

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

LUIZ ALEXANDRE DE OLIVEIRA DA LUZ

USO DE PLATAFORMA DE PROTOTIPAGEM NO MONITORAMENTO DE
VARIÁVEIS DE UM JARDIM HIDROPONICO

CRICIÚMA

2019

LUIZ ALEXANDRE DE OLIVEIRA DA LUZ

**USO DE PLATAFORMAS DE PROTOTIPAGEM NO MONITORAMENTO DE
VARIÁVEIS DE UM JARDIM HIDROPONICO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
para obtenção do grau de bacharel no curso de
Ciências da Computação da Universidade do
Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Esp. Sergio Coral

CRICIÚMA

2019

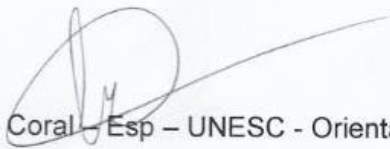
LUIZ ALEXANDRE DE OLIVEIRA DA LUZ

**O USO DE PLATAFORMAS DE PROTOTIPAGEM NO MONITORAMENTO DE
VARIÁVEIS DE UM JARDIM HIDROPONICO**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado
pela Banca Examinadora para obtenção do
Grau de Bacharel, no Curso de Ciências da
computação da Universidade do Extremo Sul
Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa
em Plataformas de Prototipagem

Criciúma, 26 de Junho de 2019.

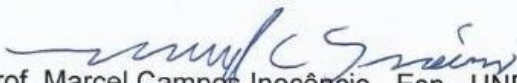
BANCA EXAMINADORA



Prof. Sergio Coral – Esp – UNESC - Orientador



Prof. Elio José Peruchi – Esp - UNESC



Prof. Marcel Campos Inocêncio - Esp - UNESC

**Aos meus pais e avós, Pedro Luiz da Luz,
Alessandra de Oliveira da Luz, Alexandre de
Oliveira *in memoriam* e Vilma Manoel
Marcelino.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, avós e família que sempre me apoiaram para que eu tivesse motivação e conseguisse finalizar o curso.

“This is the essence of the Agricultural Revolution: the ability to keep more people alive under worse conditions.”

Yuval Noah Harari

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a aplicação da tecnologia no monitoramento de jardins hidropônicos, tipo de cultivo que não utiliza terra, estes são alternativas de cultivo para locais pequenos, sem disponibilidade de solo e sem clima favorável. O cultivo hidropônico é considerado uma das possíveis soluções para o fornecimento alimentício sustentável no futuro previsto onde o crescimento populacional mundial que já está aumentando e irá continuar neste caminho assim como a busca de maneiras de produção agrícola de menos impacto na natureza. Apesar da ideia de não utilizar terra no cultivo seja atraente existem algumas variáveis que são importantes no cultivo e necessitam ser monitoradas constantemente utilizando sensores, logo que se não forem analisadas e corrigidas podem acarretar perda de uma produção inteira. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um protótipo para o monitoramento de variáveis de um cultivo Hidropônico baseando se na coleta de dados por sensores por uma plataforma de prototipagem e execução de análises e amostragem de resultados em um site web.

Palavras-chave: Automação. Hidroponia. Plataformas de Prototipagem. Internet das Coisas.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Período Paleolítico, o homem toma a postura caçadora-coletora.....	5
Figura 2 - Os primeiros sinais do Sedentarismo e Agricultura na Pré-História.....	6
Figura 3 - As primeiras ferramentas utilizadas na prática agrícola	7
Figura 4 - Desenvolvimento agrícola a partir da domesticação de animais	7
Figura 5 - Trator em Vitória (ES) em 1952.	9
Figura 6 - Gráfico de Produção Agrícola durante os anos	10
Figura 7 - O uso da terra no mundo	11
Figura 8 - Disponibilidade da Terra no Brasil	12
Figura 9 - Distribuição da Terra no Brasil.....	12
Figura 10 - Colheitadeira em Campo	14
Figura 11 - Drone sendo usado para aplicação de corretivos	15
Figura 12 - Robo Próspero.....	16
Figura 13 - Robôs Agrícolas da SwarmFarm	16
Figura 14 - Mapas de produtividade de culturas diferentes e resultado final da colheita	17
Figura 15 - Plantas cultivadas em sistema <i>floating</i>	24
Figura 16 - Exemplo do Sistema NFT	25
Figura 17 - Sistema Aeropônico	26
Figura 18 - Sistema por submersão e drenagem	27
Figura 19 - Software enviando código compilado a plataforma de prototipagem Arduino	29
Figura 20 - Arduino Mega 2560.....	30
Figura 21 – Estrutura do Raspberry PI B+	31
Figura 22 - Sensor pH	33
Figura 23 - Sensor Fotovoltaico	34
Figura 24 - Sensor de Condutividade	34
Figura 25 - Sensor de Temperatura	35
Figura 26 - Bomba Peristáltica	36
Figura 27 - Dados Coletados dos Sensores.....	38
Figura 28 - Tomada de Ações	38
Figura 29 - Mini-Estufa	39

Figura 30 - Protótipo utilizando Arduino UNO	40
Figura 31 - Protótipo.....	41
Figura 32 - Interface do Aplicativo.....	41
Figura 33 - Arduino DUE e Conexões no Protoboard	44
Figura 34 - Estrutura do Banco	45
Figura 35 - Código teste conexão	45
Figura 36 - Inserção de dados no banco	46
Figura 37 - Montagem Jardim Hidropônico	48
Figura 38 - Montagem Canos PVC	48
Figura 39 - Site em Funcionamento	50
Figura 40 - Programação envio e-mail	51
Figura 41 - Teste E-mail.....	51
Figura 42 - Temperatura	52
Figura 43 - Funcionamento do Sistema	52
Figura 44 - Cenário teste temperatura	54
Figura 45 - Cenário 01 teste de temperatura	55
Figura 46 - Cenário 02 teste de temperatura	55
Figura 47 - Teste Temperatura Cenário 1	56
Figura 48 - Teste temperatura Cenário 2	57
Figura 49 - Cenário dos testes pH.....	58
Figura 50 - Cenário 1 teste pH	58
Figura 51 - Cenário 2 pH.....	59
Figura 52 - Teste pH Cenário 1	60
Figura 53 - Teste pH Cenário 2	60
Figura 54 - Jardim Hidropônico em funcionamento.....	61
Figura 55 - Reservatório com os sensores.....	62
Figura 56 - Site em funcionamento	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparações entre Raspberry e Arduino	32
Tabela 2 – Custos Plataforma de Prototipagem.....	322
Tabela 3 – Custos Jardim Hidroponico	32
Tabela 4 - Dados Coletados pelos Sensores.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Agricultura de Precisão
IOT	<i>Internet of Things</i>
GPS	Sistema Posicionamento Global por satélites
VANTs	Veículos Aéreos Não Tripulados

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVO GERAL	1
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
1.3 JUSTIFICATIVA	2
2 AGRICULTURA	4
2.1 O PERÍODO PALEOLÍTICO	4
2.2 PERÍODO NEOLÍTICO, SURGIMENTO DA AGRICULTURA	5
2.3 AGRICULTURA MODERNA E SEUS DESAFIOS	7
2.4 AGRICULTURA NO BRASIL	8
2.4 O USO DA TERRA NO MUNDO	10
2.4.2 O Uso da Terra no Brasil	11
3 AGRICULTURA DE PRECISÃO	13
3.1 DEFINIÇÃO	13
3.2 APLICAÇÃO	13
3.3 APLICAÇÃO NO BRASIL	16
4 INTERNET OF THINGS	19
4.1 A IOT NO BRASIL	19
4.2 O USO NA AGRICULTURA	20
5 HIDROPONIA	21
5.1 O QUE É HIDROPONIA?	21
5.2 SOLUÇÃO NUTRITIVA	22
5.3 SISTEMAS DE PLANTIOS HIDROPÔNICOS	22
5.3.1 Hidroponia de Aeração Estática (<i>Floating</i>)	23
5.3.2. Sistema de Fluxo Laminar de Nutrientes	24
5.3.3. Sistema Aeropônico	25
5.3.4. Cultivo por Submersão e Drenagem (<i>Flood and Drain</i>)	26
6 PLATAFORMAS DE PROTOTIPAGEM E TECNOLOGIA	28
6.1 ARDUINO	29
6.2 RASPBERRY	30
6.3 SENSORES E ATUADORES	32
6.4.2 Medidor de pH	33
6.4.2 Sensor Fotovoltaico	33

6.4.3 Medidor de Condutividade	34
6.4.4 Sensor de Temperatura de Líquido	35
6.4.5 Bomba Dosadora	35
7 TRABALHOS CORRELATOS	37
7.1 AUTOMAÇÃO DE ABRIGOS DE CULTIVOS PARA CULTURAS HIDROPÔNICAS	37
7.2 JARDIM HIDROPONICO AUTOMATIZADO USANDO ARDUINO UNO E ANDROID	39
7.3 JARDIM HIDROPONICO PARA AMBIENTES FECHADOS TOTALMENTE AUTOMATIZADO	40
8 TRABALHO DESENVOLVIDO	43
8.1 METODOLOGIA	43
8.1.1 Identificação das variáveis a serem monitoradas e objetivo	43
8.1.2 Plataforma de Prototipagem e Armazenamento de Dados	44
8.1.3 Jardim Hidropônico	47
8.1.4 Interface do Usuário	49
8.1.5 Funcionamento do sistema	52
8.1.6. Avaliação do Sistema de monitoramento do Jardim Hidropônico	53
8.1.6.1 METODOLOGIA EMPREGADA NA AVALIAÇÃO	53
8.1.6.2 TESTE DOS SENSORES	53
8.1.6.2.1 <i>Sensor de Temperatura</i>	53
8.1.6.2.2 <i>Sensor de pH</i>	57
8.1.7 TESTE DO SISTEMA NO JARDIM HIDROPÔNICO	61
8.2 RESULTADOS	62
9 CONCLUSÃO E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS	65
REFERENCIAS	67
ANEXO(S)	71

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da Hidroponia é muito promissor, devido ao fato que ela tem como objetivo um produto de alta qualidade e superior ao produto obtido pela agricultura tradicional, além disso, ela tem desperdício de materiais quase nulo, este método vem crescendo muito no Brasil e proporciona maior rendimento e qualidade na produção agrícola (SANTOS et. al., 2002).

Com o crescimento populacional cada vez maior a Hidroponia se mostra uma solução ideal para fornecer os recursos necessários para a alimentação mundial, logo que esta não depende do solo e do clima do local (EMBRAPA, 2012; ONU, 2018).

Junto a evolução tecnológica a agricultura se desenvolveu muito durante estes anos e campos de pesquisa unem estes dois conhecimentos para criar ferramentas que facilitem ainda mais a vida do produtor rural e das pessoas que querem possuir uma horta em casa (BRASIL, 2013).

Essa pesquisa propõe, portanto, o monitoramento de variáveis de um jardim hidropônico através de plataformas de prototipagem, sensores e atuadores, aplicando neste conceito de Internet das Coisas e Agricultura de precisão.

1.1 OBJETIVO GERAL

Utilizar uma plataforma de prototipagem para o monitoramento de variáveis de um jardim hidropônico vertical.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a). Construir um protótipo de um Jardim Hidropônico Vertical;
- b). Criar integração plataforma com o aplicativo onde o usuário poderá checar os dados das variáveis monitoradas de seu jardim e ver emissões de alerta sobre as condições deste;

- c). Analisar os gastos financeiros buscando formas de torná-lo acessível à população;
- d). Automatizar o jardim utilizando conceitos de Internet das coisas e plataformas de prototipação.

1.3 JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento da Hidroponia é muito promissor, devido a qualidade do seu produto e a eficiência sustentável. (SANTOS et al., 2002).

A agricultura de precisão se torna essencial para a produção em massa na agricultura, isto é importante pois a população que está em crescimento exponencial irá necessitar também do crescimento na produção agrícola. Junto com o uso de Micro controladores e a Hidroponia pode ser utilizada também para realizar o desejo de pessoas que moram em lugares que não há disponibilidade de solo para plantio, pouco espaço e pessoas que queiram cultivos frescos em sua casa, também será altamente útil para eventuais produtores que queriam maior controle e rendimento na sua produção Hidropônica. Com a aplicação do monitoramento de Dados através dos sensores o projeto irá poupar o tempo de pessoas e eventuais produtores pois irá informar quando há necessidade de manuseio das soluções ou aplicações na água.

O Projeto terá como objetivo desenvolver um protótipo funcional de um jardim hidropônico vertical usando o Sistema de Fluxo Laminar de Nutrientes (NFT), que é uma técnica de hidroponia onde as plantas crescem tendo o nutriente distribuído através de um canal, este sistema é composto por basicamente um reservatório de solução nutritiva junto a um sistema de bombeamento para os canais de cultivo e retorno para o reservatório. Esta técnica junto a um jardim vertical irá gerar uma oxigenação natural na água eliminando o uso de dispositivos para oxigenação desta (ABREU; BASTOS, 2015).

Também é desejado criar a comunicação do protótipo com uma aplicação web, onde o proprietário/usuário poderá ver informações sobre o andamento do seu jardim, ligar e desligar a bomba para aplicação dos nutrientes e saber se é preciso executar alguma ação preventiva afim de corrigir alguma variável na água por meio

de alertas emitidos. A base física do jardim vertical será construída com policloreto de vinil (PVC) tornando assim seu custo neste quesito inferior, estes materiais para a sua construção são fáceis de encontrar tornando-os ideais para o experimento. O monitoramento da temperatura e pH será realizado através do uso de sensores junto a interpretação de dados com a plataforma de prototipagem, estes dados serão usados para alertar ao usuário para a aplicação de elevadores ou abaixadores de pH e controle de temperatura. Todos os gastos com o protótipo serão documentados e durante o desenvolvimento.

2 AGRICULTURA

Neste capítulo serão discutidos sobre o conceito, origem e desenvolvimento da agricultura ao longo do tempo.

2.1 O PERÍODO PALEOLÍTICO

O Descobrimento da agricultura é algo recente para humanidade, segundo arqueólogos os vestígios de práticas agrícolas surgiram cerca de dez mil anos atrás, sendo que a existência da humanidade é avaliada aproximadamente por um milhão de anos, até a descoberta da agricultura, o ser humano que vivia em bandos, costumava tirar da natureza somente o necessário para sua alimentação, por meio da pesca, caça, coleta de frutas, raízes e cereais que este encontrava pelo caminho. Neste período, que ficou conhecido como Paleolítico ou Período da Pedra Lascada que aconteceu por volta de 10.000 AC o ser humano tomou uma postura caçadora-coletora e começou a produção e aperfeiçoamento de artefatos de caça e coleta a partir de Pedras. Na figura 1 é possível observar um cenário de caça, esta era uma das principais atividades do homem pré-histórico. Neste período o ser humano também começou a aprender a manusear um elemento essencial para nossa evolução, o fogo (OLIVEIRA JUNIOR, 1989).

Figura 1 - Período Paleolítico, o homem toma a postura caçadora-coletora



Fonte: Galileu (2017).

2.2 PERÍODO NEOLÍTICO, SURGIMENTO DA AGRICULTURA

O Período Neolítico, conhecido como Período da Pedra Polida, aconteceu logo após o período Paleolítico, entre 12 mil a.C. e 4 mil a.C., neste, o ser humano começou a adotar uma postura mais sedentária, se concentrando em locais onde já haviam plantações selvagens, principalmente locais pertos de rios e ambientes propícios para agricultura, isto é retratado na figura 2. Nestes locais o ser humano começou as primeiras atividades agrônômicas e pecuárias, assim como a produção e criação das primeiras técnicas agrícolas. Um fato curioso é que a plantação de cereais e grãos foi muito utilizada no início do desenvolvimento da agricultura, segundo Harari (2005), com a descoberta do fogo o ser humano ateou fogo propositalmente e acidentalmente em muitas florestas densas, com muitas árvores e vegetação, estas árvores gigantes que antes monopolizavam o sol e os nutrientes do solo deram lugar para vegetações de pequenos porte e principalmente as que proviam grãos, frutos e cereais. É importante ressaltar que a Agricultura se desenvolveu diferentemente pelos locais do mundo, pois estes possuem clima, períodos chuvosos e terrenos diferentes. (HARARI, 2015; OLIVEIRA JUNIOR, 1989).

Figura 2 - Os primeiros sinais do Sedentarismo e Agricultura na Pré-História



Fonte: Estudo Pratico (2012).

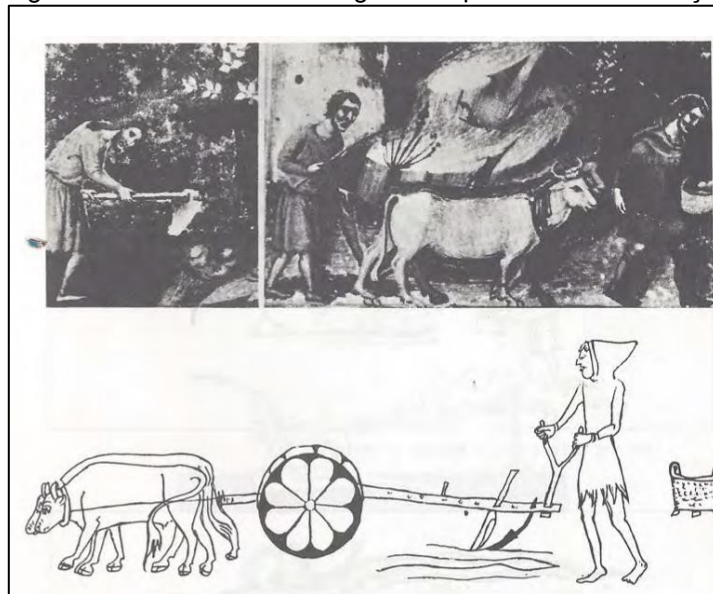
Desde a criação da agricultura até os tempos modernos, as ferramentas foram essenciais para seu desenvolvimento, uma das primeiras ferramentas que foi adaptada para a prática agrícola foi a foice, esta que provavelmente era usada para outras tarefas foi ao longo do tempo se mostrando uma ótima assistente para a colheita de trigo e cereais. Machados eram usados também para triturar os grãos. Também foram desenvolvidas outras ferramentas como a pá, enxada e arado. Na figura 3 podem serem vistas algumas ferramentas que eram utilizadas na época. É importante ressaltar que a evolução da agricultura só foi possível após o ser humano conseguiu fazer a domesticação de animais que vieram a se tornar parte essencial da agricultura pré-histórica, criando por exemplo máquinas de tração bovinas, a figura 4 demonstra a grande importância dos animais para o desenvolvimento agrícola em seus primeiros anos (HARARI, 2015).

Figura 3 - As primeiras ferramentas utilizadas na prática agrícola



Fonte: Oliveira Junior (1989).

Figura 4 - Desenvolvimento agrícola a partir da domesticação de animais



Fonte: Oliveira Junior (1989).

2.3 AGRICULTURA MODERNA E SEUS DESAFIOS

Com o passar dos séculos a agricultura se tornou uma das principais atividades humanas, esta, fez que com os seres humanos se tornassem sedentários e se manterem em certos locais, estes locais se tornaram grandes cidades e metrópoles, que foram antros para o desenvolvimento intelectual e cultural da humanidade (HARARI, 2015).

As Nações Unidas em 2015 divulgaram um boletim informando que existiam sete bilhões de seres humanos sobre a terra, esta marca pode ser vista como uma conquista, pois nós estamos vivendo mais tempo, graças às ciências médicas e uma melhor alimentação, graças ao avanço da agricultura e ciências agrárias. Também é previsto que em 2050 aproximadamente nove bilhões de pessoas viverão na terra, ou seja, dois bilhões a mais que a população atual, e em 2100, onze bilhões. Apesar dos avanços em todas as áreas, estes números causam muitas dúvidas, a principal sendo, como nós conseguiremos alimentar todas estas pessoas? E como vamos fazer isso de maneira segura e sustentável? Como é possível produzir mais com menos território disponível? (EMBRAPA, 2012; ONU, 2018).

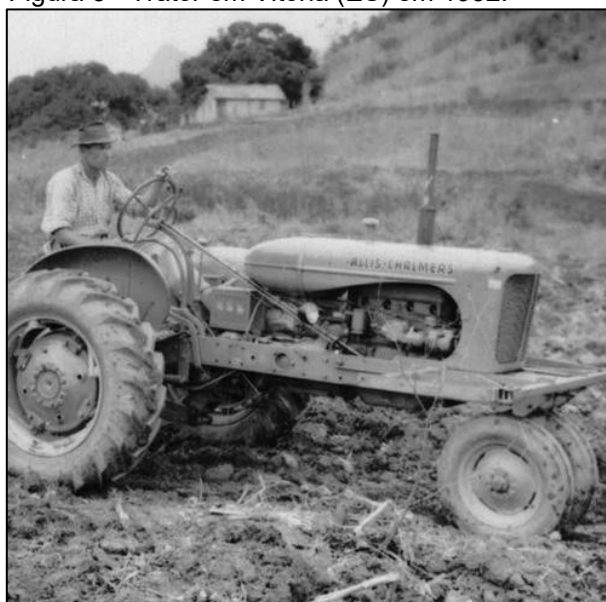
O Desafio da humanidade em conseguir aumentar a produção agrícola depende do desenvolvimento de tecnologias e métodos de produção. O Brasil é um grande exemplo de como as tecnologias e inovações podem ser usadas na agricultura, há 40 anos nós deixamos de sermos importadores de alimentos para nos tornarmos um dos maiores fornecedores do mundo, isso aconteceu graças a aumentos significativos da produção agrícola e pecuária. Apesar da evolução ainda há margem para muitas melhoras, há grande concentração de riqueza em pequena parcela de propriedades, milhões de hectares degradados, uso inadequado de agrotóxicos gerando risco a saúde e a grande ineficiência no uso da água na irrigação. Em 2017 a Agência Nacional de Águas (ANA) relatou que no Brasil se retiram, em média, 2.057,8m³/s de água dos rios, córregos, lagoas, lagos e reservatórios; sendo que 46,2% vão para irrigação. Já a vazão média de retorno é de 1.081,3m³/s. Deste total, 67,2% são consumidos pela irrigação (ANA, 2017; EMBRAPA, 2012).

2.4 AGRICULTURA NO BRASIL

No século passado a agricultura no Brasil ainda era rudimentar, nela prevalecia o trabalho braçal e menos de 2% das propriedades contavam com alguma máquina agrícola, na figura 5 é possível ver um raro caso onde máquinas eram

utilizadas. Os produtores naquela época sofriam com a escassez de tecnologia e informação. Em um estudo publicado em 1971, Edward Schuh e Eliseu Alves, relataram que faltava conhecimento sobre o solo tropical por parte dos produtores agrícolas, dúvidas como sobre como utilizá-lo de melhor forma e como seria a aplicações de fertilizantes nestes solos eram predominantes. Na pecuária não existiam pesquisas para a resposta de rebanhos na aplicação de diferentes tipos de ração. Não haviam também pesquisas sobre as doenças e pestes que atingiam as plantas e rebanho (EMBRAPA, 2018a).

Figura 5 - Trator em Vitória (ES) em 1952.



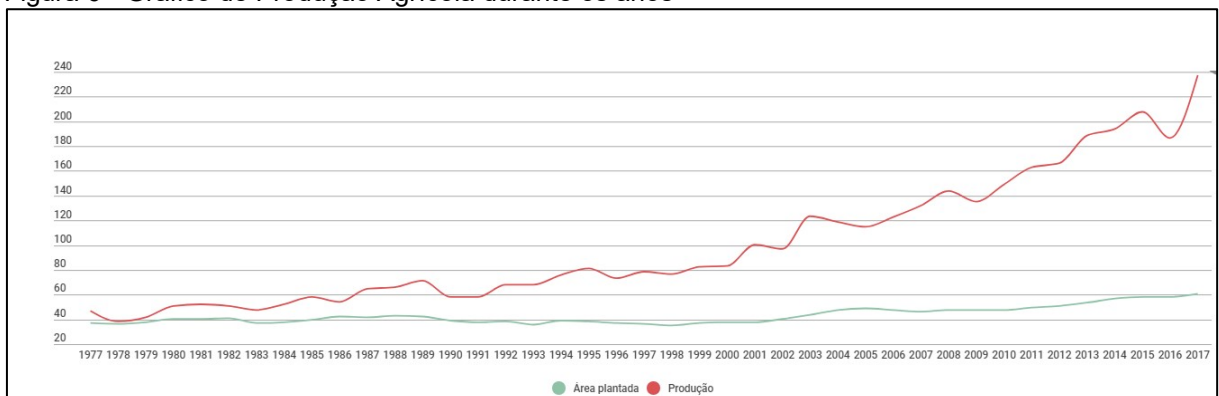
Fonte: Embrapa (2018a).

Todos os fatores relatados acima contribuíram para o pouco rendimento por hectare e baixa produção. Naquela época o crescimento da agricultura dependia da extensão do território agrícola, a transformação de grandes de áreas naturais em lavouras e pastagens causou grande impacto ambiental. Mesmo com a expansão territorial a agricultura no Brasil ainda se mostrava ineficiente, não conseguia nem mesmo abastecer o mercado interno. Enquanto isso as cidades cresciam, assim como a população, gerando assim uma escassez de alimentos. Neste cenário o governo começou a insistir em políticas para aumentar a produção, produtividade agrícola, incluindo investimentos públicos em pesquisa e desenvolvimento, extensão rural e

crédito farto. Estes investimentos marcaram o início do desenvolvimento agrícola no País (EMBRAPA, 2018a).

Na figura 6 pode-se observar o impacto que o investimento em informação, tecnologia e máquinas tiveram sobre a agricultura brasileira. Entre 1975 e 2017, a produção de grãos no Brasil, que era de 38 milhões de toneladas, cresceu mais de seis vezes, enquanto a área plantada somente dobrou. Isto prova que a resposta para a produtividade agrícola está relacionada com o desenvolvimento de inteligência Agrícola (Tecnologias, Técnicas, Estudos, etc.) e não na extensão territorial (EMBRAPA, 2018a).

Figura 6 - Gráfico de Produção Agrícola durante os anos

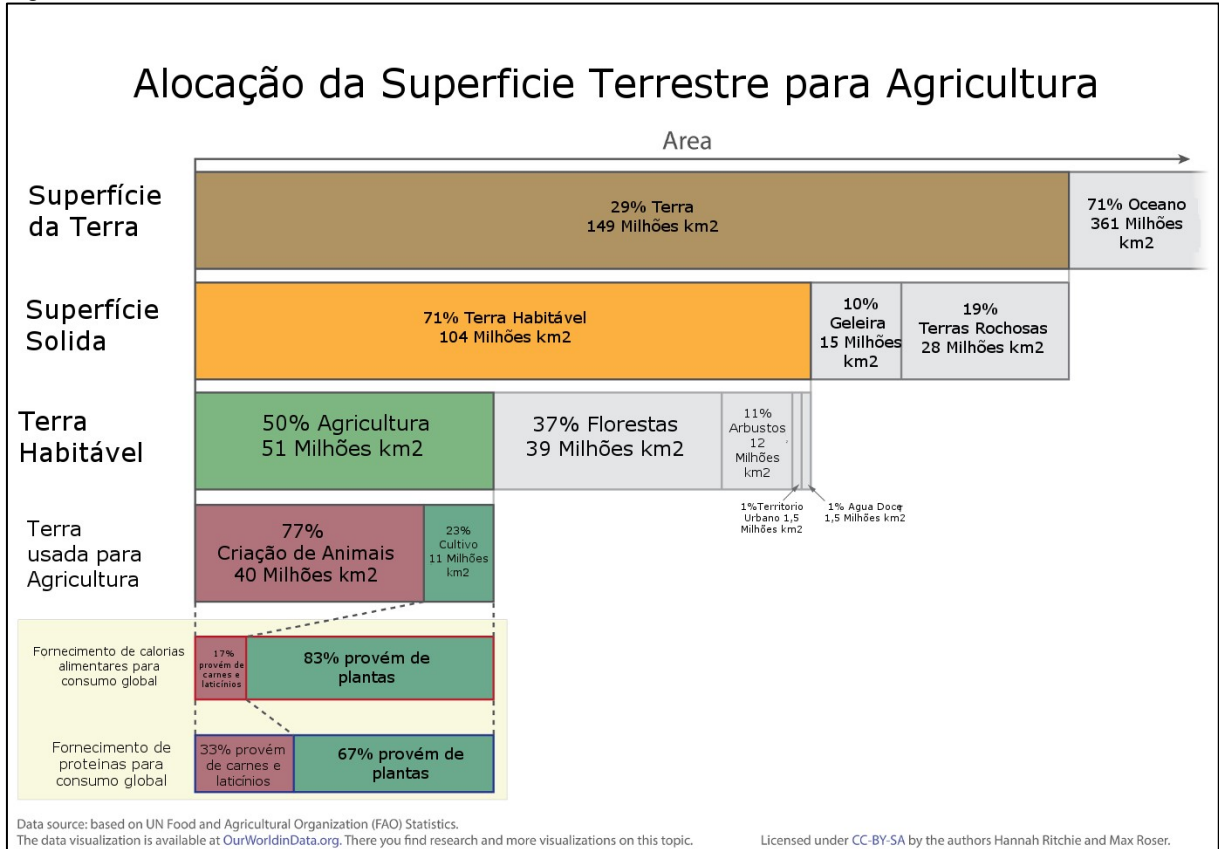


Fonte: Embrapa (2018a).

2.4 O USO DA TERRA NO MUNDO

Na figura 7, é possível analisar o quanto utilizamos do território do planeta para agricultura. A terra tem maior parte do território banhado por água, aproximadamente 71% do seu território é composto por oceanos e 29% por solo, destes 29%, Somente 71% é habitável os outros 29% são compostos por geleiras e solos estéreis (estes compostos por terras com solo pobre em minerais, solos desérticos e rochosos). O ser humano usa metade das terras não estéreis para a prática de agricultura, destas 75% usadas para criação de animais (OUR WORLD IN DATA, 2018).

Figura 7 - O uso da terra no mundo



Fonte: Our World in Data (2018, tradução nossa).

2.4.2 O Uso da Terra no Brasil

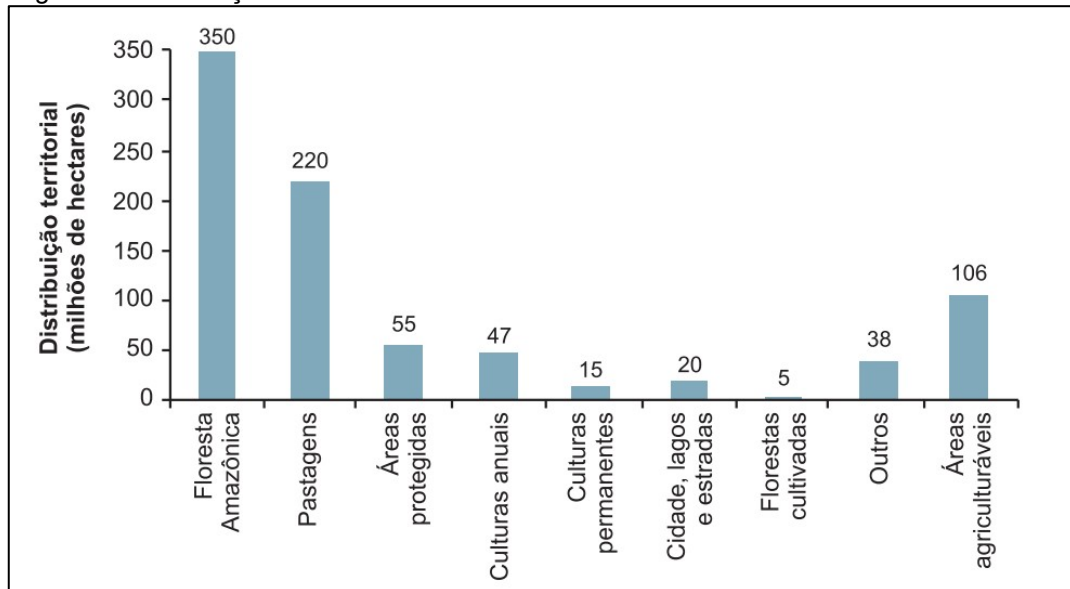
No Brasil, ainda existem fatias de terras que podem ser utilizadas para agricultura, porém ainda não são, grande parte dos hectares disponíveis não podem ser utilizados pois se trata de territórios protegidos e preservados. Grande parte deste é constituído pela floresta Amazônica. A maior parte do território disponível para agricultura é usado como pastagem para criação de animais. Nas figuras 8 e 9 é possível ver a disponibilidade de terra no Brasil, a disponibilidade de terras que podem ser usadas para agricultura e para quais fins elas são destinadas, os números retratam a disponibilidade de terras em milhões de hectares (ALVES; CONTINI; GASQUES, 2007).

Figura 8 - Disponibilidade da Terra no Brasil



Fonte: Alves, Contini e Gasques (2007).

Figura 9 - Distribuição da Terra no Brasil



Fonte: Alves, Contini e Gasques (2007).

3 AGRICULTURA DE PRECISÃO

Neste capítulo serão discutidos sobre o conceito, definição e o uso da tecnologia no campo por meio da agricultura de precisão, suas atuais aplicações pelo mundo e no Brasil.

3.1 DEFINIÇÃO

A Agricultura de Precisão (AP) tem como objetivo combinar a tecnologia a agricultura, a partir de uma série de técnicas e metodologias com o objetivo de melhorar a qualidade dos cultivos e o uso dos insumos agrícolas, assim proporcionando uma máxima eficiência econômica e produtiva no campo, evitando gastos desnecessários. Relatos dizem que a AP é usada desde o século XX. Porém foi em 1980 que na Europa se desenvolveu o primeiro mapa de produtividade e nos Estados Unidos foi feita a primeira adubação com doses alternadas. O que deu seu passo dominante para implementação da AP foi a criação do Sistema Posicionamento Global (GPS), que aconteceu em 1990, pois permitiu o mapeamento das regiões de plantio. É importante ressaltar que a AP é essencial para o controle de qualidade e produtividade tanto de grandes áreas de cultivo quanto pequenas (BRASIL, 2013).

3.2 APLICAÇÃO

A grande extensão do mercado agrícola e a exigência de uma produção sustentável tornou a agricultura de precisão muito importante, existe uma série de tecnologias usadas para o controle e monitoramento do solo, com o avanço da tecnologia hoje se usam máquinas agrícolas inteligentes, robôs, Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), veículos autônomos e muito mais. Como Agricultura de precisão evoluiu muito nos últimos anos já é possível esperar que ela nos trará maquinários agrícolas cada vez mais eficientes e autônomos (BRASIL, 2013).

Equipamentos da AP utilizados no campo já possuem tecnologias surpreendentes, colhedoras e tratores com computadores de bordo conseguem

mapear o solo, identificando problemas na lavoura, estes geralmente possuem seus dados compartilhados com servidores que usam da imagem também de satélites para fazer comparações e análise (BRASIL, 2013).

As colhedoras modernas já possuem sensores e computadores de bordo, estas já conseguem dividir automaticamente o que deve ser aproveitado e descartado na hora da colheita e com a ajuda do GPS e sensores esta consegue adaptar sua velocidade na hora da colheita, buscando assim ser mais eficiente e desviar de obstáculos, como pedras e detritos, reduzindo suas chances de acidentes, exemplos destes maquinários podem ser vistos na figura 10 (BERNARDI et al., 2014; NEW HOLLAND AGRICULTURE, 2018).

Figura 10 - Colheitadeira em Campo



Fonte: New Holland Agriculture (2018).

Os VANTs são muito utilizados para mapeamento geográfico e monitoramento do cultivo por isso sempre contam com um GPS. Com o avanço da tecnologia os VANTs se tornaram mais acessíveis e estão sendo muito utilizados no campo, eles não precisam de contato físico direto e podem ser controlados de longas distâncias. Drones são exemplos de Veículos Aéreos não Tripulados e são muito utilizados na agricultura, eles usam de ferramentas para conseguirem fotografar e analisar imagens, através da análise, eles são capazes, com a ajuda de Softwares,

identificar possíveis pragas no plantio e mapear o terreno. Algumas das funções que os Drones já conseguem executar na Agricultura são: Análise de plantação, demarcação de plantio, acompanhamento do desenvolvimento da safra e pulverização conforme na figura 11 (BASTOS, 2015; BERNARDI et. al., 2014).

Figura 11 - Drone sendo usado para aplicação de corretivos



Fonte: Bastos (2015).

Com o desenvolvimento da Tecnologia, robôs estão sendo desenvolvidos para substituir o ser humano no campo, estes são chamados de robôs agrícolas, ou “Agribots”. Protótipos como o mini robô “Próspero” (figura 12) e os robôs da empresa “SwarmFarm” (figura 13) são capazes de executar atividades agrícolas em grupo. Estes robôs foram programados usando teorias de enxame “Swarm”, esta teoria é baseada no comportamento em grupo de algumas espécies naturais, como formigas, aves e cardumes. Com esta tecnologia os robôs conseguem se comunicar entre si e fazer atividades em grupo com mais eficiência e rapidez, comunicando suas ações uns aos outros, ou até mesmo ajudando um ao outro a completar uma ação. A tecnologia é promissora, os robôs já conseguem executar algumas atividades com eficiência, porém o preço é muito elevado, tornando difícil a aquisição de um para pequenas propriedades. É esperado que eles consigam ser aplicados na plantação, cultivo e colheita de cultivos (DORHOUTRD, 2015; SWARM FARM, 2018).

Figura 12 - Robô Próspero



Fonte: Dorhoutrd (2015).

Figura 13 - Robôs Agrícolas da Swarm Farm



Fonte: Swarm Farm (2018).

3.3 APLICAÇÃO NO BRASIL

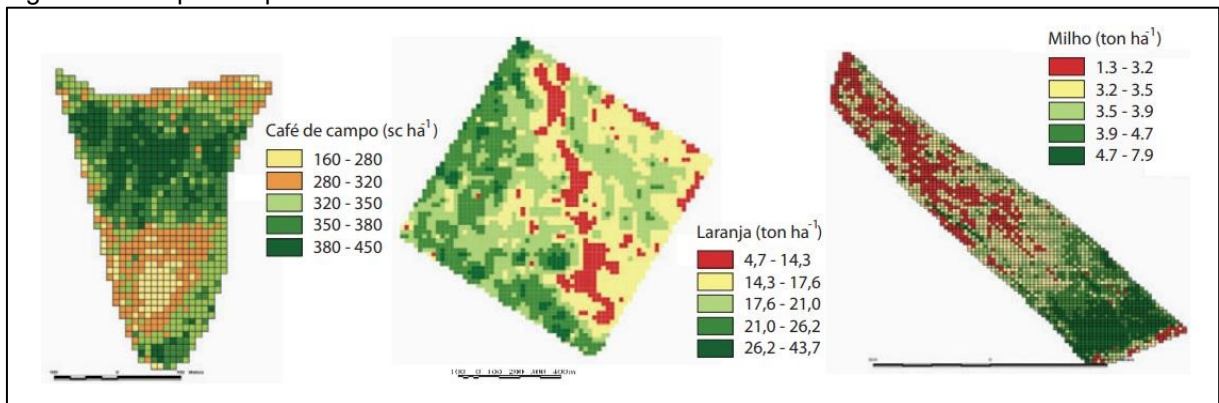
Segundo o último boletim técnico do ministério da agricultura do Brasil, a agricultura de precisão no Brasil é mais utilizada na parte de aplicação de fertilizantes

e corretivos para o solo e plantas. A AP consegue fazer esta atividade com base nos dados coletados como características físicas e químicas do solo, produtividade e análise de pragas (BRASIL, 2013).

No caso de aplicação de fertilizantes e corretivos existem duas técnicas que são utilizadas, a primeira e mais simples é feita com o objetivo de manejar a fertilidade do solo por meio da correção e adubação (utilizando se fertilizantes, calcários, gesso, etc....) das lavouras com base somente na georreferencia do solo (esta é feita a partir do mapeamento e análise do solo). Esta tem sido a principal técnica utilizada pelos Brasileiros que estão iniciando sua utilização de AP pois se trata de uma abordagem simples e de rápida aplicação. Por exemplo do planejamento de uma amostragem até a análise e elaboração dos mapas de aplicação não são necessários nem 15 dias, essa agilidade satisfaz o usuário que parte para este tipo de técnica, visando a economia de insumos (BRASIL, 2013).

A figura 14 mostra um exemplo de mapa de produtividade.

Figura 14 - Mapas de produtividade de culturas diferentes e resultado final da colheita



Fonte: Brasil (2013).

A segunda estratégia é mais ampla e complexa, pois considera as plantas e plantios anteriores para refazer a reposição dos nutrientes extraídos. Esta abordagem requer a geração de mapas de produtividade, portanto exige uma maior quantidade de equipamento, trabalho e informação por parte do usuário ou seu consultor. Esta técnica requer mais tempo para sua construção, pois precisa de coleta de dados durante uma fatia de tempo que se estende a meses, esta consegue se

mostrar mais efetiva pois considera a variação de produtividade da lavoura e não somente os nutrientes do solo (BRASIL, 2013).

4 INTERNET OF THINGS

Neste capítulo serão discutidos o conceito, definição e o uso da *Internet of Things* (Internet das Coisas) no mundo e no Brasil, e também sua aplicação na Agricultura junto a agricultura de precisão.

4.1 Definição

O termo Internet of Things (IoT), em português Internet das Coisas, surgiu em 1999, quando o Britânico Kevin Ashton apresentou uma solução que aumentaria o lucro de uma empresa chamada Proctor & Gamble (P&G), esta tinha como objetivo integrar as informações de Identificação por Radiofrequência (RFID) dos itens da empresa com a Internet, visando o aprimoramento do negócio. Em sua publicação para o Jornal RFID, em 1999, Ashton já se mostrava um visionário, comentando sobre um futuro onde objetos e itens que estão presentes nas nossas rotinas seriam interligados por meio de uma rede *wireless*, sendo gerenciados por computadores. Ainda comentava sobre como estes computadores poderiam, pela interpretação dos dados, previamente coletados pelos dispositivos, diminuir gastos e desperdício e nos informar quando estes objetos estão defasados, novos ou precisam de reparos. Naquela época tudo isso parecia impossível, afinal, como seria possível conectarmos vários dispositivos ao redor do mundo? Como a internet iria suportar tantos dispositivos se comunicando? Seria necessária uma série de avanços tecnológicos para a realização destas ideias. Com o avanço tecnológico o IoT deixou de ser uma ideia visionária e se tornou realidade. O conceito muito importante, que Ashton publicou em 1999 foi o estopim para uma infinidade de pesquisas sobre o tema (LLC, 2013).

4.1 A INTERNET DAS COISAS NO BRASIL

Segundo um levantamento da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) a Internet das Coisas deve movimentar 8 bilhões de

dólares em 2018 no Brasil, estima-se que 10% dos lares brasileiros possuem algum dispositivo que usa esta tecnologia. Os principais dispositivos que possuem conceitos IoT em sua tecnologia encontrados nos lares brasileiros são geladeiras, relógios, televisores e principalmente automóveis, estes conversam entre si usando a rede e podem gerenciar o uso de energia e insumos, tornando um processo mais eficiente. A Internet das Coisas também já mostrou que em problemas urbanos, como o tráfego de veículos em cidades grandes, o uso do conceito de IoT em busca de resolver problemas na cidade criou o conceito de “Smart Cities”, Cidades Inteligentes em português, onde a tecnologia trabalha procurando e gerando alternativas para o aprimoramento da vida urbana. Este conceito inspirou o das fazendas inteligentes. (EMBRAPA, 2018b).

Buscando o desenvolvimento da IoT no Brasil foi criado o Plano Nacional de Internet das Coisas, ele foi lançado pelo governo federal no final de 2017 e busca a implementação da IoT em quatro áreas prioritárias: Cidades Inteligentes, saúde, agricultura e indústria. A previsão é que o impacto do plano na agricultura gere 21 milhões de dólares até 2025 (EMBRAPA, 2018b).

4.2 O USO NA AGRICULTURA

Atualmente a IoT vem crescendo seu papel no campo e lavoura, esta consegue a partir da coleta de dados por sensores (conectados em máquinas agrícolas ou autônomos) participar efetivamente do monitoramento do solo, plantas e também condições climáticas. A IoT por meio do monitoramento do solo consegue criar análises profundas cruzando os dados com informações da web, por exemplo, informações climáticas. A partir dos dados coletados a IoT consegue criar estatísticas e gráficos que podem ser usados por gestores na tomada de decisão. Situações em que a combinação da agricultura de precisão (AP) junto com a flexibilidade e poder da Internet se mostram efetivas é na gestão de recursos hídricos, monitoramento do solo e controle de pestes. Por exemplo, existem plantas que são sensíveis a água, elas precisam de um nível equilibrado desta para não se desidratarem ou se afogarem, As tecnologias integradas e o fornecimento de dados por meio de sensores consegue

informar ao agricultor a quantidade necessária de água para planta ter seu crescimento de maneira saudável, evitando desperdício hídrico e a morte da planta. (EMBRAPA, 2018b; NACHANKAR et al., 2018).

5 HIDROPONIA

Neste capítulo serão descritos os conceitos e origem da hidroponia, assim como suas técnicas de cultivo existentes.

5.1 O QUE É HIDROPONIA?

A palavra Hidroponia vem do grego, onde hidro significa água, e *ponos* significa trabalho, sua referência na literatura surgiu por volta de 1680 pelo pesquisador inglês John Woodward (1665–1728), quando este através de testes com o cultivo de menta em vasos com água da chuva, torneira, enxurrada e líquido de esgoto diluído, John observou que o melhor resultado foi com o líquido de esgoto diluído e concluiu que as plantas alimentam-se da água e de elementos nela dissolvidos, que se encontram na terra. Sendo assim, quando conseguirmos descobrir quais são esses elementos, poderemos prescindir da terra, para o cultivo destas. Na Hidroponia, os nutrientes (Solução Nutritiva) e fertilizantes necessários são colocados na água, conforme a necessidade da planta cultivada, está é a principal ferramenta do cultivo, ao invés do solo (BEZERRA NETO; BARRETO, 2012).

Várias são as vantagens da hidroponia, como o menor consumo de água e de fertilizantes, melhor controle fitossanitário, dispensação de rotação de cultura, redução de riscos climáticos além de melhor qualidade e preço do produto, porém existem também desvantagens, uma das principais é o custo inicial, o investimento inicial costuma ser muito caro, tornando a prática inacessível para a população e pequenos agricultores. Outras desvantagens seriam a necessidade de conhecimento

técnico maior para o preparo da solução nutritiva para fornecimento às plantas, risco de perda por falta de energia elétrica, prejuízos devido à contaminação da água por patógenos e necessitar acompanhamento permanente de um sistema. A Hidroponia é uma das grandes apostas para a resolução do problema de produtividade alimentícia futuro, pois esta não depende de grandes extensões de terra, solo fértil e clima (BEZERRA NETO; BARRETO, 2012).

5.2 SOLUÇÃO NUTRITIVA

Na hidroponia, a solução nutritiva é a fonte onde as plantas recebem os nutrientes, que foram previamente dissolvidos na água, a solução é uma das partes mais importantes da hidroponia por isso deve ser levada a máxima atenção ao manipular ela, pois o mal-uso pode acarretar em prejuízos enormes para as plantas. A solução nutritiva ideal para uma planta é adquirida a partir da análise da composição química que a planta necessita em cada estágio de desenvolvimento e precisa ter um pH adequado a planta. A solução precisa de rigoroso controle e ajuste durante o processo pois a absorção dos nutrientes pelas plantas podem mudar drasticamente o pH da solução, também é necessária atenção a oxigenação, na qual os diferentes tipos de plantios tratam de forma independente suas estratégias para isto, outro ponto de extrema importância é o monitoramento da condução elétrica da solução, a partir da coleta dos dados é possível verificar se as plantas estão absorvendo os nutrientes do meio ou não. O estado químico e microbiológico da água também é essencial, afinal este é o meio pelo qual a planta vai conseguir seus nutrientes, é normalmente usada água pura, geralmente de fontes naturais como poços e evitado águas com misturas químicas como cloro ou sais (BEZERRA NETO; BARRETO, 2012).

5.3 SISTEMAS DE PLANTIOS HIDROPÔNICOS

Existem várias técnicas e tipos de plantações hidropônicas, estas diferentes técnicas são classificadas em diferentes sistemas hidropônicos, que são diferenciados por meio do método de sustentação da planta cultivada (líquida ou com substrato), circulação de água (circulantes ou não circulantes), fornecimento de nutrientes (contínua ou intermitente) e o reaproveitamento da água (aberto ou fechado). A sustentação da planta pode ser feita pelo método líquido e ou com substrato, o primeiro é quando a raiz da planta é somente submersa em água sem nenhum suporte e o segundo é quando a planta tem algum suporte para sua raiz, alguns suportes usados são a lã de rocha, Perita, escória, serraria, fibra de coco e espuma, estes suportes se diferem um ao outro e possuem certas vantagens e desvantagens. Já a circulação da água define-se em circulante e não circulantes, em não circulantes, a solução nutritiva permanece parada e é conduzida através de um meio para as raízes das plantas, já os circulantes são caracterizados pela circulação do nutriente através de bombas, logo a água permanece em movimentação contínua. Existem dois métodos de fornecimento de nutrientes, contínua e intermitente, a primeira é quando os nutrientes são fornecidos a todo o momento para planta, já o segundo é quando os nutrientes são aplicados estrategicamente em frações de tempo. Para o reaproveitamento da água existe o método fechado e aberto, no primeiro a água usada para as plantas é levada a um tanque onde recebe a reposição de nutrientes e é reaproveitada, já no método fechado a água é constantemente renovada, logo, a água utilizada é descartada depois do uso. Abaixo estão algumas das técnicas mais utilizadas na hidroponia (BEZERRA NETO; BARRETO, 2012).

5.3.1 Hidroponia de Aeração Estática (*Floating*)

Neste sistema as plantas são mantidas em recipientes sem nenhum substrato, suas raízes ficam expostas diretamente a solução nutritiva, as plantas são mantidas na posição vertical geralmente com o apoio de placas de isopor com furos, são utilizadas bombas de ar para oxigenação da água e é feito o controle do PH e nutrientes para que estes estejam sempre em condição favorável para as plantas. Um tipo específico desse método é chamado de “Piscinão”, como na figura 15, as plantas

ficam boiando em um grande tanque com aproximadamente 35 centímetros de profundidade, este sistema é muito utilizado para cultivos comerciais, porém é somente recomendado para plantas leves, como alface, coentro, entre outros (BEZERRA NETO; BARRETO, 2012).

Figura 15 - Plantas cultivadas em sistema *floating*

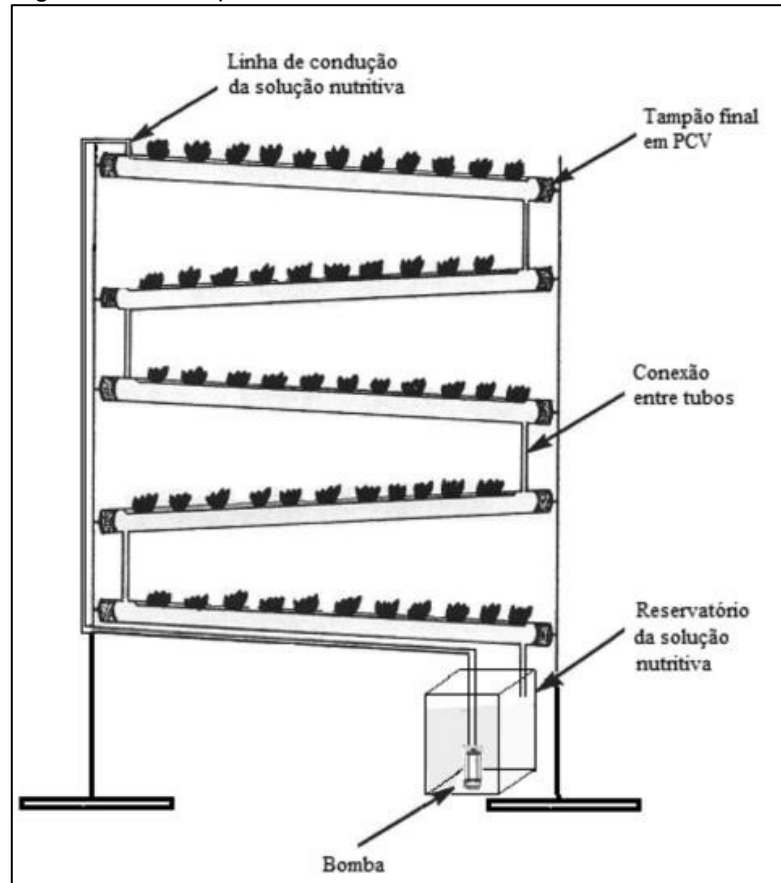


Fonte: Jundiagora (2017).

5.3.2. Sistema de Fluxo Laminar de Nutrientes

Neste sistema as plantas são cultivadas em canais onde a solução nutritiva circula controladamente. Neste sistema as raízes não ficam completamente submersas, permitindo a respiração natural delas. Para a confecção dos canais deste sistema, geralmente são utilizados canos de PVC, estes podem ser inteiros ou cortados ao meio, longitudinalmente. Este sistema criado em 1965 se mostrou o mais viável comercialmente para hortaliças folhosas, ele usa um sistema de reaproveitamento fechado e as plantas não utilizam substrato. Este sistema pode ser instalado tanto de maneira vertical, quanto horizontal (BEZERRA NETO; BARRETO, 2012).

Figura 16 - Exemplo do Sistema NFT



Fonte: Bezerra Neto e Barreto (2012).

5.3.3. Sistema Aeropônico

Neste sistema as raízes das plantas ficam suspensas no ar, em uma espécie de câmara opaca, que serve para prevenir a proliferação de algas, as raízes têm a solução nutritiva fornecida através da nebulização, devido a este fato estas câmaras têm a umidade do ar próxima a 100%. Este sistema é pouco utilizado comercialmente devido ao seu custo elevado e difícil implantação. Na figura 17, é possível observar como funciona o método de plantio aeropônico (BEZERRA NETO; BARRETO, 2012).

Figura 17 - Sistema Aeropônico

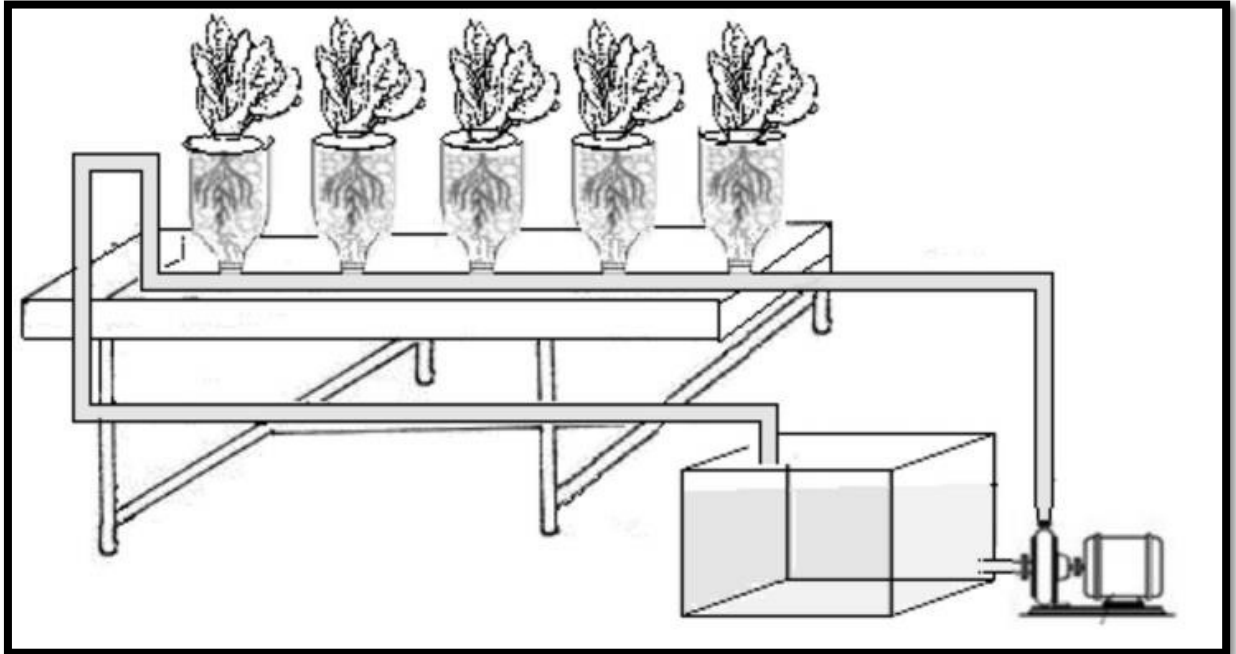


Fonte: Agriculturers (2018).

5.3.4. Cultivo por Submersão e Drenagem (*Flood and Drain*)

Esta técnica não utiliza nenhum substrato para suporte da planta, estas são mantidas em uma espécie de vaso, as raízes das plantas são completamente submersas na solução nutritiva como na aeração estática, porém cada período de tempo a água que se encontra no vaso onde as raízes estão submersas é drenado, a água é enviada para um reservatório onde é tratada para que reponha os nutrientes que as plantas necessitam, enquanto isso a planta que está com suas raízes totalmente expostas ao ar fazem a oxigenação natural, até novamente a água ser encaminhada para o vaso e fazendo as raízes serem submersas pela solução nutritiva novamente (BEZERRA NETO; BARRETO, 2012).

Figura 18 - Sistema por submersão e drenagem

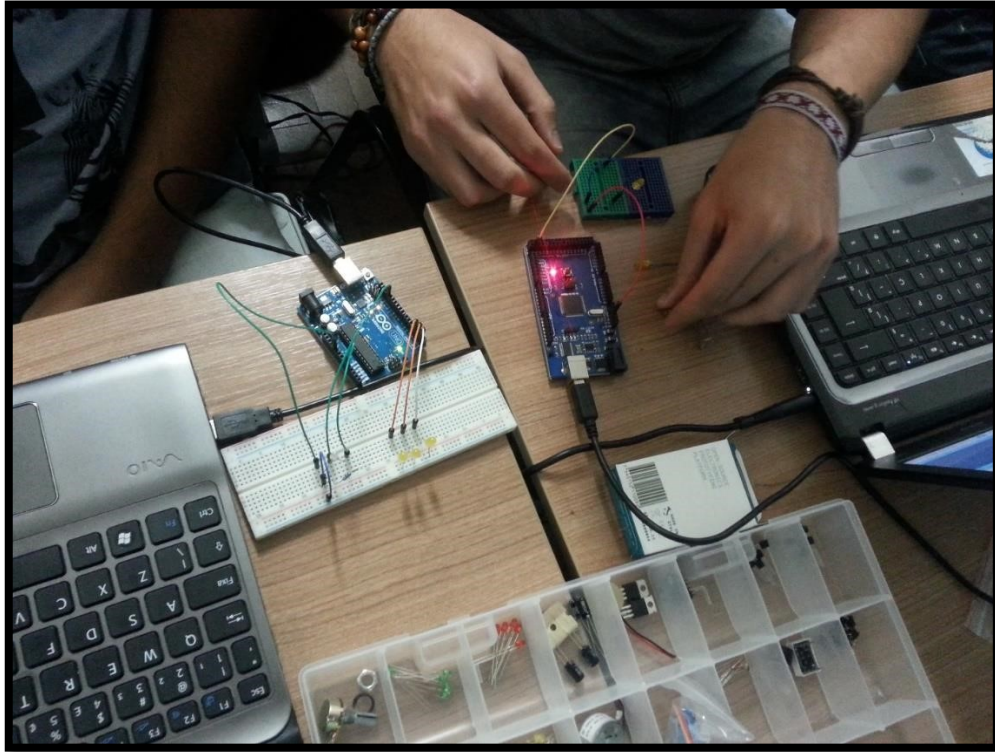


Fonte: Bezerra Neto e Barreto (2012).

6 PLATAFORMAS DE PROTOTIPAGEM E TECNOLOGIA

As plataformas de prototipagem são grandes ferramentas para automatizar e agilizar rotinas, estas plataformas são basicamente minicomputadores que possuem um chip microcontrolador com processador, memória e periféricos de entrada e saída, dentro de um único chip. O Microcontrolador é capaz de interpretar e executar funções que são inseridas no dispositivo através de Software, este muitas vezes desenvolvido pelos próprios fabricantes. O Software permite o envio do código já compilado para a plataforma, geralmente por uma porta USB. Os fabricantes também oferecem periféricos de entrada e saída para incrementar ainda mais o poder da plataforma, os periféricos são responsáveis pela interação com o mundo físico, real, através de sensores (temperatura, pressão, umidade), atuadores, *shields* (Wifi). É importante ressaltar que estas plataformas de prototipagem são altamente customizáveis, logo, dependendo do problema ou do resultado que espera se alcançar são usados sensores e ferramentas específicas para alcançar o objetivo traçado (PEIXOTO et. al., 2012).

Figura 19 - Software enviando código compilado a plataforma de prototipagem Arduino



Fonte: Amaral (2018).

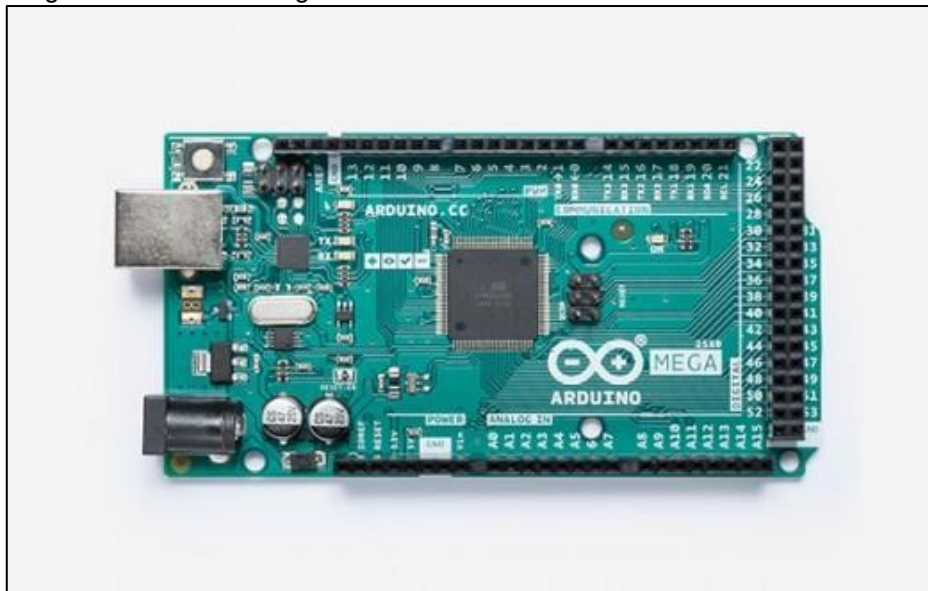
6.1 ARDUINO

Considerado a plataforma mais popular do mercado, o Arduino foi criado em 2005 com o intuito de ser utilizado em escolas. Desde o início do desenvolvimento do microcontrolador ele demonstrava ser rentável e evoluiu muito e hoje é também muito usado em universidades e no ramo comercial. O Arduino surgiu a partir de uma união de vários técnicos e desenvolvedores de várias áreas. O Arduino é um micro controlador muito versátil podendo operar sozinho na operação de vários dispositivos. Seu modelo open-source facilita ainda mais seu uso pois todo o projeto eletrônico é disponibilizado gratuitamente, além de na internet existirem milhões de exemplos de projetos e troca de experiência entre usuários (SOUZA et. al., 2011).

Para programar e desenvolver projetos no Arduino é usada a linguagem Arduino, que é compilada e executada pela placa, sem necessidade de um sistema operacional (SOUZA et. al., 2011).

Como demonstrado na figura 20, o Arduino possui várias entradas nas quais podem ser usadas para conectar e controlar dispositivos como LEDs, botões, interruptores, motores, sensores de temperatura, sensores de PH, sensores de pressão, sensores de distância, receptores GPS, módulos Ethernet. É também possível a adição de módulos como Wifi e Bluetooth (FRUTUOSO; PEREIRA; FREITAS JUNIOR, 2016).

Figura 20 - Arduino Mega 2560



Fonte: Arduino (2018).

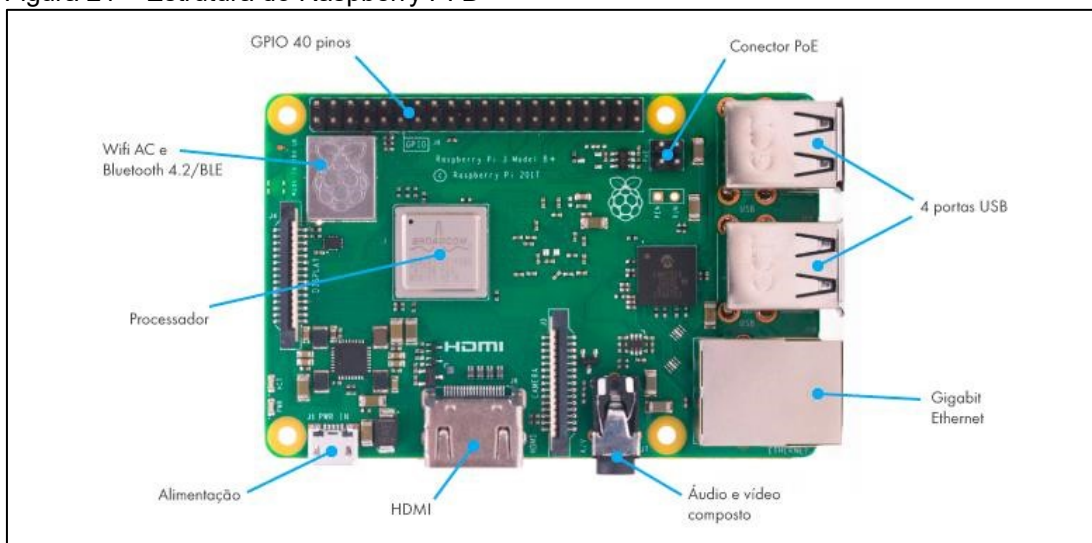
6.2 RASPBERRY

O Raspberry Pi foi criado em fevereiro de 2012 pela fundação Raspberry Pi. Este tinha como visão inicial ajudar os alunos das escolas do Reino Unido com conceitos básicos de ciências da computação. No seu lançamento foram lançados dois modelos, estes variavam em quesitos técnicos e processamento e logo começaram a vender bastante pelo mundo devido a seu preço acessível, durabilidade e versatilidade. Em 2014 a empresa já relatava a venda de mais de 4,5 milhões de dispositivos e assim partiram para o lançamento de outros modelos, que ocorrem frequentemente e tem como objetivo criar uma placa com mais poder de processamento e economia de energia (NOVA DIGITAL MEDIA, 2018).

O Raspberry PI é um minicomputador que tem como base o sistema operacional Linux e possui entradas de USB nas quais podem ser conectados mouses e teclados, também possui saídas HDMI, para a conexão de dispositivos de vídeo como televisões ou monitores, uma das suas principais vantagens é possuírem modelos que já vem com módulos de Wifi e Bluetooth (NOVA DIGITAL MEDIA, 2018).

Na figura 21 é possível observar o Raspberry PI B+. Este já vem com módulos com suporte a Wi-Fi e Bluetooth e ainda se difere dos seus modelos anteriores conseguindo ter sua fonte de energia, com o auxílio de uma Shield, disponibilizada através de um cabo de rede usando a tecnologia Power Over Ethernet (POE) (Flop, 2018);

Figura 21 – Estrutura do Raspberry PI B+



Fonte: Flop (2018).

5.3 COMPARAÇÕES

Em um estudo foram comparados os principais modelos de microcontroladores do Arduino e Raspberry, na tabela 1, é possível observar suas especificações e observar a diferença entre estes.

Tabela 1 – Comparações entre Raspberry e Arduino

Especificações	 RaspberryPi	 ARDUINO
Modelo	Raspberry Pi 3 Model B	Arduino MEGA2560
Processador	Broadcom BCM2837 64bit ARMv8 Cortex-A53 Quad-Core Clock 1.2 GHz	Atmega2560 Clock 16MHz
Memória	1GB LPDDR2-900 SDRAM (900MHz)	Flash 256KB, SRAM 8KB, EEPROM 4KB
Portas	4 portas USB 2.0 Conector de vídeo HDMI Conector Ethernet Conector de áudio e vídeo Slot para cartão micros 40 pinos GPIO	1 porta USB 2.0 Conector de alimentação 54 portas digitais 16 portas analógicas Conector ICSP
Wifi	802.11n Wireless LAN	Não possui
Bluetooth	4.1 (incluindo Bluetooth Low Energy)	Não possui
Dimensões	85 x 56 mm	101.52 x 53.3 mm
Preço	R\$ 299,90	R\$ 79,90

Fonte: Frutuoso, Pereira e Freitas Junior (2016)

O Arduino é muito usado em projetos com hardware, já que este não usa nenhum sistema operacional e pode resistir grandes cargas elétricas. O Arduino se mostrou eficiente em construção de projetos como automação residencial, iluminação e robótica. Já o Raspberry possui seu foco para projetos voltados ao uso de Softwares e também situações onde é preciso usar várias linguagens de programação. (FRUTUOSO; PEREIRA; FREITAS JUNIOR, 2016).

6.3 SENSORES E ATUADORES

Os sensores são responsáveis por auxiliarem as plataformas de prototipagem conseguirem interagir com o mundo real. Os sensores são acoplados através dos pinos nas plataformas e possuem uma variedade de funções desde medir a temperatura até verificar a ausência de luz.

6.4.2 Medidor de pH

O pH é uma escala que vai de 1 a 14, um valor menor que 7 informa que a substância é ácida, igual a sete neutra e maior básica ou alcalina. O Medidor de pH, mostrado na figura 22, serve para se medir o pH de soluções aquosas junto a uma plataforma de prototipagem, está é de suma importância para verificação da qualidade da água. Este medidor precisa ser calibrado em uma solução neutra, para ter uma precisão ainda melhor, ele é conectado através da entrada analógica da plataforma e pode ser usado facilmente, este provê o usuário com os valores do pH da solução que o usuário quer medir (DFROBOT, 2018a).

Figura 22 - Sensor pH



Fonte: Dfrobot (2018a)

6.4.2 Sensor Fotovoltaico

O sensor fotovoltaico (figura 23) consegue detectar a intensidade de luz em um ambiente e através de uma saída analógica informar o Arduino sobre a intensidade da luz (DFROBOT, 2018c).

Figura 23 - Sensor Fotovoltaico



Fonte: Dfrobot (2018c)

6.4.3 Medidor de Condutividade

O sensor de condutividade é usado para medir a eletro condutividade de uma solução aquosa a fim de medir sua qualidade. O sensor de condutividade, exposto na figura 24, funciona junto a uma plataforma de prototipagem e pode auxiliar o usuário a saber a concentração de elementos na água a fim de uma possível correção destes (DFROBOT, 2018b).

Figura 24 - Sensor de Condutividade



Fonte: Dfrobot (2018b)

6.4.4 Sensor de Temperatura de Líquido

Para verificar a temperatura da água é necessário um sensor que consiga estar em contato com esta, o sensor de temperatura a prova da água consegue estar em contato com uma solução aquosa e retornar a temperatura da solução. Conforme a figura 25, o sensor possui um medidor que se encontra na parte extrema deste e consegue retornar a uma plataforma a temperatura da solução (DFROBOT, 2018d).

Figura 25 - Sensor de Temperatura



Fonte: Dfrobot (2018e)

6.4.5 Bomba Dosadora

A Bomba Dosadora (figura 26) é capaz de controlar a dosagem ou vazão de algum tipo de líquido, o controle de fluxo é feito através da Modulação de Largura de Pulso e pode ser ativada através de um relê ou diretamente do Arduino (DFROBOT, 2018d).

Figura 26 - Bomba Peristáltica



Fonte: Dfrobot (2018d)

7 TRABALHOS CORRELATOS

Neste capítulo são abordados os trabalhos correlatos com relação ao cultivo de hidropônicos usando sensores e a tecnologia.

7.1 AUTOMAÇÃO DE ABRIGOS DE CULTIVOS PARA CULTURAS HIDROPÔNICAS

Para obtenção de grau em tecnologia da informação e comunicação da universidade federal de Santa Catarina Abreu e Bastos (2015) realizaram uma pesquisa para a construção de um abrigo para cultivos hidropônicos usando plataformas de prototipagem, sensores e atuadores.

O Objetivo de Abreu e Bastos (2015) era a realização de um protótipo de um abrigo ou estufa capaz de melhorar a produção hidropônica. Através de uma plataforma de prototipagem, neste caso Arduino, este captava informações como temperatura, humidade, luz dos sensores acoplados, com estes dados já passados para o Arduino, mostrados na figura 27, eram tomadas decisões como acionar exaustores, a fim de controlar a temperatura do ambiente e acionar uma espécie de sombrite, para controlar a incidência de luz nas plantas, conforme figura 28.

Figura 27 - Dados Coletados dos Sensores

Fonte: Abreu e Bastos (2015).

Figura 28 - Tomada de Ações

Temp (°C)	Umid (%)	Lumi (Lux)	Sombrite	Exaustor
24	56	146	Meio Aberto	Desligado
30	55	146	Meio Aberto	Ligado
19	63	109	Meio Aberto	Desligado
32	41	63	Totalmente Aberto	Ligado
29	43	150	Meio Aberto	Ligado
27	43	6.400	Fechado	Desligado

Fonte: Abreu e Bastos (2015)

Para maior validação Abreu e Bastos (2015) criaram uma mini estufa para testarem o protótipo, mostrada na figura 29. Através de testes experimentais foram comprovadas a eficiência dos sensores em diversas situações, realizando as tarefas conforme configuradas. Abreu e Bastos (2015) propuseram algumas melhoras como desenvolvimento de uma lógica Fuzzy capaz de se adaptar e tomar ações mais rápido, criação de uma interface onde o produtor consiga ver dados sobre o controle de seu abrigo, implementação de servidor e migração para web.

Figura 29 - Miniestufa



Fonte: Abreu e Bastos (2015).

7.2 JARDIM HIDROPONICO AUTOMATIZADO USANDO ARDUINO UNO E ANDROID

O Trabalho proposto por Sihombing et al. (2017) no curso de ciências da computação da universidade do norte de Sumatra busca a automação da tarefa de aplicação da água e nutrientes em plantas através de um sistema como o cultivo de Aeração Estática, este é explicado no capítulo 5.3.1.

No protótipo, que pode ser visto na figura 30, Sihombing et al. (2017) utilizaram um sensor ultrassônico para verificar a distância da água da parte superior do tanque “tampa”, a distância é medida através do tempo de envio e recebimento do sinal do sensor ultrassônico, isto é calculado após o envio de dados a um Arduino UNO, este através desta informação pode determinar até que momento a bomba deve mandar água para o tanque que estão as plantas, ou drena-lo para o tanque reserva. É importante ressaltar que o sistema faz também de forma automática esse ciclo para que a solução nutritiva e a água estejam sempre oxigenadas e com nutrientes. O sistema ainda consegue ser controlado através de uma aplicação Android.

Sihombing et al. (2017) propõe para futuras pesquisas a medição do nível de pH encontrado na água e oxigenação.

Figura 30 - Protótipo utilizando Arduino UNO



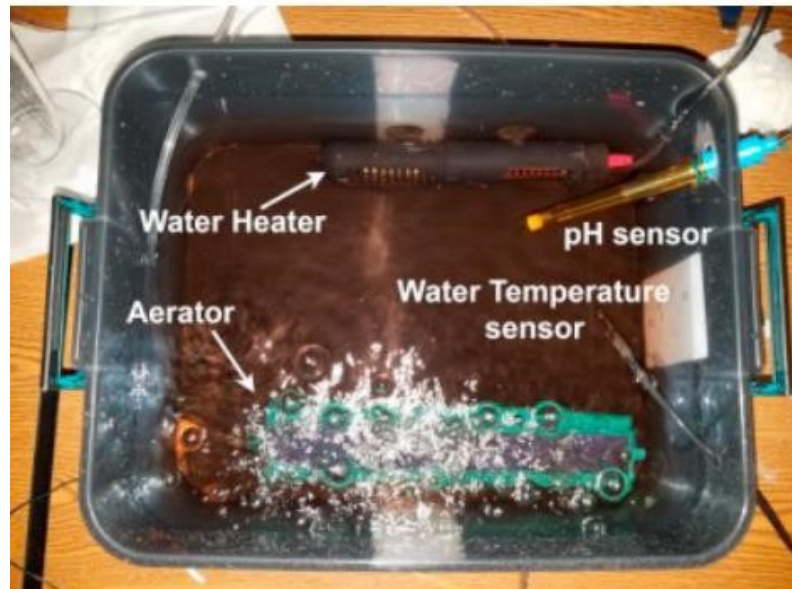
Fonte: Sihombing et al. (2017)

7.3 JARDIM HIDROPONICO PARA AMBIENTES FECHADOS TOTALMENTE AUTOMATIZADO

O trabalho proposto por Palande, Zaheer e George (2017) no curso de engenharia e ciências da computação da universidade do estado da Califórnia busca a criação de um protótipo de um jardim hidropônico totalmente automatizado para usos em ambientes fechados.

O Protótipo (figura 31) utiliza quatro plataformas de prototipagem, dois Arduino para coleta de dados através dos sensores, um para a comunicação junto a um Raspberry PI para interações e atualizações em um servidor web. O Protótipo possui sensores de pH, temperatura de água e ar e condutividade elétrica, também possui aquecedores, coolers, oxigenadores e LEDs para controlar a temperatura da água, oxigênio e iluminação.

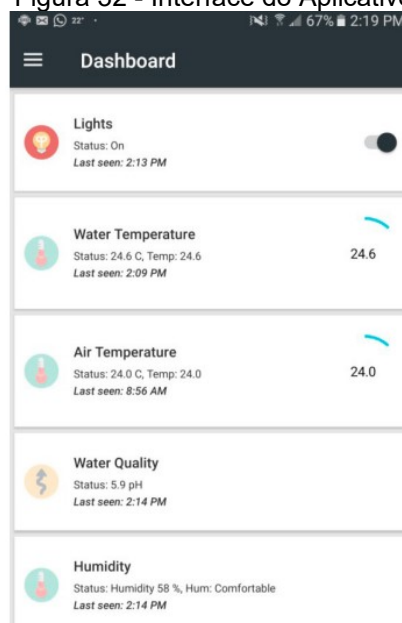
Figura 31 - Protótipo



Fonte: Palande, Zaheer e George (2017)

Com o servidor sendo atualizado constantemente o sistema mostra dados de temperatura da água, ar, humidade e qualidade da água, também manda notificações para um aplicativo Android sobre possíveis falhas nos sensores e notificações como o aumento da temperatura do jardim são mostradas, conforme na figura 32.

Figura 32 - Interface do Aplicativo



Fonte: Palande, Zaheer e George (2017)

O projeto se mostrou eficiente e durante os testes e após um comparativo feito com plantas plantadas em um ambiente não controlado, este mostrou que as plantas que foram cultivadas no sistema cresceram mais rápidas, mais fortes e maiores.

8 TRABALHO DESENVOLVIDO

Este capítulo apresenta toda a estrutura do sistema desenvolvido, metodologia, suas funcionalidades, os equipamentos utilizados e todo o software desenvolvido para este trabalho.

8.1 METODOLOGIA

Em sua primeira parte, o projeto de pesquisa é constituído pelo levantamento bibliográfico dos conceitos que foram aplicados no protótipo, a fim de deixá-los de maneira de fácil compreensão.

O primeiro capítulo é uma introdução sobre o trabalho. O Segundo capítulo fala sobre a Agricultura, sua origem e evolução durante os anos e também conta um pouco da história desta aqui no Brasil. No terceiro sobre a agricultura de precisão, seus conceitos e como esta tem ajudado na agricultura mundial e no Brasil. No quarto foi abordado o conceito de Internet das Coisas e como está auxiliando nosso dia a dia. No quinto capítulo foi conceituado o que é Hidroponia, como cultivar sem solo usando somente a solução nutritiva e quais suas principais características, vantagens e desvantagens, suas principais técnicas de cultivo. Em seguida foram abordadas as plataformas de prototipagem, suas especificações, seus sensores e atuadores. Logo após são discutidos outros trabalhos que foram desenvolvidos na mesma área, observando suas conclusões e propostas futuras.

8.1.1 Identificação das variáveis a serem monitoradas e objetivo

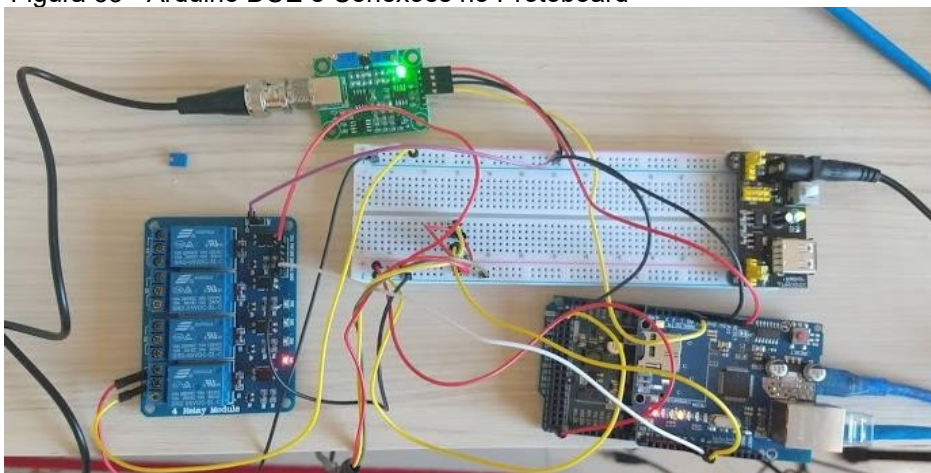
As variáveis monitoradas neste projeto para que o desenvolvimento das plantas ocorra de forma efetiva foram a temperatura da água e o pH, logo que a primeira afeta diretamente o metabolismo das plantas e a segunda é essencial para a absorção dos nutrientes contidos na solução nutritiva. Após a identificação das variáveis foi possível determinar o funcionamento do sistema e construí-lo. O sistema de monitoração do Jardim Hidropônico tem o objetivo de auxiliar o usuário na prática

de ações preventivas e corretivas na água a partir dos dados coletados pelos sensores de temperatura e pH e também ligar a bomba contida no reservatório a partir do comando do usuário.

8.1.2 Plataforma de Prototipagem e Armazenamento de Dados

O protótipo foi construído com a plataforma de prototipagem Arduino DUE (Figura 33), este é conectado com uma shield de ethernet, com o objetivo de estabelecer uma conexão com a rede local através de um modem. Foram utilizados dois sensores, o primeiro, um sensor de temperatura a prova d'água de modelo DS18B20, que coleta a temperatura de líquidos em Celsius, e o segundo um sensor de pH de modelo PH-4502C também a prova d'água, que mede o nível de acidez e base de um líquido e retorna um valor de 0 a 14, estes dois são compatíveis para o funcionamento junto ao Arduino. É utilizado também uma bomba de água para irrigar os canais onde as plantas estão localizadas, esta bomba é acionada através de um relé. Foi utilizada a IDE do próprio Arduino para a programação das funções que são responsáveis pela transformação dos dados obtidos no mundo físico através dos sensores para uma variável quantificada e também para a criação do código que irá conectar, enviar e receber os dados do banco de dados.

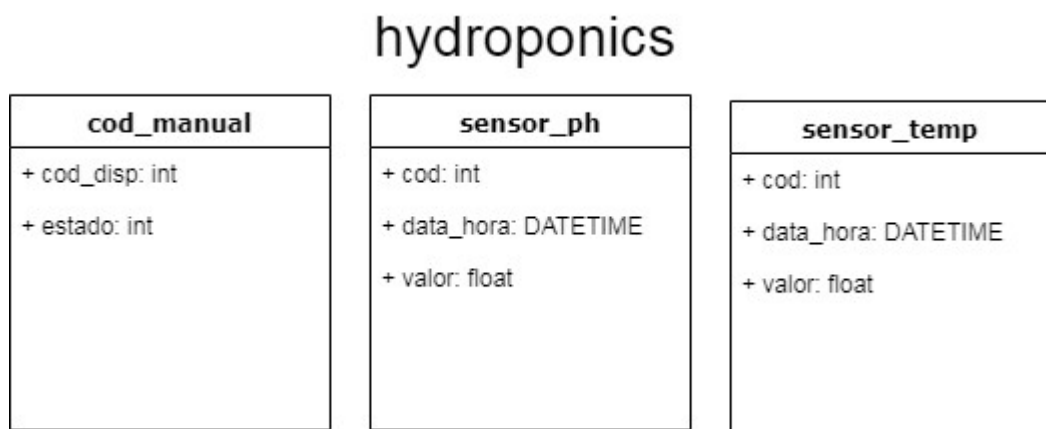
Figura 33 - Arduino DUE e Conexões no Protoboard



Fonte: Do autor.

O banco de dados utilizado para o projeto é o MySQL e tem sua estrutura mostrada na figura 34, para a interação do Arduino e o Banco MySQL foi importada a biblioteca *MySQL_Connection* e *MySQL_Cursor*, para o teste da conexão antes das interações foi criada uma função chamada *TesteCon()* que pode ser observada na figura 35.

Figura 34 - Estrutura do Banco



Fonte: Do autor.

Figura 35 - Código teste conexão

```
void TesteCon() {
    Ethernet.begin(mac_addr);
    Serial.println("Conectando...");
    delay(6000);
    char BANCOEDADOS[] = "USE hidroponic";
    char user[] = "arduino";
    char password[] = "arduino";
    if (conn.connect(server_addr, 3306, user, password))
    {
        delay(1000);

        MySQL_Cursor *cur_mem = new MySQL_Cursor(&conn);
        cur_mem->execute(BANCODEDADOS);
        delete cur_mem;
        Serial.println("A conexão funcionou");
    }
    else
    {
        Serial.println("A conexão falhou");
        conn.close();
    }
}
```

Fonte: Do autor

A função mostrada na figura 35, demonstra o teste de conexão com o banco de dados, ela primeiramente usa shield da Ethernet para a conexão com a rede onde está o banco e depois inicia variáveis com o nome do banco de dados utilizado, usuário e senha para conseguir acesso a este e depois tenta a conexão com o banco, se essa for realizada com sucesso, é criada uma variável chamada `cur_mem` a partir da biblioteca `MySQL_Cursor` com o objetivo de armazenar a conexão para realização das interações.

Um exemplo de interação pode ser visto na figura 36, onde é inserido um dado de temperatura no banco de dados, o dado que chega em valor *float* precisa ser convertido para uma variável string para poder ser inserido no banco, logo, a variável `temp` que é float através da função `dtostrf` é convertida para `char[]` e armazenada na variável `valor_temp`, que é usada na execução da variável `sentença`, que é a junção do comando desejado e o valor contido na variável `valor_temp`

Figura 36 - Inserção de dados no banco

```
void temp_insert(){
    Serial.println("Executando sentença _ TEMPERATURA");
    char INSERIR_TEMP[] = "INSERT INTO sensor_temperatura (valor) VALUES (%s)";
    dtostrf(temp, 4, 1, valor_temp);
    sprintf(sentença, INSERIR_TEMP, valor_temp);

    MySQL_Cursor *cur_mem = new MySQL_Cursor(&conn);
    cur_mem->execute(sentença);
    delete cur_mem;

    delay(2000);
}
```

Fonte: do Autor.

Para a construção da parte da plataforma de prototipagem, foram adquiridos uma placa Arduino, shield ethernet, sensores, bomba, relê, resistores, fonte ajustável e protoboard, a tabela 2 mostra os itens utilizados e o custo destes, os itens foram adquiridos dia 02 de abril de 2019.

Tabela 2 – Gastos a montagem da plataforma de prototipagem

Item	Valor
Bomba da Água Submersível 3-6V 100L/H	R\$9,90
Placa Arduino DUE	R\$134,00
Ethernet Shield W5100	R\$56,90
Kit Protoboard	R\$64,90
Modulo Relé 5v 4 Saídas	R\$18,99
Modulo + Sensor pH	R\$149,00
Sensor Temperatura DS18B20	R\$15,00
1 Resistor 5W	R\$0,50
TOTAL	R\$449,19

Fonte: Do autor.

8.1.3 Jardim Hidropônico

O Jardim hidropônico (figura 37) foi construído para a realização dos testes, foi feito com canos de PVC, estes são utilizados tanto para a construção do suporte do jardim quanto para o local onde a planta será cultivada e o canal onde a solução nutritiva irá passar.

Figura 37 - Montagem Jardim Hidropônico



Fonte: Do autor.

Foi utilizado uma serra copos para cortar em forma redonda algumas partes do cano de 0,75, conforme mostra a figura 38, esta parte será onde a planta será colocada. Para o reservatório da água e solução nutritiva, mostrado na figura 36, foi utilizado um balde com capacidade para cinco litros. A plataforma de prototipagem terá seus sensores localizados no reservatório, assim como a bomba que é utilizada para abastecer o canal nutritivo das plantas com a solução encontrada no reservatório.

Figura 38 - Montagem Canos PVC



Fonte: Do autor.

Para a construção do jardim hidropônico vertical para testarmos o protótipo foram utilizados materiais de PVC como canos, tampas e joelhos e para colagem e montagem destes foi utilizado uma cola específica para este material, a tabela 3 mostra os materiais utilizados e seus custos, o material foi adquirido dia 16 de abril de 2019.

Tabela 3 – Gastos construção do Jardim

Item	Valor
2 Metros de Cano PVC 0,75mm	R\$12,00
7 Metros de Cano PVC 0,25mm	R\$3,50
8 Joelhos de Cano	R\$2,00
6 Tampas 0,25mm	R\$1,50
6 Tampas 0,25mm	R\$1,50
Cola para Cano	R\$5,00
TOTAL	R\$30,00

Fonte: Do autor

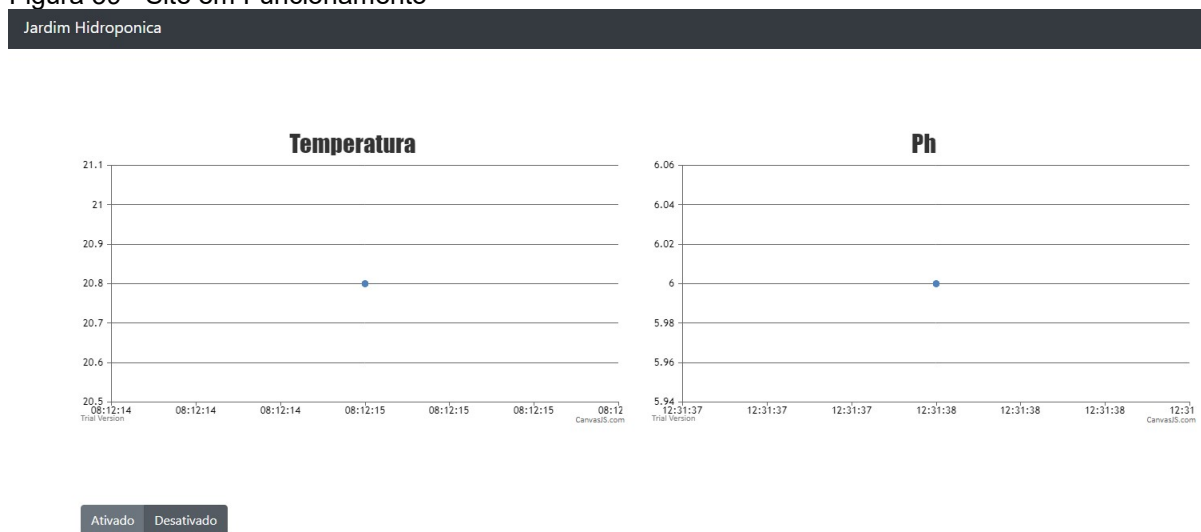
8.1.4 Interface do Usuário

Para a construção da interface do usuário foi necessário a construção de um site e de um servidor. O servidor foi desenvolvido com node.js por ser uma tecnologia atual e flexível, onde foram integradas bibliotecas para conectar-se com o banco de dados MySQL, para construção de rotas de API para o site ativar e desativar o relé, além de utilizado biblioteca para permitir o envio de e-mail, para a realização da meta da aplicação da IoT e notificar o usuário quando o pH ou a temperatura estiverem baixos, altos, ou quando voltarem para os valores estáveis e adequados após correção das variáveis.

O site demonstrado na figura 39 foi desenvolvido com html, css e javascript, como ferramenta de estilo foi utilizado o Bootstrap. Foram criados dois gráficos utilizando canvas para mostrar os valores dos sensores em tempo real. Após estudo, foi verificado que para atualizar os dados em tempo real seria necessário a utilização de sockets, então aplicou-se o uso de socket no servidor e no site, para que os valores dos gráficos ficassem sendo atualizados. Foi definido o tempo de 2 segundos para a

atualização dos dados, ou seja, a cada dois segundos o servidor consulta os dados no banco de dados (dados inseridos pelo Arduino), e então ao receber envia uma mensagem para o site, que ao receber a mensagem, atualiza os gráficos com os novos valores. O site possui também um botão para permitir ativar e desativar o relé. Para programação foi usada a IDE Microsoft Visual Code.

Figura 39 - Site em Funcionamento



Fonte: Do autor.

Como citado a cima, o sistema consegue enviar e-mails para o usuário alertando este sobre as variáveis que estão fora do valor esperado pré-determinado, este valor é importante para um crescimento mais rápido e seguro da planta, logo que se esses estiverem fora desta faixa esperada por muito tempo podem acontecer danos a planta. A partir do estudo e pesquisa nos trabalhos, foi verificada que a faixa recomendada no cultivo de alface para o pH é de 4,0 a 6,5 e a de temperatura é de 20 á 27°C. Foram simuladas a entrada de dados na tabela dos sensores de pH e temperatura afim de testar a funcionalidade do envio de e-mails a partir da inserção de dados.

O código mostrado na figura 40 demonstra as condições para que o envio de um alerta seja enviado ao usuário. É importante ressaltar que se o usuário usar algum método para corrigir as variáveis, e estas voltarem ao normal, o sistema irá enviar uma mensagem falando que esta variável voltou a estar na faixa recomendada.

Figura 40 - Programação envio e-mail

```

genericModel.getTempValues((err, results) => {
  if (err) throw err

  if (results[0].valor > environments.MAX_TEMP && !emailHighTempSended) {
    emailHighTempSended = true;
    console.log('Vai enviar e-mail pois a temperatura está alta')
    email.send('Temperatura alta', 'A temperatura está alta')
  } else if (results[0].valor <= environments.MAX_TEMP && results[0].valor > environments.MIN_TEMP && emailHighTempSended) {
    emailHighTempSended = false;
    emailLowTempSended = false;
    console.log('Vai enviar e-mail pois a temperatura voltou ao normal')
    email.send('Temperatura normal', 'A temperatura abaixou e voltou ao normal')
  } else if (results[0].valor < environments.MIN_TEMP && !emailLowTempSended) {
    emailLowTempSended = true;
    console.log('Vai enviar e-mail pois a temperatura está baixa')
    email.send('Temperatura baixa', 'A temperatura está baixa')
  } else if (results[0].valor >= environments.MIN_TEMP && results[0].valor < environments.MAX_TEMP && emailLowTempSended) {
    emailHighTempSended = false;
    emailLowTempSended = false;
    console.log('Vai enviar e-mail pois a temperatura voltou ao normal')
    email.send('Temperatura normal', 'A temperatura subiu e voltou ao normal')
  }

  socket.emit('updateTempChart', results)
})

```

Fonte: Do autor.

Primeiramente foram inseridos na tabela de temperatura e pH valores que estão fora da faixa recomendada pelo sistema

```

INSERT INTO `sensor_temp`(`valor`) VALUES (30)
INSERT INTO `sensor_ph`(`valor`) VALUES (2)

```

Com estes dados já carregados no banco, o sistema verificou que os valores estão fora dos valores recomendados, logo disparou um e-mail informando isso ao usuário, conforme pode ser visto na figura 41.

Figura 41 - Teste E-mail

☐	★ luiztccunesc	Temperatura alta - A temperatura está alta	20:39
☐	★ luiztccunesc	PH baixo - O ph está baixo	20:39

Fonte: Do autor.

Logo após foram inseridos dados novos, estes agora estão dentro da faixa determinada pelo sistema como aceitável

```

INSERT INTO `sensor_temp`(`valor`) VALUES (25)

```

Com este novo dado, o sistema verificou que o valor da temperatura voltou para um valor que está dentro da faixa recomendada, logo enviara outro aviso notificando ao usuário que a variável que estava fora da faixa recomendada voltou ao normal, isso pode ser visto na figura 42.

Figura 42 - Temperatura

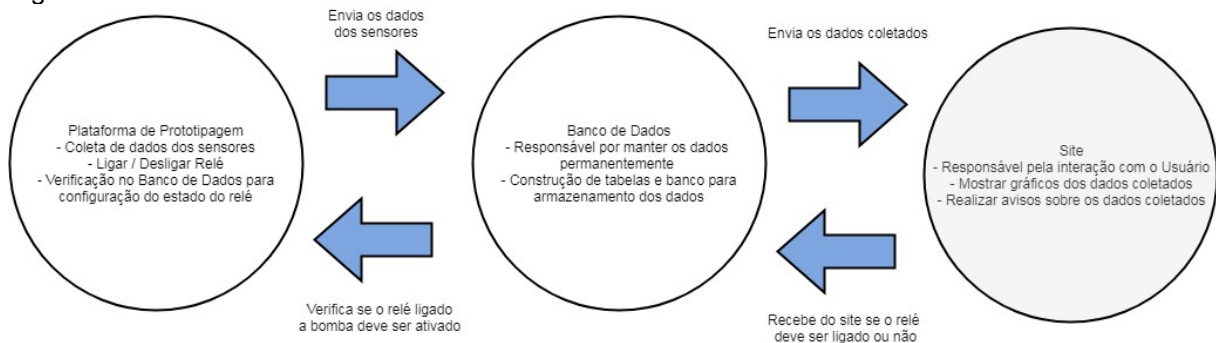
★ luiztcunesc	Temperatura normal - A temperatura abaixou e voltou ao normal	20:45
---------------	---	-------

Fonte: Do autor.

8.1.5 Funcionamento do sistema

O funcionamento do sistema é separado em três partes, a primeira onde a plataforma de prototipagem interage com as variáveis do mundo físico, pH e temperatura e também aciona ou desativa o relé para o funcionamento da bomba, esta primeira, plataforma de prototipagem, interage com o banco de dados inserindo os dados coletados pelos sensores e verificando através de uma variável se o relé deve ficar ligado ou desligado. A segunda parte consiste no armazenamento permanente de dados e manipulação que ocorre no banco através de suas tabelas. A terceira parte, que é a que se comunica com o usuário é constituída por um site desenvolvido usando javascript, html e css, esta usa os dados disponíveis para a construção de gráficos e realizar avisos sobre as condições do jardim para o usuário. Também é possível realizar o acionamento ou desligar a bomba através do site. O funcionamento do sistema pode ser visto na figura 43.

Figura 43 - Funcionamento do Sistema



Fonte: Do autor.

8.1.6. Avaliação do Sistema de monitoramento do Jardim Hidropônico

Neste capítulo são apresentados os resultados a partir dos testes realizados com o sistema.

8.1.6.1 METODOLOGIA EMPREGADA NA AVALIAÇÃO

Para avaliação do sistema foram efetuados alguns testes, estes, baseados em pesquisas semelhantes utilizando Arduino para fins de monitoramento de variáveis, pesquisas como a de Palande, Zaheer e George (2017) para a graduação de engenharia e ciências da computação na universidade da Califórnia e de Abreu e Bastos (2015) para obtenção de grau em tecnologia da informação em comunicação na universidade federal de Santa Catarina foram norteadoras dos métodos aplicados para a avaliação deste protótipo.

Na primeira fase, os testes foram feitos isoladamente com cada sensor, com o objetivo de analisar a capacidade dos sensores e componentes na aquisição dos dados. A fim de certificar que estes conseguem alcançar o objetivo de monitorar as variáveis citadas e retornarem valores com exatidão também foi usado um sensor da marca AKSO AK-90 durante o teste isolado, para certificarmos que estes dados estão certos e os sensores estão coletando dados esperados. Na segunda fase, os testes foram feitos com os dois sensores já no jardim hidropônico construído.

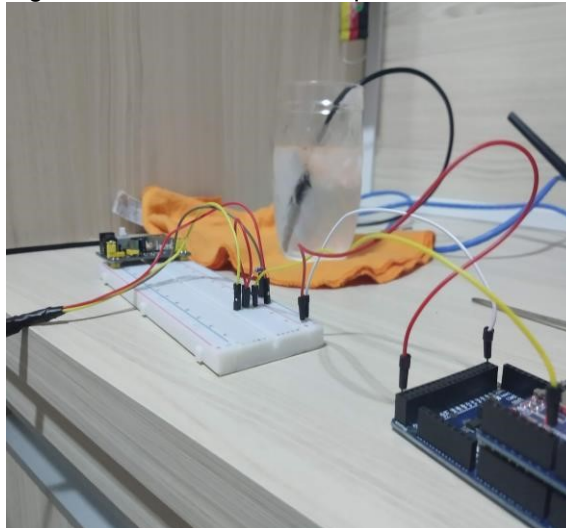
8.1.6.2 TESTE DOS SENSORES

Neste capítulo serão demonstrados os testes feitos com cada sensor para certificarmos sua eficiência na coleta de dados.

8.1.6.2.1 Sensor de Temperatura

Para a realização dos testes com o sensor de temperatura foram utilizadas duas soluções, a primeira, água gelada, com o objetivo de termos uma temperatura baixa e a segunda, água quente, observa-se na figura 44 como o teste foi feito. É possível observar na figura 45 o resultado obtido do teste feito com a água esfriada e na figura 46 o resultado obtido quando o sensor estava submerso em uma água quente. Estes dados foram obtidos pelo sensor e mostrados diretamente através do monitor serial do Arduino.

Figura 44 - Cenário teste temperatura



Fonte: Do autor.

Figura 45 - Cenário 01 teste de temperatura

```

13:15:47.811 -> Temperatura: 7.62°C
13:15:48.157 -> Temperatura: 7.44°C
13:15:48.534 -> Temperatura: 7.50°C
13:15:48.909 -> Temperatura: 7.44°C
13:15:49.287 -> Temperatura: 7.56°C
13:15:49.667 -> Temperatura: 7.44°C
13:15:50.046 -> Temperatura: 7.62°C
13:15:50.389 -> Temperatura: 7.50°C
13:15:50.769 -> Temperatura: 7.56°C
13:15:51.145 -> Temperatura: 7.44°C
13:15:51.523 -> Temperatura: 7.44°C
13:15:51.904 -> Temperatura: 7.44°C
13:15:52.283 -> Temperatura: 7.50°C
13:15:52.627 -> Temperatura: 7.56°C
13:15:53.006 -> Temperatura: 7.56°C
13:15:53.382 -> Temperatura: 7.56°C

```

☐ Auto-rolagem ☒ Show timestamp

Fonte: Do autor.

Figura 46 - Cenário 02 teste de temperatura

COM4

```

13:33:10.014 -> Temperatura: 38.63°C
13:33:10.357 -> Temperatura: 38.63°C
13:33:10.738 -> Temperatura: 38.63°C
13:33:11.117 -> Temperatura: 38.50°C
13:33:11.496 -> Temperatura: 38.63°C
13:33:11.875 -> Temperatura: 38.63°C
13:33:12.254 -> Temperatura: 38.56°C
13:33:12.600 -> Temperatura: 38.56°C
13:33:12.978 -> Temperatura: 38.63°C
13:33:13.355 -> Temperatura: 38.50°C
13:33:13.732 -> Temperatura: 38.50°C
13:33:14.109 -> Temperatura: 38.56°C
13:33:14.486 -> Temperatura: 38.56°C
13:33:14.861 -> Temperatura: 38.56°C
13:33:15.238 -> Temperatura: 38.63°C
13:33:15.581 -> Temperatura: 38.56°C

```

☐ Auto-rolagem ☒ Show timestamp

Fonte: Do autor.

Logo após os testes realizados com os sensores, foi utilizado um medidor de temperatura do modelo AKSO AK-90 já calibrado, para verificarmos e comprovarmos que os dados adquiridos pelo sensor de temperatura, do modelo DS18B20, conectado ao Arduino realmente estão certos. No manual do sensor AKSO

AK-90 é dito que sua precisão de medição de temperatura é de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ e sua faixa de medição de temperatura é 0°C a 50°C .

No primeiro cenário, com água fria, o sensor AKSO AK-90 marcou que a temperatura era 7.7°C , conforme pode ser visto na figura 47, já no segundo cenário, com água quente, o sensor marcou, $38,4^{\circ}\text{C}$, conforme mostrado na figura 48, cruzando os dados de ambos sensores com a faixa de precisão pode se dizer que os dados adquiridos pelo sensor conectado ao Arduino também é preciso.

Figura 47 - Teste Temperatura Cenário 1



Fonte: Do autor.

Figura 48 - Teste temperatura Cenário 2

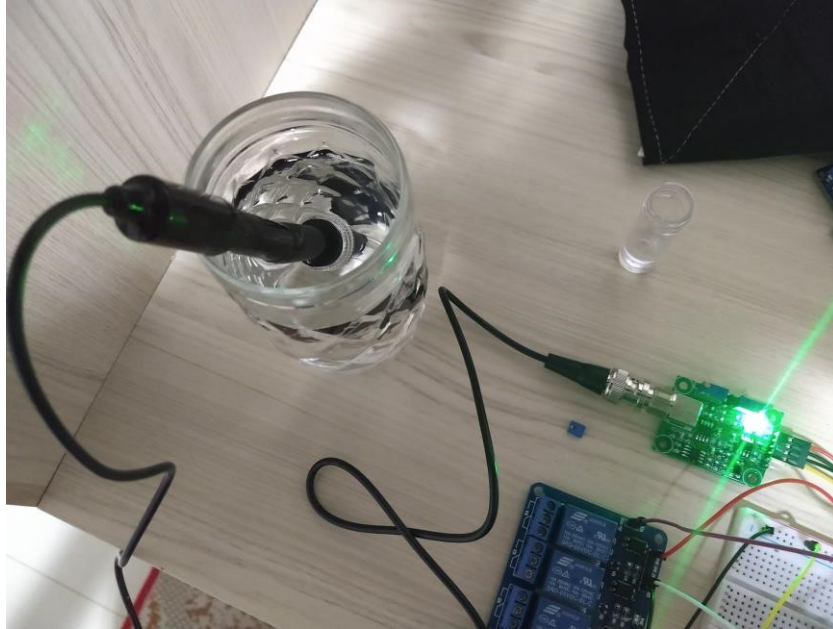


Fonte: Do autor.

8.6.1.2.2 Sensor de pH

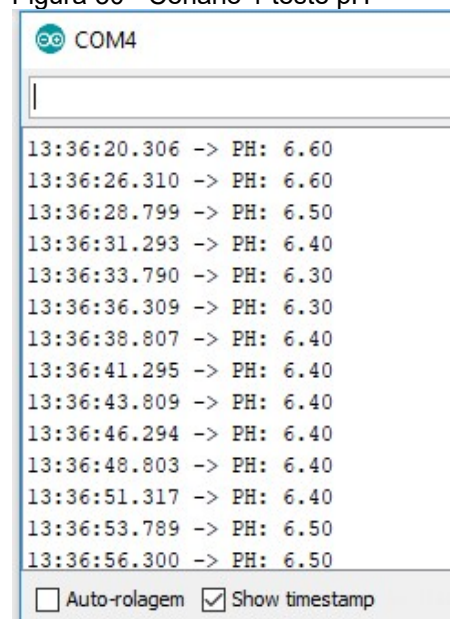
Para a realização dos testes com o sensor de pH foram utilizadas duas soluções, no primeiro cenário os testes foram feitos com água natural adquirida através da torneira e no segundo vinagre a base de álcool. É possível observar nas figuras 50 e 51 os valores obtidos pelo sensor através do monitor serial do Arduino e na Figura 49 o cenário de testes.

Figura 49 - Cenário dos testes pH



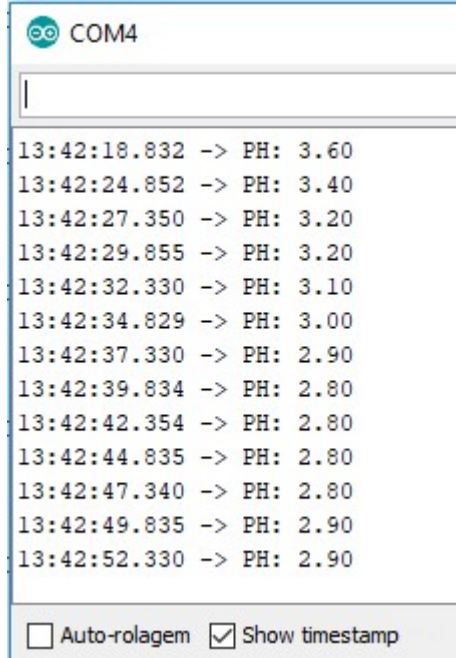
Fonte: Do autor.

Figura 50 - Cenário 1 teste pH



Fonte: Do autor.

Figura 51 - Cenário 2 pH



Fonte: Do autor.

Simultaneamente aos testes realizados com os sensores, foi utilizado um medidor de pH do modelo AKSO AK-90 já calibrado, com soluções, para verificarmos e comprovarmos que os dados adquiridos pelo sensor de pH conectado ao Arduino, do modelo PH-4502C, realmente estão certos. No manual do sensor AKSO AK-90 é dito que sua precisão de medição de pH é de 0.1+/- e sua faixa de medição de pH é 0.0 a 14.0.

No primeiro cenário, com água da torneira, o sensor AKSO AK-90 também marcou que o pH era 6.4, conforme pode ser visto na figura 52, já no segundo cenário, no teste realizado com o vinagre, ambos sensores marcaram o mesmo valor, 2,9, conforme mostrado na figura 53, cruzando os dados de ambos sensores com a faixa de precisão pode se dizer que os dados adquiridos pelo sensor conectado ao Arduino também é preciso.

Figura 52 - Teste pH Cenário 1



Fonte: Do autor.

Figura 53 - Teste pH Cenário 2



Fonte: Do autor.

8.1.7 TESTE DO SISTEMA NO JARDIM HIDROPÔNICO

Com a finalidade de avaliar o sistema de monitoramento proposto foi simulada uma situação real de utilização a partir do Jardim Hidropônico construído, conforme mostra a figura 54.

Figura 54 - Jardim Hidropônico em funcionamento



Fonte: Do autor.

Após os testes realizados individualmente com cada sensor a fim de comprovar que os dados coletados são comprovadamente confiáveis, estes que permaneceram no reservatório (figura 55) realizando a coleta de dados periodicamente durante um dia, a fim de testarmos se estes conseguem ficar por um longo tempo coletando dados sem nenhuma interferência, nesta etapa os dados foram enviados diretamente para o banco de dados. A bomba foi ligada e desligada algumas vezes para análise do comportamento do sistema.

Figura 55 - Reservatório com os sensores



Fonte: Do autor.

8.2 RESULTADOS

Este capítulo irá demonstrar os resultados obtidos através da simulação de uma situação real onde a plataforma de prototipagem através dos seus sensores e atuadores interage com um jardim hidropônico real e informa o usuário os dados coletados deste, também ativa ou desliga a bomba da água que transporta solução nutritiva para os canais de cultivo.

Durante o tempo de funcionamento da plataforma de prototipagem os sensores coletaram dados do jardim, a tabela 4 e o anexo A listam os dados obtidos através dos sensores durante o experimento

Tabela 4 – Dados Coletados pelos Sensores

Data / Hora	pH	Temperatura
5/26/19 11:09 AM	7,4	19,8
5/26/19 11:41 AM	7,2	19,8
5/26/19 12:13 PM	6,9	19,9
5/26/19 12:46 PM	6,7	20
5/26/19 01:18 PM	6,6	20,4

5/26/19 01:51 PM 6,9 20,6

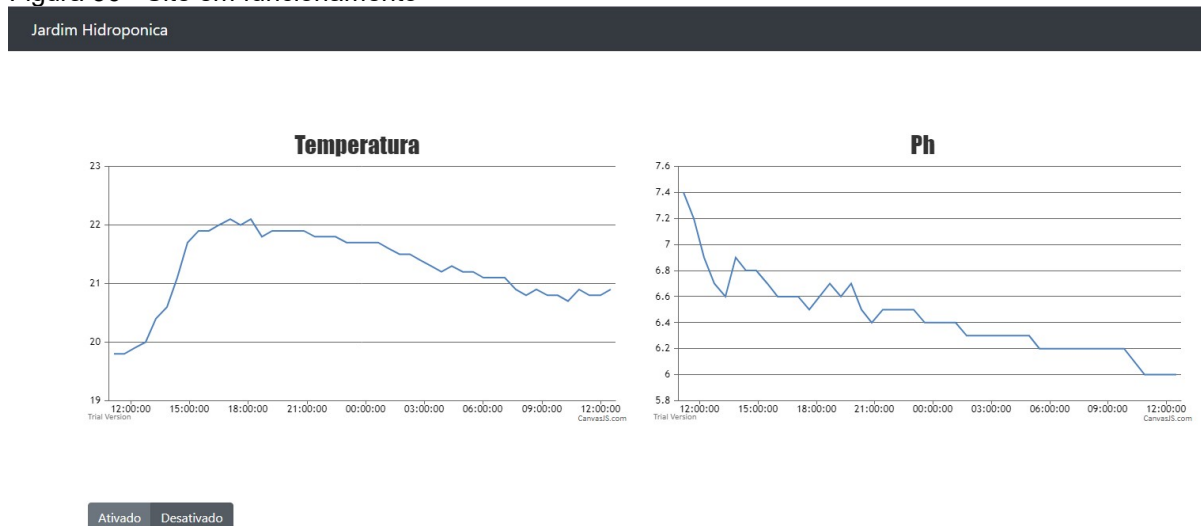
5/26/19 02:23 PM 6,8 21,1

Fonte: Do autor.

A segunda e terceira colunas da tabela 4 são os valores de entrada que são adquiridos pelos sensores de pH e temperatura no interior reservatório, a primeira mostra o horário em qual estes dados foram inseridos.

Os dados coletados também foram mostrados no site desenvolvido, conforme mostrado na figura 56, o gráfico foi sendo populado conforme os dados eram adquiridos pelos sensores.

Figura 56 - Site em funcionamento



Fonte: do autor.

Observa-se que os sensores conseguiram realizar o monitoramento das variáveis, estas no início encontraram-se fora da faixa recomendada pelo sistema, isso causou o envio de e-mails avisando sobre esta situação, porém com o controle da temperatura feito através de uma cortina, de maneira manual, que bloqueava ou permitia a entrada do sol e a adição manual de solução nutritiva na água estas variáveis foram voltando para faixa recomendada e logo após permaneceram na faixa aceitável durante todo o experimento não necessitando nenhuma alteração ou aplicação de algum elemento para corrigir. Após a realização dos testes verificou-se que o sistema de monitoramento foi eficiente, mostrando os resultados dos sensores e interface conforme esperados.

9 CONCLUSÃO E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Jardins hidropônicos são alternativas adotadas por pessoas que não possuem um terreno com disponibilidade para um plantio ou vivem em algum local que o clima não é tão favorável. A Hidroponia fornece a possibilidade de ter seu próprio jardim e plantio em um espaço menor e sem necessidade do solo.

O controle das variáveis do jardim hidropônico deve ser constante, conforme os trabalhos correlatos observados, para termos a certeza que a planta está tendo seu crescimento de forma correta e efetiva é necessária a constante observação, logo que se a variável estiver fora dos valores esperados podem acontecer danos nas plantas ou a perda de uma produção inteira.

O trabalho apresentou um sistema para o monitoramento de variáveis de um jardim hidropônico, com o objetivo de ser uma opção de um plantio convencional, as variáveis neste jardim são monitoradas constantemente a fim de auxiliar ao usuário a realizar ações preventivas na solução. Os sensores de pH e temperatura, fornecem os dados para que o site consiga criar gráficos e avisos para o usuário. Ainda para uma melhor observação e controle dos nutrientes, seria necessário um sensor de condutividade, este que somente é disponibilizado no exterior com um preço elevado.

Para comprovar a eficiência e viabilidade do sistema foram realizados testes para certificar que os sensores estavam funcionando perfeitamente, usando um sensor da marca AKSO AK-90, utilizado para controle de pH e temperatura de tanques de líquido, foram cruzados os dados encontrados neste e nos sensores conectados ao Arduino para verificação da validade destes e após, foram feitos testes em um jardim hidropônico construído a fim de simular uma situação real. Também foram documentados todos os gastos utilizados para o desenvolvimento do sistema e da estrutura do jardim hidropônico.

A partir dos testes realizados foi possível certificarmos que o sistema pode ser usado para o monitoramento de um jardim hidropônico e respondeu conforme o esperado, realizando as tarefas conforme estas foram definidas. O Jardim se mostrou eficaz para monitorar as variáveis expostas e cumprindo o objetivo do trabalho.

9.1 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Esta seção lista algumas propostas para trabalhos futuros que visam melhorar o sistema desenvolvido neste trabalho.

Foi observado que para o aprimoramento do projeto é sugerido o uso de bombas dosadoras para aplicar reagentes a fim de controlar o pH da água, usar um sistema de resfriamento para controlar a temperatura de água e o desenvolvimento de um sensor de condutividade para monitorar o nível de nutrientes na água, Também é sugestão a aplicação do sistema em um servidor online para a conferencia de dados em qualquer lugar.

REFERENCIAS

ABREU, Cristiano Santos Pereira de; BASTOS, Tiago Jampietro. **AUTOMAÇÃO DE ABRIGOS DE CULTIVOS PARA CULTURAS HIDROPÔNICAS**. 2015. 66 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia da Informação e Comunicação) - Tecnologia da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2015. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/135191?show=full>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

AGRICUTURERS. **Aeroponia**. 2018. Disponível em

<<http://agriculturers.com/tag/aeroponia/>>. Acesso em 27 out. 2018.

ARDUINO. **MEGA 2560 REV3**. 2018. Disponível em

<<https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>>. Acesso em 27 out. 2018

ALVES, Eliseu Roberto de Andrade; CONTINI, Elisio; GASQUES, José Garcia.

Evolução da produção e produtividade da agricultura brasileira. 2007.

Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153552/1/Evolucao-da-producao.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2018.

AMARAL, Felipe. **Desvendando o Arduino**. 2014. Disponível em

<<http://www.inspirardigital.com.br/tecnologia/desvendando-o-arduino-teoria-e-pratica-2a-turma/>>. Acesso em 22 out. 2018.

ANA. **Relatório da ANA apresenta situação das águas do brasil no contexto de crise hídrica**. 2017. Disponível em:

<<http://www3.ana.gov.br/portal/ana/noticias/relatorio-da-ana-apresenta-situacao-das-aguas-do-brasil-no-contexto-de-crise-hidrica>>. Acesso em: 23 out. 2018.

BASTOS, Teresa Raquel. **15 usos de drones na agricultura e na pecuária**. 2015.

Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Pesquisa-e->

Tecnologia/noticia/2015/05/15-usos-de-drones-na-agricultura-e-na-pecuaria.html>. Acesso em: 27 out. 2018.

BERNARDI, Alberto Carlos de Campo et al. **Agricultura de Precisão**: Resultados de um novo olhar. 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/instrumentacao/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1002959/agricultura-de-precisao-resultados-de-um-novo-olhar>>. Acesso em: 27 out. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura de precisão**. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: Mapa/ACS, 2013, 36 p.

DFROBOT. **Gravity: Analog pH Sensor / Meter Kit For Arduino. 2018a**. Disponível em: <<https://www.dfrobot.com/product-1025.html>>. Acesso em: 27 out. 2018.

DFROBOT. **Gravity: Analog Electrical Conductivity Sensor. 2018b**. Disponível em: <<https://www.dfrobot.com/product-1123.html>>. Acesso em: 27 out. 2018.

_____. **Gravity: Analog Ambient Light Sensor For Arduino. 2018c**. Disponível em <<https://www.dfrobot.com/product-1004.html>>. Acesso em: 27 out. 2018

_____. **Gravity: Digital Peristaltic Pump. 2018d**. Disponível em <<https://www.dfrobot.com/product-1698.html>>. Acesso em: 27 out. 2018

_____. **Waterproof DS18B20 Digital Temperature Sensor for Arduino. 2018e**. Disponível em: <<https://www.dfrobot.com/product-689.html>>. Acesso em: 27 out. 2018

DORHOUTRD. **Prospero robot farmer**: robots in agriculture. 2015. Disponível em: <http://dorhoutrd.com/prospero_robot_farmer>. Acesso em: 27 out. 2018.

EMBRAPA. **Agricultura, Sustentabilidade e Tecnologia**. 2013. Disponível em : <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/viewFile/24791/23560>>. Acesso em: 23 out. 2018.

EMBRAPA. **Visão 2030 - O Futuro da Agricultura Brasileira**. 2018a. Disponível em <<https://www.embrapa.br/visao/trajetoria-da-agricultura-brasileira>>. Acesso em: 23 out. 2018.

EMBRAPA IOT. **Internet das coisas pode ajudar a melhorar produtividade agrícola**. 2018b. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/->>

/noticia/31786119/internet-das-coisas-pode-ajudar-a-melhorar-productividade-agricola>. Acesso em: 23 out. 2018.

ESTUDO PRATICO. **Ferramentas na pré-história**. 2012. Disponível em <<https://www.estudopratico.com.br/ferramentas-na-pre-historia/>>. Acesso em 22 out. 2018.

FLOP, Filipe. **Lançamento Raspberry Pi 3 Plus**. 2018. Disponível em< <https://www.filipeflop.com/blog/lançamento-raspberry-pi-3-model-b-plus/>> Acesso em: 22 out. 2018

FRUTUOSO, Eduarda Botelho; PEREIRA, Gabriel dos Reis; FREITAS JUNIOR, Vanderlei. **ARDUINO® E RASPBERRY PI®: UMA COMPARAÇÃO DE ESPECIFICAÇÕES E APLICAÇÕES DE MINICOMPUTADORES**. 2016. Disponível em: <<http://eventos.ifc.edu.br/micti/wp-content/uploads/sites/5/2014/08/ARDUINO%C2%AE-E-RASPBERRY-PI%C2%AE-UMA-COMPARA%C3%87%C3%83O-DE-ESPECIFICA%C3%87%C3%95ES-E-APLICA%C3%87%C3%95ES-DE-MINICOMPUTADORES.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

GALILEU. **Humanos 'normais' da Pré-História eram mais fortes que atletas de hoje**. Disponível em <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Arqueologia/noticia/2017/12/humanos-normais-da-pre-historia-eram-mais-fortes-que-atletas-de-hoje.html>>. 2017. Acesso em: 22 out. 2018

HARARI, Yuval Noah. **Sapiens: A Brief History of Mankind**. 1. ed. Estados Unidos: Harper Collins, 2015. 77-97 p.

JUNDIAGORA. **Mercado de orgânicos nos EUA: quando os olhos e os CÍFRÕES crescem**. 2017. Disponível em <<http://jundiagora.com.br/cifroes-crescem/>>. Acesso em: 27 out. 2018.

LLC, Lopez Research. An Introduction to the Internet of Things (IoT). **The IoT Series**, San Francisco, nov. 2013. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/trends/iot/introduction_to_iot_november.pdf>. Acesso em: 23 out. 2018.

NACHANKAR, Prashaunsa J. et al. **IOT in Agriculture**. Disponível em <<https://www.irjet.net/archives/V5/i4/IRJET-V5I4131.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2018.

NETO, Egídio Bezerra; BARRETO, Levy Paes. **As Técnicas de Hidroponia**. 2012. Disponível em <<http://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/viewFile/152/141>>. Acesso em 16 out. 2018.

NEW HOLLAND AGRICULTURE. **Linha de Colheitadeiras**. 2018. Acesso em <<http://www.escolhasuacolheitadeira.com.br/#cr>>. Acesso em 27 out. 2018.

NOVA DIGITAL MEDIA. **History of Raspberry Pi**. 2018. Acesso em <<http://novadigitalmedia.com/history-raspberry-pi/>> Acesso em 27 out. 2018.

OLIVEIRA JUNIOR, Paulo H.b. de. **Notas sobre história da agricultura através do tempo**. Rio de Janeiro: Fase, 1989. 72 p. Disponível em: <<http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2014/09/Notas-sobre-a-história-da-agricultura-atraves-do-tempo.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2018.

ONU, Population. Disponível em <<http://www.un.org/en/sections/issues-depth/population/index.html>>. Acesso em: 22 out. 2018.

OUR WORLD IN DATA. **Land Cover**. 2016. Disponível em <<https://ourworldindata.org/land-cover>>. Acesso em> 22 out. 2018.

PALANDE, Vaibhav; ZAHEER, Adam; GEORGE, Kiran. **Jardim hidropônico para ambientes fechados totalmente automatizado**. 2017. Disponível em: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877050918302473?token=D72E34DABD107DD49C0E038B430CBCB724AA2DDFE41EC2239794E548FAB9DDAA281CC5DC38ACDBEEB8A91C28F00C103E>>. Acesso em: 27 out. 2018.

PEIXOTO, Thiago Moratori; MACHADO, Tiago; CHAVES, Luciano Jerez; et all., **Sistemas embarcados: explore sua criatividade construindo Hardware e Software**. Disponível em <<http://www.lrc.ic.unicamp.br/~luciano/publications/smc12.pdf>>. Acesso em 22 out. 2018.

SIHOMBING, P. et al. **Automated hydroponics nutrition plants systems using arduino uno microcontroller based on android**. Disponível em <<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/978/1/012014/pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

SOUZA, Anderson Rodrigues et al. **A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC**. 1. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v33n1/26.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

SWARM FARM. **Robotic Agriculture**. 2018. Acesso em <<https://www.swarmfarm.com/>>. Acesso em: 27 out. 2018

ANEXO(S)

ANEXO A – Tabela dos Dados dos Sensores

5/26/19 02:55 PM	6,8	21,7
5/26/19 03:28 PM	6,7	21,9
5/26/19 04:00 PM	6,6	21,9
5/26/19 04:33 PM	6,6	22
5/26/19 05:05 PM	6,6	22,1
5/26/19 05:37 PM	6,5	22
5/26/19 06:10 PM	6,6	22,1
5/26/19 06:42 PM	6,7	21,8
5/26/19 07:15 PM	6,6	21,9
5/26/19 07:47 PM	6,7	21,9
5/26/19 08:19 PM	6,5	21,9
5/26/19 08:52 PM	6,4	21,9
5/26/19 09:24 PM	6,5	21,8
5/26/19 09:57 PM	6,5	21,8
5/26/19 10:29 PM	6,5	21,8
5/26/19 11:01 PM	6,5	21,7
5/26/19 11:34 PM	6,4	21,7
5/27/19 12:06 AM	6,4	21,7
5/27/19 12:38 AM	6,4	21,7
5/27/19 01:11 AM	6,4	21,6
5/27/19 01:43 AM	6,3	21,5
5/27/19 02:16 AM	6,3	21,5
5/27/19 02:48 AM	6,3	21,4
5/27/19 03:20 AM	6,3	21,3
5/27/19 03:53 AM	6,3	21,2
5/27/19 04:25 AM	6,3	21,3
5/27/19 04:58 AM	6,3	21,2
5/27/19 05:30 AM	6,2	21,2

5/27/19 06:02 AM	6,2	21,1
5/27/19 06:35 AM	6,2	21,1
5/27/19 07:07 AM	6,2	21,1
5/27/19 07:40 AM	6,2	20,9
5/27/19 08:12 AM	6,2	20,8
5/27/19 08:44 AM	6,2	20,9
5/27/19 09:17 AM	6,2	20,8
5/27/19 09:49 AM	6,2	20,8
5/27/19 10:22 AM	6,1	20,7
5/27/19 10:54 AM	6	20,9
5/27/19 11:26 AM	6	20,8
5/27/19 11:59 AM	6	20,8
5/27/19 12:31 PM	6	20,9

APENDICE A – ARTIGO

1. Monitoramento de Variáveis de Jardim Hidropônicos Utilizando Plataformas de Prototipagem

Luiz Alexandre de Oliveira da Luz, Sergio Coral

Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)

Criciúma – SC – Brasil

(luizalexandreluz@unesc.net)

Resumo. *O presente trabalho tem como objetivo a aplicação da tecnologia no monitoramento de jardins hidropônicos, tipo de cultivo que não utiliza terra, estes são alternativas de cultivo para locais pequenos, sem disponibilidade de solo e sem clima favorável. O cultivo hidropônico é considerado uma das possíveis soluções para o fornecimento alimentício sustentável no futuro previsto onde o crescimento populacional mundial que já está aumentando irá continuar neste caminho assim como a busca de maneiras de produção agrícola de menos impacto na natureza. Apesar da ideia de não utilizar terra no cultivo seja atraente existem algumas variáveis que são importantes no cultivo e necessitam ser monitoradas constantemente utilizando sensores, logo que se não forem analisadas e corrigidas podem acarretar na perda de uma produção inteira. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um protótipo para o monitoramento de variáveis de um cultivo Hidropônico baseando se na coleta de dados por sensores por uma plataforma de prototipagem e execução de análises e amostragem de resultados em um site web.*

1. Hidroponia

A palavra Hidroponia vem do grego, onde hidro significa água, e ponos significa trabalho, sua referência na literatura surgiu por volta de 1680 pelo pesquisador inglês John Woodward (1665–1728), quando este através de testes com o cultivo de menta em vasos com água da chuva, torneira, enxurrada e líquido de esgoto diluído, John observou que o melhor resultado foi com o líquido de esgoto diluído e concluiu que as plantas alimentam-se da água e de elementos nela dissolvidos, que se encontram na terra. Sendo assim, quando conseguirmos descobrir quais são esses elementos, poderemos prescindir da terra, para cultivá-las. Na Hidroponia, os nutrientes (Solução Nutritiva) e fertilizantes necessários são colocados na água, conforme a necessidade da planta cultivada, está é a principal ferramenta do cultivo, ao invés do solo (BEZERRA NETO; BARRETO, 2012).

Na hidroponia, a solução nutritiva é a fonte onde as plantas recebem os nutrientes, que foram previamente dissolvidos na água, a solução é uma das partes mais importantes da hidroponia por isso deve ser levada a máxima atenção ao manipular ela, pois o mal-uso pode acarretar prejuízos enormes para as plantas. (BEZERRA NETO; BARRETO, 2012).

2. Plataformas de Prototipagem

As plataformas de prototipagem são grandes ferramentas para automatizar e agilizar rotinas, estas plataformas são basicamente minicomputadores que possuem um chip microcontrolador com processador, memória e periféricos de entrada e saída, dentro de um único chip. O Microcontrolador é capaz de interpretar e executar funções que são inseridas no dispositivo através de Software, este muitas vezes desenvolvido pelos próprios fabricantes. O Software permite o envio do código já compilado para a plataforma, geralmente por uma porta USB. Os fabricantes também oferecem periféricos de entrada e saída para incrementar ainda mais o poder da plataforma, os periféricos são responsáveis pela interação com o mundo físico, real, através de sensores (temperatura, pressão, umidade), atuadores, shields (Wifi). É importante ressaltar que estas plataformas de prototipagem são altamente customizáveis, logo, dependendo do problema ou do resultado que espera se alcançar são usados sensores e ferramentas específicas para alcançar o objetivo traçado (PEIXOTO et. al., 2012).

2.1. Sensor de pH

O pH é uma escala que vai de 1 a 14, um valor menor que 7 informa que a substância é ácida, igual a sete neutra e maior básica ou alcalina. O Medidor de pH, mostrado na figura 1, serve para se medir o pH de soluções aquosas junto a uma plataforma de prototipagem, está é de suma importância para verificação da qualidade da água. Este medidor precisa ser calibrado em uma solução neutra, para ter uma precisão ainda melhor, ele é conectado através da entrada analógica da plataforma e pode ser usado facilmente, este provê o usuário com os valores do pH da solução que o usuário quer medir (DFROBOT, 2018).

Figura 1 – Sensor pH



Fonte: Dfrobot 2018

2.2. Sensor de Temperatura

Para verificar a temperatura da água é necessário um sensor que consiga estar em contato com esta, o sensor de temperatura a prova da água consegue estar em contato com uma solução aquosa e retornar a temperatura da solução. Conforme a figura 2, o sensor possui um medidor que se encontra na parte extrema deste e consegue retornar a uma plataforma a temperatura da solução (DFROBOT, 2018).

Figura 2 – Sensor de temperatura



Fonte: Dfrobot 2018

3. Trabalho Desenvolvido

Este tópico abordará como o trabalho foi desenvolvido

3.1. Variáveis

As variáveis monitoradas neste projeto para que o desenvolvimento das plantas ocorra de forma efetiva foram a temperatura da água e o pH, logo que a primeira afeta diretamente o metabolismo das plantas e a segunda é essencial para a absorção dos nutrientes contidos na solução nutritiva. Após a identificação das variáveis foi possível determinar o funcionamento do sistema e construí-lo. O sistema de monitoração do Jardim Hidropônico tem o objetivo de auxiliar o usuário na prática de ações preventivas e corretivas na água a partir dos dados coletados pelos sensores de temperatura e pH e também ligar a bomba contida no reservatório a partir do comando do usuário.

3.2. Plataforma de Prototipagem

O protótipo foi construído com a plataforma de prototipagem Arduino DUE (Figura 33), este é conectado com uma shield de ethernet, com o objetivo de estabelecer uma conexão com a rede local através de um modem. Foram utilizados dois sensores, o primeiro, um sensor de temperatura a prova d'água de modelo DS18B20, que coleta a temperatura de líquidos em Celsius, e o segundo um sensor de pH de modelo PH-4502C também a prova d'água, que mede o nível de acidez e base de um líquido e retorna um valor de 0 a 14, estes dois são compatíveis para o funcionamento junto ao Arduino. É utilizado também uma bomba de água para irrigar os canais onde as plantas estão localizadas, esta bomba é acionada através de um relé. Foi utilizada a IDE do próprio Arduino para a programação das funções que são responsáveis pela transformação dos dados obtidos no mundo físico através dos sensores para uma variável

quantificada e para a criação do código que irá conectar, enviar e receber os dados do banco de dados, que é o MySQL.

3.3. Funcionamento do Sistema

O funcionamento do sistema é separado em três partes, conforme mostrado na figura 3, a primeira onde a plataforma de prototipagem interage com as variáveis do mundo físico, pH e temperatura e também aciona ou desativa o relé para o funcionamento da bomba, esta primeira, plataforma de prototipagem, interage com o banco de dados inserindo os dados coletados pelos sensores e verificando através de uma variável se o relé deve ficar ligado ou desligado. A segunda parte consiste no armazenamento permanente de dados e manipulação que ocorre no banco através de suas tabelas. A terceira parte, que é a que se comunica com o usuário é constituída por um site desenvolvido usando javascript, html e css, esta usa os dados disponíveis para a construção de gráficos e realizar avisos sobre as condições do jardim para o usuário. Também é possível realizar o acionamento ou desligar a bomba através do site.

Figura 3 – Funcionamento do Sistema



Fonte: Do autor.

Fonte: Do autor.

3.4. Teste do Sistema no Jardim Hidropônico

Com a finalidade de avaliar o sistema de monitoramento proposto foi simulada uma situação real de utilização a partir do Jardim Hidropônico construído, conforme mostra a figura 4.

Figura 57 - Jardim Hidropônico em funcionamento



Fonte: Do autor.

Após os testes realizados individualmente com cada sensor a fim de comprovar que os dados coletados são comprovadamente confiáveis, estes que permaneceram no reservatório (figura 5)

realizando a coleta de dados periodicamente durante um dia, a fim de testarmos se estes conseguem ficar por um longo tempo coletando dados sem nenhuma interferência, nesta etapa os dados foram enviados diretamente para o banco de dados. A bomba foi ligada e desligada algumas vezes para análise do comportamento do sistema.

Figura 58. Reservatório com os sensores

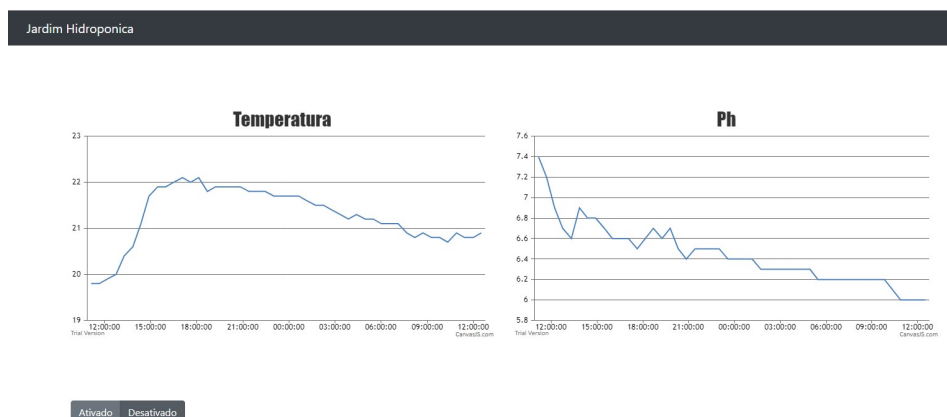


Fonte: Do autor.

3.5. Resultados

Os dados coletados foram mostrados no site desenvolvido, conforme mostrado na figura 6, o gráfico foi sendo populado conforme os dados eram adquiridos pelos sensores.

Figura 59. Site em funcionamento



Fonte: do autor.

Observa-se que os sensores conseguiram realizar o monitoramento das variáveis, estas no início encontraram-se fora da faixa recomendada pelo sistema, isso causou o envio de e-mails avisando sobre esta situação, porém com o controle da temperatura feito através de uma cortina,

de maneira manual, que bloqueava ou permitia a entrada do sol e a adição manual de solução nutritiva na água estas variáveis foram voltando para faixa recomendada e logo após permaneceram na faixa aceitável durante todo o experimento não necessitando nenhuma alteração ou aplicação de algum elemento para corrigir. Após a realização dos testes verificou-se que o sistema de monitoramento foi eficiente, mostrando os resultados dos sensores e interface conforme esperados.

4. Conclusão

Jardins hidropônicos são alternativas adotadas por pessoas que não possuem um terreno com disponibilidade para um plantio ou vivem em algum local que o clima não é tão favorável. A Hidroponia fornece a possibilidade de ter seu próprio jardim e plantio em um espaço menor e sem necessidade do solo.

O controle das variáveis do jardim hidropônico deve ser constante, conforme os trabalhos correlatos observados, para termos a certeza que a planta está tendo seu crescimento de forma correta e efetiva é necessária a constante observação, logo que se a variável estiver fora dos valores esperados podem acontecer danos nas plantas ou a perda de uma produção inteira.

O trabalho apresentou um sistema para o monitoramento de variáveis de um jardim hidropônico, com o objetivo de ser uma opção de um plantio convencional, as variáveis neste jardim são monitoradas constantemente a fim de auxiliar ao usuário a realizar ações preventivas na solução. Os sensores de pH e temperatura, fornecem os dados para que o site consiga criar gráficos e avisos para o usuário. Ainda para uma melhor observação e controle dos nutrientes, seria necessário um sensor de condutividade, este que somente é disponibilizado no exterior com um preço elevado.

A partir dos testes realizados foi possível certificarmos que o sistema pode ser usado para o monitoramento de um jardim hidropônico e respondeu conforme o esperado, realizando as tarefas conforme estas foram definidas. O Jardim se mostrou eficaz para monitorar as variáveis expostas e cumprindo o objetivo do trabalho.

Referencias

- DFROBOT. **Gravity: Analog pH Sensor / Meter Kit For Arduino**. 2018a. Disponível em: <<https://www.dfrobot.com/product-1025.html>>. Acesso em: 27 out. 2018.
- _____. **Waterproof DS18B20 Digital Temperature Sensor for Arduino**. 2018e. Disponível em: <<https://www.dfrobot.com/product-689.html>>. Acesso em: 27 out. 2018
- NETO, Egídio Bezerra; BARRETO, Levy Paes. **As Técnicas de Hidroponia**. 2012. Disponível em <<http://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/viewFile/152/141>>. Acesso em 16 out. 2018.
- PEIXOTO, Thiago Moratori; MACHADO, Tiago; CHAVES, Luciano Jerez; et all., **Sistemas embarcados: explore sua criatividade construindo Hardware e Software**. Disponível em <<http://www.lrc.ic.unicamp.br/~luciano/publications/smc12.pdf>>. Acesso em 22 out. 2018.