

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

MARÍLIA NEUMANN COUTO

**AGRICULTURA 4.0: PROTÓTIPO DE UM *INTERNET OF THINGS*
(IoT) NA CULTURA DA *LACTUCA SATIVA***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Medianeira
2019

MARÍLIA NEUMANN COUTO

**AGRICULTURA 4.0: PROTÓTIPO DE UM *INTERNET OF THINGS*
(IoT) NA CULTURA DA *LACTUCA SATIVA***

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Medianeira, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr Levi Lopes Teixeira

Medianeira

2019



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Câmpus Medianeira
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
Departamento Acadêmico de Produção e Administração
Curso de Graduação em Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO

AGRICULTURA 4.0: PROTÓTIPO DE UM *INTERNET OF THINGS* (IoT) NA CULTURA DA *LACTUCA SATIVA*

Por

MARÍLIA NEUMANN COUTO

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 01 de julho 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Ms. Neron Alípio Cortes Berghauser
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Levi Lopes Teixeira
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Agradeço a todas as lutas feministas que fizeram com que hoje eu pudesse cursar engenharia!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha mãe, Regina Aparecida Neumann e meu pai José Carlos Melchior Arnosti por sempre estarem ao meu lado, me dando forças para continuar.

Ao Prof. Dr. Orientador, por ter se juntado nessa grande aventura, com cara e coragem. E todos os professores que fizeram parte dessa minha formação, que carrego no peito com muito carinho.

A minhas primas, que sempre fizeram presente em minha vida, e me ensinaram que amor transcende barreiras da distância.

Aos meus colegas de trabalho, que tiveram muita paciência e me ajudaram nessa caminhada. Sendo eles: Fabiana Paraná, Wenderson Norberto, Cyd Vinicius, Evelise Batista Machado, Glaucia Favero Valerio, Cayo César e Wanderlei Gregorio.

Ao meu irmão de coração, Lucas Carneiro Costa, por todas as palavras amigas e ensinamentos. A minha irmã de coração, Giovanna Migliorini Rosa, por ser tão especial, e mostrar um lado da vida tão doce.

E ao meu querido companheiro, Erik Henrique, por ser essa pessoa especial na minha vida, além do mais, obrigada por todas as ideias, ensinamentos e por ter me aguentado nesse momento tão difícil.

Aos meus gatos, Tigre Vinicius e Regina, por ter ficado pertinho quando precisava de companhia ao escrever o trabalho.

E, por fim, mas muito especial, a minha tia Marlise Neumann e minha gatinha mimi (*in memoriam*), por me ensinar o bem mais precioso, amar!

“Preciso lutar com todas as minhas forças para que as pequenas coisas positivas que minha saúde me permite fazer seja direcionado para ajudar a revolução. A única razão real para viver.” (Frida Kahlo)

RESUMO

NEUMANN, Marília Couto. **Agricultura 4.0: Protótipo de um *Internet of Things* (IoT) na cultura da *Lactuca Sativa***. 2018. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

A Quarta Revolução Industrial já é uma realidade em países desenvolvidos. Particularmente no Brasil, as organizações estão investindo em tecnologias que visam melhorias no processo produtivo, reduzindo custo e aumentando a qualidade e, direcionando os esforços para a necessidade do cliente. A Agricultura 4.0 está presente nesse cenário, sendo o Brasil é um dos países que mais investem em tecnologia no campo, é a chamada Agricultura de Precisão, em que os agricultores utilizam de drones e Internet das Coisas (IoTs) para melhorar o plantio e a colheita, além do outras tecnologias que são incorporadas no campo como, por exemplo, *Learn Machine*. Neste trabalho analisou-se por meio de pesquisas bibliográficas, a utilização de técnicas da Indústria 4.0 na agricultura, analisando o cenário mundial e brasileiro, além do desenvolvimento de um protótipo de Internet das Coisas a partir de um aplicativo androide, direcionado para o cultivo da alface (*lactuca sativa*) na hidroponia. Com o protótipo foi possível mostrar que essas novas tecnologias podem ser inseridas no campo, assim como aconteceu nas outras Revoluções Industriais com uso de máquinas, energia elétrica, dentre outros. A confecção do aplicativo foi através da utilização de um microcontrolador Arduino UNO junto com um microcontrolador Esp8266, além dos sensores utilizados para auferir as informações necessárias. Após a implantação do sistema concluiu-se que o sistema foi eficiente, e atingiu as expectativas esperadas, como auxiliar o agricultor no monitoramento das variáveis referentes ao plantio.

Palavras-chave: Quarta Revolução Industrial, Agricultura 4.0; Hidroponia, Internet das Coisas, *Lactuca Sativa*.

ABSTRACT

NEUMANN, Marília Couto. Agriculture 4.0: Prototype of an Internet of Things (IoT) in *Lactuca Sativa* crop. 2018. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

The Fourth Industrial Revolution is a reality in developed countries. Particularly in Brazil, because the organizations are investing in technologies that aim to improve the production process, improving quality and directing the efforts to the customer. Agriculture 4.0 is present in this scenario, Brazil being one of the ones that invest the most in technology in the field, is called Precision Agriculture, in which drones and Internet of Things (IoTs) are used to improve planting and harvesting, as well as other technologies that are incorporated into the field, such as Learn Machine. The work is used in the analysis of the industrial use of the market and the world market and the development of the development of the Internet and the industry of the development of the market and the development of the development of the application of and the ocean lettuce (*lactuca sativa*) on hydroponics. With the prototype it was possible to show that the new technologies can be inserted in the field, as it appeared in the other Industrial Revolutions with the use of machines, electric energy, among others. The preparation of the application was through the use of an Arduino UNO microcontroller together with a microcontroller Esp8266, in addition to the volumes used to gauge as necessary information. After the implementation of the system, it was concluded that the system was efficient, and reached the expected expectations, such as the auxiliary and the farmer in monitoring the issues related to planting.

Palavras-chave: Fourth Industrial Revolution, 4.0 Agriculture; Hydroponia, *Lactuca Sativa*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O que a Quarta Revolução trás de novidade	22
Figura 2 - Internet das Coisas	23
Figura 3 - Mudança da arquitetura organizacional através do IoT.	24
Figura 4 - Tecnologias da Agricultura 4.0 e as que estão por vir.	27
Figura 5 - Exemplificação da Agricultura 4.0	28
Figura 6 - Sistema NFT	30
Figura 7- Morfologia das espécies mais comuns vendidas no Brasil	32
Figura 8 - Estufa Hidropônica da ABC Hidroponia	35
Figura 9 - Primeira etapa da germinação	36
Figura 10 - Segunda etapa da germinação	36
Figura 11 - Fluxograma das etapas de montagem do protótipo	38
Figura 12 - Sensor DHT22	39
Figura 13 – Esquema de montagem sensor DHT22	40
Figura 14 - Sensor de pH	40
Figura 15 - Calibração do sensor de pH.....	41
Figura 16 – Esquema de montagem do sensor de pH	42
Figura 17 – Esquema de montagem sensor temperatura de água	43
Figura 18 - Exemplificação do funcionamento do aplicativo Blynk	44
Figura 19 – Interface do aplicativo em dispositivo móvel	44
Figura 20 - Colocação dos sensores na propriedade	45
Figura 21 - Esquema ligação final	46
Figura 22 - Medição de temperatura da água da primeira semana	49
Figura 23 - Medição de temperatura da água da segunda semana	49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO GERAL	16
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA	17
3.1 AS TRÊS PRIMEIRAS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS	17
3.2 QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	19
3.3 INDUSTRIA 4.0	21
3.4 AGRICULTURA 4.0.....	25
3.5 CULTIVO HIDROPÔNICO	29
3.6 <i>LACTUCA SATIVA</i>	31
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	33
4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	33
4.2 MATERIAIS	34
4.3 AMBIENTE DA PESQUISA.....	35
4.4 MÉTODO.....	37
4.5 ETAPAS PARA REALIZAÇÃO DO PROTÓTIPO	37
4.6 MONTAGEM DO PROTÓTIPO	38
4.7 APLICATIVO	43
4.8 MONTAGEM DOS SENSORES NA PROPRIEDADE.....	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS.....	53
APÊNDICE A.....	60
APÊNDICE B.....	62

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (2017) no que se refere ao consumo de hortaliças, no Brasil se observam novas tendências no mercado consumidor na busca por praticidade ao se consumir alimentos, pois de acordo com a Sociedade Nacional de Agricultura (2017) as pessoas que antes ficavam em casa estão inseridas no mercado de trabalho, o que diminui o tempo que elas têm para preparar o alimento.

A partir desse cenário, as indústrias processadoras vêm gradativamente aumentando a oferta por produtos minimamente processados, sem conservantes químicos, com maior tempo de prateleira, disponíveis em embalagens de tamanhos menores, mais chamativas e prontas para serem consumidas.

No caso das hortaliças, o consumo tem aumentado, não só pelo crescente populacional, mas também pela tendência de mudança no hábito alimentar do consumidor, se tornando inevitável o aumento da produção (OHSE, et al. 2001).

Com uma área cultivada de aproximadamente 837 mil hectares e volume de produção em torno de 63 milhões de toneladas, a produção de hortaliças contempla mais de uma centena de espécies cultivadas em todas as regiões do país (ANUÁRIO BRASIL HIDROPÔNICA, 2018).

Objetivando atender à crescente demanda por hortaliças, os grandes e pequenos produtores vão em busca de mudar seus negócios, incrementando-os com ferramentas que auxiliam no processo produtivo, proporcionando a redução do custo de produção, aumentando a qualidade do produto e, conseqüente, a sustentabilidade do processo agrícola.

Outro fator representativo na busca desses novos hábitos, são os produtores que se encontram com a possibilidade de entregar à população produtos que utilizam o mínimo de consumo de água no momento da produção, haja vista, a tendência mundial do consumo inteligente deste recurso tão escasso, sendo a hidroponia uma opção de produção de hortaliças a ser considerada. Esta forma de produção é caracterizada pela “necessidade de pouco espaço, o consumo racional de água, de adubo e a redução do uso de agrotóxicos que tornaram a hidroponia uma atividade atraente no campo” (RIBEIRO, 2017).

Dentro do cultivo protegido, a hidroponia é um sistema de produção intensificada e muito adotada para a produção de alface, devido ao curto ciclo de produção entre 45 a 60 dias e à fácil aceitação no mercado (LOPES et al., 2003 apud COSTA e LEAL, p. 359, 2009).

O cultivo comercial de hortaliças e plantas ornamentais, usando técnicas de hidroponia vem se expandindo nas proximidades dos grandes centros urbanos, onde as terras que são agricultáveis são escassas, caras e onde há grande procura por produtos hortícolas (NEVES; PINTO, 2015).

Para Alberoni (2008, apud. PINTO; GODINHO; MARTINS, 2013) a hidroponia é um caso de cultivo que fica em contato com a água, sendo uma técnica em que as plantas não entram em contato com o solo, são hortadas em soluções nutritivas determinadas para nutrir a planta, absorvidas através de suas raízes.

Agregando a técnica de hidroponia e vinculando-a a novas tecnologias, pode-se comparar a 4ª e atual fase da revolução industrial, que se inicia com a concretização das tecnologias da informação, utilização de simulações associando um modelo virtual da planta com a planta propriamente dita, o uso da computação em nuvem e com o refinamento dos sensores e com conectividade não só dos Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) (HEIDRICH et al, 2017 apud. MOREIRA, 2017).

Os apoiadores desta ideia esperam que a Agricultura 4.0 forneça melhorias fundamentais nos processos da agricultura envolvidos no plantio, colheita, distribuição e melhorias do processo de aprimoramento tanto das tecnologias usadas como também na qualidade das plantas.

O trabalho em questão buscou através de bibliografias analisar o cenário da Agricultura 4.0 no Brasil, em especial o caso do plantio através de métodos que utilizam a estufas hidropônicas integradas com um modelo de Internet das Coisas em que foi possível avaliar o modelo proposto pela Agricultura 4.0 no cenário atual, com o intuito de observar as mudanças e melhorias que ela pode trazer ao agricultor. Para tanto, montou-se um protótipo onde informações coletadas por sensores (pH, umidade, temperatura do ar e água) eram enviadas para dispositivo móvel, caracterizando a comunicação entre as coisas. Os resultados obtidos mostram que essas novas técnicas podem contribuir positivamente com os agricultores e ser utilizadas até mesmo por pequenos produtores de alface no sistema de hidroponia, que foi o caso estudado.

O trabalho se justifica através de dados da ONU (AGÊNCIA BRASIL, 2017) apontam que até 2030, o mundo terá cerca de 8,6 bilhões de pessoas, sendo 86% das quais viverão em cidades que podem ser distantes das fazendas tradicionais. A produção hidropônica pode ser a saída para alimentar, em um futuro próximo a população que busca em seu cardápio esse tipo de alimento. A solução encontrada pela Aerofarms, em Newark, no estado norte-americano de Nova Jersey, foi desenvolver a maior fazenda vertical do mundo em sistema fechado (DIAS; MARTINS, 2013).

A busca por produtos saudáveis e novos hábitos alimentares acabam mudando gradativamente a produção de alimentos. Essas mudanças também se referem ao maior consumo de verduras, que normalmente fazem parte diária das refeições dos brasileiros. Por meio de pesquisas realizadas na área do agronegócio, os produtores apostam em uma produção mais limpa e saudável:

A alface '*Lactuca Sativa L.*' é a planta cultivada em maior escala pela Técnica do NFT 'Nutrient Film Technique ou fluxo laminar de solução'. Isso se deve à sua fácil adaptação ao sistema, no qual tem revelado alto rendimento e reduções de ciclo em relação ao cultivo no solo" (OHSE, et al., 2001, p. 183).

Neste contexto, a crescente tendência que a Agricultura 4.0 vem se destacando, a pesquisa tem relevância quando Padilha (2018), esclarece que as taxas de crescimento continuaram altas no decorrer dos anos que se sucedem e, as tecnologias exploradas nesta Quarta Revolução, ou seja, a Internet das Coisas (IoT) pode-se vincular em diversos setores.

Por fim, o autor vincula as variáveis dessa estudadas no decorrer do trabalho e correlaciona através de informações trazidas a partir de um protótipo de uma internet das coisas.

2 OBJETIVO GERAL

Averiguar o cenário atual da Agricultura 4.0 e testar elementos dela no caso particular do cultivo hidropônico da *Lactuca Sativa*.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar conceitos da Indústria 4.0 na Agricultura 4.0
- b) Montar o protótipo de internet das coisas.
- c) Identificar as variáveis necessárias que influenciam na produção de *Lactuca Sativa* em meio hidropônico.
- d) Coletar e analisar os dados, para o caso do cultivo da *Lactuca Sativa*, correlacionando as vantagens do uso das tecnologias incorporadas na Agricultura 4.0.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica é de extrema importância para o leitor, inserindo-o ao assunto discutido no decorrer do trabalho. De acordo com Martins (2013, p.31) “antes de investigar detalhadamente qualquer teoria ou argumento que tenha sido desenvolvido, é necessário descobrir o que outros pesquisadores pesquisaram sobre essa mesma área”.

Neste capítulo estão descritas as três primeiras revoluções industriais e a atual (Indústria 4.0). Além, das relações desta última com a Agricultura 4.0.

Posteriormente, e por fim, uma breve explicação sobre cultivo hidropônico, e quais são os diferenciais delas para as cadeias produtivas de alimentos, isto, atrelando a produção da *Lactuca Sativa*.

3.1 AS TRÊS PRIMEIRAS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS

O mundo, em torno de 1700, era por sua vez rural. As pessoas viviam da economia por subsistência, ou seja, plantavam e colhiam o que lhe era necessário. Essa realidade se postergou até meados de 1851 onde na Inglaterra a população rural passou a urbana, contudo essa não era uma realidade da sociedade brasileira, em que essa mudança, de rural para urbana, aconteceu muitos anos depois (BEZERRA; CAMELO, 2016).

Antes da chegada do processo de manufatura existente ocorreram três grandes revoluções, conhecidas como Revoluções Industriais, cada qual com sua temporalidade, evolução científica e tecnológica.

A primeira revolução industrial que ocorreu no século XVIII na Inglaterra, obstante outras análises, teve a substituição das formas naturais de produção de força, como pessoas, animais, vento, água, pelas máquinas que funcionavam através de energia a vapor ou mecânica. Essa Primeira Revolução, cujas características socioeconômicas tornaram-se mais evidentes a partir de 1750, resultou da conjunção de diversos fatores, sendo um dos principais a utilização da máquina a vapor em diferentes tipos de atividades, e as operações industriais entre elas (MAXIMIANO, 2017).

A segunda revolução seguiu a mesma linha da primeira com os aprimoramentos de máquinas. Neste momento a utilização da máquina a vapor e o êxodo rural em outras regiões, repetindo o que já havia acontecido na Inglaterra, foram um dos maiores destaques. Sendo que este período teve a ocorrência de evoluções na indústria química, elétrica, petroleira e de aço, fazendo com que evoluísse o desenvolvimento da produção em massa e por consequência a redução dos preços, o que fez com que a população tivesse mais acesso aos produtos (STEVAN; LEME; SANTOS, 2018).

Já a Terceira Revolução Industrial teve outro panorama. Aconteceu aproximadamente duzentos anos depois da primeira revolução, e com ela veio uma carga intelectual diferenciada, com a substituição da comunicação e da inteligência humana pela do computador (MAXIMIANO, 2017). Logo, o computador surgiu como um grande aliado dos processos de fabricação, pois a partir dele se conseguia diminuir o tempo de cálculos das máquinas, maior controle e principalmente tomadas de decisões mais eficientes (STEVAN; LEME; SANTOS, 2018).

Outra vertente da Terceira Revolução Industrial é a introdução dos CLPs. Anterior a ele os sistemas eram pneumáticos e, mais onerosos que os CLPs, que eram mais baratos pois, exigiam menos manutenções e, eram mais precisos (STEVAN; LEME; SANTOS, 2018).

	REVOLUÇÃO INDUSTRIAL	REVOLUÇÃO DIGITAL
ORGANIZAÇÕES	Fábricas, grandes corporações industriais, sindicatos, partidos políticos socialistas.	Fábricas de <i>software</i> , grandes corporações de TI e Telecom, associações profissionais de certificação, provedores de acesso à internet, fornecedores de registros, organizações em rede, redes sociais.
TRABALHO E EMPREGO	Operários, gerentes intermediários, engenheiros de produção, especialistas em comportamento humano no trabalho, selecionadores de pessoal.	Analistas, desenvolvedores e implantadores de sistemas, especialistas em manutenção de computadores, <i>web designers</i> , <i>game designers</i> , gerentes de projetos de TI, <i>hackers</i> .
MÉTODOS DE TRABALHO E GESTÃO DO TRABALHO	Linha de montagem, operário especializado, estudo de tempos e movimentos visando à organização racional do trabalho, analistas de O&M, cronometristas.	Equipes virtuais, <i>softwares</i> de gestão (ERP), e-RH, automação industrial, teletrabalho, <i>global sourcing</i> , interação homem-máquina, produção digital de imagens.

Quadro 1 - Impacto de duas revoluções tecnológicas
 Fonte: MAXIMIANO (2017, p.53)

Para maior entendimento de como a Terceira Revolução Industrial, também conhecida por outros autores como Revolução Digital, mudou a forma como a sociedade agia e pensava segue no Quadro 1 as comparações feitas pelo autor Maximiano (2017):

Essa revolução teve um impacto profundo na sociedade e como às pessoas trabalhavam. Algumas profissões foram extintas, enquanto outras mais especializadas com as práticas tecnologias, foram criadas para suprir a necessidade do mercado e se adaptar a esse novo meio de trabalho.

Ela, também, fez com que aumentasse a produtividade nas atividades industriais, o agronegócio mais mecanizado e eficiente sem que houvesse um aumento de trabalhadores. Ou seja, as organizações começaram a ganhar mais, gastando menos (SCHWAB, 2018).

O Quadro 2 faz um resumo das revoluções industriais, até chegar a Quarta Revolução.

Revolução	Temporalidade	Resumo
4 ^a	Meados da década de 2010	Computação em nuvem, sistemas autônomos; Internet das Coisas, M2M, Comunicações integradas.
3 ^a	Meados da década de 1940	Computadores, CLP, robôs, automação, internet, Telefonia celular, satélites, GPS, comunicações sem fio pelo telefone e computador.
2 ^a	Século XIX e meados do século XX	Energia elétrica, automóvel, Teorias de Taylor e Ford, Televisão, Rádio, comunicação através de telefone.
1 ^a	Metade do século XVIII	Máquina a vapor, comunicação através de Código Morse.

Quadro 2 - Resumo das Revoluções Industriais
Fonte: STEVAN; LEME; SANTOS (2018, p.34)

3.2 QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A Quarta Revolução Industrial foi construída através de avanços tecnológico e científicos que se iniciaram na Terceira Revolução Industrial. Ela é uma forma de descrever um conjunto de transformações em curso e, iminentes dos sistemas que nos rodeiam atualmente (SCHWAB, 2018).

Essa revolução traz impacto profundo e exponencial na sociedade e nos

meios de comunicação, se caracterizando por um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico (BRASIL, 2018). É impulsionada pelas tendências de conectividade, matérias mais avançadas que possam auxiliar no desenvolvimento de novos sensores, tecnologias de sensores mais velozes, redes de produção controladas por computadores, que possibilitam a interação do real e virtual de uma maneira mais integrada (SCHWAB, 2018)

Na Quarta Revolução Industrial, algumas tarefas que eram realizadas de maneira isoladas tornam-se integradas a outros processos com o apoio da tecnologia. A evolução na comunicação tem transformado conceitos e processos industriais. Antes sem a comunicação eletrônica, não era possível a interação entre as empresas produtoras e o consumidor final. (STEVAN; LEME; SANTOS, 2018, p.35)

Com as mudanças que ocorrem nas organizações, e os impactos que elas ocasionam, se exige que as mesmas repensem os seus modelos de funcionamento, inserindo desafios com relação ao planejamento estratégico devido a necessidade de impulsionar sua velocidade e agilidade nos processos (SCHAWAB, 2016).

Enquanto a terceira revolução industrial viu o surgimento da plataforma puramente digital, uma marca registrada da quarta revolução industrial é o aparecimento de plataformas globais, intimamente ligadas ao mundo físico (SCHAWAB, 2016, p.63)

De acordo com Schawab (2016) nota-se que os consumidores deixaram de adquirir produtos físicos, e sim, produtos que possam acessar através de uma plataforma digital, um exemplo é o uso do aplicativo Kindle da empresa Amazon, em que as pessoas compram livros digitais ao invés dos físicos, pois eles usam um aparelho para fazer a leitura.

Associado a revolução, estão novos elementos que são importantes para a identificação do desenvolvimento e crescimento desse cenário. Dentre eles Inteligência Artificial (IA) e Internet das Coisas (IoT) (STEVAN; LEME; SANTOS, 2018).

3.3 INDÚSTRIA 4.0

Quando se fala de Indústria 4.0 significa que ela vem através da Quarta Revolução Industrial, pela qual o mundo está passando. Ou seja, a indústria deve passar por aprimoramentos no modo de produção, através de sensores e principalmente da conectividade que os sensores trazem. Essa mudança, de acordo com Stevan, Leme e Santos (2018), inclui toda a cadeia de valor, avaliando a produção de bens até a sua distribuição (cadeia logística) chegando no consumidor final, com o objetivo de aproveitar um sistema de produção com máquinas e equipamentos inteligentes e conectados ocasionando maior eficiência e segurança na produção e serviços.

Essa nova indústria cria a partir das mudanças tecnológicas novos princípios que são pautados por Setevan, Leme e Santos (2018):

- a) Aumento da interoperabilidade entre as redes de produção;
- b) Conectar dados aos sensores (monitoramento e físico);
- c) Capacidade em tempo real de coletar e analisar dados e fornecer informações;
- d) Flexibilidade de adaptação às mudanças;
- e) Maior orientação a serviços.

Essas transições que a indústria deverá passar será um desafio para as organizações, pois será necessário repensar a forma de produção que foi moldada no decorrer das gerações passadas. E, também, como ela irá melhorar os processos para que os mesmos reduzam os recursos utilizados, como energia elétrica, e ao mesmo tempo oferecer um produto com a customização desejada para o cliente. Visto que, customização é a palavra chave para essas novas organizações, em que o sistema poderá ser moldado de acordo com a necessidade do cliente final (STEVAN; LEME; SANTOS, 2018).

Por fim, de acordo com Stevan, Leme e Santos (2018) essa revolução, que já está em andamento, permitirá que em um futuro próximo as empresas estabeleçam redes globais as quais irão incorporar máquinas, sistemas de armazenagem e instalações de produção no que é conhecido *como Cyber-Physical System (CPS)*, que significa sistemas integrados que contenham tanto a parte física como a virtual. A Figura 1 exemplifica alguns modelos de tecnologias pertencentes

à Indústria 4.0, correlacionados com o CPS.

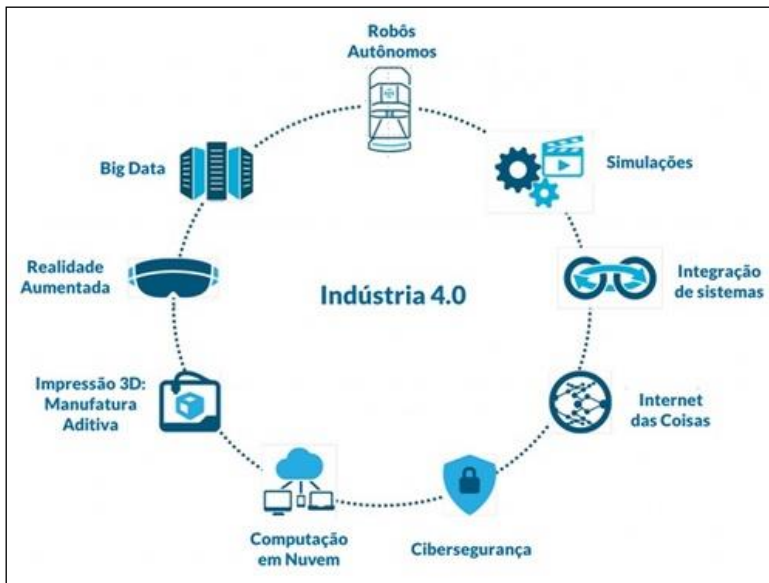


Figura 1 - O que a Quarta Revolução trás de novidade
Fonte: O futuro das coisas (2018)

Segundo Rizzo (2018) para tornar a Indústria 4.0 uma realidade implicará que as organizações incorporem gradualmente um conjunto de tecnologias emergentes de TI e automação industrial, na formação de um sistema de produção físico-cibernético, através de intensa digitalização de informações e comunicação direta entre sistemas, máquinas, produtos e pessoas, isto se dá a partir da Internet das Coisas (IoT).

A convergência de padrões e tecnologias nas organizações, associado a um salto na evolução tecnológica na área de eletrônica influenciou na miniaturização de sensores a um custo acessível para o mercado, surgindo então o conceito de Internet das Coisas (Internet of Things – IoT) (STEVAN; LEME; SANTOS, 2018).

3.3.1 Internet das Coisas

Segundo estudos realizados por Schwab (2018) o IoT trata-se de um conjunto de sensores inteligentes conectados que captam, processam e transformam os dados de acordo com a necessidade, essas informações são

enviadas para outros dispositivos ou indivíduos para atender as necessidades dos mesmos.

De maneira simples, Magrani (2018, p.20) descreve que o IoT pode ser explicado como “um ambiente de objetos físicos interconectados com a internet que por meio de sensores pequenos e embutidos [...] voltado para facilitação do cotidiano das pessoas [...]”. A Figura 2 exemplifica como é o funcionamento de um IoT em que todos os objetos estão conectados, a seta faz uma menção a internet que conecta todos os pontos.



Figura 2 - Internet das Coisas
Fonte: Knot Cesar (2018)

Essa tecnologia permite que os dados nelas captados sejam interligados através de análises inteligentes, isto faz com que existam novas formas de dados correlacionados dando outras visões para o dispositivo ou usuário. Outra oportunidade que o IoT fornece é a demonstração de desempenho dos dispositivos, fazendo com que a organização possa prever o desempenho dos dispositivos e, este tipo de informação auxilia na tomada de decisão, ou seja, qual ação deve ser priorizada analisando o contexto dado pela máquina.

Contudo, Magrani (2018) deixa claro que não se pode confundir o termo Internet das coisas com apenas objetos que contenham sensores conectados, existem diversos fatores como, por exemplo, a sua usabilidade que garante que aquele objeto seja denominado um IoT.

Essa junção da automação integral (*end-to-end*) e da comunicação que essas ferramentas dão, fará com que exista maior colaboração do homem e da máquina agilizando as tarefas rotineiras e deixando o indivíduo trabalhar com sua

criatividade e resoluções de problema (SCHWAB, 2018).

Kothmayr (2016) explana que essa mudança do modelo convencional da arquitetura dos processos será substituída através de IoT, para uma arquitetura interconectada, assim como se demonstrado na Figura 3.

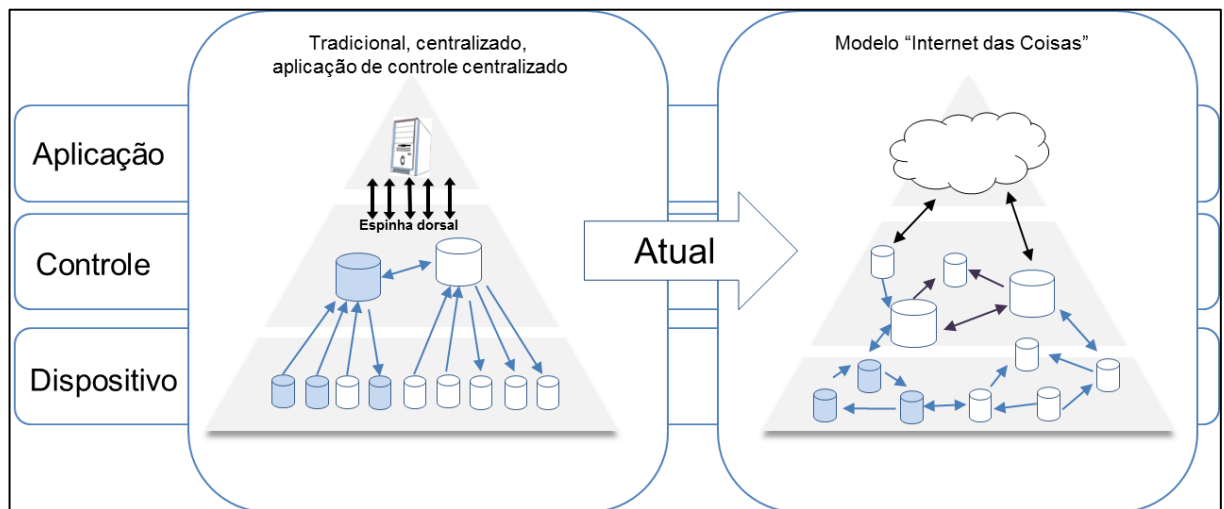


Figura 3 - Mudança da arquitetura organizacional através do IoT.
 Fonte: kothmayr (2016), tradução livre.

A Figura 3 ainda demonstra, superficialmente, um termo que está sendo utilizado conhecido como “hiperconectividade” que foi criado para descrever o quão disponível as máquinas estão para os usuários. Esse termo, leva consigo três grandes fatores e, segundo Magrani (2018) as pessoas estarem conectadas o tempo todo (Always-on), possibilidade de estar sempre acessível (readily accessible) e por fim, o fato de os IoTs estarem sempre armazenando informações (Always recording).

Quando se analisa o cenário brasileiro, Magrani (2018, p.77) afirma que os grandes empresários entendem a importância e os benefícios que essas tecnologias podem trazer para a organização, destacando três principais: “Aumento da produtividade dos funcionários; Corte de custo; Otimização no uso de bens.”

Segundo Jayaraman et al. (2015), o IoT aponta para a promessa de uma estrutura que através da qual diversos dados da agricultura e da indústria, incluindo redes de sensores, podem ser capturados e gerenciados (apud O’GRADY; O’HARE, 2017).

Para finalizar, Padilha (2018, p.1) explana que

O fluxo contínuo de informações gerado pelos dispositivos e tecnologias de IoT deve auxiliar as pessoas, organizações e governos a alcançarem seus objetivos, seja a redução de desperdícios e de custos operacionais, o aumento das vendas, oferta de novas experiências ao cliente, mais qualidade de vida, mais eficiência na gestão, a melhora na competitividade ou qualquer outro objetivo específico.

3.4 AGRICULTURA 4.0

Saúde e bem-estar são preocupações crescentes da sociedade, com isso muitas pessoas não medem esforços para garantir que o corpo esteja funcionando bem o tempo todo (LOPES, 2015). A partir desse cenário torna-se necessário a criação e melhoramento de tecnologias que irão suprir a demanda de alimentos da população, analisando tanto o aspecto econômico, gerar mais com menor custo, como também a qualidade do alimento que é oferecido.

A nova produção agrícola que está acontecendo necessita de uma nova conceituação da dinâmica produtiva, com isso, se faz necessário à adoção de um novo modelo tecnológico, o que impacta em um novo modelo de custos, formação de preços, dentre outros (PARRONCHI, 2017).

No decorrer do tempo a busca por maior lucratividade no campo foi o início para que se ocorresse maior desenvolvimento dos empreendimentos rurais, isto fez com que os empreendedores enfrentassem maiores desafios pois teriam que gerenciar os impactos que essas novas tecnologias causariam e quais seriam a condição de vida das pessoas que se beneficiam desse serviço para geração de renda.

Outro problema encontrado na agricultura são as mudanças climáticas, segundo Clercq, Valts e Biel (2018, p.8), “a mudança climática é um fato - e está alterando rapidamente o ecossistema”, além do mais, os mesmos ainda desdobram o fato de que a qualidade dos alimentos, o acesso a eles e a utilização é um problema decorrente da mudança climática.

De acordo com Word Bank (2008 apud Clercq, Valts e Biel 2018), a primeira revolução tecnológica na área da agricultura fez grandes avanços, e possibilitou praticas agrícolas modernas para época, visto que ela se encontra entre

1961 e 2004, como a irrigação, uso de fertilizantes e pesticidas.

A expressão Agricultura 4.0 foi criada a partir da revolução da transformação digital, a qual substitui átomos (o mundo físico) por bits (mundo digital), transformando itens físicos em bits (LOPES, 2017). Além deste termo adotado no Brasil através da EMBRAPA existem outros, sendo eles: Fazenda Digital (*Digital Farm*) e Fazenda Inteligente (*Smart Farm*) (RIBEIRO; MARINHO; ESPINOSA, 2018).

De acordo com Inamasu (2017, p.2) cita que “a impressão 3D, drones, IA, sensores, IoT, dentre outros, são somente algumas das tecnologias que estão moldando o futuro da agricultura”.

Para que a Agricultura 4.0 ocorra ela precisa de apoio dos agricultores em aderir a essas novas tecnologias, ou seja, quando isso acontece possibilita o mesmo a interferência e conexão de *softwares* e sistemas digitais às máquinas (FACHIN, 2017).

Fachin (2017) desdobra que a agricultura 4.0 pode estar em todas as etapas do processo da agricultura. No plantio com a introdução das máquinas automatizadas, as quais estão interligadas com sistemas de Global Position System (GPS), em que mapeia o campo para o plantio eficiente. Ainda seguindo a etapa do plantio, maquinários calculam e distribuem corretamente as sementes e os defensivos agrícolas. E, por fim, na parte da colheita a existência de softwares que garantem a geração de mapas de colheita que indica o que cada talhão¹ produziu.

As principais inovações na Agricultura 4.0 trazidas por Clercq, Valts e Biel (2018) são:

- a) Hidroponia: técnica em que as plantas não entram em contato com o solo, e sim ficam em uma solução salina.
- b) Cultivo de algas: técnica utilizada para substituição de alimentos humanos.
- c) Agricultura no deserto e oceanos: técnica que utiliza da genética para aprimoramento e adaptação das plantas para viver em condições adversas.
- d) Embalagens sustentáveis: técnica que usa de substâncias biodegradáveis para reduzir lixo e resíduos tóxicos no solo.

¹ Espaço de terreno com qualquer plantação (MICHAELIS, 2018).

e) Fazendas verticais e urbanas: técnica que modificam a disposição das plantações.

f) Agricultura de precisão: tecnologia que usa de *Global Position System* (GPS) para aprimorar a plantação e a colheita através de dados disponibilizados pelo programa.

g) Utilização de drones: também conhecidos de veículos aéreos não tripulados, tecnologia que possibilita a reduzir gastos na lavoura e controlá-la.

A Figura 4 exemplifica as tecnologias abordadas pela Agricultura 4.0 e o que está por vir no decorrer dos anos.

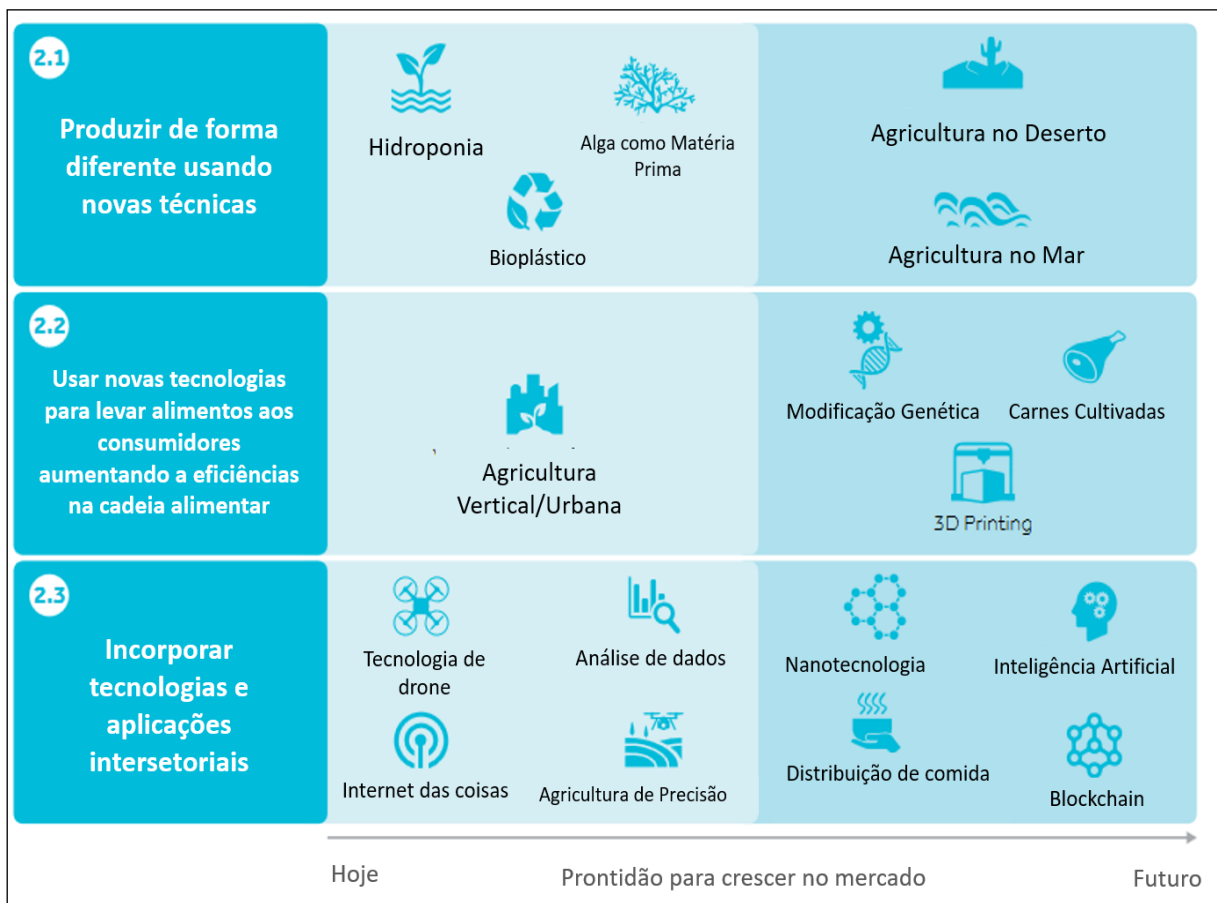


Figura 4 - Tecnologias da Agricultura 4.0 e as que estão por vir.
Fonte: Clercq, Valts e Biel (2018, p.13), tradução livre pelo autor.

É importante notar que a Agricultura 4.0, segundo Novelli (2017), só acontece a partir de tecnologias provindas do IoT, pois assim as informações coletadas podem ser constatadas em tempo real. Essas informações que, são armazenadas em um banco de dados na nuvem, tecnologia conhecida como *Big*

*Data*², e atualizadas a partir das decisões tomadas pelo sistema *Machine Learning*³. A Figura 5 exemplifica como essas tecnologias funcionam na fazenda.



Figura 5 - Exemplificação da Agricultura 4.0
Fonte: Agrotécnica (2017)

Marczak (2016) seleciona algumas características que o mercado teve no ramo do agronegócio para a implementação da Agricultura 4.0, visto que muitas deles acontecem de forma gradual:

- a) O perfil do agricultor mudou nos últimos dez anos;
- b) Inconformados, os agricultores, trouxeram ideias de aplicativos do setor bancário para o agronegócio;
- c) Querem conteúdo e conectividade;
- d) Querem fazer economia de recursos;
- e) E por fim, existe a necessidade de ampliar a produção agrícola sem ampliar a área plantada.

O agronegócio brasileiro é um dos pioneiros na utilização de novas tecnologias. Dados provenientes da Secretaria Executiva da Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão (CBAP) mostram que 67% das propriedades agrícolas do país utilizam alguma forma de tecnologia, seja na área de gestão dos negócios, seja nas atividades de cultivo e colheita. De acordo com Padilha (2018, p.2)

O agronegócio é um dos setores mais avançados no Brasil na adoção de IoT, ou seja, já está sintonizado com o uso de tecnologias para melhorar a

² Local onde são armazenados dados.

³Aprendizado da Máquina, tradução livre.

eficiência tanto da produção, quanto de transporte, logística e armazenamento.

Por fim, Lopes (2017) reflete que o impacto da introdução da Agricultura 4.0 no Brasil será enorme, e o agronegócio, que é um importante pilar da economia brasileira, visto que nos primeiros seis meses de 2018 o PIB (Produto Interno Bruto) teve um crescimento de 1,7% de acordo com CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada), o que poderá assegurar equilíbrio nas três vertentes da sustentabilidade (econômica, social e ambiental), o que é uma exigência dos consumidores em todo o mundo.

3.5 CULTIVO HIDROPÔNICO

O cultivo hidropônico é uma alternativa ao cultivo convencional, sendo o cultivo convencional o plantio em solo fértil através de técnicas milenares. O cultivo hidropônico, por outro lado, pode vir a beneficiar o consumidor, o produtor e o meio ambiente, com a obtenção de produtos de alta qualidade, com ciclo curto, maior produtividade, menor gasto de água, de insumos agrícolas e de mão de obra (CUPPINI et al., 2010 apud SILVA, 2016; PAULUS, 2012).

Hidroponia, segundo Castellane e Araujo (1994), é o cultivo de plantas em meio líquido, associado ou não a substratos não orgânicos naturais, ao qual é adicionada uma solução nutritiva necessária ao desenvolvimento da cultura (apud VAZ; JUNQUEIRA, 1998).

De acordo com Barcelos (2018, p.32): “No cultivo de alface com 400g de massa, com ciclo de 42 dias, cultivada em sistema convencional, estima-se um consumo de 13 a 16 mil litros de água, já no cultivo hidropônico, o gasto estimado é de 2 a 3 mil litros de água.”.

Nas últimas décadas, o cultivo protegido apresentou um percentual de 400% em crescimento mundial, no Brasil o cultivo de folhosas através desse sistema corresponde a 45% do total do cultivo, ocupando entre 25 e 30 mil hectares (ANUÁRIO BRASIL HIDROPÔNICA, 2018).

Para finalizar, o cultivo hidropônico é crescente no Brasil, e ainda sendo implementado por diversos produtores, estima-se que no Paraná nos próximos anos

exista em torno de 30 mil hectares com esse estilo de cultivo (EMATER-PR, 2018). Visto que este tipo de produto é aceito pelo mercado consumidor, por vir já embalado, limpo e possuir maior durabilidade (ANUÁRIO BRASIL HIDROPÔNICA, 2018).

3.5.1 Cultivo de Fluxo Laminar de Nutrientes (NFT)

O cultivo hidropônico é um dos meios de produção de hortaliças, um dos meios mais usados no Brasil é o sistema de Fluxo Laminar de Nutrientes, esse sistema consiste na passagem de solução nutritiva através das raízes da planta. Essa técnica surgiu em 1965 através de pesquisa executadas na Inglaterra pelo Allen Cooper, e até hoje é disseminada para economia de água (SILVA; MELO, 2003).

Segundo Bernardes (1997, apud SILVA; MELO, 2003) o sistema NFT consiste em uma técnica onde as plantas crescem tendo suas raízes dentro de um canal em que circula uma solução nutritiva. A Figura 6 demonstra como funciona esse sistema

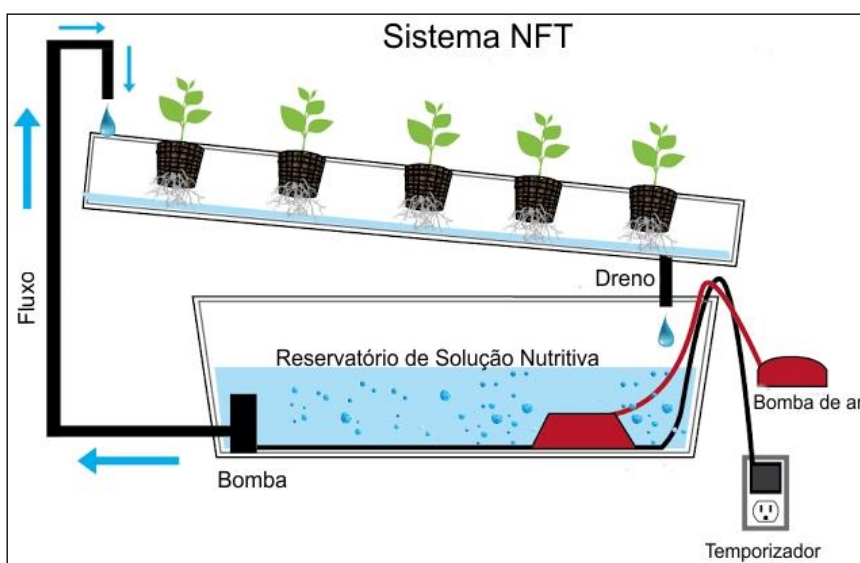


Figura 6 - Sistema NFT
Autor: Tudo Hidroponia.

Esse sistema é feito através da colocação das sementes da hortaliça em

um substrato para que as plantas cresçam e entre 7 a 10 dias para que saia a primeira folha da mesma. A partir desse momento, deve-se colocar esse substrato nos buracos do cano da hidroponia. Com relação ao sistema NFT consiste um reservatório de solução nutritiva, em que neste reservatório deve ser feita a análise da solução com relação a parâmetros como pH, salinidade e temperatura da água. De tempo em tempo, a bomba de água é ligada através de um temporizador e a solução circula através do sistema.

Para uma produção eficiente, quando se trata de hidroponia, é imprescindível um controle apropriado de nutrientes na solução que as plantas absorvem pelas raízes.

Uma das maiores vantagens desse sistema descrita por Sanchez (2007) são com relação a redução de custos, quando se compara a produtores que utilizam substratos; maior rapidez quando se pretende implementar, e menor custo de implantação. Com relação ao monitoramento do crescimento é mais fácil, pois se consegue fazer análises da solução nutritiva e apropriar a mesma para um melhor crescimento e qualidade

3.6 *LACTUCA SATIVA*

A *Lactuca Sativa*, conhecida como alface, é uma planta a qual suas folhas são comestíveis. Tem sua origem de espécies silvestres, ainda atualmente encontradas em regiões de clima temperado, no sul da Europa e na Ásia Ocidental (Filgueira, 2003 apud LIMA, 2007). A Figura 7 apresenta as espécies mais comuns consumidas no Brasil.

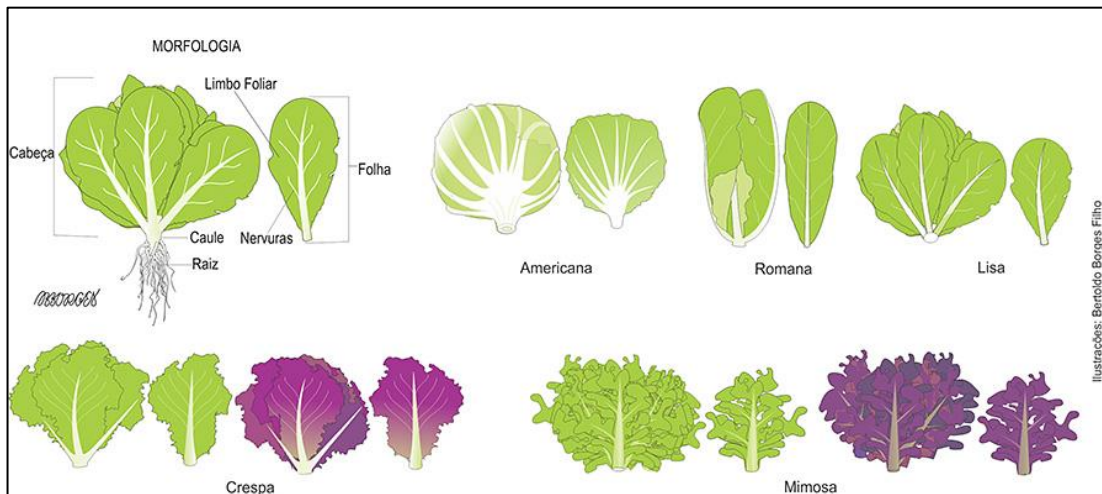


Figura 7- Morfologia das espécies mais comuns vendidas no Brasil
Fonte: Hortiescola

De acordo com Maldonade (2014) o ciclo de produção da alface é curto (45 a 60 dias) isto permite que sua produção seja realizada durante o ano independente da estação, o que gera para o produtor um rápido retorno de capital. Para o plantio no solo o agricultor pode escolher em plantar as alfaces tanto em sementeiras ou diretamente no solo, como também pode escolher em plantar através da técnica hidropônica, que será discutida no decorrer do trabalho.

Entre os anos de 2002 e 2008, de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), o consumo de *Lactuca Sativa* cresceu de 0,64Kg/*per capita* para 0,91Kg/*per capita*. Este fato se dá a diversos fatores, dentre eles, o aumento da preocupação do consumidor com sua saúde. No ano de 2017 foram comercializadas 49.435,5 toneladas de alface de acordo com a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP, 2018) sendo 18º produto mais comercializado neste mesmo ano.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Inicialmente a pesquisa é desenvolvida a partir de bibliografias, as quais são base para o desenvolvimento do trabalho a partir de informações as quais serão usadas no decorrer do mesmo. Segundo Matias-Pereira (2016, p 41) “é perceptível que o contexto científico é variável, pois decorre do fato de receber interferência do ambiente tanto local quanto global”, nesse sentido a presente pesquisa se inicia como uma pesquisa bibliográfica que consiste em explicar e discutir um tema ou um problema com base em referências teóricas que são encontrados em revistas, livros, periódicos, dentre outros (MARTINS; LINTZ, 2007).

Martins, Mello e Turrioni (2013) transcreve que os métodos e as técnicas de pesquisa a serem utilizadas em uma pesquisa científica podem ser optados a partir da presunção do problema, como também da formulação das hipóteses e fixação do universo da amostra.

De acordo com a literatura a pesquisa se enquadra em uma pesquisa interdisciplinar, em que os conceitos estudados são de diversas áreas (FAZENDA, 2017). Ela também consiste em uma pesquisa qualitativa, que de acordo com Fazenda (2017, p. 62) “a abordagem qualitativa é uma modalidade da pesquisa voltada para o entendimento e a interpretação de fenômenos humanos, cujo objetivo é alcançar uma visão mais detalhada [...]”.

Além do mais, a pesquisa conta com uma vertente a qual será usada a simulação, que de acordo com Robinson (2004, apud MARTINS, 2013, p. 110) “a motivação para um estudo de simulação é reconhecimento de que um problema realmente existe em um mundo real”, com isso, será feito um protótipo de um dispositivo de internet das coisas utilizando conceitos da Agricultura 4.0 para averiguar sua efetividade, o código utilizado no protótipo se encontra no Apêndice A da pesquisa. Através deste conceito, denomina-se que a pesquisa se enquadra

em uma pesquisa aplicada que de acordo com Kauark, Manhães e Medeiros (2010, p. 26) “objetiva gerar conhecimento para aplicação prática, dirigida à solução de problemas específicos”.

A pesquisa também se enquadra em uma pesquisa explicativa que consiste na identificação dos objetos que originam ou colaboram para a ocorrência dos fenômenos pesquisados (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010).

Para análise de como o usuário da utilização do protótipo foi importante a utilização de um questionário, o mesmo se encontra no Apêndice B da pesquisa, cujo consiste em perguntas para respostas abertas. De acordo com Voss, Tsiriktsis e Frohlich (2002, apud MARTINS, 2014, p.151) “um princípio subjacente na coleta de dados dos estudos de caso é a triangulação, ou seja, a combinação e uso de diferentes métodos para estudar um mesmo fenômeno.”.

Por fim, de acordo Gil (1991, apud KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010) a pesquisa é bibliográfica pois é elaborada através de conteúdos já publicados, em livros, revistas, artigos, periódicos e também disponibilizados na internet.

4.2 MATERIAIS

Para a aquisição dos materiais referentes a montagem do protótipo foi necessário fazer uma reunião com o dono da propriedade para que ele informasse quais os parâmetros seriam necessários para que viesse auxiliar no monitoramento dos dados os quais serviriam de base para o monitoramento. Os materiais utilizados no experimento estão relacionados no Quadro 3.

Material	Quantidade
Modulo Wifi Esp8266 ESP-1	1
Arduino Uno	1
Sensor de PH modelo PH4502C	1
Sensor de umidade e temperatura do ar DHT22	1
Sensor de temperatura da água DS18B20	1
Resistor 4,7kohm	1
Cabos	diversos
Protoboard	1

Quadro 3 – Materiais utilizados para criação do Protótipo

Fonte: Autor.

4.3 AMBIENTE DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em uma propriedade rural que será denominada no trabalho como ABC Hidroponia, localizada no município de Medianeira Paraná, que está a seis anos no mercado. Ela conta com 3 funcionários, e tem uma produção de em torno de 30 mil unidades de alface por ano. A propriedade possui em torno de 900m² de área e conta com 10 estufas hidropônicas. A maior produção acontece nos meses de novembro a abril, visto ser uma característica das hortaliças em serem mais consumidas nessa época, produzindo em torno de 70% de alface crespa, 20% de alface americana e 10% de alface mimosa. A Figura 8 mostra como é uma das estufas hidropônicas.



Figura 8 - Estufa Hidropônica da ABC Hidroponia
Fonte: Autor

O processo produtivo das alfaces acontece da seguinte forma: primeiramente as sementes são colocadas na espuma fenólica e as mesmas são armazenadas em geladeiras desativadas em torno de 3 a 4 dias para acontecer a germinação como mostra a Figura 9. Posteriormente elas são colocadas em bancadas para as folhas crescerem, levando em torno de 12 dias, como é mostrado na Figura 10, esse processo ocorre para que as folhas tenham um tamanho suficiente para ao ser colocadas na bancada final (canos da hidroponia) pois assim não existe o risco das folhas crescerem para dentro dos canos.



Figura 9 - Primeira etapa da germinação
Fonte: Autor



Figura 10 - Segunda etapa da germinação
Fonte: Autor

Após esse período, elas são colocadas nos canos de hidroponia e permanecem em torno de 26 a 28 dias. Por fim, as alfaces são ensacadas e armazenadas. O transporte acontece em um caminhão da propriedade cujo o

mesmo possui um sistema para as alfaces ficarem em um ambiente climatizado, atendendo a demanda de sete mercados de Medianeira e um mercado de Matelândia.

4.4 MÉTODO

Para utilização do trabalho foi necessário a aquisição de um Microcontrolador ESP8266 e um Arduino Uno, cujo o ESP8266 consiste em uma placa composta por um sistema conhecido como System on a Chip (SoC), fabricado pela empresa chinesa Espressif. Ele consiste em uma unidade de microcontrolador Tensilica transmissor Wi-Fi. (PETER, 2017), já o Arduino é uma placa composta por um microcontrolador Atmel, circuitos de entrada/saída e que pode ser conectada à um computador e programada via IDE (*Integrated Development Environment*) utilizando uma linguagem baseada em C/C++, sem a necessidade de equipamentos extras além de um cabo USB (THOMSEN, 2014).

A partir da aquisição do mesmo foi feita uma simulação através de sensores, que de acordo com Chung (2004 apud MARTINS, 2013, p. 103) “a modelagem e simulação são processos de criar e experimentar um sistema físico por intermédio de um modelo matemático computadorizado”.

4.5 ETAPAS PARA REALIZAÇÃO DO PROTÓTIPO

Para o fim de exemplificar as etapas a serem seguidas da montagem do protótipo foi feito um fluxograma para verificar se todas as tarefas foram realizadas.

A Figura 11 ilustra o fluxograma.

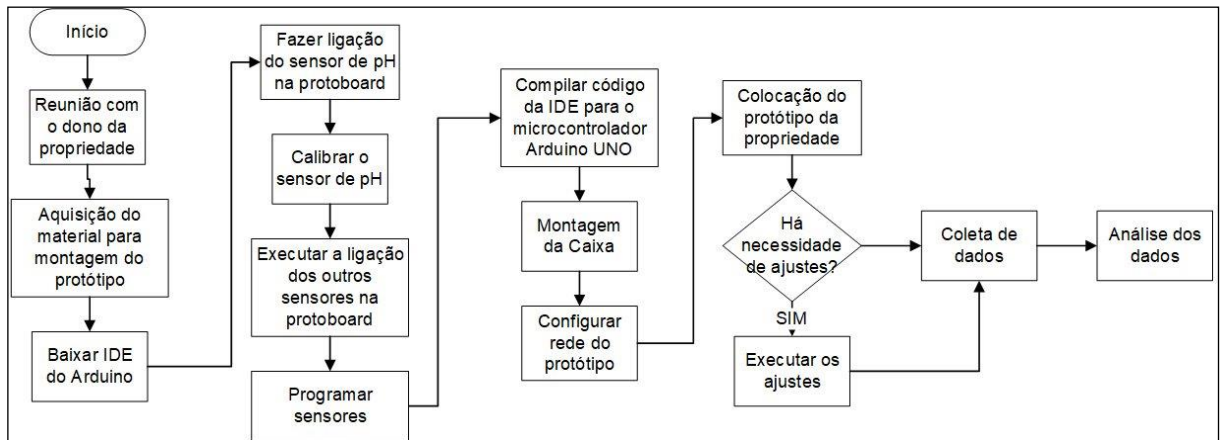


Figura 11 - Fluxograma das etapas de montagem do protótipo

Fonte: Autor.

4.6 MONTAGEM DO PROTÓTIPO

A primeira etapa do trabalho consistiu na montagem dos sensores e teste dos mesmos utilizando o Ambiente Integral de Desenvolvimento (IDE) do ARDUINO versão 1.8.9 que é uma plataforma *open source* criada para que o usuário consiga inserir e compilar os códigos dos sensores e gravar no microcontrolador, fazendo com que os sensores possam funcionar de acordo com a programação inserida.

Para tal, primeiramente, é necessário configurar o programa para funcionar de acordo com as especificações do microcontrolador a ser usado, no caso Arduino Uno. Esse processo é feito através da instalação do pacote de dados específico do gerenciador de placas do IDE do Arduino.

Para a montagem do protótipo foi necessário a utilização do Arduino Uno e de um módulo de Wifi Esp8266 pois o mesmo não possui módulo de internet associado. Inicialmente foi feito testes com o NodeMCU 8266 contudo o mesmo não possuía portas analógicas suficientes para a utilização dos sensores necessários, com isso, foi necessário a aquisição do Arduino Uno pois o mesmo possui as portas suficientes para utilizar na aplicação.

4.6.1 Sensor de Umidade e Temperatura DHT22

O sensor DHT22 é um sensor digital simples que mede de temperatura e umidade, ele possui um baixo custo, em torno de R\$ 20 - 40, fazendo com que o usuário consiga adquirir um produto que satisfaça suas necessidades sem um alto investimento. O seu sistema de medição utiliza um sensor capacitivo de umidade e um termistor para medir o ar ao redor, e envia um sinal digital para o microcontrolador o qual ele está configurado. A Figura 12 Ilustra o DHT22.

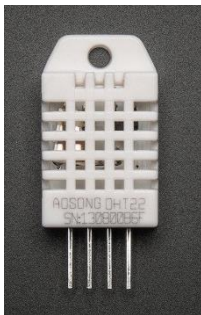


Figura 12 - Sensor DHT22
Fonte: Autor.

Para fazer a sua configuração é preciso, essencialmente, entrar no gerenciador de biblioteca do IDE do Arduino e executar o download de sua biblioteca, a partir disso é só introduzir o código para o microcontrolador reconhecer o dispositivo e o sistema começar a funcionar, essa etapa se repete para os outros sensores demonstrados. A Figura 13 demonstra como funciona a ligação do sensor no microcontrolador.

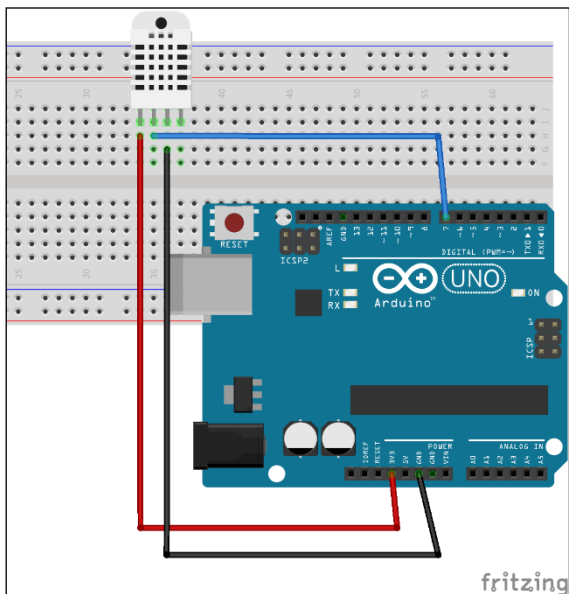


Figura 13 – Esquema de montagem sensor DHT22
Fonte: Autor.

4.6.2 Sensor de pH modelo PH4502CD

Para a montagem do sensor do pH é necessário a aquisição de duas partes, a primeira consiste em uma placa onde ficam as partes lógicas do sensor, nela é inserido o medidor de pH, que é a segunda parte, a qual é formada a partir de um sensor no final do cabo, como é demonstrado na Figura 14.

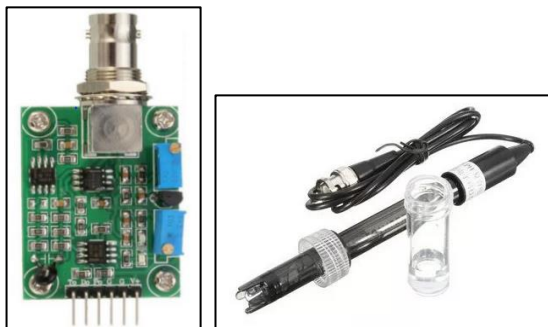


Figura 14 - Sensor de pH
Fonte: Mercado Livre.

Para a sua utilização é necessário fazer a calibração do sensor para a leitura do pH correto. Isto se dá a partir da calibração do potenciômetro encontrado no mesmo. Para tal, é preciso fazer com um curto circuito na saída BNC da placa,

para isso é necessário conectar os dois GND (terra) e Vcc (energia) de 5 volts ao microcontrolador Arduino Uno para energizar o sensor. Inicialmente foi colocado um voltímetro para medir a tensão entre GND e Po (porta analógica) para fazer o ajuste até que a leitura do voltímetro fosse 2,5 volts, contudo o multímetro não foi eficiente pois o sensor é pequeno o que ocasionava um erro de leitura ao se tentar posicionar os cabos de leitura do multímetro nos locais indicados, por isso foi necessário fazer o ajuste através da leitura da IDE do Arduino. Para tanto, foi inserido o código de leitura de tensão no programa, feito o curto circuito na saída BNC e girou-se o potenciômetro até que a leitura apresentada fosse 2,5 volts ou próxima deste valor.

Nas diversas tentativas de calibragem, não foi possível chegar a uma tensão de 2,5 volts, a mais próxima foi de 2,54 volts. Desta forma, foi necessário ajustar a fórmula que faz a leitura do pH no IDE do Arduino.

A fim de se obter o melhor ajuste possível, fez-se necessário inserir o leitor de pH em uma substância a qual possuísse um valor exato a ser medido. Para executar esse procedimento foi colocado o leitor de pH em duas substâncias de pH diferentes, a Figura 15 mostra como foi feito a leitura, sendo que a substância de coloração rosa possuía um pH 7 (neutro) e a de coloração amarelada possuía um pH 4 (ácido). A partir desse procedimento foi possível ajustar a fórmula para que o sensor pudesse fazer a leitura correta.

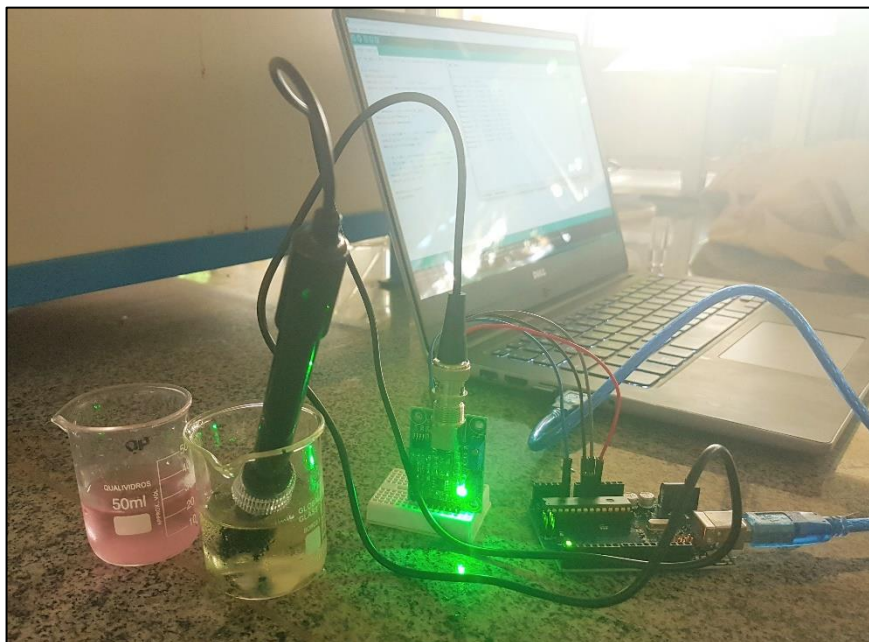


Figura 15 - Calibração do sensor de pH
Fonte: Autor.

A partir do momento que o sensor está calibrado é necessário inserir o código de leitura do sensor no código final para sua utilização posterior. A Figura 16 demonstra como foi feita a ligação do sensor ao microcontrolador.

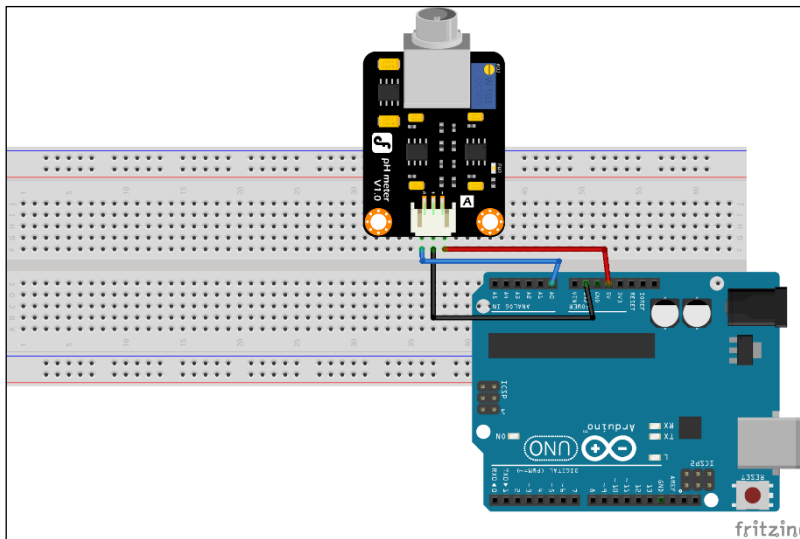


Figura 16 – Esquema de montagem do sensor de pH
Fonte: Autor.

4.6.3 Sensor de temperatura de água modelo DS18B20

O sensor de temperatura é um sensor simples que é bem utilizado em sistemas de monitoramento de aquários, ele possui uma amplitude alta de detecção de temperatura, indo de -55°C a $+127^{\circ}\text{C}$ o que torna o mesmo um produto versátil para ser utilizado em diversas aplicações.

Para a sua montagem foi necessário inserir no circuito um resistor de $4,7\text{k}\Omega$ entre o cabo de informação e tensão. A demonstração de como são feitas as ligações se encontra na Figura 17.

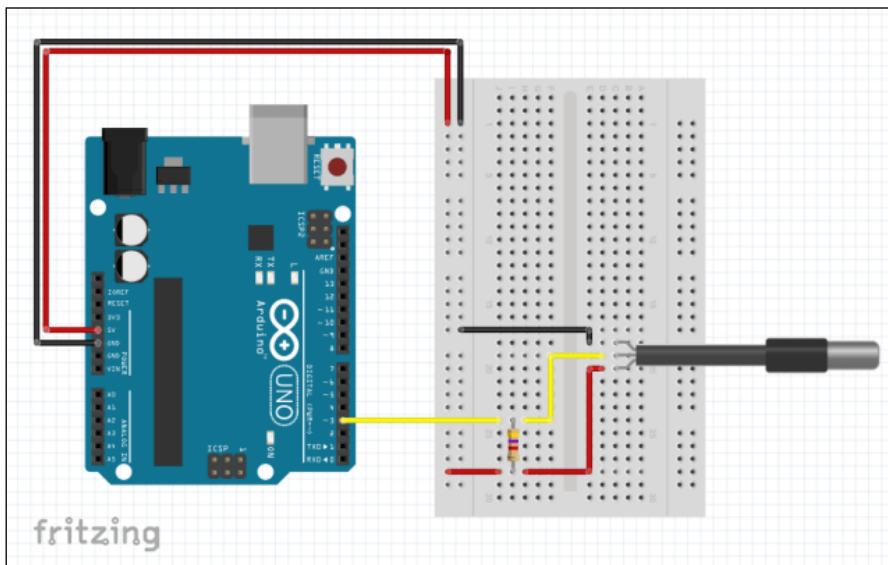


Figura 17 – Esquema de montagem sensor temperatura de água
Fonte: Autor.

4.7 APLICATIVO

A criação de um aplicativo para o monitoramento dos sensores é de extrema importância quando estamos falando de Internet das Coisas. Um dos conceitos que essa metodologia traz é acessibilidade ao usuário para o mesmo ter as informações necessárias no instante que elas são consultadas. Para o desenvolvimento do mesmo foi utilizado o *Blynk.com*, em que consiste em um sistema online que utiliza plataformas como Android ou IOS, no caso do experimento foi utilizado o Android. Na plataforma Android o usuário consegue utilizar o aplicativo para “ler” as informações que os sensores coletam e mostram na interface do aplicativo. O criador consegue personalizar o aplicativo de acordo com as necessidades do cliente, ou seja, consegue colocar gráficos de temperatura, por exemplo.

As vantagens desse sistema é que o usuário não precisa ter um vasto conhecimento em programação, pois a própria plataforma cria as linhas de código necessária para o usuário utilizar na IDE do Arduino, ou em qualquer plataforma de códigos. A Figura 18 exemplifica o funcionamento do aplicativo. Que consiste em transmitir as informações coletadas dos sensores através de um servidor nas nuvens do Blynk e assim essas informações são reproduzidas no aplicativo criado,

isto sem a necessidade de um aparelho, como por exemplo um computador, conectado ao microcontrolador para passar as informações.

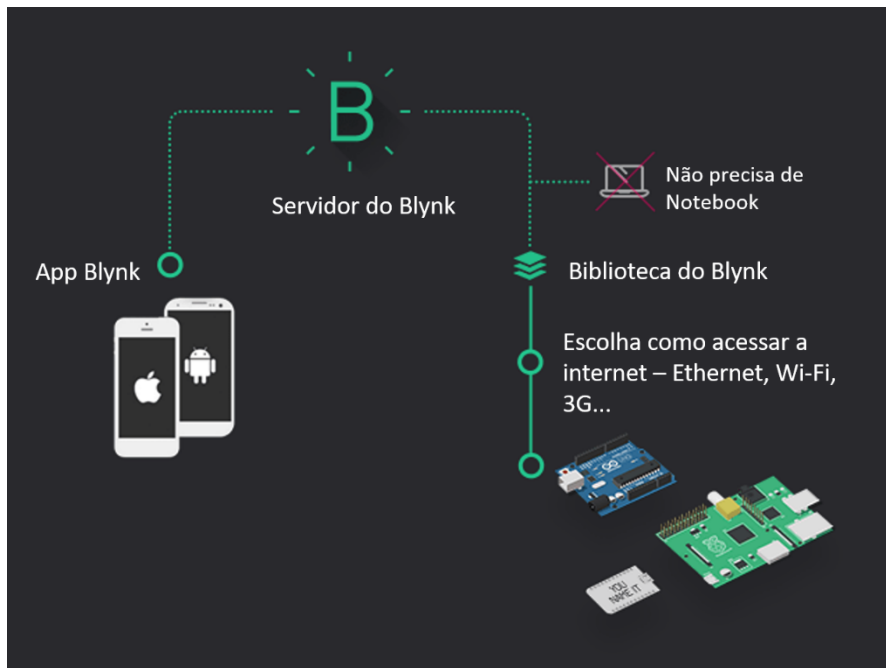


Figura 18 - Exemplificação do funcionamento do aplicativo Blynk
 Fonte: Serrano; Nunes (2018, p.2)

Foi criado, a partir das necessidades do usuário, um aplicativo que mostre os dados coletados pelos sensores, a Figura 19 ilustra como ficou o layout do aplicativo final.



Figura 19 – Interface do aplicativo em dispositivo móvel
 Fonte: Autor

4.8 MONTAGEM DOS SENSORES NA PROPRIEDADE

Para a montagem dos sensores na propriedade foi necessário configurar todos os sensores anteriormente, pois alguns era necessário efetuar sua calibração. Primeiramente, ao chegar na propriedade foi necessário configurar o ESP8266 para utilizar a internet local, para tal é necessário inserir o “usuário” e “senha” no código que é compilado no microcontrolador Arduino Uno.

Posteriormente é necessário colocar os sensores em locais para executar sua devida função. O sensor de temperatura de água e pH devem ficar em contato com a água, para tal foi necessário inserir os mesmos em um local onde havia água com o substrato a ser analisado, e feito a leitura. A Figura 20 mostra como ficou a montagem do dispositivo. Para a proteção dos sensores e do microcontrolador foi feita uma caixa utilizando isopor com medidas de 25x25x15 cm.



Figura 20 - Colocação dos sensores na propriedade

Fonte: Autor.

A Figura 21 apresenta como ficou o esquema final com todas as ligações feitas dos sensores na protoboard.

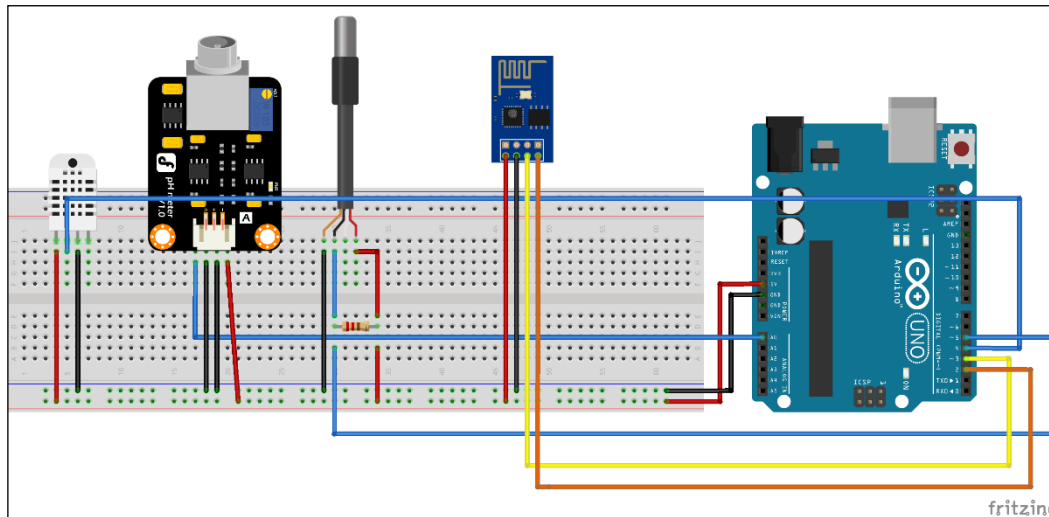


Figura 21 - Esquema ligação final

Fonte: Autor.

Com relação ao aplicativo, foi necessário baixar o aplicativo no celular do usuário e inserir o programa através de uma chave gerada (QRcode) pelo próprio aplicativo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos meios de analisar o impacto que a utilização do sistema de internet das coisas teve com relação ao usuário foi a aplicação de um questionário, oportunizando ao usuário uma avaliação dos benefícios auferidos com o uso daquelas tecnologias. Além disso, procurou-se detectar, junto ao usuário, as expectativas, percepções, prós e contras em relação ao experimento executado. A aplicação do questionário ocorreu após 30 dias da implantação do protótipo, ou seja, foi possível acompanhar o crescimento da alface pois a mesma tem um ciclo curto de 26 a 28 quando colocadas nos canos de hidroponia.

Além disso, analisou-se alguns dados coletados no decorrer do experimento. Um dos fatores questionados foi com relação a temperatura da água do sistema, e relacionar com a produtividade vista no decorrer do processo.

A entrevista com o dono da propriedade, se realizou após trinta dias da implantação do sistema, para referendar e auxiliar possíveis ajustes do protótipo.

Iniciou-se com a seguinte pergunta:

A produção de *lactuca sativa* (alface), ocorre somente por meio da hidroponia, ou ocorre plantação tradicional em solo? Obtendo-se como resposta: "a produção é somente por hidroponia."

Como conheceu a técnica de hidroponia? A resposta obtida foi que existia uma propriedade na região que utilizava essa técnica para o plantio de alfaces, contudo devido à distância entre a propriedade e a cidade de Medianeira, o proprietário deixou de fornecer a essa cidade. Com a oportunidade, iniciou o plantio com apenas uma estufa. "Foi um desafio pois nunca tinha trabalhado na área, e tinha quase nenhum contato com esse tipo de sistema de plantio.". Atualmente conta com dez estufas, e consegue suprir a necessidade da região.

Através desta técnica acredita que há maior aceitação do consumidor? "Sim. São ofertadas em pacotes individualizados, limpas e, maior duração (tempo de prateleira)".

Como respondeu anteriormente, que pratica essa técnica a aproximadamente 8 anos, quanto demora em média o retorno do investimento?

“Depende de quando ela foi implementada, como é cultura sazonal, se for um investimento que se inicia no verão, a cada real investido o retorno ocorre em seis meses pois é uma hortaliça consumida mais no verão.”

Falando um pouco sobre o protótipo implementado na produção, houve algum impacto, que foi notado? Quando da sua explicação para introduzir esse mecanismo no sistema de hidroponia, não tinha ideia de como funcionaria, ou até mesmo no que fosse auxiliar. Contudo, o que mais chamou atenção foi a observação da variação da temperatura da água, medida a qual não era possível se analisar anteriormente.

Então, quantas vezes, em média, acessava o aplicativo? Acessava de duas a três vezes ao dia.

E, ao utilizar o aplicativo, analisando as variáveis para o processo produtivo em tempo real, qual era a sua expectativa? A expectativa em saber como se comportava a adubação dentro da caixa/ canos.

Após a utilização do protótipo de monitoramento, pode observar vantagens ao utilizar esse sistema? Com certeza. A principal vantagem foi obter o conhecimento de como acontece a variação da temperatura da água e do pH das no decorrer dos dias.

Sendo assim, você acredita que essa “nova” tecnologia tende a ser de uso frequente no setor hortaliças? “Acredito que sim, em plantações onde se aplica bastante tecnologia envolve uma vantagem competitiva.”

Acreditando que, mediante a utilização deste protótipo, acompanhando diariamente as informações obtidas, você poderia dar algumas ideias que possa implementar o protótipo? A variável que poderia ser implementação é a variação da condutividade elétrica.

A partir da utilização do protótipo, você implantaria esse sistema, que lhe auxiliaria para o monitoramento da produção? “É possível que sim, utilizando em uma caixa central, onde fica a mistura dos substratos com a água observando a produção das hortaliças. “

Além da entrevista estruturada foi possível analisar os dados retirados do sensor de temperatura de água e elaborar gráficos. As Figuras 22 e 23 consistem em gráficos de análise de 610 medições feitas através do protótipo no decorrer de quatro dias, cada qual em semanas diferentes. A partir dos mesmos foi possível

analisar o comportamento da temperatura da água e, essa análise foi solicitada pelo usuário pois, de acordo com a temperatura da água o pH sofre alterações, como mostrado também no aplicativo. Com essa análise é possível fazer com que o usuário consiga realizar uma mistura dos nutrientes da solução que entra em contato com as raízes da hidroponia, e assim fazer com que elas se desenvolvam de maneira mais eficiente.

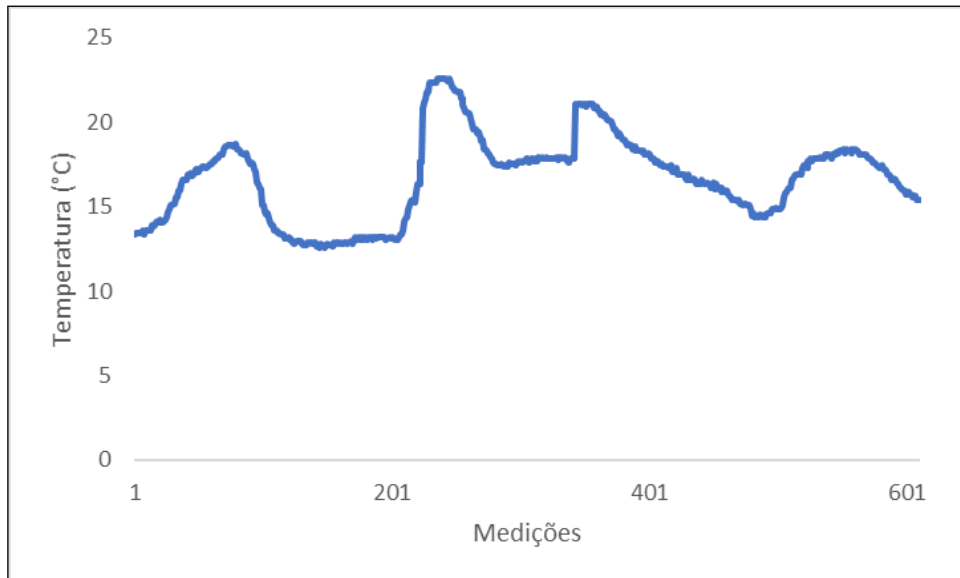


Figura 22 - Medição de temperatura da água da primeira semana
Fonte: Autor

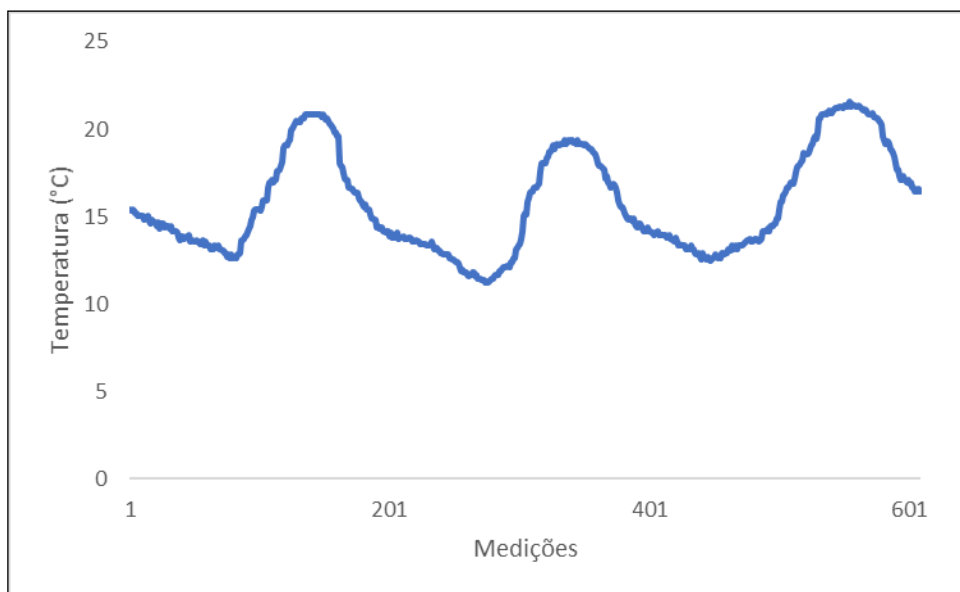


Figura 23 - Medição de temperatura da água da segunda semana
Fonte: Autor

Ao analisar os gráficos é possível perceber que a temperatura da água

varia em torno de 5°C em um período, isso demonstra que no período noturno (depressões do gráfico) a temperatura da água é mais baixa do que no decorrer do dia (picos mais altos de temperatura). A partir dessa variação é possível se pensar em alternativas que faça com que o usuário consiga controlar o pH de acordo com os dados demonstrados.

Esses dados foram importantes no decorrer do experimento pois assim o usuário conseguia diminuir a variação do pH adicionando ou não mais substratos na solução em períodos onde ocorriam a maior variação de temperatura da água, isto fez com que não ocorresse variações bruscas na pH nesses períodos, e assim otimizando a produção da hortaliça.

Quando se compara a produção das alfaces que eram monitoradas e as não monitoradas não se nota diferenças na produtividade, nem nos aspectos físicos das plantas, isto pode ser dar ao fato que a amostra analisada era pequena para que fosse possível executar estudos mais aprofundados das mudanças sentidas no cultivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o crescimento populacional surgiu a necessidade de se buscar alternativas para suprir a necessidade alimentar da mesma, uma dessas alternativas, conhecidas como cultivo hidropônico, busca além de reduzir o consumo de água, busca ocupar um menor espaço com a mesma eficiência de outros tipos de cultivo, esse tipo de cultivo vem crescendo e substituindo o cultivo convencional, o qual ocupa um maior espaço, e acaba sendo afetado por fatores climáticos como excesso de ventos, e pragas comuns dessa cultura.

A participação no mercado da produção hidropônica vem crescendo consideravelmente, por apresentar produto limpo, individual e em qualquer ponto de venda. Outro fator que se pode comentar é decorrente da mudança de hábitos alimentares da população que na busca por produtos saudáveis acabam inserindo em seu cardápio verduras, frutas e legumes.

A pesquisa em si, vinculadas ao objetivo geral, buscou demonstrar as oportunidades que a Quarta Revolução Industrial trouxe para o campo, uma delas apresentada foi o uso de Internet das Coisas como meio de monitoramento de uma estufa hidropônica com cultivo de *Lactuca Sativa*.

De modo geral, a implantação do protótipo na propriedade apresentou alguns resultados esperados quando se fala sobre as novas tecnologias da Quarta Revolução Industrial inseridas no campo. Um deles foi a comprovação de que essa revolução industrial pode, sim, estar inserida em diversos meios de produção, no caso analisado foi a produção da *Lactuca Sativa* em um ambiente que trazia algumas características esperadas pela mesma, como o plantio de forma hidropônica. Outra característica, foram os benefícios com relação ao monitoramento através de um aparelho móvel pelo usuário, variáveis as quais ele não possuía o monitoramento em tempo real.

Por fim, o trabalho conseguiu atingir os objetivos propostos, analisando as vantagens que essas tecnologias têm na Agricultura 4.0, como a facilidade do monitoramento e um baixo custo, isto através da prototipagem de um aplicativo de internet das coisas e, identificar os conceitos através de bibliografias da Quarta Revolução Industrial inseridas na Agricultura 4.0, um deles é através da

mecanização e utilização de sensores que se comunicam ponta a ponta.

Para sugestões de trabalhos futuros pode-se pensar em analisar o cenário da Agricultura 4.0 em outras culturas, além do mais analisar como as variáveis se comportam quando submetidas a outros aspectos da Quarta Revolução Industrial, como a utilização de Big Data e Inteligência Artificial.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **ONU diz que população mundial chegará a 8,6 bilhões de pessoas em 2030**. 21 jun. 2017. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2017-06/onu-diz-que-populacao-mundial-chegara-86-bilhoes-de-pessoas-em-2030>>. Acessado em: 25 out. 2018.

AGROTÉCNICA. **Agricultura 4.0: como impulsar la innovación y garantizar el acceso a la Agricultura Digital a todos los agricultores**. 2017. Disponível em: <<https://agrotecnica.online/cema-debate-la-cumbre-agricultura-4-0-impulsar-la-innovacion-garantizar-acceso-la-agricultura-digital-todos-los-agricultores/>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

ANUÁRIO BRASIL HIDROPONIA. Novo Hamburgo: **Revista Hidroponia**, v. 1, n. 1, Anual. Acessado em: 24 set. 2018.

BARCELOS, Jorge. Maior qualidade dos produtos e economia de insumos são alguns dos benefícios de cultivo sem solo. **Anuário Brasil Hidroponia**. Santa Catarina, v. 1, n. 1, p. 32-33. Anual. Disponível em: <<http://www.revistahidroponia.com.br/anuario/apresentacao>>. Acesso em: 08 out. 2018.

BEZERRA, Rozélia; CAMELO, Pâmela. A revolução industrial, a modificação do espaço rural e a cultura de paz: uma experiência em sala de aula. **Revista Rural & Urbano**, Recife, v. 01, n. 01, p. 143-150, jun. 2016. Anual. Disponível em: <<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiOn7KkjdTdAhVKgJAKHXxDAmQQFjAHegQIBBAC&url=http%3A%2F%2Fwww.revista.ufpe.br%2Ffruralurbano%2Findex.php%2Ffruralurbano%2Farticle%2Fdownload%2F19%2F20&usg=AOvVaw0NNZk9VINUFvzTLBiMY4YN>>. Acesso em: 24 set. 2018.

BRASIL. **Agenda brasileira para a Indústria 4.0 - O Brasil preparado para os desafios do futuro**. Disponível em: <<http://www.industria40.gov.br/>>. Acessado em: 20 set. 2018.

BRASIL. **Mais de 67% das lavouras usam tecnologia na produção agrícola**. 04 de 2017. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/infraestrutura/2017/04/mais-de-67-das-lavouras-usam-tecnologia-na-producao-agricola>>. Acessado em: 10 out. 2018.

CEAGESP. **Alface**. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/produtos/alface-crespa/>>. Acessado em: 19 set. 2018.

CEPEA, **PIB do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acessado em: 20 set. 2018.

CLERCQ, Matthieu de. VALTS, Anshu. BIEL, Alvaro. Agriculture 4.0: The future of farming technology. World Government Summit. **Anais**. Fev. 2018. Dubai. Disponível em:<<https://www.worldgovernmentsummit.org/api/publications/document?id=95df8ac4-e97c-6578-b2f8-ff0000a7ddb6>>. Acessado em: 30 out. 2018.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL- CNA – **Revistas Hortaliças**. Disponível em:<http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/11_hortaliças.pdf>. Acessado em: 18 out. 2018.

COSTA, A., LEAL, P.A.M., Produção de alface hidropônica em três ambiente de cultivo. **Revista Engenharia Agrícola**., Jaboticabal, v.29, n.3, p.358-369, jul./set. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v29n3/a03v29n3>>. Acessado em: 11 Set. 2018

DIAS, Daniel Souza; MARTINS, Ernane Ronie. Produção Vertical. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v. 76, n. 11, p.12-13, nov. 2012. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/acervo/164>>. Acesso em: 18 out. 2018.

EMATER-PR. **Produção Agrícola**. Disponível em:<<http://www.emater.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=169>>. Acessado em: 08 out. 2018.

FACHIN, Ricardo. **Agricultura 4.0: revolução tecnológica no campo**. Disponível em:< <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/agricultura-4-0-revolucao-tecnologica-no-campo>>. Acessado em: 01 out. 2018.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade na pesquisa científica**. Campinas, SP: Papyrus Editora, 2017.

FIGUEIREDO, Nélia Maria Almeida de. **Método e metodologia na pesquisa científica**. São Paulo: Yendis Editora, 2008.

HORTIESCOLA. **Morfologia do Alface**. Disponível em: <<http://www.hortiescolha.com.br/hortipedia/produto/alface>>. Acessado em: 27 set. 2018.

IBGE, **Aquisição alimentar domiciliar per capita anual (Quilogramas), 2002 a 2008**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/2393>>. Acessado: 12 set. 2018.

IBGE. **Fabricação de Alface no ano de 2006**. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/819#resultado>>. Acessado: 18 set. 2018.

INAMASU, Ricardo. **A agricultura está avançando: conheça os avanços da tecnologia**. Disponível em: <<https://digital.agrishow.com.br/voce-esta-preparado-para-o-futuro-da-agricultura/>>. Acessado em: 05 out. 2018.

KAUARKA, Fabiana. MANHÃES, Fernanda Castro. MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da pesquisa: um guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

KOTHMAYR, A. Kemper. **A real-time service oriented architecture for Industry 4.0**. Disponível em: <<http://kothmayr.net/research/rtsoa/>>. Acessado em: 25 set. 2018.

KNOT, Cesar. **KNot Network of Things**. . Disponível em: <<https://www.knot.cesar.org.br/>>. Acessado em: 15 mar. 2019.

LOPES, Maurício Antônio. Saúde, nutrição e os alimentos do futuro. **Correio Brasiliense**. Brasília, p. 13-13. 15 abr. 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/133016/1/Saude-nutricao-e-alimentos.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2018.

_, Maurício Antônio. **O Brasil já se destaca na Agricultura 4.0”, avalia presidente da Embrapa em entrevista exclusiva**. 2017 Disponível em: <<https://digital.agrishow.com.br/o-brasil-ja-se-destaca-na-agricultura-4-0-avalia-presidente-da-embrapa-em-entrevista-exclusiva/>>. Acessado em: 05 out. 2018.

LIMA, Márcio Emanuel de. **Avaliação do desempenho da cultura da alface (lactuca sativa) cultivada em sistema orgânico de produção, sob diferentes lâminas de irrigação e coberturas do solo**. 2007. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Fitotécnica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/daniel/Downloads/Material/Teses%20Orientadas/Dissertacao%20Marcio.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2018.

MALDONADE, Iriani Rodrigues. **Manual de boas práticas na produção de Alface**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014. Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/hortalias/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1009227/manual-de-boas-praticas-agricolas-na-producao-de-alface>>. Acessado em: 20 set.de 2018.

MAGRANI, Eduardo. **A internet das coisas**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018.

MARTINS, Gilberto Andrade, LINTZ, Alexandre. **Guia para elaboração de monografias e trabalhos de conclusão de curso, 2ª edição**. São Paulo: Atlas, 2007.

MARTINS, Roberto Antônio, MELLO, Carlos Pereira, TURRIONI, Joao Batista . **Guia para elaboração de monografia e TCC em engenharia de produção**. São Paulo: Atlas, 2013.

MARCZAK, Roberson. **10 características do agronegócio que vão forçar o desenvolvimento da Agricultura 4.0**. 2016 Disponível em: <<https://digital.agrishow.com.br/10-caracteristicas-do-agronegocio-que-vao-forcar-o-desenvolvimento-da-agricultura-4-0/>> . Acessado em: 05 out. 2017.

MATIAS-PEREIRA, José. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica, 4ª edição**. São Paulo: Atlas, 2016.

MAXIMIANO, Antonio Amaru. **Teoria Geral da Administração - Da Revolução Urbana à Revolução Digital, 8ª edição**. São Paulo: Atlas, 2017.

MEDEIROS, Luciano Frontino de. **Inteligência artificial aplicada: uma abordagem introdutória**. Curitiba: InterSaberes, 2018.

MERCADO LIVRE. Sensor de pH. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1042318108-modulo-sensor-ph-eletrodo-sonda-bnc-arduino-phmetro-_JM?quantity=1>. Acessado em: 01 abr. 2019.

MICHAELIS. **Dicionário Língua Portuguesa**. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/>>. Acessado em:01 out. 2018.

MOREIRA, Leandro Domingos. **Indústria 4.0: estudo da cadeia produtiva da madeira no paraná**. 2017. 68 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Gestão de Tecnologia da Informação e Comunicação, Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8493/1/CT_GETIC_2016_5.pdf> . Acesso em: 29 out. 2018.

NEVES, Marcos Fava; PINTO, Mairun Junqueira Alves. Mapeamento e Quantificação da Cadeia de Flores e Plantas Ornamentais do Brasil. **Agronegócio**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.132, nov. 2015. Disponível em: <http://oces.org.br/download/Livro_Mapeamento_e_Quantificacao_Cadeia_de_Flores_FINAL.pdf>. Acessado em: 29 out. 2018.

NOVELLI, Natan tu. **Agronegócio: a aplicação da indústria 4.0 na melhora da produtividade e rendimento**. Disponível em: <<https://paineira.usp.br/aun/index.php/2017/06/29/agronegocio-a-aplicacao-da-industria-4-0-na-melhora-da-produtividade-e-rendimento/>>. Acessado em: 10 out. 2017

O FUTURO DAS COISAS. Online. 2018. Disponível em:<<http://ofuturodascoisas.com/wp-content/uploads/2016/09/Ind%C3%BAria-4.0.png>>. Acesso em: 10 out. 2018.

OHSE, Silvana et al. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 181-185, Mar. 2001. Disponível: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162001000100027&lng=en&nrm=iso>. Acessado:11 Set. 2018

O'GRADY, Michael J.; O'HARE, Gregory M.p.. Modelling the smart farm. **Information Processing In Agriculture**, [s.l.], v. 4, n. 3, p.179-187, set. 2017. Elsevier BV. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.inpa.2017.05.001>>. Acessado: 18 set. de 2018.

PADILHA, Werter. **5 setores nos quais o IOT deve crescer em 2018 no Brasil**. Disponível em: <<http://tiinside.com.br/tiinside/23/01/2018/5-setores-nos-quais-iot-deve-crescer-em-2018-no-brasil/>>. Acessado em: 02 out. 2018.

PARRONCHI, Pietro. **Os Pioneiros do desenvolvimento e a Nova Agricultura 4.0: desenvolvimento econômico a partir do campo?**. Disponível em: <http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:HnGcCDIQRKMJ:scholar.google.com/&hl=pt-BR&as_sdt=0,5&as_vis=1>. Acessado em: 24 set. 2018.

PAULUS, Dalva et al. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 1, p. 110-117, fev.2012. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2012000100016&lng=pt&nrm=iso>. Acessado: 11 set. 2018.

PETER, P. **A Beginner's Guide to the ESP8266**. Disponível em:

<<https://tttapa.github.io/ESP8266/Chap01%20-%20ESP8266.html>>. Acessado em: 29 mar. 2019.

PINTO, Luis Eduardo Vieira; GODINHO, Angela Madalena M; MARTINS, Fernando Bernardo. Produção de alface em sistema hidropônico em função de mudas produzidas com auxílio de iluminação artificial complementar. **Colloquium Agrariae**, [s.l.], v. 11, n. p.51-57, 20 dez. 2015. Associação Prudentina de Educação e Cultura (APEC). <http://dx.doi.org/10.5747/ca.2015.v11.nesp.000154>.

RIBEIRO, Josiane Gonçalves; MARINHO, Douglas Yusuf; ESPINOSA, Jose Waldo Martínez. Agricultura 4.0: Desafios à produção de alimentos e inovações tecnológicas. Simpósio de Engenharia de Produção (SIENPRO). **Anais**. Catalão, Goiás. 2018. Disponível em: <http://sienpro.catalao.ufg.br/up/1012/o/AGRICULTURA_4.0_DESAFIOS_%C3%80_PRODU%C3%87%C3%83O_DE_ALIMENTOS_E_INOVA%C3%87%C3%95ES_TECNOL%C3%93GICAS.pdf>. Acessado em: 30 out. 2018.

RIBEIRO, Luiz. Hidroponia garante lucro no cultivo de hortaliças. Menor consumo de água em relação ao plantio no solo, otimização de espaço e de mão de obra, além da redução do gasto com agrotóxicos, têm atraído a atenção para o sistema hidropônico. **EM**, 2017. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/agropecuario/2017/06/26/interna_agropecuario,878988/hidroponia-garante-lucro-no-cultivo-de-hortalicas.shtml>. Acessado em: 11 set. 2018

RIZZO, José. **Saiba o que é a Indústria 4.0 e descubra as oportunidades que ela gera**. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/saiba-o-que-e-a-industria-40-e-descubra-as-oportunidades-que-ela-gera,11e01bc9c86f8510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acessado: 24 set. 2018.

SANCHEZ, Sergio Veraguas. **Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo NFT em dois ambientes protegidos em Ribeirão Preto (SP)**. 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pv/m/2802.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2019.

SERRANO, Tiago Medici. **Introdução ao Blynk APP**. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/introducao-ao-blynk-app/>>. Acessado em: 14 abr. 2019

STEVAN, Sergio Luiz Jr.; LEME, Murilo Oliveira; SANTOS, Mas Mauro Dias. **Indústria 4.0: fundamentos, perspectivas e aplicações**. São Paulo: Érica, 2018.

SILVA, A.P.P.; MELO, B. **HIDROPONIA**. 2003. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/hidropo.htm>>. Acesso em: 09 maio 2019.

SCHWAB, Klaus. **Aplicando a quarta revolução industrial**. São Paulo: EDIPRO, 2018.

__. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: EDIPRO, 2016.

SILVA, A. P.P; MELO, B. **Hidrôponia**. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/hidropo.htm>>. Acessado em: 20 mai 2019.

SILVA, Carisa Rocha da. **Cultivo hidropônico de alface com soluções organominerais apropriadas a agricultura familiar**. 2016. 88 f. Dissertação (Pós Graduação) - Curso de Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016. Disponível em: <<http://pos-graduacao.uepb.edu.br/ppgca/download/DISSERTACAO-CARISA-ROCHA-DA-SILVA-2016.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2018.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA, “terá de se adequar às novas tendências do mercado de consumo no Brasil”. 2017. Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/agricultor-tera-de-se-adequar-as-novas-tendencias-do-mercado-de-consumo-no-brasil/>>. Acesso em: 24 mar. 2019.

THOMSEN, Adilso. **O que é arduino?**. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>>. Acessado em: 27 set. 2018.

VAZ, Ragiâne Maura R.; JUNQUEIRA, Ana Maria R. Desempenho de três cultivares de alface sob cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 178-189, 1998. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/biblioteca/hb_16_2.pdf#page=80>. Acesso em: 11 set. 2018.

APÊNDICE A

Código do Protótipo

```

#define BLYNK_PRINT Serial

#include <ESP8266_Lib.h>
#include <BlynkSimpleShieldEsp8266.h>
#include <DHT.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

char auth[] = "9572d97d5b66470e86640588e0c2daea";
char ssid[] = "NOMEDAREDE";
char pass[] = "SENHADAREDE";

#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial EspSerial(2, 3);

#define ESP8266_BAUD 115200
ESP8266wifi(&EspSerial);
#define DHTPIN 4
#define ph_pin A0
#define DHTTYPE DHT22
OneWire pino(5);
DallasTemperature barramento(&pino);
DeviceAddress sensor;

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
BlynkTimer timer;

float readPH() {
int measure = analogRead(ph_pin);
double voltage = 5 / 1024.0 *measure;
float Po = 7 + ((2.54 - voltage) /0.19); return Po;
}

float readAgua() {
barramento.requestTemperatures();
float temperatura = barramento.getTempC(sensor);
return temperatura;
}

void sendSensor()
{
float h = dht.readHumidity();
float t = dht.readTemperature(); //

Blynk.virtualWrite(V5, h); Serial.print("H: ");
Serial.print(h); Blynk.virtualWrite(V6, t);

```

```
Serial.print(" T: ");
Serial.print(t);
Serial.print("\n");
}

void sendSensor1()
{
  Blynk.virtualWrite(V7, readPH());
  Serial.print(" PH: ");
  Serial.print(readPH());
  Serial.print("\n");
}

void sendSensor2()
{
  Serial.print(" TA: ");
  Serial.print(readAgua());
  Blynk.virtualWrite(V8, readAgua());
  Serial.print("\n");
}

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  EspSerial.begin(ESP8266_BAUD);
  Blynk.begin(auth, wifi, ssid, pass);
  dht.begin();
  barramento.begin();
  barramento.getAddress(sensor, 0);

  timer.setInterval(5000, sendSensor);
  timer.setInterval(2000, sendSensor1);
  timer.setInterval(3000, sendSensor2);
}

void loop()
{
  Blynk.run();
  timer.run();
}
```

APÊNDICE B

Questionário

1-A produção de lactuca sativa (alface), é somente através da hidroponia, ou ocorre plantação tradicional em solo?

2-Como conheceu a técnica de hidroponia?

3-Através desta técnica acredita que há maior aceitação do consumidor?

4-Quanto demora em média o retorno do investimento?

5-Falando um pouco sobre o protótipo implementado na produção, houve algum impacto que foi notado?

6-Então, quantas vezes, em média, acessava o aplicativo?

7-Ao utilizar o aplicativo, analisando as variáveis para o processo produtivo em tempo real, qual era a sua expectativa?

8-Você acredita que essa “nova” tecnologia tende a ser de uso frequente no setor hortaliças?

9-Você poderia dar algumas ideias que possa complementar o protótipo?

10-Você implantaria esse sistema, que lhe auxiliaria para o monitoramento da produção?