

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

JOSE ROBERTO DE FREITAS JUNIOR

**AUTOMAÇÃO NA AGRICULTURA: UM ESTUDO DE CASO SOBRE
CONTROLE DE FERTIRRIGAÇÃO EM ESTUFA HIDROPONICA**

CARATINGA

2018



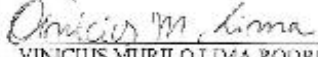
JOSE ROBERTO DE FREITAS JUNIOR

**AUTOMAÇÃO NA AGRICULTURA: UM ESTUDO DE CASO SOBRE
CONTROLE DE FERTIRRIGAÇÃO EM ESTUFA HIDROPONICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Elétrica da Faculdade Doctum de Caratinga, como parte dos requisitos necessários para a obtenção da disciplina TCC II.

Orientador: Prof. Joildo Fernandes Costa Junior

**CARATINGA
2018.**

| | |
|---|--|
|  <p>rede de ensino DOCTUM</p> | <p>FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA FORMULÁRIO 8 TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO</p> |
| <p>TERMO DE APROVAÇÃO</p> | |
| <p>TERMO DE APROVAÇÃO</p> | |
| <p>O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: AUTOMAÇÃO NA AFRICULTURA; UM ESTUDO DE CASO SOBRE CONTROLE DE FERTIRRIGAÇÃO EM ESTUFA HIDROPONICA, elaborado pelo(s) aluno(s) JOSÉ ROBERTO DE FREITAS JUNIOR, foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA ELÉTRICA das FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de</p> | |
| <p>BACHAREL EM ENGENHARIA ELÉTRICA.</p> | |
| <p>Caratinga 05/12/2018</p> | |
| <p> _____ JOLDO FERNANDES COSTA JUNIOR Prof. Orientador</p> | |
| <p>_____ REGINALDO EUSTÁQUIO Prof. Avaliador 1</p> | |
| <p> _____ VINICIUS MURILO LIMA RODRIGUES Prof. Examinador 2</p> | |

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Jose e Elizabeth, por terem me proporcionado não apenas o suporte necessário para realização deste trabalho, mas em todos os aspectos da vida.

Agradeço a minha namorada, Jéssica, por estar sempre ali quando precisei, pela paciência nos momentos difíceis e pelo amor. Aos amigos e colegas de curso, obrigado pela ajuda e suporte providos por vocês ao longo dos anos, em especial aqueles que estão comigo desde o início. Aos meus professores, sem vocês nada disso seria possível. Obrigado por dedicarem suas vidas a ensinar as futuras gerações.

A equipe da Doctum de Caratinga. Ao professor Joildo Fernandes, obrigado por todo o apoio durante a realização deste trabalho, sua conclusão não seria possível sem a sua ajuda.

RESUMO

Nesse trabalho, circuitos eletrônicos de baixo custo foram propostos, calibrados e validados para medição, em tempo real, de monitoramento da condutividade elétrica, na faixa de 1,3 ds/m a 2,0 ds/m, pH da solução entre 6 a 6,8 e controlar a temperatura do ambiente interno da estufa, entre 16 a 25 grau célsius. Com a utilização deste sistema, procura-se diminuir a intervenção humana na coleta de dados e no manejo do cultivo hidropônico, reduzindo os trabalhos repetitivos e os erros que normalmente acompanham estas atividades. Todo o equipamento foi desenvolvido pensando em uma maior simplicidade para facilitar a manutenção e reduzir os custos.

Um das principais vantagens comparativas entre os sistemas de cultivos hidropônico e sistema de cultivo no campo, responsáveis pela produção da alface é aproveitamento de área na hidroponia. No entanto, cabe ao produtor monitorar cada fase da produção da alface hidropônica, pois isto é fator fundamental para a obtenção de altas produtividades neste sistema.

Palavras-chave: Hidropônica, Automação, Fertirrigação

ABSTRACT

The correct management of fertirrigation becomes of great importance within the hydroponics. Such tools allow greater precision in handling, such as, analyze the reading of electrical conductivity, pH and temperature. Several factors can alter these analyzes, such as evaporation of the nutrient solution, plant absorption and high temperature. For a suitable fertirrigation and necessary to maintain, an electrical conductivity of 1.3 ds / m to 2.0 ds / m, solution pH between 6 to 6.8 and ideal temperature between 16 to 25 degree Celsius. The objective of this work is to simulate the hydroponic greenhouse, using a software to analyze and alert the farmer if the electrical conductivity and pH of the solution is out of order, to automatically analyze and correct the temperature through two hoods installed inside the greenhouse and using a screen of protection against pests to make open the side of the greenhouse.

Key words: Hydroponics, Management, Fertirrigation.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----------|
| Tabela 2 Avaliação do pH para suportes de cultura | 27 |
| Tabela 3 Como controlar o pH em suportes de cultura..... | 27 |

NFT Técnica do fluxo laminar

PH Potencial hidrogênio

PVC Policloreto de vinil

LED Light Emitting Diode – Diodo Emissor de Luz.

EDTA Ácido etilenodiamino tetra acético

ADDHA Ácido etilenotriaminopenta

DTPA Ácido dietilenotriaminopenta acético

IDE Integrated Development Environment -Ambiente integral de desenvolvimento

USB Universal Serial Bus -Porta universal

CM Unidade de medida de centímetro

MM Unidade de medida de Milímetros

GPS Sistema de posicionamento global

GND Filtro graduado de densidade neutra

V Medida de tensão elétrica

ON Ligado

LCD Liquid Crystal Display -Tela de cristal liquido

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|--------------------------------------|
| Figura 1 Sistema NFT | 17 |
| Figura 2 Arduino | 31 |
| Figura 3 Motor de vidro | Erro! Indicador não definido. |
| Figura 4 Sensor de condutividade elétrica | 36 |
| Figura 5 Medidor de pH | 36 |
| Figura 6 Sensor de Temperatura | 37 |
| Figura 7 Display de LCD | 37 |
| Figura 8 Ventoinha..... | 39 |
| Figura 9 Sensor fim de curso..... | 40 |
| Figura 10 Potenciômetro | 40 |
| Figura 11 Estrutura do circuito..... | 43 |
| Figura 12 Fluxograma..... | 44 |
| Figura 13 Placa de circuito impresso..... | 45 |
| Figura 14 Fios utilizados para montagem do circuito | 46 |
| Figura 15 Circuito elétrico da estufa | 46 |
| Figura 16 Programação | 47 |
| Figura 17 Iniciando Dispositivo | 48 |
| Figura 18 Controle normal | 49 |
| Figura 19 Lateral fechada, sensor se fim de curso acionado | 49 |
| Figura 20 Temperatura alta | 50 |
| Figura 21 Abertura da lateral | 50 |
| Figura 22 Condutividade baixa | 51 |
| Figura 23 Mensagem de alerta de condutividade | 52 |
| Figura 24 Após correção temperatura, pH, condutividade elétrica ideal...53 | |

SUMÁRIO

| | |
|---|--------------------------------------|
| INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 2 OBJETIVOS..... | 13 |
| 2.1 Objetivo Geral | 14 |
| 2.2 Objetivo Específico | 14 |
| 3 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 14 |
| 3.1 Nutrientes e outros requisitos..... | 16 |
| 3.1.1 Nutrientes | 18 |
| 3.1.2 Macronutrientes..... | 18 |
| 3.1.3 Micronutrientes | 20 |
| 3.2 Água..... | 22 |
| 3.3 Oxigênio | Erro! Indicador não definido. |
| 3.4 Fatores importantes no sistema de hidroponia | 23 |
| 3.4.1 Medidor de pH | 23 |
| 3.4.2 Medidor de Condutividade elétrica | 23 |
| 3.4.3 Temperatura | 23 |
| 3.5 Automação na agricultura | 24 |
| 3.5.1 Importância da automação na agricultura | 24 |
| 3.5.2 Aplicações da automação na hidropônica | 25 |
| 3.6 Gestão da nutrição da alface | 26 |
| 3.6.1 Preparando a concentração de nutrientes e a solução nutriente fornecido para as culturas | 28 |
| 3.7 O Arduino: História, Funções e Características técnicas | 30 |
| 4 METODOLOGIA | 41 |
| 4.1 Produção da Maquete | 41 |
| 4.2 Detalhes da maquete..... | 42 |
| 4.3 Detalhes Técnicos Da Maquete | 42 |
| 4.3.1 Estrutura..... | 42 |
| 4.3.2 Fluxograma | 43 |

| | |
|---|-----------|
| 4.3.3 Montagem do sistema e circuitos | 45 |
| 4.3.4 Desenvolvimento do software | 47 |
| 4.3.5. Aplicação da prática na estufa hidropônica | 48 |
| 5 RESULTADOS OBTIDOS | 53 |
| 6 CONCLUSÃO | 54 |
| 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 55 |

INTRODUÇÃO

Devido às mudanças no hábito alimentar do consumidor que vem preocupando-se mais com a saúde, o consumo de alface vem aumentando a cada ano sendo necessário sua produção diária durante todo o ano. Desta maneira, nos últimos anos têm sido desenvolvidos e adotados sistemas de cultivo protegido (SOUZA et al., 1994), principalmente o hidropônico. Essas técnicas viabilizam a produção durante o ano todo, facilitam o manejo da cultura, melhoram o aproveitamento dos insumos, controlam parcialmente as condições ambientais adversas. Além disso, o produto final é muito mais limpo, proporcionando ao consumidor maior praticidade na limpeza do produto antes do consumo (FURLANI, *et al*, 2002).

A hidroponia é uma das técnicas de cultivo, que está ganhando espaço entre agricultores, proporcionando um aumento significativo na produção, mantendo qualidade e controle de pragas mais adequado. O sistema hidropônico não utiliza o solo como meio de plantio, todos os nutrientes que a planta precisa para desenvolvimento e produção são fornecidos somente por água enriquecida (solução nutritiva) com os elementos necessários: nitrogênio, potássio, fósforo, magnésio, dissolvidos na forma de sais onde a planta recebe todos os nutrientes responsável pelo seu crescimento.

O custo inicial para à implantação do sistema hidropônico, ainda é muito elevado, isso se deve a tecnologia utilizada no processo, assim como o uso de outros equipamentos (timer, bomba, reservatório, encanamentos, além dos custos como a mão de obra, insumos, energia elétrica, água, transporte, etc.).

Segundo Alberoni (1998) a automação na hidroponia tem como objetivo a redução de custos e de erros no controle da produção. Um controle correto dos processos em um sistema de cultivo hidropônico proporcionará ao final deste uma maior produtividade e melhor qualidade do seu produto.

Ao longo das últimas décadas a mecanização dos processos produtivos têm se concentrado em substituir através de processos automatizado, tarefas desempenhadas pela produtividade braçal. No entanto, atualmente os desenvolvedores dessas tecnologias estão indo mais longe, pois precisa ser feito com menos recursos: a água, o solo e o clima são elementos cada vez mais limitados. De fato, para o Banco Mundial, no futuro é necessário um sistema agrícola que produza 50% a mais de alimentos para abastecer as 9 bilhões de pessoas que habitarão o planeta em 2050, fazendo isso de maneira a fornecer

uma solução nutricional ótima, utilizando de recursos de forma eficiente que mantenha o equilíbrio do meio ambiente (JUNIOR, 2018).

Superar as dificuldades técnicas de trabalhar com frutas e vegetais delicados, trabalhar em terreno imprevisível e condições climáticas, serão obstáculos para os desenvolvedores levarem a automação ao mercado, inclusive no que se refere à fertirrigação em estufas hidropônicas. O ritmo de adoção do mercado de automação na agricultura é imprevisível, pois é baseado no custo do equipamento, nas pressões competitivas, na cultura de gestão dos negócios e na oferta de mão de obra.

A automação é, no entanto, uma característica central da visão emergente da agricultura de precisão orientada por dados. Essa visão exige repensar o gerenciamento do empreendimento. O gerente de hoje pode exercer controle sobre insumos e uso de recursos em um nível de granularidade sem precedentes. Essa capacidade abre caminho para uma agricultura mais rentável, produtiva e ambientalmente sustentável. E, torna claro o foco central do gerenciamento do século XXI - alavancando a inteligência da força de trabalho híbrida entre máquinas e humanos.

Diante do exposto, este trabalho propõe uma análise das variáveis que interferem no sucesso do manejo na cultura da alface, sendo condutividade elétrica, PH da solução e temperatura do meio ambiente, além de propor um modelo de controle de temperatura nas estufas. Através da elaboração de uma maquete que simula a realidade na proposta de um modelo produtivo de manejo.

2 OBJETIVOS

Os objetivos que se propôs alcançar com este trabalho foram divididos em duas vertentes, como seguem.

2.1 Objetivo Geral

A ideia principal do projeto é analisar a leitura da condutividade elétrica, pH da solução e temperatura do ambiente, além de acionar os exaustores automaticamente de modo a abrir a lateral da estufa quando exceder a temperatura ideal, e tendo capacidade de não só fazer a leitura do pH, condutividade e manter temperatura ideal, mas sim de ajudar o produtor a ter um resultado satisfatório em relação qualidade do produto e possibilitando o produtor maior rentabilidade na comercialização.

2.2 Objetivo Específico

- ✓ Desenvolver um software para automatizar o processo de medição da condutividade, temperatura e pH que é feito manualmente;
- ✓ Apresentar um estudo que seja capaz de facilitar a vida do agricultor, melhorando o manejo e solucionando o problema de excesso de temperatura, referentes à leitura do software;
- ✓ Identificar automaticamente em tempo real condutividade elétrica, que varia de acordo com a absorção das plantas, e também manter temperatura ideal dentro da estufa, para que esse controle aconteça com sucesso será necessário a medição do pH da solução.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A Hidroponia é um sistema de cultivo sem uso de solo, onde todos os nutrientes que a planta precisa para desenvolvimento e produção são fornecidos somente por água enriquecida (solução nutritiva) com os elementos necessários: nitrogênio, potássio, fósforo, magnésio etc., dissolvidos na forma de sais. Basicamente qualquer água potável para consumo humano serve para hidroponia. (HIDROGOOD, 2018)

O potencial dos sistemas de produção hidropônico inclui:

1. Uso em lugares onde sem-terra, solo baseado, planta de crescimento não é viável;
2. Isolamento de doenças e pragas encontrados no solo;
3. Controle direto e imediato de teor de nutrientes, salinidade e acidez e ambiente de zona raiz;
4. Superior e o mais estável;
5. Intensivo plantar;
6. Maior eficiência de água e adubo;
7. Facilidade de desinfecção das estufas entre culturas;
8. Nenhuma remoção de ervas daninhas necessária;
9. Sem cultivo ou preparação do solo antes de plantar;
10. Redução dos custos operacionais associados a água e nutrientes reciclagem;
11. Diminuição da utilização de resíduos perigosos e pesticidas;
12. Mais previsível de rendimento e tempo de colheita;
13. Capacidade, em alguns sistemas, para ajustar a altura de trabalho do nível; do solo a uma altura melhor para o plantio, cultivo e colheita;
14. Capacidade de conter totalmente a água;

As limitações dos sistemas de produção hidropônico incluem:

1. Custo superior em relação à produção convencional de sistemas;

2. Um nível mais elevado de competências operacionais, em relação à produção convencional sistemas;
3. Não é economicamente viável para todas as culturas;
4. Aumento do risco de propagação do solo-carregadas doenças;
5. Maior problema de nutrição e sofrerá risco de colheita;
6. Resultados de falha de sistema na morte rápida da planta;

3.1 Nutrientes outros requisitos

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertencente à família Asteraceae, de origem asiática, e foi trazida para o Brasil pelos portugueses no século XVI. A alface é a hortaliça folhosa de maior consumo no Brasil, sendo rica em vitaminas A e C e minerais como o ferro e o fósforo. A alface é a espécie vegetal de maior expressão no sistema de cultivo em hidroponia, sendo que quase todos os produtores hidropônicos optam por ela devido a sua fácil adaptação ao sistema, no qual tem revelado alto rendimento e reduções de ciclo em relação ao cultivo convencional no solo. (BOLONHEZ, 1999).

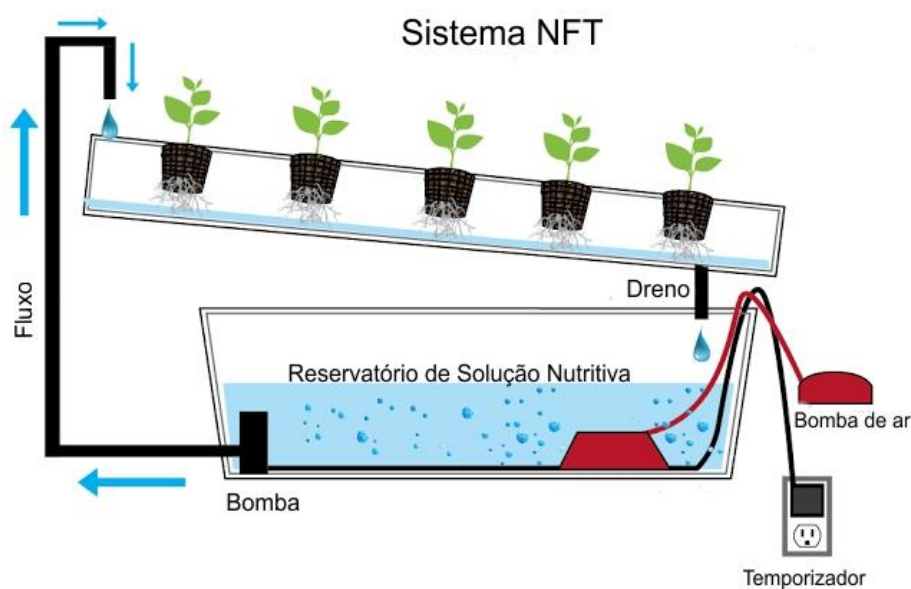
A alface tem pouca tolerância à acidez mantendo ($6 > \text{pH} < 6,8$) e moderadamente sensível à salinidade, grandes diferenças entre cultivares. Em média, a partir de uma condutividade elétrica de 1,2 ds/m a 2,0 ds/m, fora dessa faixa de condutividade ocorrerá perdas de produtividade (ANDRIOLO, 2004).

O sistema de irrigação mais usado no Brasil e no mundo para se produzir alface em hidroponia é o NFT. Existem vários tipos e modos de sistemas NFT, mas o mais comum e barato é o sistema composto por canos de PVC. Nesse sistema, as plantas são alocadas em orifícios feitos ao longo do tubo de PVC, de modo que somente as raízes se estendam para dentro do cano. Dentro desse cano, flui constantemente um filme fino de solução nutritiva, entrando em contato com as raízes.

Esses canos são dispostos com uma pequena declividade, facilitando o escoamento da solução nutritiva que entra pela parte mais alta e escoar através

das raízes até a parte mais baixa e retorna ao reservatório da solução. Para posterior bombeamento e recirculação no sistema (SILVEIRA, L.1999).

Figura 1 Sistema NFT



Fonte: Tudo hidroponia (2018)

Por outro lado, ao cultivar alface em hidroponia, o produtor tem como procedimentos básicos, o preparo das mudas na fase de germinação, da qual subdivide-se em fases de escuro (aonde se induz a germinação) que necessita entre 24 e 48 horas e logo em seguida a alface é transferida para a bancada de germinação, onde permanecerá entre 7 a 10 dias para o seu transplante (dependendo das condições microclimáticas). Após 8 a 12 dias de fase de produção da muda, a plântula é transferida para a fase intermediária, cuja duração aproxima-se a 8 a 10 dias. Já na fase final, a estimativa de cultivo é a de 22 a 25 dias, para a colheita de uma alface crespa com massa de, aproximadamente, 350 g. Assim, estima-se um ciclo total da alface hidropônica entre 38 a 47 dias (GLÁUCIO GENUÍNO, 2018).

Assim, uma das principais explicações quanto às elevadas produtividades da alface hidropônica é a eficiência no uso da área de cultivo, com ergometria de trabalho, maior eficiência do uso da água e de fertilizantes, menor

contaminação ambiental, menores perdas produtivas (estima-se uma perda de 15% a 20% entre as fases de germinação e intermediário) e, principalmente, melhor controle das variáveis produtivas (GLÁUCIO GENUÍNO, 2018).

3.1.1 Nutrientes

Nutrientes são elementos químicos e compostos necessários para o crescimento das plantas e totalizam dezessete elementos químicos vitais para o crescimento, a saber: carbono, hidrogênio e oxigênio vem da atmosfera. Os outros nutrientes provêm do solo. Em sistemas hidropônicos estas são fornecidas como minerais solúveis de água prontamente disponíveis em uma solução equilibrada de nutrientes, eliminando a necessidade para o solo (ANDRIOLO, 2004).

Em sua divisão podemos agrupar os nutrientes em micronutrientes e macronutrientes.

Por macronutrientes entende-se que são os nutrientes necessários em grandes quantidades para o crescimento da planta, incluindo: carbono (C), hidrogênio (H), nitrogênio (N), oxigênio (O), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) magnésio (Mg) e enxofre (S) (FURLANI, 1999).

Já os micronutrientes são nutrientes necessários em pequenas quantidades para o crescimento da planta, incluindo: ferro (Fe), cloro (Cl), boro (B), manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn), níquel (Ni) e molibdênio (Mo) (SILVEIRA, L.1999). Nutrientes não essenciais incluem sódio, cobalto, níquel e silício (PAIVA, 1998).

3.1.2 Macronutrientes

Esse grupo é composto por elementos que a planta necessita em elevada quantidade.

a) Nitrogênio

O nitrogênio é fundamental para o crescimento das plantas. É um componente importante dos aminoácidos, que são os blocos de construção de todas as proteínas, incluindo enzimas, que controlam os processos metabólicos. Nitrogênio está presente na clorofila, o pigmento verde necessário para a fotossíntese. Também é responsável pelo crescimento geral da planta, aumentando a qualidade de produção e folha de sementes e frutas (Gláucio Genuíno, 2018).

Uma planta absorve nitrogênio sob duas formas diferentes: é preferível a forma de nitrato (sem $^-$), o outro é a forma de amônio (NH^+). Nitrato de cálcio e nitrato de potássio são os principais fertilizantes utilizados na maioria das misturas de hidropônica. Os Nitratos de amônio e sulfatos de amônio também são usados em pequenas quantidades para fornecer a forma de amônio de nitrogênio (PEREIRA, 2015).

b) Fósforo

O fósforo é usado na fotossíntese e na produção de flores e sementes. Isso também incentiva o crescimento de raiz. Plantas deficientes em fósforo podem desenvolver esparsas folhas verde-escuras com descoloração marrom ou roxa da face inferior da folha. Os adubos mais comuns usados para fornecer fósforo em misturas hidropônicas são mono-amônio fosfato e hidrogeno fosfato de potássio (COOPER, 1975).

c) Potássio

Potássio é necessário durante todas as fases do desenvolvimento da planta, particularmente durante o desenvolvimento do fruto. É absorvido pelas plantas em quantidades maiores do que qualquer outro nutriente, com exceção do nitrogênio e em cálcio alguns casos. Ele está envolvido na produção de clorofila, açúcares e amidos e regula estomático nas folhas de abertura. Os principais adubos que costumam fornecer potássio em hidropônica e misturas são o hidrogeno fosfato de potássio nitrato e potássio. Sulfato de potássio e

cloreto de potássio podem ser usados para fornecer pequenas quantidades (COMETTI, 2000).

d) Cálcio

Cálcio é usado para a manufatura e o crescimento de células vegetais. Ele controla o transporte e a retenção de outros elementos, bem como a força total da planta. A principal fonte de cálcio em misturas de hidropônica é nitrato de cálcio. Cloreto de cálcio pode ser usado em pequenas quantidades (MARTINEZ, 2006).

e) Magnésio

O magnésio é essencial para a fotossíntese que é central para a estrutura da molécula de clorofila. Ele também ajuda a ativar muitas enzimas necessárias para o crescimento das plantas. Magnésio é fornecido em solução nutritiva hidropônica como sulfato de magnésio ou nitrato de magnésio (BERNADES, 1997).

f) Enxofre

Enxofre é essencial para a produção de proteína. Promove a ativação da enzima e é um componente de algumas vitaminas, melhorando o crescimento da raiz e produção de sementes. Em misturas hidropônicas enxofre é fornecido como o sulfato de magnésio e muitas vezes também é fornecido como parte de muitos micronutrientes (ANDRIOLO, 2004).

3.1.3 Micronutrientes

Os micronutrientes são necessários apenas em quantidades muito pequenas, e são vitais para o crescimento saudável das plantas, como estão também envolvidos na fotossíntese e componentes importantes de muitos processos de enzima (CARRASCO, 1996).

a) Ferro

O ferro é importante na fotossíntese e na respiração. É necessário para que as plantas façam açúcares e amidos. O ferro também tem um papel importante na atividade em grande parte das enzimas em uma planta. Fornecido em solução nutritiva mais comumente como ferro quelato EDTA. Existem outros tipos de quelatos de ferro, tais como ferro EDDHA e ferro DTPA que podem ser usados. Ferro também pode ser fornecido como sulfato de ferro (MARTINEZ, 2006)

b) Manganês

Manganês é usado na clorofila e é necessário para fazer com que as enzimas funcionem. Ela também é usada pelas plantas para ocupar o nitrogênio. Manganês é fornecido em solução nutritiva como com sulfato de manganês ou quelato de manganês. Cloreto de manganês também pode ser usado (ANDRIOLO, 2004).

c) Zinco

Zinco é usado pela planta para acessar a energia armazenada. É também parte de enzimas e hormônios vegetais. Zinco é fornecido em solução nutritiva como sulfato de zinco ou zinco quelato (KATAYAMA, 1993).

d) Boro

Boro é importante no desenvolvimento do pólen e das flores. É geralmente fornecido em solução nutritiva como borato de sódio (bórax) ou ácido bórico (BENOIT, 1989)

e) Cobre

Cobre é usado em uma variedade de processos de planta e é um componente de enzimas. Cobre é fornecido em solução nutritiva como sulfato de cobre ou cobre quelato (KATAYAMA, 1993).

f) Molibdênio

Molibdênio é usado pela planta para processar o nitrogênio. Molibdênio é fornecido em solução nutritiva como molibdato de sódio ou molibdato de amônio (FERREIRA, 1993).

g) Cloro

Cloro é essencial para a fotossíntese. Ele ativa as enzimas que liberam o oxigênio da água. Cloro é fornecido em solução nutritiva, se necessário, com cloreto de cálcio, cloreto de potássio ou cloreto de manganês (BENOIT, 1989).

3.2 Água

A água é primordial para que as plantas tenham condições de vida e crescimento. De importância vital, ela participa da planta através das raízes e é perdida pela transpiração das folhas e caule. A evaporação da água (transpiração) é fundamental para a planta e também permite o transporte de nutrientes minerais dissolvidos da solução solo ou nutrientes das raízes para as folhas. Também é usada para transportar e distribuir os compostos orgânicos complexos em torno da planta. Este fluxo contínuo de água através da planta fornece suporte físico, mantendo a planta inchada.

Como a água evapora das folhas, têm-se trocas de dióxido de carbono, que são usadas para a fotossíntese. Quanta água é necessária, dependerá do tipo de planta, estágio desenvolvendo, temperatura do ar, umidade relativa e luz (ANDRIOLO, 2004).

3.3 Oxigênio

O oxigênio é necessário para a respiração da planta e para a absorção de água e nutrientes. As raízes das plantas cultivadas em água rapidamente esgotam o oxigênio dissolvido e precisam de ar adicional que pode ser fornecido pela aeração da solução nutritiva (ANDRIOLO, 2004).

3.4 Fatores importantes no sistema de hidroponia

3.4.1 Medidor de pH

Sistemas de fertirrigação contêm um medidor de pH no tanque de mistura constantemente para realizar a medição do pH da solução nutritiva e ajustá-lo para atender aos requisitos. O pH é importante porque a melhor absorção de nutrientes pelas culturas é dependente do pH (DIAS, 2015).

3.4.2 Medidor de Condutividade elétrica

Sistemas de fertirrigação contêm um medidor de Condutividade elétrica no tanque de mistura e constantemente medem a condutividade elétrica da solução nutritiva e o ajustam para atender aos requisitos. A condutividade elétrica é uma medida dos sais minerais dissolvidos totais na solução nutritiva. Isto é importante porque determina a qualidade final da planta. (DIAS, 2015).

3.4.3 Temperatura

A temperatura da solução deve se manter por volta dos 25°C e não ultrapassar os 28°C. Mas, dependendo do tipo de cultivo é necessário fazer alguns ajustes na formulação para atender suas características específicas. É importante manter a solução sempre ao abrigo da luz para evitar o desenvolvimento de algas. Em regiões de muito calor, os cultivares absorvem uma quantidade maior de água do que nutrientes e é necessário trabalhar com soluções mais diluídas. (FAQUIM, 2018).

3.5 Automação na agricultura

3.5.1 Importância da automação na agricultura

O aumento da população global e mudanças nas políticas comerciais afetam os preços, a cadeia de fornecimento e a entrega de produtos alimentícios. Enquanto isso, as preferências do consumidor, especialmente nos países ocidentais, estão mudando para produtos orgânicos e produzidos de forma sustentável que exigem mais atenção, dados e mão de obra (MAPA, 2018).

Essas demandas crescentes e mutáveis precisam ser atendidas por uma indústria agrícola que enfrenta escassez de mão-de-obra e custos crescentes para o trabalho agrícola. Muitos agricultores estão enfrentando um dilema entre querer produzir e ter colheitas de alta qualidade (FURLANI, *et al*, 2002).

Aumentar a produção agrícola tem sido uma função de adicionar mais trabalhadores ou encontrar ferramentas mais eficientes para fazer o trabalho. Diante da escassez de mão-de-obra, os agricultores estão recorrendo à tecnologia para tornar as fazendas mais eficientes e automatizar o ciclo de produção agrícola (DIAS, *et al*, 2011).

É importante notar a estagnação no desempenho e produtividade das fazendas brasileiras em relação a outros países (Furlani, *et al*, 2002). Em primeiro lugar, há uma falta de investimento governamental na automação agrícola. Entre as novas tecnologias mais importantes está a automação (Robo, 2015). A automação já foi desenvolvida em indústrias cujos processos e condições são repetitivos e previsíveis. Com o tempo, esses sistemas de automação estão se tornando mais precisos, eliminando a necessidade de supervisão.

A automação na agricultura está acelerando e, o que é mais interessante, a adoção de tecnologias de outras indústrias em breve começarão a ter um impacto significativo. Exemplos dessas tecnologias incluem plataformas robóticas móveis e monitoramento remoto. Estes podem ser elementos importantes para a conversão de sistemas de trabalho intenso sem ajuda de humanos (HIDROGOOD, 2018).

A agricultura evoluirá de uma dinâmica de maximização do desempenho de um único operador e economias de escala, é bem provável que se veja o crescimento de sistemas de manejo automatizados em solo em pequenas terras agrícolas. Inicialmente, pode assumir a forma de dispositivos para realizar o monitoramento de culturas, solo, pesticidas e meio ambiente, e mais tarde se estender ao desempenho de trabalhos básicos no solo (DIAS, *et al*, 2011). O estado atual da tecnologia de sensores de baixo custo e dos módulos de comunicação sem fio já estão tornando isso possível.

A facilidade que a tecnologia trouxe com os microprocessadores, juntamente com outras novas tecnologias, como a Internet e a transmissão de dados através de redes sem fio, está transformando nosso mundo. Observa-se o caso da agricultura industrial e o que o mercado oferece hoje aos agricultores. A agricultura em grande escala tem sido mecanizada há muito tempo, agora é a hora de aproveitar todas as novas tecnologias para se tornar mais produtiva (COMETTI, 2000).

3.5.2 Aplicações da automação na hidropônica

A automação por sua vez é a aplicação de técnicas mecânico/eletrônicas para a execução de qualquer processo, especialmente o uso de robôs nas linhas de produção. A automação diminui os custos e aumenta produtividade (SOUZA, 2003).

Segundo Alberoni (1998) a automação na hidroponia tem como objetivo a redução de custos e de erros no controle da produção. Um controle correto dos processos em um sistema de cultivo hidropônico proporcionará ao final deste uma maior produtividade e melhor qualidade do seu produto.

Diversos sistemas de hidroponia automatizada já foram criados, em 1970 na Inglaterra a Técnica de Fluxo Laminar de Nutrientes, do inglês Nutrient Film Technique (NFT), essa técnica que é a mais difundida no Brasil e no mundo, funciona com uma fina lâmina de solução nutritiva que percorre ao longo do canal de cultivo e o sistema radicular da planta fica parcialmente submerso, absorvendo os nutrientes (MORAES e FURLANI, 1999).

Outras técnicas como o Sistema de Pavio, Sistema de Leito Flutuante, Sistema de Gotejamento, Sistema Aeropônico e Sistema com Substratos também são muito utilizadas, algumas para cultivos específicos (BERNARDES, 1997).

No comércio internacional, estão disponíveis sistemas de controle especialmente desenvolvidos para automatizar os procedimentos realizados manuais, como o manejo de solução nutritiva em cultivos hidropônicos. Estes sistemas apresentam diferentes características construtivas, elevados níveis de complexidade e altos custos de aquisição e de manutenção.

O sistema de automação comerciais podem ser por exemplo: painéis de controle micro processado, temporizadores, filtros, injetores, válvulas solenoides, dentre outros. Adicionalmente, sensores que podem monitorar diversas funções, tais como: condutividade elétrica, potencial hidrogênio, níveis de solução nos reservatórios, temperatura da solução, temperatura do ambiente, radiação solar, etc.

No cultivo hidropônico, no que se refere à retenção de água e nutrientes pelas raízes das plantas, a ocorrência de falhas no sistema de controle e/ou falta de energia elétrica, principalmente nos horários tipicamente mais quente do dia, podem causar danos na maioria das vezes irreversíveis à cultura.

3.6 Gestão da nutrição da alface

PH da solução afeta diretamente a nutrição da planta, principalmente a absorção de nutrientes. É mostrada na tabela 2 uma avaliação do pH, enquanto na tabela 3 mostra os métodos para o controle do pH.

Tabela 1 Avaliação do pH para suportes de cultura

| | |
|----------------------|----------------|
| Extremamente baixa | 4.5 ou menos |
| Muito baixa | 4.6-4.7 |
| Baixa | 4.8 – 4,9 |
| Um pouco baixo | 5.0-5.1 |
| Optimum | 5.2-5.5 |
| Ligeiramente elevada | 5.6-5.8 |
| Alta | 5.9-6.3 |
| Muito alta | 6.4 – 6,8 |
| Extremamente alto | 6.9 e superior |

Fonte: Furlani (1999)

Tabela 2 Como controlar o pH em suportes de cultura

| Para baixar o pH | Para elevar o pH |
|--|---|
| Adicionar o ácido à água (neutralização da alcalinidade), acidificação | Parar de adicionar o ácido à água de irrigação |
| Parar o uso de fertilizantes básicos (por exemplo, o nitrato de cálcio) e iniciar o uso de adubos ácidos pH inferior | Uso de fertilizantes básicos para elevar o pH do substrato |
| Em casos graves, encharcando com sulfato de alumínio ou sulfato de ferro para pH rapidamente inferior | Em casos graves, injetando bicarbonato de potássio para aumentar a alcalinidade da água de irrigação para aumentar o pH de solução de substrato |

Fonte: Furlani (1999)

Ácidos nítricos, fosfóricos e sulfúrico podem ser utilizados para reduzir o pH. Os critérios utilizados para selecionar o apropriado ácido são: custos,

disponibilidade, manipulação e íons necessários para injeção (N, P ou S) (GERVASIO, 2000).

3.6.1 Preparando a concentração de nutrientes e a solução nutriente fornecido para as culturas

A adubos que contenham fontes de cálcio devem ser armazenados separadamente das fontes de fósforo. Negativamente, carga de íons (ânions) de um fertilizante pode reagir com íons carregados positivamente (cátions) de outro adubo, para formar um precipitado insolúvel. Isso pode levar ao entupimento das linhas de irrigação. Quando usar adubos fosfatados em combinação com o cálcio e o magnésio precipitação de fosfatos insolúveis ocorre se o pH da irrigação da água é superior a 7,5. Acidificação da água de irrigação com ácido sulfúrico ou fosfórico abaixa o pH de água de irrigação e minimiza a precipitação e entupimento das linhas (FURLANI; FERNANDES-JUNIOR, 2004).

Nitrato de cálcio, nitrato de potássio, nitrato de amônio e ferro geralmente são adicionados ao tanque de A (FURLANI; FERNANDES-JUNIOR, 2004).

a) Nitrato de cálcio

Nitrato de cálcio é relativamente solúvel em água, causando apenas uma pequena mudança no pH da água. No entanto, se a água de irrigação contém altos níveis de bicarbonato, pode ocorrer precipitação de carbonato de cálcio (cal) (FURLANI; FERNANDES-JUNIOR, 2004).

b) Nitrato de potássio

Nitrato de potássio é muito solúvel em água e fornece uma fonte adicional de nitrogênio. Ele pode ser usado como um substituto para o cloreto de potássio para culturas sensíveis ao cloreto (FURLANI; FERNANDES-JUNIOR, 2004).

c) Nitrato de amônio

Nitrato de amônia é muito solúvel em água e uma fonte adicional de nitrogênio. Quando o nitrato de amônio, nitrato de cálcio e nitrato de potássio são

dissolvidos o calor gerado é absorvido pela água e resultados uma solução muito fria. Dissolução do adubo para a concentração desejada pode demorar mais, como esta solução terá que ficar até atingir a temperatura necessária para a mistura para dissolver (FURLANI; FERNANDES-JUNIOR, 2004).

d) Quelatos de ferro

Ferro, como outros micronutrientes é fornecido às plantas como quelatos. Micronutrientes em forma de quelatos têm uma maior biodisponibilidade de planta, como eles são mais estáveis em solução e melhor capaz de suportar variações de pH.

Fonte de fósforo, sulfato de magnésio, micronutrientes e cloreto de potássio ou nitrato de potássio são usualmente adicionados à tanque B (FURLANI; FERNANDES-JUNIOR, 2004).

Fonte de fósforo: os adubos mais comuns usados para fornecer fósforo são mono-amônio fosfato e hidrogeno fosfato de potássio (FURLANI; FERNANDES-JUNIOR, 2004).

e) Sulfato de magnésio

Sulfato de magnésio tem a solubilidade de água boa e é usado como uma fonte de Mg para a colheita. Deve ter cuidado para garantir que a quantidade adequada é aplicada para evitar fito toxicidade (FURLANI; FERNANDES-JUNIOR, 2004).

O pH é uma medida da relativa acidez ou alcalinidade de uma solução. Refere-se à relação entre a concentração de íons livres H^+ e OH^- presente em uma solução e varia entre 0 e 14. Se o pH estiver abaixo de 7, a solução é ácida. Se o pH estiver acima de 7, é alcalino. Um pH de 7 significa que a solução é neutra (GERVASIO, 2000).

O pH afeta a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Soluções de nutrientes devem conter íons em solução e em formas químicas que podem ser absorvidas pelas plantas. Em sistemas hidropônicos, a produtividade da planta está intimamente relacionada com tomada nutriente que é afetada pelo Regulamento de pH (BACKES, 2004).

Nutrientes individuais em solução mostram uma resposta diferente a mudanças no pH. O intervalo de pH para produção de hidropônica é entre 5,5 e 6,5. O pH de uma solução pode ser aumentado ou diminuído pela adição de uma solução ácida ou alcalina, respectivamente. O ácido mais comumente usados é o ácido fosfórico. Ácido nítrico também pode ser usado, mas devem ser manuseados com extremo cuidado, pois é um ácido altamente corrosivo e forte (HIDROGOOD, 2018).

Adição de grandes quantidades de ácido à solução nutriente vai mudar a composição química da solução final. Por exemplo, adição de ácido fosfórico ou ácido nítrico irá aumentar as quantidades de fósforo e nitrogênio na solução nutritiva. Um ácido de combinação (composto de ácido fosfórico e nítrico) pode usado para manter esses elementos em equilíbrio. Na maioria das situações, adicionando uma pequena quantidade de ácido a solução nutritiva não resulta em alterações significativas na composição química (COMETTI, 2000).

Soluções alcalinas são usadas para aumentar o pH. Ardósia de cal (Ca (OH) é usado frequentemente ou alternativamente, com hidróxido de potássio (KOH). Hidróxido de potássio é geralmente adquirido como pelotas e devem ser feitos até em uma solução de baixa concentração em primeiro lugar, como uma solução de 5%. A solução alcalina diluída pode ser usada para ajustar o pH (BACKES, 2004).

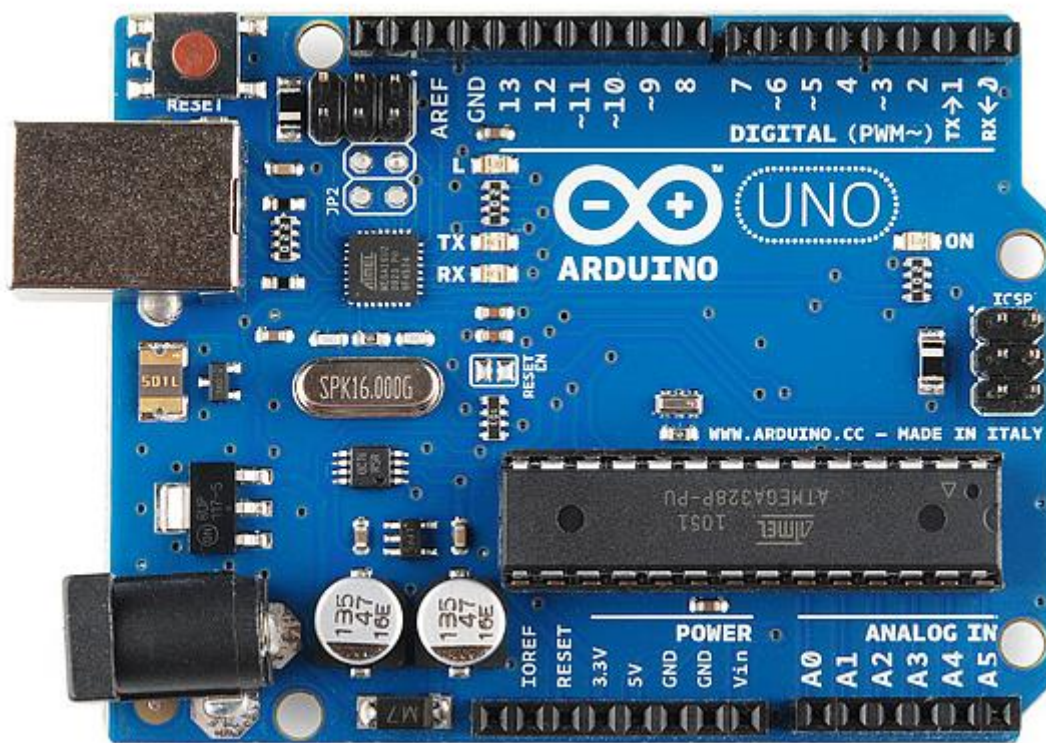
Pequenos ajustes de pH de soluções de nutrientes podem ser feitos alterando a forma em que o nitrogênio (N) é fornecido. Por exemplo, o nitrogênio pode ser fornecido como amônia (que reduz o pH) ou nitrato (que aumenta o pH).

3.7 O Arduino: História, Funções e Características técnicas

A plataforma Arduino tornou-se bastante popular entre as pessoas que estão começando com a eletrônica e por um bom motivo. Ao contrário da maioria das placas de circuito programáveis anteriores, o Arduino não precisa de um hardware separado (chamado de programador) para carregar um novo código na placa - você pode simplesmente usar um cabo USB (MARKUS, 2001). Além

disso, o Arduino IDE usa uma versão simplificada do C ++, facilitando o aprendizado do programa. Finalmente, o Arduino fornece um fator de forma padrão que divide as funções do micro controlador em um pacote mais acessível (MARKUS, 2001).

Figura 2 Arduino



Fonte: Baú da eletrônica, 2018

O hardware e software do Arduino foram projetados para artistas, designers, amadores, hackers, novatos e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos. O Arduino pode interagir com botões, Led, motores, alto-falantes, unidades de GPS, câmeras, internet e até mesmo seu

smartphone ou sua televisão. Essa flexibilidade combinada com o fato de que o software Arduino é gratuito, as placas de hardware são muito baratas e tanto o software quanto o hardware são fáceis de aprender, levando a uma grande comunidade de usuários que contribuíram com código e lançaram instruções para uma enorme variedade de Projetos baseados em Arduino (ARDUINO, 2016).

Toda placa Arduino precisa de uma maneira de ser conectada a uma fonte de energia (MARKUS, 2001). O Arduino UNO pode ser alimentado por um cabo USB vindo do seu computador ou uma fonte de alimentação de parede que é terminada em um conector de barril. Na foto acima, a conexão USB é rotulada e o conector barril está rotulado (ARDUINO, 2016).

A conexão USB também é como você carregará o código na sua placa Arduino (ARDUINO, 2016).

I. Pinos (5V, 3.3V, GND, analógico, digital, PWM, AREF)

Os pinos do seu Arduino são os lugares onde você conecta os fios para construir um circuito (provavelmente em conjunto com uma placa de montagem e algum fio (Markus, 2001). Eles geralmente têm 'cabeçalhos' de plástico pretos que permitem que você conecte um fio direto na placa. Tem vários tipos diferentes de pinos, cada um deles rotulado na placa e usado para diferentes funções (ARDUINO, 2016).

- **GND (3):** abreviação de 'Ground'. Existem vários pinos GND no Arduino, qualquer um dos quais pode ser usado para aterrar seu circuito (ARDUINO, 2016).
- **5V (4) e 3.3V (5):** Como você pode imaginar, o pino de 5V fornece 5 volts de energia, e o pino de 3,3V fornece 3,3 volts de energia. A maioria dos componentes simples usados com o Arduino roda felizmente em 5 ou 3.3 volts (ARDUINO, 2016).
- **Analógico (6):** A área dos pinos sob a etiqueta 'Analog In' (A0 a A5 na UNO) são pinos Analog In. Esses pinos podem ler o sinal de um sensor analógico (como um sensor de temperatura) e convertê-lo em um valor digital que pudesse ler (ARDUINO, 2016).

- **Digital (7):** Em frente aos pinos analógicos estão os pinos digitais (0 a 13 na UNO). Esses pinos podem ser usados tanto para entrada digital (como dizer se um botão é pressionado) quanto para saída digital (como alimentar um LED).
- **PWM (8):** Você deve ter notado o til (~) ao lado de alguns dos pinos digitais (3, 5, 6, 9, 10 e 11 no UNO). Esses pinos funcionam como pinos digitais normais, mas também podem ser usados para algo chamado PWM (Pulse Width Modulation, modulação por largura de pulso (ARDUINO, 2016)).
- **AREF (9):** representa a referência analógica. Na maioria das vezes você pode deixar este pino sozinho. Às vezes, é usado para definir uma tensão de referência externa (entre 0 e 5 Volts) como o limite superior para os pinos de entrada analógica (ARDUINO, 2016).

II. Botão de reset

Assim como o Nintendo original, o Arduino tem um botão de reset **(10)**. Empurrá-lo irá conectar temporariamente o pino de reset à terra e reiniciar qualquer código que esteja carregado no Arduino. Isso pode ser muito útil se o seu código não se repetir, mas você deseja testá-lo várias vezes. Ao contrário do Nintendo original, no entanto, soprando no Arduino geralmente não corrige nenhum problema (ARDUINO, 2016).

III. LED indicador de energia

Logo abaixo e à direita da palavra “UNO” na sua placa de circuito, há um pequeno LED ao lado da palavra 'ON'. Esse LED deve acender sempre que você conectar seu Arduino a uma fonte de energia. Se esta luz não acender, há uma boa chance de que algo esteja errado (ARDUINO, 2016).

IV. LEDs TX RX

TX é a abreviação de transmitir, RX é curto para receber. Essas marcações aparecem um pouco na eletrônica para indicar os pinos responsáveis pela comunicação serial. No caso, existem dois lugares no Arduino UNO, onde TX e RX aparecem - uma vez pelos pinos digitais 0 e 1, e uma segunda vez ao lado dos LEDs indicadores TX e RX. Esses LEDs nos darão algumas indicações

visuais agradáveis sempre que nosso Arduino estiver recebendo ou transmitindo dados (ARDUINO, 2016).

V. IC principal

A peça preta com todas as pernas de metal é um IC, ou Circuito Integrado. Pense nisso como o cérebro do nosso Arduino. O IC principal no Arduino é um pouco diferente do tipo de placa para o tipo de placa, mas geralmente é da linha ATmega de IC's da empresa ATMEL. Isso pode ser importante, pois você pode precisar saber o tipo de IC (junto com o tipo de placa) antes de carregar um novo programa do software Arduino. Esta informação geralmente pode ser encontrada por escrito no lado superior do IC. Se você quiser saber mais sobre a diferença entre vários ICs, ler as fichas técnicas é sempre uma boa ideia (ARDUINO, 2016).

VI. Regulador de voltagem

O regulador de tensão não é realmente algo que você pode (ou deveria) interagir com o Arduino. Mas é potencialmente útil saber que está lá e para que serve. O regulador de tensão faz exatamente o que diz - controla a quantidade de tensão que é colocada na placa do Arduino. Pense nisso como uma espécie de porteiro; ele irá afastar uma voltagem extra que pode prejudicar o circuito. Claro, ele tem seus limites, portanto não conecte seu Arduino a algo maior que 20 volts (ARDUINO, 2016).

Motor

O Motor de vidro elétrico 12V, vai ser usado para abrir a lateral da estufa, quando a temperatura elevar o ideal e fechar a lateral da estufa se a temperatura for ideal.

Figura 3 Motor de vidro



Fonte: Mercado Livre, 2018.

Sensor de condutividade elétrica

Sensor de condutividade elétrica, (P24-modulo sensor de condutividade), será usado para medir a condutividade elétrica da caixa da água de 1000 L, onde fica a solução (adubos necessários para a alface). Para conexão o Sensor de Condutividade possui 3 pinos, sendo respectivamente VCC, GND e Sinal, além de possuir integrado à placa um borne a parafuso para instalação dos fios.

Figura 4 Sensor de condutividade elétrica

Fonte: Usinainfo, 2018

Medição de pH

Eletrodo para medição do PH, (Modulo sensor + PH eletrodo sonda Bnc, será usado para medir o PH dentro da caixa da agua. É formado por um eletrodo conectado a um potenciômetro, converte o valor de potencial do eletrodo em unidades de PH, os resultados podem ficar entre 0 a 14, quanto mais próximo de zero maior será a concentração de íons de hidrogênio e mas acida a solução e quanto mais próximo do 14 a solução será alcalina terá menor concentração de íons. A solução e considerada neutra quando o valor do PH for 7.

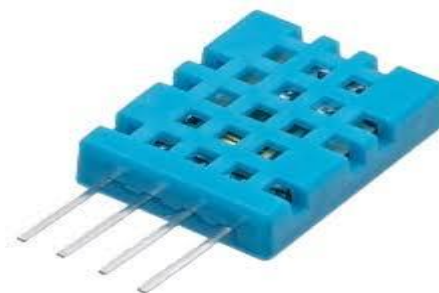
Figura 5 Medidor de pH

Fonte: Ventro, 2018

Sensor de Temperatura

Sensor de temperatura (DHT11), esse sensor vai medir a temperatura do ambiente da estufa, possui 4 pinos, VCC, SINAL, N/A, GND e alimentação de 3,5V a 5,5V.

Figura 6 Sensor de Temperatura



Fonte: Baú da eletrônica, 2018

Display

Display LCD, (display LCD 16x4), onde será mostrado a medição, PH, condutividade elétrica da água, temperatura.

Figura 7 Display de LCD



Fonte: Baú da eletrônica, 2018.

Pinos e Funções:

1 Alimentação - Terra

2 Alimentação – 5V

3 Contraste

4 Liga/Desliga Seletor

De Registrador

5 Leitura/Escrita

6 Habilita escrita no LCD

7 Dados

8 Dados

9 Dados

10 Dados

11 Dados

12 Dados

13 Dados

14 Dados

15 Black light – 5V

16 Black Light – Terra

Ventoinha

Ventoinha de computador será responsável por demonstrar o funcionamento do exaustor dentro da estufa. Ela contém 3 fios, GND e podendo trabalhar com 12V ou 5V.

Figura 8 Ventoinha



Fonte: Mercado livre, 2018.

Sensor de fim de curso

São dispositivos eletromecânicos que tem como função indicar que um motor ou a estrutura ligada ao seu eixo (um portão automático, por exemplo) chegaram ao fim do seu campo de movimento. Sua ligação é feita utilizando três pinos, GND, 5V e um pino digital.

Figura 9 Sensor fim de curso



Fonte: Baú da eletrônica, 2018.

Potenciômetro

Potenciômetro utilizado para ajustar o contraste do display, contem 3 pinos 5V, INPUT e GND.

Figura 10 Potenciômetro



Fonte: Baú da eletrônica, 2018.

4 METODOLOGIA

Tendo o tema e o objetivo de pesquisa definidos passou-se a fazer uma revisão da bibliografia disponível a respeito para proceder a uma leitura informativa sobre o assunto a fim de compilar dados importantes para a pesquisa. Afinal, “a leitura informativa é feita com vistas à coleta de dados ou informações que serão utilizados em trabalhos para responder a questões específicas.” (CERVO *et alli*, 2006, p. 84).

Para tanto, foi usada a pesquisa bibliográfica, que segundo Vergara (2005) é o estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em diferentes fontes, tendo seu acesso livre ao público em geral. Justifica-se esse meio, pois a fundamentação será feita com base em uma investigação e revisão dos temas abordados.

Como nos mostra Gil (1999) a pesquisa exploratória é aplicada para nos apresentar de forma geral um tema que é de difícil operacionalização e de formulações precisas. Nesse tipo de metodologia, o tema é apresentado de forma geral e destrinchado até chegar ao foco de estudo.

E finalmente, por meio de uma estufa (maquete), que simula a realidade, foi possível ter o domínio visual de todo conjunto espacial, favorecendo a relação entre o que é observado no campo e na prática. ” (Santos, 2009, p.14)

4.1 Produção da Maquete

A maquete foi desenvolvida respeitando todos os conceitos acima e recriará um manejo autônomo em uma estufa hidropônica, localizada em Santa Barbara do Leste, Minas Gerais.

Na estufa em questão há vários problemas de manejo e produtor não consegue realizar correções necessárias nas horas certas, gerando assim perdas no desenvolvimento da planta. Em razão disso o produtor não consegue atender às demandas locais dos comércios, não conseguindo um padrão adequado da alface, o que está lhe rendendo prejuízos. Na maquete construída foi desenvolvido um modelo que ajudará o produtor a resolver esse problema.

4.2 Detalhes da maquete

Além da estrutura total do modelo, já explicado e desenvolvido em tópicos anteriores, ela contará com uma estrutura que possibilitará a aderência do fator de pH, além dos indicadores de condutividade elétrica, temperatura.

Caso o pH e condutividade sejam alterados naturalmente, em divergência com o padrão pré-estabelecido, o agricultor será alertado com mensagens mostradas no display da estrutura juntamente com led aceso correspondendo a cada tipo de correção necessária, gerando assim a necessidade da correção, já a temperatura será monitorada e corrigida automaticamente.

No caso de uma elevação da temperatura, acima de 25°C, será acionado automaticamente dois exaustores e seus respectivos motores, abrindo assim a lateral da estufa para que haja um resfriamento de seu interior. A estrutura aberta se fechará assim que a temperatura retornar aos 25°C. Todas essas funções serão realizadas automaticamente por comandos realizado pelo sistema.

4.3 Detalhes Técnicos Da Maquete

4.3.1 Estrutura

Foi utilizada uma Caixa De Passagem elétrica de parede de estrutura, onde se abriga todo o circuito elétrico da estufa, que contém uma boa isolamento, evitando riscos de queimar o equipamento.

Figura 11 Estrutura do circuito

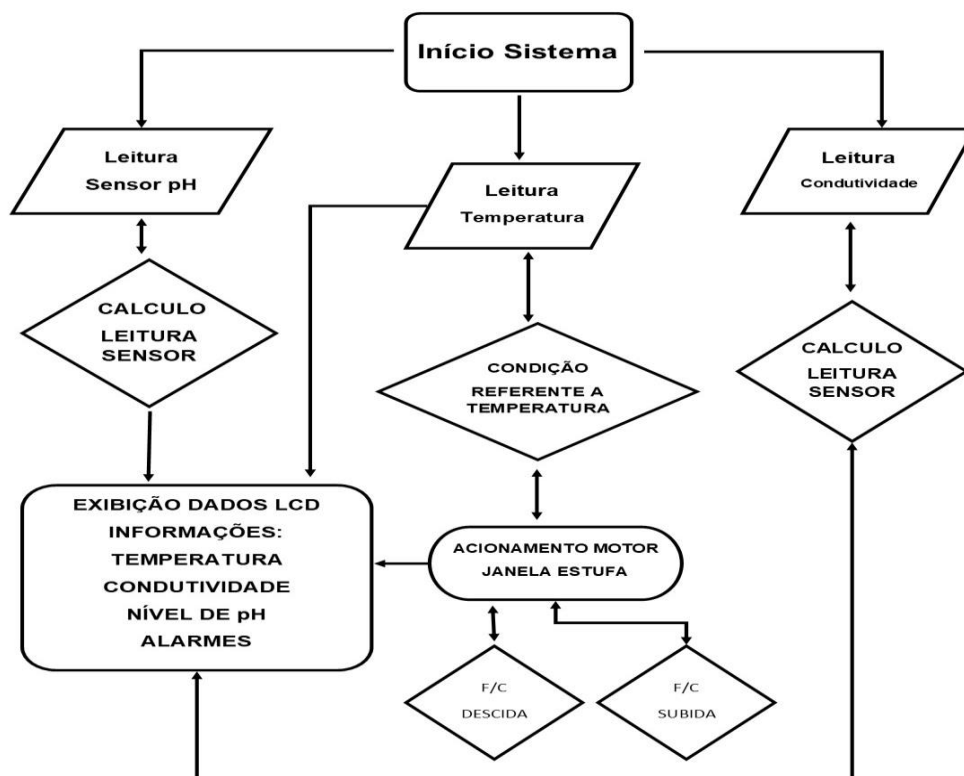


Fonte: Extra, 2018.

4.3.2 Fluxograma

Afim de transmitir mais clareza no protótipo foi criado um fluxograma, mostrando detalhes de cada função do sistema.

Figura 12 Fluxograma



Fonte: Autor do projeto, 2018

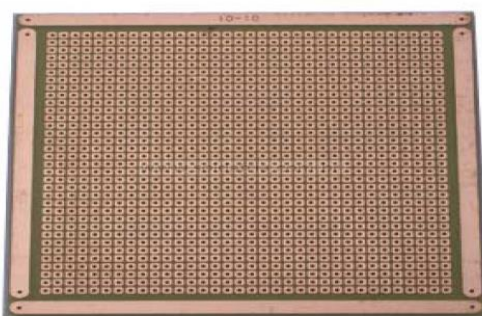
O dispositivo funciona da seguinte forma: ao ser ligado o dispositivo, o micro controlador deverá inicializar, após a inicialização o sistema dá início a sua execução, os sensores começam a fazer leitura presente na solução e no ambiente da estufa. Caso o nível de pH ou concentração de nutrientes estejam fora do ideal, será mostrado no display uma mensagem de alerta, e também será emitido um sinal luminoso de cor vermelha para pH e cor azul para condutividade elétrica no painel do circuito. O sistema realiza apenas a correção da temperatura, caso ela esteja fora do ideal.

Portanto, o sistema analisará a temperatura e se ela estiver fora do ideal será enviado um sinal para o relé responsável por ligar o motor, o sensor fim de curso será responsável por determinar a parada do motor, mantendo a lateral fechada ou aberta.

4.3.3 Montagem do sistema e circuitos

Utilizando todos os componentes descritos anteriormente, é feita a montagem do sistema em uma placa de circuito impresso, de modelo igual ao da figura 8. Uma placa de circuito impresso é contida de furos e conexões revestida de cobre, contendo uma espessura de 10X10, esta placa facilitara a inserção de componentes do circuito elétrico do projeto, utilizando a soldagem.

Figura 13 Placa de circuito impresso



Fonte: Baú da eletrônica, 2018.

Para a montagem do circuito utilizou-se além da placa de circuito impresso, alguns jumpers de 110, 149, 200 e 240 mm eles facilitam a organização na montagem do circuito. Os fios apresentam um conector em suas extremidades, na conexão no Arduino os fios foram plugados, já na placa foram cortados e soldados, diminuindo a possibilidade de interferências.

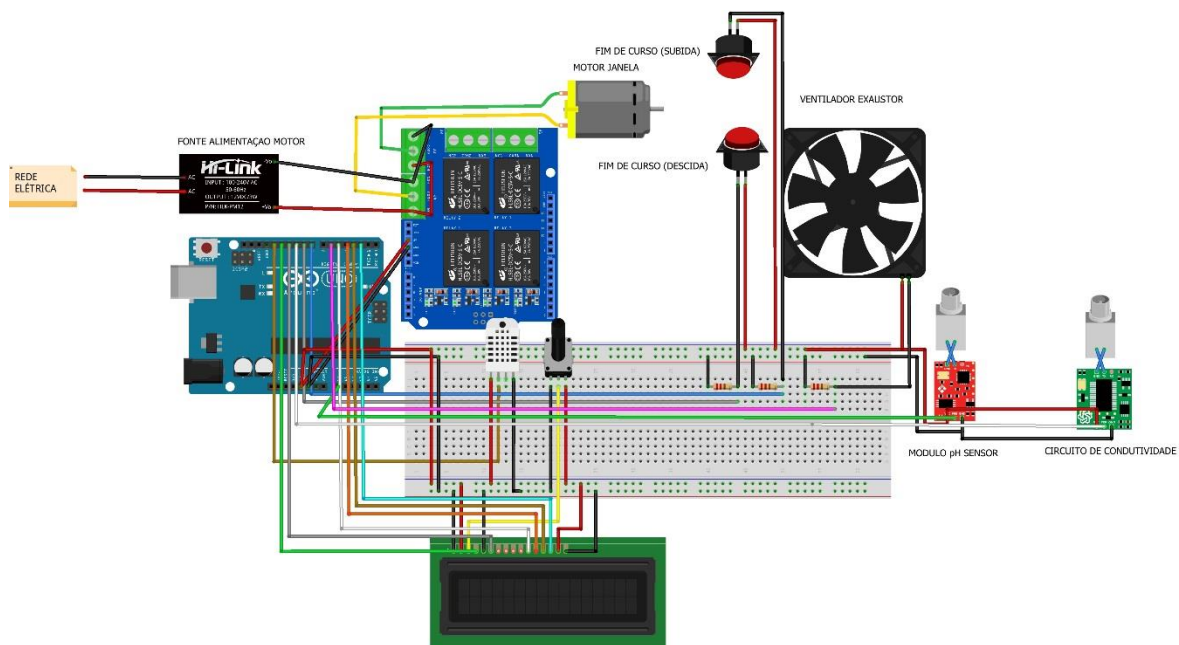
Figura 14 Fios utilizados para montagem do circuito



Fonte: Baú da eletrônica, 2018.

O esquemático do circuito é mostrado abaixo na figura14. A ilustração foi desenvolvida utilizando a plataforma FRIZING.

Figura 15 Circuito elétrico da estufa



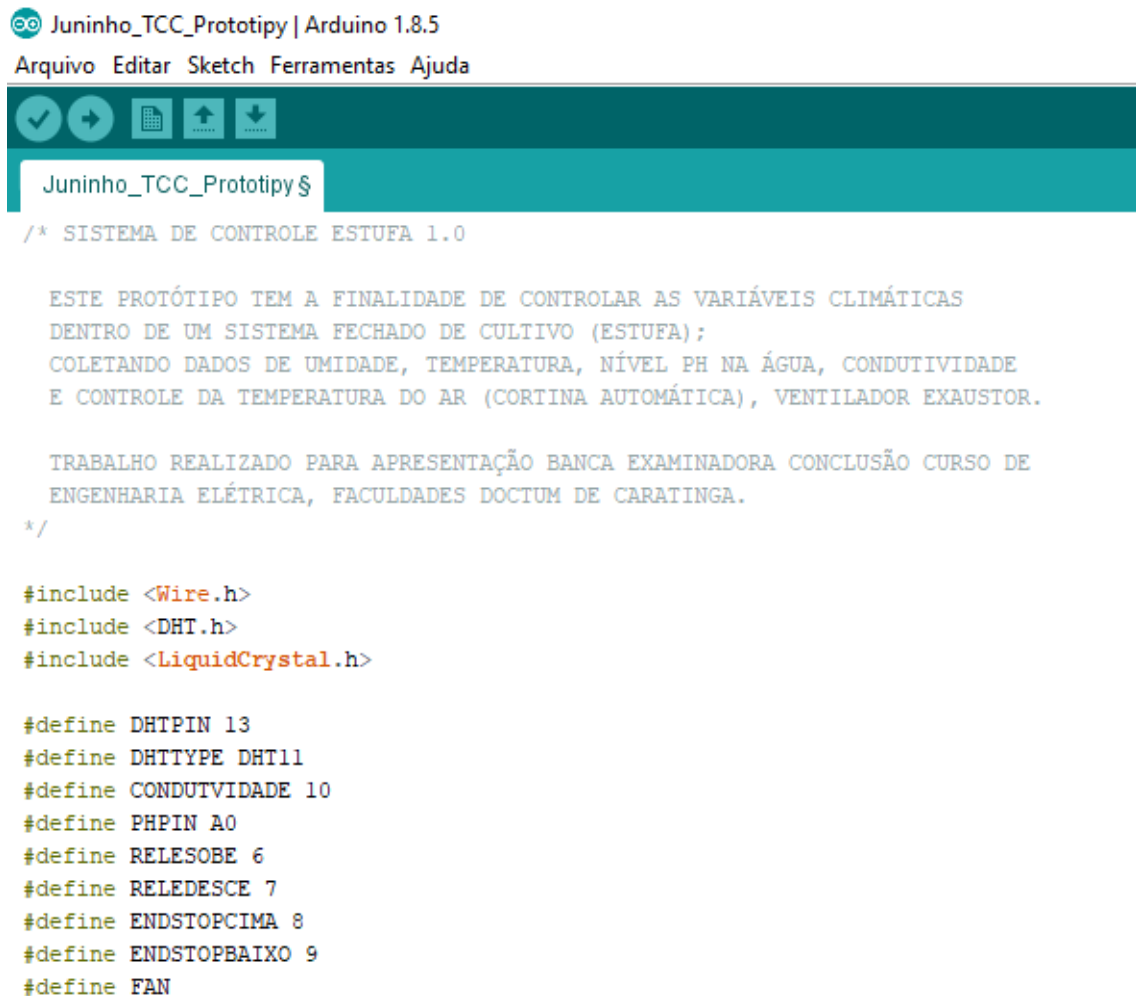
Fontes: Autor do projeto, 2018

4.3.4 Desenvolvimento do software

Pode-se observar após a montagem do protótipo a implementação da lógica do sistema, utilizando a IDE do Arduino, que é o compilador da plataforma. Uma vez definida o código, o mesmo pode ser transmitido para o Micro controlador Arduino através da função Upload.

Abaixo um resumo do Código utilizado para a programação bem como as bibliotecas e variáveis que serão utilizados durante o funcionamento do sistema.

Figura 16 Programação



```

Juninho_TCC_Prototipy | Arduino 1.8.5
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

Juninho_TCC_Prototipy $
/* SISTEMA DE CONTROLE ESTUFA 1.0

ESTE PROTÓTIPO TEM A FINALIDADE DE CONTROLAR AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS
DENTRO DE UM SISTEMA FECHADO DE CULTIVO (ESTUFA);
COLETANDO DADOS DE UMIDADE, TEMPERATURA, NÍVEL PH NA ÁGUA, CONDUTIVIDADE
E CONTROLE DA TEMPERATURA DO AR (CORTINA AUTOMÁTICA), VENTILADOR EXAUSTOR.

TRABALHO REALIZADO PARA APRESENTAÇÃO BANCA EXAMINADORA CONCLUSÃO CURSO DE
ENGENHARIA ELÉTRICA, FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA.
*/

#include <Wire.h>
#include <DHT.h>
#include <LiquidCrystal.h>

#define DHTPIN 13
#define DHTTYPE DHT11
#define CONDUTVIDADE 10
#define PHPIN A0
#define RELESOBE 6
#define RELEDESCE 7
#define ENDSTOPCIMA 8
#define ENDSTOPBAIXO 9
#define FAN

```

Fonte: Autor do projeto, 2018.

4.3.5. Aplicação da prática na estufa hidropônica

Esta parte tem como finalidade, mostrar corretamente o funcionamento, leitura dos sensores, abertura da lateral da estufa, e se a lógica da programação está correta, se realmente o protótipo ira ajuda ou melhor facilitar a vida do agricultor.

Ao ligar o protótipo o programa no Arduino e carregado e assim começa a funcionar automaticamente, sendo assim a primeira informação fornecida no visor do display é a mensagem de iniciando, depois mostrando nível de PH, condutividade, temperatura se caso as medições estiverem abaixo do ideal, será ligado um lead, correspondente ao sensor que está indicando abaixo do ideal.

Funcionamento do sistema normal, como mostrado na Figura 17.

Figura 17 Iniciando Dispositivo

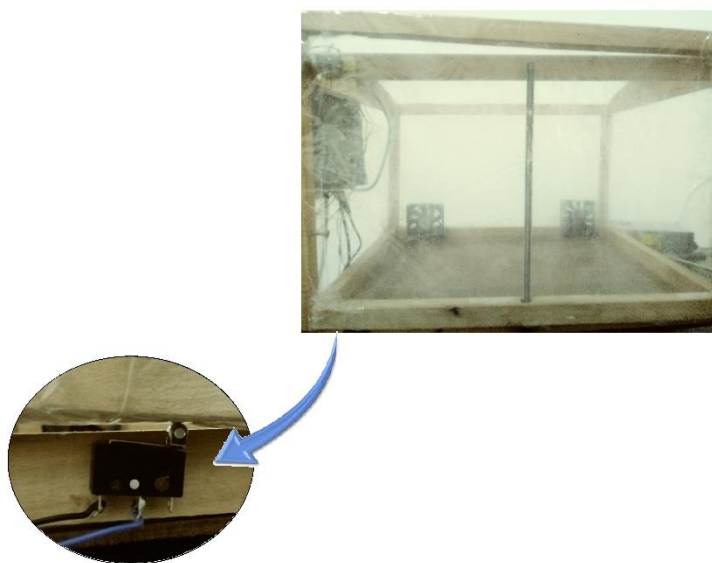


Fonte: Autor do projeto, 2018

Logo em seguida são mostrados na figura 20 e 21, as medições que o sistema realizou executando comandos e mantendo o sensor de fim de curso acionado, permanecendo a lateral fechada.

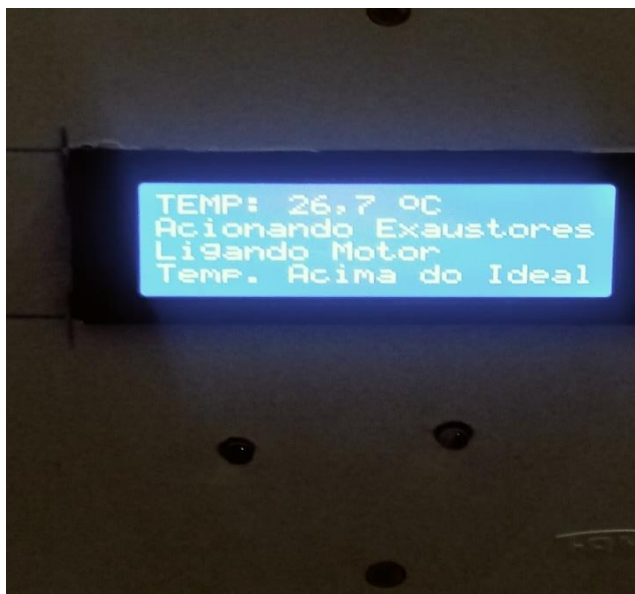
Figura 18 Controle normal

Fonte: Autor do projeto, 2018

Figura 19 Lateral fechada, sensor se fim de curso acionado

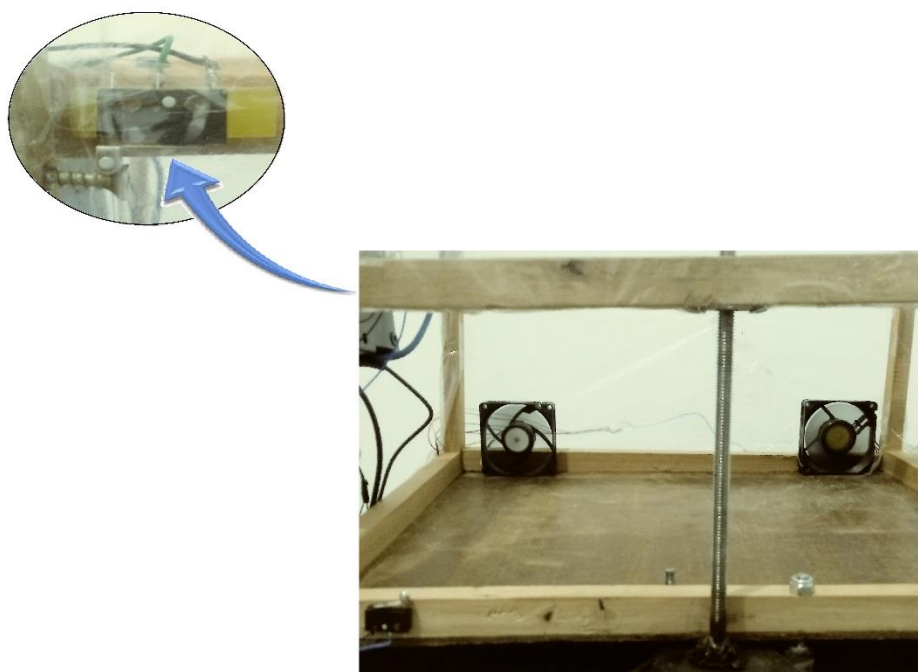
Fonte: Autor do projeto, 2018.

No decorrer do dia a primeira correção do sistema foi a da temperatura, que estava fora do ideal, ultrapassando os 25 graus. Em seguida foi mostrado uma mensagem no display, informando que o sistema está acionando os exaustores e o motor para abrir a lateral da estufa.

Figura 20 Temperatura alta

Fonte: Autor do projeto, 2018

De acordo figura 20, onde a temperatura excede o ideal, é mostrado na figura 21 a abertura da lateral da estufa, juntamente com fim de curso acionado, que é o sensor responsável por determinar a parada do motor.

Figura 21 Abertura da lateral

Fonte: Autor do projeto, 2018.

Caso esteja ocorrendo alguma outra anomalia na estufa, o sistema identificará e será mostrado uma mensagem no display alertando o agricultor. Como mostrado na figura 22, alertando o agricultor que a condutividade está fora do ideal.

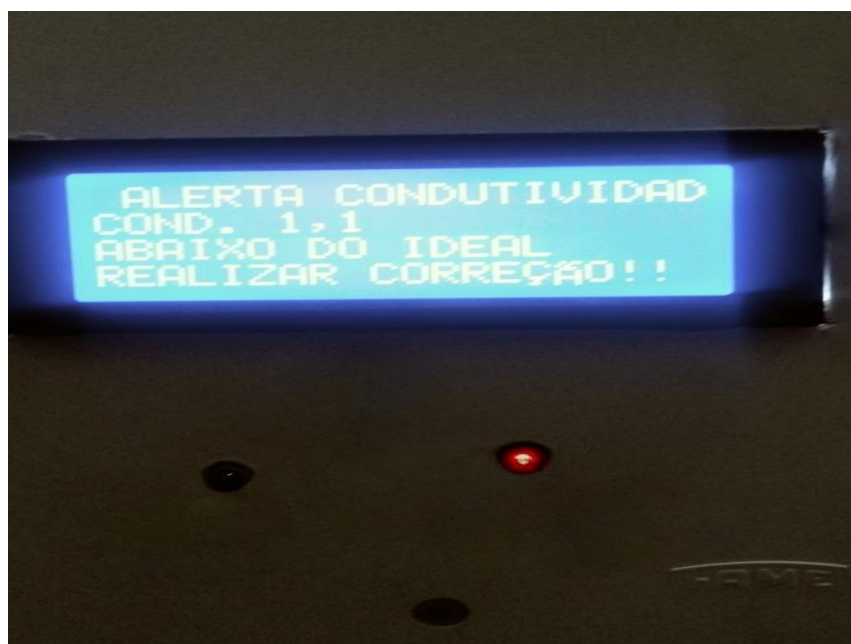
Figura 22 Condutividade baixa



Fonte: Autor do projeto, 2018

Logo em seguida aparecerá um alerta de condutividade e um led de cor vermelha é ligado, indicando a condutividade baixa.

Figura 23 Mensagem de alerta de condutividade



Fonte: Autor do projeto, 2018

Com acionamento dos exaustores e a abertura da lateral da estufa, consegue-se chegar a uma temperatura mais agradável para a cultura da alface, proporcionando um crescimento mais acelerado com um padrão de alface e adequado para o comércio. Além da temperatura o agricultor poderá fazer o controle da condutividade e PH com mais eficiência, com os alertas do dispositivo a cada um minuto, juntamente com lead aceso, tornando fácil a visualização e correção a fim de manter a qualidade e a busca de melhores soluções.

Figura 24 Após correção temperatura, pH, condutividade elétrica ideal



Fonte: Autor do projeto, 2018

5 RESULTADOS OBTIDOS

Com a realizações de teste e correções de erros se tornou possível o controle da fertirrigação através do dispositivo, sendo possível observar os monitoramentos que o dispositivo realizou, o acionamento da abertura lateral da estufa no momento que a temperatura excedia o ideal, e o fechamento da lateral da estufa quando ela volta ao seu ideal. Podemos notar nas imagens a leitura do pH, que não esteve fora do seu ideal, tendo pouca variação.

Foram encontradas algumas dificuldades no projeto, justificadas pelo local de teste ser distante impossibilitando a permanência do equipamento no local. Para facilitar a realização dos testes foi feita uma maquete de 50 cm de largura, 50 cm de comprimento e 40cm de altura, de modo a representar uma estufa hidropônica, com abertura lateral automática através de motor de vidro elétrico. Essa maquete foi levada para dentro da estufa do agricultor, sendo que o sensor de PH e condutividade foi implantado dentro da caixa de solução nutritiva da estufa, e o sensor de temperatura colocado no ambiente da estufa, tornando possível observar o acionamento do exaustor e abertura da lateral da estufa na maquete.

6 CONCLUSÃO

A hidroponia vem se tornando um meio de renda importante, não só para grandes produtores, mais também na agricultura familiar, pois permite produzir em pequenas áreas uma quantidade significativa de hortaliças. A qualidade do produto é outro fator importante, pois representa um diferencial às hortaliças produzidas de forma convencional.

Embora a hidroponia, agora automatizada, apresente um custo considerável, as vantagens estarão localizadas na sustentabilidade relacionada ao uso de pouca água, que a médio/longo prazo irá se provar viável, tendo em vista que a economia pode ser de até 70%, comparando-se a uma cultura convencional e 20% mais econômica, comparada com uma cultura hidropônica não automatizada.

Neste trabalho foi avaliado a hidroponia como forma de renda na agricultura familiar, tendo como principal objetivo, apresentar e discutir o uso da automação em uma propriedade rural situada na cidade de Santa Barbara do Leste. Para alcançar a meta pretendida, se fez necessárias pesquisas bibliográficas sobre o assunto além de visitas ao produtor, a fim de absorver o máximo de informações para realização do trabalho, tendo como principal foco automatização de procedimentos realizados dentro da estufa hidropônica.

A pesquisa mostra, como finalidade a utilização de indicadores tais como o sensor de pH, sensor de condutividade elétrica e sensor de temperatura, torna-se fundamentais para um manejo adequado na cultura da alface. Com os resultados obtidos no estudo, consegue-se notar boas perspectivas em relação a implantação.

Ao analisarmos o histórico da hidroponia, constatamos que por muitos anos, o entendimento da ciência que se trata de manejo hidropônico, foi o principal fator limitante para o crescimento do setor. O emprego da automação associado com o cultivo protegido tem um enorme potencial, capaz de alavancar a produção e qualidade dos alimentos nacionais.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES M. S.; SOARES T. M.; SILVA L. T.; FERNANDES J. P.; OLIVEIRA M. L. A.; VITAL P. S. **Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidropônica NFT.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, p.491-498, 2011.

ANDRIOLO, J. L.; LUZ, G. L.; GIRALDI, C.; GODOI, R. S.; BARROS, G. T. **Cultivo hidropônico da alface empregando substrato: uma alternativa a NFT?** Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, p.794-798, 2004.

ARDUINO. **Getting Started w/ Arduino on Mac OS X.** Arduino©. 2016.

BERNAADES, L J. C. Hidroponia: alface - uma história de sucesso. PiraciGaba: Eletrônica a Gráfica, 1997. 120 p.

BOLONHEZ, 1999 disponível em: <http://tudohidroponia.net/como-plantar-alface-em-hidroponia> Acesso em: Outubro de 2018.

BENINNI, E.R.Y.; TAKAHASHI, H.W.; NEVES, C.S.V.J. Manejo do cálcio em alface de cultivo hidropônico. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n.4, p. 605-610, 2003.

BACKES, F. A. A. L.; SANTOS, O. S.; PILAU, F. G.; BONNECARRÈRE, R. A. G.

BENOIT, F; CEUSTERMANS, N. Recommendations for the commercial production of butterhead lettuce in NFT. Soilles Culture. v. 5, n. 1, p. 1 –12, 1989.

CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A.; DA SILVA, Roberto. **Metodologia Científica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CRISTINA, Magda Ferreira Pinto. **Manual Medição in loco: Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido**, 1 ed, Belo Horizonte, MG, CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2007.

CARRASCO, G.; IZQUIERDO, J.A. A Média empresa hidropônica: a técnica da solução nutritiva recirculante (“NFT”). Talca, Chile: Universidade de Talca/FAO, 1996. 91 p.

CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. Cultivo sem solo – Hidroponia. 4ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 43p.

COMETTI, N.N.; FERNANDES, M.S.; MATIAS, G.C.S. Cinética de Absorção de Nitrato e Potássio por Alface em Sistema Hidropônico – NFT. In: FERTBIO2000, Santa Maria, 2000. Anais... Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000a. CD-Rom.

COOPER, A.J. Crop production in recirculating nutrient solution. *Scientia Horticultural*. v.3, p.251-258, 1975.

DIAS, C. et al. **Produtividade e qualidade do morangueiro sob dois ambientes e doses de bi fertilizante**. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v. 19, n. 10, p. 961-966, 2015.

DIAS, N. S.; JALES, A. G. O.; SOUZA NETO, O. N.; GONZAGA, M. I. S.; QUEIROZ, I. S. R.; PORTO, M. A. F. **Uso de rejeito da dessalinização na solução da alface, cultivada em fibra de coco**. Revista Ceres, v. 58, p. 632-637, 2011.

FURLANI, P. R.; FERNANDES-JUNIOR, F. **Cultivo hidropônico de morango em ambiente protegido**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2, ENCONTRO DE

FURLANI, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: IAC, 2002.

GITAHY, 2018, disponível em: <https://exame.abril.com.br/pme/o-que-e-uma-startup/> Acesso em: Outubro de 2018.

GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 125-128, 2000.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 3.ed. São Paulo: Ed. Atlas, 1996.

HIDROGOOD, 2018. Disponível:
<https://hidrogood.com.br/noticias/hidroponia/controle-nutricional-atraves-da-automação> Acesso em: Outubro de 2018.

JUNIOR, R. R. C. O que é hidropônica? GB Fórum. 2000. Disponível em: <http://www.gforum.tv/board/623/264958/o-que-e-hidroponia.html>. Acesso em agosto de 2018.

KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In. FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M. C. P. ed. Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1993.

MARTINEZ, H. E. P. Manual prático de hidroponia. Viçosa, MG: Centro de Produções Técnicas, 2006. 271 p.

MARTINEZ, H.E.P. Formulação de Soluções Nutritivas para Cultivos Hidropônicos Comerciais. Jaboticabal: FUNEP, 1997. 31 p.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/ministerio>>. Acesso em setembro de 2018.

MARKUS, Otávio. **Teoria e Desenvolvimento de Projetos de Circuito Eletrônicos/ Otávio Marcus, Antônio Marco V. Cibelli, Waldir João Sandrinha**, 18 ed, São Paulo, Sp., Érica, 2001.

MEDEIROS, S. L. P.; FAGAN, E. B. Reposição de nutrientes em solução nutritiva para o cultivo hidropônico de alface. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1407-1414, 2004.

PAIVA, M.C. **Produção de hortaliças em ambiente protegido**. Cuiabá: SEBRAE, 1998.

PEREIRA, A. K. S. **Época de aplicação e doses de nitrato de cálcio em alface americana**. Ipameri. UEG, 2015. 33p. Dissertação Mestrado.

PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS, 1., 2004, Pelotas. Palestras... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004.

ROBO Help. **Arduino - Tutorial Sensor de fluxo ou vazão de água 1/2pol 1 a 30l/min**. Robô Help Automação e Eletrônica. 2015.

RODRIGUES, L. R. F. **Cultivo pela técnica de hidropônica: técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**, Jaboticabal: FUNEP, 2002.

SANTOS, C. A maquete no ensino de geografia. 1.ed. Santo André: Ed. Record, 2009. 132p.