada a conversão deste valor pelo código demonstrado na próxima figura, apenas com um reajuste ao seu final de “* -1”, pois a tensão recebida neste sensor é inversa, e precisamos ajusta-la para que vá de 0 a 100 por cento.

```
ldrValor = (float(analogRead(ldrPin) / 10.23)-100)*-1; //O valor lido será
entre 0 e 1023
```

Por fim, é feito o teste do valor recebido do Raspberry e, de acordo com o valor ajustado, é feita a ativação/desativação do LED/equipamento.

```
if(buf == 'L'){//Liga sistema altonomo
if (ldrValor <= 15) {
    digitalWrite(ledPin3,HIGH);
    digitalWrite(ledPin4,LOW);
```

Após isto existem outras partes do código para diversas funcionalidades do sistema e impressão dos dados para o Raspberry.

```
Serial.print(ldrValor);
//Serial.print("%");
Serial.print(",");
//Serial.print("Temp: ");
Serial.println(tValor);
```

4.2. CÓDIGO RASPBERRY

Como o Raspberry faz toda a chamada, recebimento e trabalha também como o servidor de toda a aplicação, há maior complexidade em seus códigos, além de haver diferentes programas, um para a sua comunicação com o Arduino, outro para a página HTML entre outros processos que podem ser executados, como por exemplo: servidor em nuvem e banco de dados que podem ser inseridos no Raspberry, o qual também presta serviços de servidor.

Em seguida, o apresentado no código, mostra uma seção em linguagem de programação Python, que faz a requisição para o Arduino através da “ser.write(“L”)”; recebe o valor já lido e convertido dos sensores e realiza a divisão destes para arquivos de texto.


```

Ser = serial.Serial("/dev/ttyAMA0", 1152000)
While(1);
#Envia o caracter L pela serial
Ser.write("L")
#Aguarda resposta
Resposta =ser.readline()
#mostra na tela a resposta enviada e a trata
Print (resposta)
Resposta1 = resposta.split(',')
Resp = {}
Resp1 = {}
Resp = resposta1[0]
Resp1 = resposta1[1]

```

Já o seguinte código apresentado demonstra uma parte da página em language HTML / PHP, a qual é executada em um navegador, recuperando todos os dados dos sensores e os representa em uma tabela básica.

```

<div class="table" align="center">
  <table border="1">
    <tr align="center">
      <td>Codigo</td>
      <td>Nome Sensor</td>
      <td>Valor</td>
      <td>T.Inf</td>
      <td>Data/Hora</td>
    </tr>
    <tr align="center">
      <td>01</td>
      <td>Luminosidade</td>
      <td>iframe src = "lumi.txt" frameborder=0 scroll=no
align="center..."</td>
    ...

```

Com todos estes processos realizados desde o início do projeto, temos um diagrama bastante completo, de baixo custo e fácil aplicabilidade, trazendo para a vida do agricultor facilidades no desenvolvimento de seu cultivo, diminuindo gastos e desperdícios.

5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Com a conclusão deste projeto, foram realizados estudos mais aprofundados sobre placas controladoras – Raspberry e Arduino – sendo de suma importância para total operabilidade do sistema. Algumas das partes estudadas foram: ligação dos sensores, entradas e saídas, localização e pinagens, energia necessária para o dispositivo, sistemas instaláveis, comunicação das placas, envio dos dados para uma página, entre outros.

Através do estudo sobre campo também foi possível fazer um pequeno levantamento de algumas dificuldades futuras que poderão surgir e o que é preciso refinar neste meio, adquirindo conhecimento e ideias para auxiliar esta área.

Os sensores podem servir de grande assistência, pois ajuda o produtor a adquirir informações do ambiente em que estão instalados, tendo assim o monitoramento constante e melhorias no cultivo

Em questão de trabalhos futuros deste projeto, é preciso que seja desenvolvido um sistema elétrico que seria implantado em cada placa, individualmente, para que o sistema seja funcional no campo.

Outro elemento a ser estudado, é a comunicação de uma placa com a outra. Para tal efeito pode ser utilizado uma placa RF (rádio frequência), que tem maior alcance e mínimo gasto de energia, visando também o estudo para identificar as informações de cada placa individualmente.

6. REFERÊNCIAS

ALECRIM, Emerson (17 de Jan. 2017). O que é Internet das Coisas (Internet of Things)?. Disponível em <<https://www.infowester.com/iot.php>>. Acesso em: 05 fev. 2018.

BARRO, Tiago. Introdução à internet das coisas. Disponível em <<https://pt.slideshare.net/tiago.barros/introduo-a-internet-das-coisas>>. Acesso em: 26 out. 2017.

Brandani, Mario (15 Nov. 2018) Internet e celulares no campo facilitam comunicação e produtividade: Produtores rurais investem para melhorar a comunicação com os funcionários, agilizar os trabalhos e encurtar distâncias. Disponível em <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2015/11/internet-e-celulares-no-campo-facilitam-comunicacao-e-produtividade.html>> Acesso em 04 mar. 2018>. Acesso em 04 mar. 2018.

CANALTEC (24 de Mar. 2017). Três maneiras da Internet das Coisas transformar o serviço em campo. Disponível em <<https://canaltech.com.br/negocios/tres-maneiras-da-internet-das-coisas-transformar-o-servico-em-campo-91122/>>. Acesso em: 13 fev. 2018.

CIO e IDG News (08 de Jun. 2017). IoT tem muito a aprender com o gerenciamento de dispositivos móveis. Disponível em <<http://cio.com.br/tecnologia/2017/06/08/iot-tem-muito-a-aprender-com-o-gerenciamento-de-dispositivos-moveis/>>. Acesso em 01 mar. 2018.

DIAS, Flávia (5 de Ago. 2016). Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário: Agricultores familiares evitam desperdício de alimentos. Disponível em <<http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/agricultores-familiares-evitam-desperdicio-de-alimentos>>. Acesso em: 13 fev. 2018.

Embrapa, Desenvolvimento e Inovação (16 de Jun. 2016). Especialistas apontam desafios e oportunidades para a Internet das Coisas na agricultura. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18936006/especialistas-apontam-desafios-e-oportunidades-para-a-internet-das-coisas-na-agricultura>>. Acesso em 03 mar. 2018.

FAO (2018), BENÍTEZ, Raúl Osvaldo. Perdas e desperdícios de alimentos na América Latina e no Caribe. Disponível em <<http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/>>. Acesso em 03 mai. 2018.

GALINARI, Graziella (2016). Especialistas apontam desafios e oportunidades para a Internet das Coisas na agricultura. Disponível em <<https://www.embrapa.br/informatica-agropecuaria/busca-de-noticias/-/noticia/18936006/especialistas-apontam-desafios-e-oportunidades-para-a-internet-das-coisas-na-agricultura>>. Acesso em: 28 out. 2017.

HAMED, Basil. Design & implementation of smart house control using LabVIEW. International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE). Disponível em <https://www.researchgate.net/profile/Basil_Hamed/publication/257138572_Design_Implementation_of_Smart_House_Control_Using_LabVIEW/links/02e7e524714b84baed00000.pdf>. Acesso em 01 nov 2017.

IOTexperience (2017). O QUE É A INTERNET DAS COISAS?. Disponível em <<http://iotexperience.com.br/o-que-e-internet-das-coisas/>>. Acesso em 07 fev. 2018.

MAGALHÃES, Pedro (07.2017). Vamos criar um servidor Web com o Raspberry PI?. Disponível em <<http://iotexperience.com.br/o-que-e-internet-das-coisas/>>. Acesso em 13 jul. 2018.

MAXIMOCON BLOG. IoT e suas aplicações de sucesso: Agricultura. Disponível em <<https://maximocon.wordpress.com/2017/02/22/iot-e-suas-aplicacoes-de-sucesso-01-agricultura>>. Acesso em: 26 out. 2017.

PALHETA, Jefferson (09.2017). Habilitar porta serial (UART) no Raspberry Pi. Disponível em <<https://jeffersonpalheta.wordpress.com/2017/09/21/habilitar-porta-serial-uart-no-raspberry-pi/>>. Acesso em 07 fev. 2018.

PHYGITALL e Embrapa. Agricultura e seus desafios com a Internet das Coisas. Disponível em <<http://www.phygitall.com.br/2017/02/24/internet-das-coisas-na-agricultura/>>. Acesso em: 26 out. 2017.

PICHINI, Paulo Henrique(2016). Agronegócio: Como a IoT pode ajudar a acabar com a fome. Disponível em <<http://computerworld.com.br/agronegocio-como-iot-pode-ajudar-acabar-com-fome>>. Acesso em: 26 out. 2017.

RASPBERRY (2018). ABOUT US . Disponível em <<https://www.raspberrypi.org/about/>>. Acesso em 04 mar. 2018.

RASPBERRY (06. 2017). Como montar um servidor web com o Raspberry Pi. Disponível em < <https://www.raspberrypiportugal.pt/montar-um-servidor-web-raspberry-pi/>>. Acesso em: 26 jul. 2018.

SALLES, Marina. Desafios para o agronegócio brasileiro. Disponível em <<http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2014/07/10-desafios-para-o-agronegocio-brasileiro.html>>. Acesso em: 26 out. 2017.

SENAR. Agricultura digital abre perspectivas para pesquisa. Disponível em <<http://www.senar.org.br/agricultura-precisao/tag/futuro-da-agricultura-internet-das-coisas-iot>>. Acesso em: 26 out. 2017.

TERA (07.2013). Irrigação é responsável pelo consumo de 72% da água no Brasil. Disponível em < <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/bid/320413/irrigacao-responsavel-pelo-consumo-de-72-da-agua-no-brasil>>. Acesso em: 28 out. 2017.

TIINSIDE, Online (02.2017). Gartner estima que 8,4 bilhões de "coisas" conectadas estarão em uso em 2017. Disponível em <<http://tiinside.com.br/tiinside/home/internet/17/02/2017/gartner-estima-que-84-bilhoes-de-coisas-conectadas-estarao-em-uso-em-2017/>>. Acesso em 19 maio 2018.

VALENTIM, Otávio(2016). Introdução à Internet of Things na prática. Disponível em <<https://www.concrete.com.br/2016/07/08/introducao-a-iot-na-pratica>>. Acesso em: 26 out. 2017.

WATKINS, John (29 de Mai. 2016). Configuring The GPIO Serial Port On Raspbian Jessie and Stretch Including Pi 3. Disponível em <<https://spellfoundry.com/2016/05/29/configuring-gpio-serial-port-raspbian-jessie-including-pi-3/>>. Acesso em 28/07/2018.

