

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE
DO NORTE
CAMPUS NATAL – ZONA NORTE

THIAGO LOPES DO NASCIMENTO

AHPI: AUTOMAÇÃO DE HORTA PORTÁTIL INTELIGENTE

NATAL-RN
2018

THIAGO LOPES DO NASCIMENTO

AHPI: AUTOMAÇÃO DE HORTA PORTÁTIL INTELIGENTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico de Nível Médio em Eletrônica, na Forma Integrado, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Eletrônica.

Orientador: Me. Hilário José Silveira Castro

NATAL-RN
2018

THIAGO LOPES DO NASCIMENTO

AHPI: AUTOMAÇÃO DE HORTA PORTÁTIL INTELIGENTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico de Nível Médio em Eletrônica, na Forma Integrado, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Eletrônica.

Trabalho de conclusão de curso apresentado e aprovado em 11 / 12 / 18,
pela seguinte Banca Examinadora:

Thiago Lopes do Nascimento

Thiago Lopes do Nascimento
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Hilário José Silveira Castro

Orinetador: Me. Hilário José Silveira Castro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer a Deus por proporcionar a mim a vida, por fazer de mim melhor a cada dia, por me ter trago o amor, a paz, a alegria e por ter feito tanto por mim.

Após, agradeço aos meus pais que lutaram em todos os momentos para que eu sempre tivesse o melhor possível, que me amaram incondicionalmente, que me apoiaram e acreditaram que tudo que eu quisesse fazer eu conseguiria.

Agradeço a o grande amor da minha vida, Sabrina Souza, que esteve ao meu lado nos momentos em que eu não acreditava em mim, por ser a minha inspiração e um dos motivos para que eu queira ser um homem melhor.

Agradeço em especial a Luana de Macêdo, que me ensinou muito sobre a vida e por ser uma das melhores pessoas que conheci; Lucas Roberto, por ter sido um grande amigo, por ter me acolhido em momentos muito difíceis e por ter me ensinado que o amor deve ser inocente como o olhar de uma criança; a Harrison Damasceno, por ter me mostrado que em uma amizade verdadeira não precisamos esconder nossos defeitos.

Um homem é feito de pequenas peças, essas variam de uma pessoa para outra, temo em dizer que muito eu já aprendi, mas tenho em mente que o que hoje sei me traz paz nas minhas atitudes, na minha forma de pensar, na minha forma de amar, por isso, tenho orgulho de dizer que essas pessoas são parte do que hoje sou.

Obrigado.

“A percepção do desconhecido é a mais fascinante das experiências. O homem que não tem os olhos abertos para o misterioso passará pela vida sem ver nada.”

(Albert Einstein)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1:	Arquitetura	microcontrolador	17
Figura 2:	Arduino uno		18
Figura 3:	Curvas de um transistor (BC817, BC818)		19
Figura 4:	Relé - arquitetura		20
Figura 5:	Ligações necessárias para um circuito módulo relé		21
Figura 6:	Ligações necessárias para um circuito ponte H		22
Figura 7:	Chave bóia		22
Figura 8:	Diagrama de partes de uma bomba centrífuga		23
Figura 9:	Cultura por gotejamento		24
Figura 10:	Cultura por hidroponia		24
Figura 11:	Representação do sistema de suporte para os mecanismos de irrigação e cultivo.		28
Figura 12:	Representação do sistema de pés para a peça de suporte principal		28
Figura 13:	Representação do sistema de gotejamento		29
Figura 14:	Representação do sistema de hidroponia (aparato de telhas)		30
Figura 15:	Representação do sistema de hidroponia (suporte-mesa)		30
Figura 16:	reservatório - Sensor de nível (Boia)		31
Figura 17:	Representação de peças para o sistema de escoamento		31
Figura 18:	Representação de bombas		32
Figura 19:	Representação do conjunto de placas		32
Figura 20:	Exemplo de fotolítico		33
Foto 1:	Processo de aquecimento do hidróxido de sódio		34
Foto 2:	Placa ainda com polímero		34
Figura 21:	Diagrama ISIS Módulo relé		35
Foto 3:	Módulo Relé		35
Figura 22:	Diagrama ISIS ponte H com transistores		36
Foto 4:	Ponte H		36
Figura 23:	Diagrama ISIS ponte H com relés		37

Figura 24: Fluxograma da lógica de códigos	38
Figura 25: Código e fluxograma correspondente ao início	
39	
Figura 26: Código e fluxograma correspondente ao intervalo de irrigação	
40	
Figura 27: Código e fluxograma correspondente a irrigação	41
Figura 28: Código e fluxograma correspondente tomada de decisão a partir da resposta negativa do sensor bóia	41
Foto 5: 20 L de solução	42
Foto 6: 8º dia de teste	42
Figura 29: Projeto inicial do primeiro transistor	47
Figura 30: Primeiro transistor	47

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Tabela de Hoagland e Arnon, referente às principais soluções nutritivas	
24	
TABELA 2 - Reagentes selecionados produção da solução nutritiva.	24
TABELA 3 - Peso dos reagentes	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPU	Central Process Unit
RAM	Random Access Memory
ROM	Read-only memory
USB	Universal Serial Bus
CAD	Computer-Aided Design
GND	Graduated neutral density filter

RESUMO

A grande procura por alimentos saudáveis e de fontes conhecidas, assim como o pouco tempo que os indivíduos da nova era tecnológica mundial dispõem, são os fatores resultantes que implicam na necessidade da criação de um equipamento que seja capaz de ajudar no desenvolvimento, de forma autônoma, de alimentos naturais. Dessa forma, a criação de um sistema automático que possa auxiliar nos cuidados de uma horta domiciliar, assim como, em pesquisas no ramo das ciências agrárias é de extrema importância pois leva a possibilidade de se obter produtos naturais oriundos de uma horta particular, além de padronizar a metodologia adequada a cada pesquisa, seja ela a utilização de substratos para substituir solos, novas fórmulas de soluções nutritivas e como diferentes tipos de hortaliças se comportam com alteração desses fatores - Solo e Nutrientes. O presente trabalho tem como objetivo realizar a automação de uma horta portátil, um equipamento que se adeque a comodidade das residências atuais e possa oferecer ao consumidor um alimento saudável sem ter que se preocupar com os tratos que uma plantação necessita, isso, através de circuitos eletrônicos controlados por microcontroladores (ATMEGA 238), além do auxílio de sensores para verificação dos níveis de reservatório.

Palavras-chave: Horta portátil. Automação. Eletrônica.

ABSTRACT

The great demand for healthy foods and well-known sources, as well as the little time that the individuals of the new technological world have available, are the resulting factors that imply in the necessity of the creation of equipment that is able to help in the development, autonomously, of natural foods. Thus, the creation of an automatic system that can assist in the care of a home garden, as well as in research in the field of agrarian sciences is of extreme importance since it leads to the possibility of obtaining natural products from a particular vegetable garden, in addition to standardize the appropriate methodology for each research, be it the use of substrates to replace soils, new formulas of nutrient solutions and how different types of vegetables behave with alteration of these factors - Soil and Nutrients. The objective of this work is to automate a portable vegetable garden, an equipment that fits the comfort of the current residences and can offer the consumer a healthy food without having to worry about the treatments that a plantation needs, this, through circuits controlled by microcontrollers (ATMEGA 238), as well as the aid of sensors to verify the levels of the reservoir..

Keywords: Portable Vegetable Garden. Portable. Automation. Electronics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO	13
1.2 JUSTIFICATIVA	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 MICROCONTROLADOR	17
2.3 TRANSISTOR	20
2.4 RELÉ	21
2.5 MÓDULO RELÉ	22
2.6 PONTE H	23
2.7 CHAVE BÓIA	
24	
2.8 BOMBA DE ÁGUA	25
2.9 HORTA E IRRIGAÇÃO	25
2.10 SOLUÇÃO NUTRITIVA	
24	
3 METODOLOGIA	28
3.1 ESTRUTURA	28
3.2 RESULTADOS PRELIMINARES	34
3.3 MÓDULO RELÉ	36
3.4 PONTE H COM TRANSISTORES/RELÉS	37
3.5 PROGRAMAÇÃO	40
3.6 PROJETOS FUTUROS	46
6 REFERÊNCIAS	47
ANEXO 1	50
ANEXO 2	51

1 INTRODUÇÃO

Nos tempos atuais a correria do dia a dia faz com que as pessoas estejam cada vez com menos tempo, isso leva a várias consequências que implicam em hábitos ruins, tendo a alimentação desregulada como um dos mais frequentes. Por isso, muitas pessoas procuram estratégias para terem uma alimentação mais saudável, uma dessas estratégias é a criação de hortas residenciais.

Porém, o tempo de trato com as hortaliças ainda é uma dificuldade na aplicação desse tipo de horta, além disso, o pouco espaço em apartamentos ou residências que não possuem quintal dificulta ainda mais a implementação.

Devido a essas dificuldades surgiu a ideia da Horta inteligente um produto em desenvolvimento que usa de microcontroladores, juntamente com motores e sensores para proporcionar o cuidado adequado de plantas em espaço domiciliar ou de laboratório, sendo um artigo comercial muito procurado devido às novas buscas e hábitos alimentares (DAMACENO, 2018). Possui estrutura própria devidamente projetada para atender as necessidades de autonomia e de economia de gastos, tais como a reutilização de resíduos para utilização em substrato, além do reuso de solução nutritiva, caracterizando-se como um sistema fechado de aproveitamento de recursos.

O trabalho em questão trata-se do desenvolvimento de Hortas inteligentes, um equipamento que possibilita a criação de hortas a moradores que não possuem quintal ou espaço amplo para plantação de hortaliças. O item 1.1 trata melhor da problemática e mostra as causas que levaram a criação do projeto, os itens posteriores 1.2 e 2 tratam, respectivamente, das justificativas que tornam o trabalho equivalente aos problemas abordados e do referencial teórico utilizado como embasamento.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento de hardwares, tais como a criação de layouts, materiais utilizados e o processo de corrosão - Fotolitografia - encontra-se nos itens 3 a 3.1, após isso, itens 3.2 e 6, nessa ordem, tratam dos resultado preliminares e referências.

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

Um dos principais motores de transmutação nas formas de cultivo no mundo é a relação entre espaço/habitantes, afinal, quanto maior a população em certa delimitação territorial, maior a necessidade de recursos, entre esses, os recursos alimentares.

Ao longo da história, por meio principalmente do desenvolvimento da tecnologia, assistimos a um crescimento demográfico, com picos nos números geralmente interligados a momentos de grandes saltos tecnológicos. Como por exemplo, no século XVIII, após a reformulação da máquina a vapor, no final do século anterior, por James Watt, iniciou-se o

processo de Revolução Industrial, quando a população mundial atingiu seu primeiro bilhão (FERNANDES, [21, s.d]). Já na segunda metade do século XX, dois séculos após o primeiro evento citado, vivenciamos o momento após a 2ª guerra mundial, período no qual houve grande desenvolvimento da tecnologia (FERNANDES, 2018).

Diante de tantas mudanças em períodos relativamente curtos historicamente as técnicas de produção de alimentos se modificaram a fim de satisfazer a necessidade do grande mercado consumidor. Os departamentos de atividades agrícolas começaram a explorar métodos de transgenia (Modificação genética de animais ou plantas) para se obter alimentos mais resistentes a pragas e que tivessem melhor aparência.

Contudo, a alimentação, provenientes da maioria dos alimentos geneticamente modificados (transgênicos), segundo Aparecida Pimentel ([21, s.d]), podem trazer problemas ao meio ambiente como a interferência na seleção natural, além de proporcionar problemas em humanos, tais como maior incidências de alergias - com essas informações divulgadas para população surgiu uma preocupação a respeito do que é consumido.

O surgimento de novas vertentes que oferecem produtos naturais, como exemplo lojas especializadas em produtos orgânicos, teve início devido ao medo das consequências que uma alimentação transgênica pode causar, segundo a Associação brasileira de saúde coletiva (ABRASCO) já existe contaminação por produtos transgênico no leite materno o que pode refletir diretamente na vida das novas gerações.

Com os novos mercados que prometem produtos naturais, a busca por esses alimentos aumentou, e com isso os custos dessas mercadorias também, tendo esse aspecto atrelado ao gasto da produção, o preço final que retorna ao consumidor se torna para muitos inacessível, dessa forma uma grande parte da população de consumidores deixam de investir em produtos livres de agrotóxicos e acabam por culminar em uma alimentação menos saudável.

Destarte, é de suma importância ressaltar que a busca por produzir alimentos naturais em casa vem aumentando muitos nos últimos tempos. Porém, para muitos o pouco espaço presente nas moradias atuais é um obstáculo, além disso, a maior parte da população provém de pouco tempo para se dedicar ao plantio o que leva a muitos procurar por produtos convencionalmente vendidos em supermercados.

1.2 JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento das civilizações e o avanço em pesquisas no século XX trouxeram inúmeras tecnologias que ajudaram a sociedade a chegar nas condições atuais, como a criação da internet, aparelhos celulares e antibióticos. A agricultura foi uma das áreas que tiveram expansão científica/metodológica em períodos posteriores tendo ênfase em estudos a respeito de como tratar pragas e solos, além disso, foi um dos setores que deram início a necessidade

da exploração de pesquisas com relação a modificação de células de DNA, os famosos alimentos transgênicos.

Porém, os alimentos geneticamente modificados são um dos fatores que podem trazer diversos problemas para a saúde de seus consumidores, como o aumento da resistência a ação de antibióticos, chegando a possibilidade de anulação no efeito do medicamento , ademais, a modificação genética de plantas pode resultar em novas pragas e até mesmo problemas no fígado e rins de animais que as consome (FRAGMAQ, 2016).

Outro problema que justifica a criação de um equipamento autônomo de criação de hortas é a busca por alimentos saudáveis de origem conhecida. Cada vez mais as pessoas estão procurando por alimentos naturais livres de agrotóxicos, resultando em um grande mercado consumidor e favorecendo a comercialização do produto.

Devido a esses problemas abordados é de extrema importância a criação de um projeto que viabiliza a criação de alimentos livres de agrotóxicos e transgênicos dentro do conforto da própria residência, um equipamento simples e compacto que possa controlar automaticamente a irrigação de plantas, além de proporcionar condições de metodologias adaptadas na utilização em pesquisas na área agrária.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A automação ganhou muito espaço nas últimas gerações se mostrando muito presente nas indústrias responsáveis por uma produção em alta escala que necessitam de máquinas modernas, que possam produzir com maior precisão e rapidez quando comparadas ao trabalho feito a mão, também se tornou a palavra chave para a robótica em geral, além de ser a responsável pela geração de uma ampla gama de possibilidades para o desenvolvimento de projetos inovadores.

A automação não surgiu de agora, desde que o homem vem se desenvolvendo intelectualmente ele procura criar mecanismos que o ajude a realizar suas tarefas de uma forma mais fácil, com maior precisão e que possibilite realizar suas atividades sem grandes esforços físicos (Roggia; Fuentes, 2016); um exemplo disso foi a utilização de rolos pela civilização Suméria no transporte de cargas pesadas (MEIOS, 2018), assim como a invenção dos moinhos pelos romanos (MELO, 2018).

Atualmente outros fatores foram adicionados para realização da automatização de um sistema, a energia elétrica se tornou essencial assim como os computadores, microcontroladores e todo o aparato tecnológico para a entrada e saída de dados, além da execução de comandos realizados por transdutores.

É de grande importância relatar que todo e qualquer sistema autônomo é formado por cinco elementos, o acionamento, que é a parte que utiliza de energia elétrica para efetuar ações; sensoriamento, responsável por medir o desempenho do sistema ou de uma peculiaridade de algum componente específico; o controle que utiliza dos dados provenientes dos sensores para determinar um acionamento; comparador, unidade de tomada de decisão, compara dados medidos com valores já definidos e, através disso, toma a decisão de atuar no sistema; e por último os programas, encarregados de realizar a interação entre diversos componentes através de informações de processos (BORGES et al., [21, s.d.]).

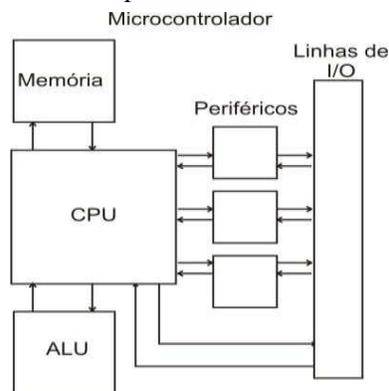
A automação pode ser classificada de acordo com as suas funções, como automação comercial, industrial, agrícola, transportes e comunicações, e pode conter diferentes níveis de flexibilidade que vai depender do seu tipo e da quantidade do produto quisto. O que implica dizer que quanto maior a variedade dos produtos e menor for a sua quantidade mais flexível o sistema tende a ser, ou seja, a flexibilidade de um sistema é diretamente proporcional a variedade de produto e inversamente proporcional a quantidade desse (BORGES et al., [21, s.d.]).

Sendo assim, tendo uma visão geral, é possível definir a automação como “um sistema de controle pelo qual os mecanismos verificam a sua própria operação, efetuando medições e introduzindo correções, sem a necessidade da intervenção do homem” (Roggia; Fuentes, 2016).

2.1 MICROCONTROLADOR

No processo de automação foram desenvolvidos diferentes controladores, cada um com a sua especificidade, apropriados para os mais variados campos dos sistemas autônomos, segundo Melo ([21, s.d.]) “Um Microcontrolador é um sistema computacional completo inserido em um único circuito integrado. Possui CPU, memória de dados RAM (Random Access Memory) e programa ROM (Read Only Memory) para manipulação de dados e armazenamento de instruções, sistema de clock para dar seqüência às atividades da CPU, portas de I/O além de 2 outros possíveis periféricos como, módulos de temporização, conversores analógico digital e até mesmo nos mais avançados conversores USB (Universal Serial Bus) ou ETHERNET”. O esquemático da arquitetura interna pode-se ser visto na Figura 1 abaixo.

Figura 1: Arquitetura microcontrolador



Fonte: José Soares (2002).

Um grande exemplo de microcontroladores é o ATMEGA238 utilizado na plataforma de prototipagem Arduino que surgiu na Itália em 2005 com o objetivo educacional para alunos que já tinha uma experiência na área da eletrônica, é uma plataforma que se encontra dentro do chamado “computação física”, o que significa dizer que o hardware e o software interagem entre si, existe duas linguagem de programação que podem ser utilizadas nesse microcontrolador a C e uma vertente em Java, porém a utilização mais convencional é em C, por ser uma plataforma *open-source* existe muita colaboração por parte dos usuários, tornando o sistema ainda mais versátil e exigindo sempre estar atualizado (SOUZA; GRANADO; FRESSATTI, [21, s.d.]).

A linguagem de programação utilizada no arduino é em C/C++, foi desenvolvida por Brian Kernighan e Dennis M. Ritchie na década de 70, a linguagem de programação C ganhou grande espaço no mundo acadêmico se tornando praticamente item obrigatório de

estudo em cursos de engenharia. Os programas em C se tornam eficientes devido a sua variedade de bibliotecas de funções prontas, além, da facilidade do compilador ser responsável por gerenciar o acesso a bancos de dados, localização de memória, periféricos e traduzir a linguagem C para linguagem de máquina, o que permite ao programador se preocupar unicamente no código propriamente dito (MELO, [21, s.d.]). Abaixo encontra-se uma imagem do arduino Uno (Figura 2) e a IDE (Figura 3) utilizada.

Figura 2: Arduino uno



Fonte:Arduino (2018).

2.3 TRANSISTOR

A grande criação que deu um avanço na tecnologia no período das segunda guerra foi o transistor, com a necessidade da utilização de materiais como o germânio e o silício no desenvolvimento de radares pesquisadores conseguiram entender os estados quânticos dos portadores desses materiais. O transistor passou por diversas fases até que fosse realmente inventado, um dos cientistas que ajudou com resultados em pesquisas foi George Southworth constatando em seus estudos que as válvulas triodo utilizadas nos equipamentos da época não serviam para trabalhar em altas frequências, decidindo assim, trocar as válvulas por diodos de cristal, dessa forma ele começou um estudo mais avançado em relação a tecnologia que levou a criação dos transistores.

Outro pesquisador que influenciou na criação do transistor foi Russel Ohl, enquanto pesquisava sobre as propriedades dos cristais que eram utilizados em radares ele decidiu mergulhar em um projeto de obtenção do silício em alto grau de pureza, durante o processo de preparação do silício na Bell, fábrica onde Ohl trabalhava, ele juntamente com os químicos da empresa conseguiram desenvolver em uma mesma barra de silício regiões N e P, com isso havia-se descoberto a junção PN (C BRAGA, 21, s.d.).

Porém, os grandes nomes da criação do transistor foram William Shockley, John Bardeen e Walter Houser Brattain. Esses três cientistas trabalharam juntos no desenvolvimento do transistor na Bell Laboratories, o primeiro a começar a grande jornada foi Shockley, após notar a possibilidade de desenvolver um elemento semiconductor com

comportamento análogo ao triodo. A grande intervenção que deu impulso para a pesquisa foi a compreensão dos processos de movimentação dos portadores no componente semiconductor, usaram o diodo como exemplo de comparação e constataram que se conseguissem controlar o fluxo de tais portadores pelo componente teriam algo semelhante ao triodo (C BRAGA, 21, s.d.).

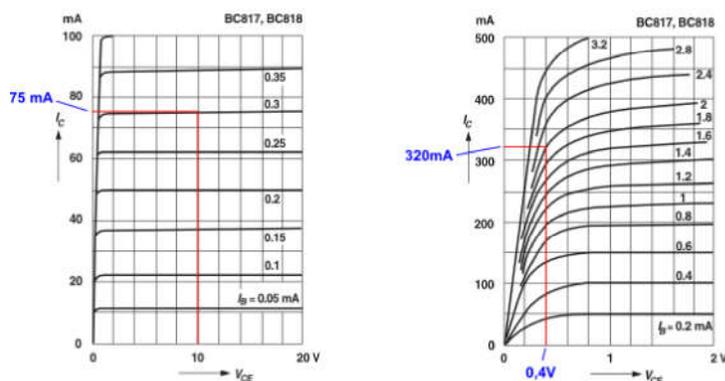
Inicialmente foi feita a teoria de funcionamento do projeto, eles encontraram alguns problemas de desenvolvimento que indicavam uma trajetória difícil a ser percorrida, o cristal a qual foi projetado era de proporções muito grandes em comparação ao fluxo de portadores, dessa forma a quantidade de elétrons ou lacunas para realização do controle do fluxo seria muito grande, fazendo com que o projeto se tornasse desinteressante (C BRAGA, 21, s.d.).

A solução que encontraram para o problema foi arquitetar a posição dos terminais do componente, deixando o emissor e o coletor o mais próximos o possível eles poderiam aplicar uma quantidade reduzida de elétrons ou lacunas em uma determinada área chamada de depleção, assim, quando aplicado os portadores na área de depleção os elétrons ou lacunas seriam expulsos do bloco semiconductor e capturados do outro lado, possibilitando assim, o controle do fluxo. No Anexo 1 encontra-se o esboço utilizado na criação do primeiro transistor (C BRAGA, 21, s.d.).

O protótipo foi feito e começaram os testes, porém não tinham resultados muito positivos, isso devido ao fato que os portadores se acumulavam na superfície do cristal e qualquer carga aplicada nos terminais fazia com que eles se dissipassem no meio externo. Diante disso, Brattain decidiu mergulhar o protótipo na água, o que levou a um dos melhores resultados que eles tinham obtido durante a pesquisa, Bardeen logo foi informado sobre os resultados e assim começou uma nova leva de teste para saber qual material poderia substituir a água para se obter um melhor resultado, durante esses teste eles encontraram que o ouro oferecia um ótimo rendimento, que diferentemente da água, ele apresentava um bom funcionamento em todas as frequências de testes, diante desses resultados eles chegaram ao primeiro transistor de ponto de contato criado (a imagem do primeiro transistor segue no anexo 1, assim como outras informações adicionais) (C BRAGA, 21, s.d.).

Atualmente o transistor é muito utilizado em circuitos chaveadores e amplificadores devido às suas propriedades físicas que permite com que eles trabalhem em diferentes estágios a depender da sua polarização que pode estar na região de corte, linear ou saturação. Abaixo encontra-se o gráfico (Figura 4) de cada uma dessas polarizações.

Figura 3: Curvas de um transistor (BC817, BC818)



Fonte: eletroPI (2018).

Os transistores podem assumir diversas funções, mas o princípio de funcionamento dele é o mesmo, conforme é ejetado uma tensão na base é formado um canal que serve como condutor de portadores, gerando um fluxo entre o terminal coletor e o emissor (eletroPI, 2018).

2.4 RELÉ

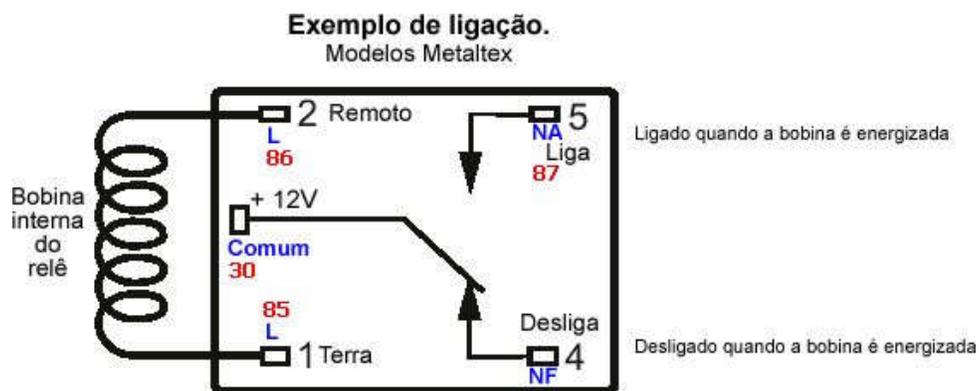
Além dos transistores o relé também foi uma invenção que trouxe diversas tecnologias. Amplamente utilizado em sistemas antigos de telecomunicações os relés são oriundo da tecnologia de indução magnética desenvolvida por Michael Faraday.

Porém, Faraday não foi o único a contribuir na história para que chegassem na criação do relé, os antigos Gregos foram os responsáveis por descobrir o magnetismo através da percepção de que alguns materiais possuem propriedades de atrair metais, denominando esses minérios de imãs naturais, outro povo que influenciou em estudos foi os chineses, pois eles trouxeram a funcionalidade ao magnetismo através da bússola, considerada uma das quatro grandes invenções da antiguidade.

Mas, foi Hans Christian Oersted (1777-1851) que deu o pontapé inicial para os estudos mais aprofundados a respeito da indução eletromagnética, isso devido a um acidente curioso enquanto demonstrava uma experiência a qual corroborava o fluxo de portadores por um fio de cobre, nesse experimento Oersted pôde perceber que ao fechar o circuito que permitia a passagem de corrente através do fio a agulha de uma bússola que estava próximo desse se movimentava em direção ao próprio, dessa forma ele constatou que o fluxo de corrente elétrica gerava um campo magnético em volta do fio (Padiel Eletrônica, 2012).

O relés mais comuns são formados por uma bobina e 5 terminais, sendo dois desses os terminais da bobina, um deles serve para o eixo a qual servirá como chave e outros dois para delimitar um normalmente aberto e o normalmente fechado. O funcionamento é simples, conforme a passagem de corrente na bobina o pino central utilizado como chave comuta, estando hora no normalmente fechado, hora no normalmente aberto, abaixo encontra-se a Figura 5 do relé citado.

Figura 4: Relé - arquitetura



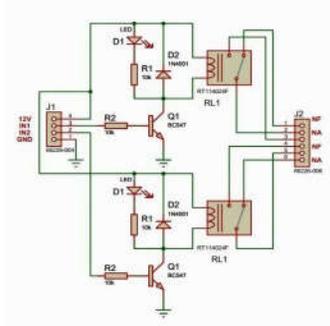
2.5 MÓDULO RELÉ

Um dos circuitos muito utilizados quando necessita-se do uso de um microcontrolador para ativação de motores é o módulo relé. O fato de um microcontrolador não conseguir fornecer corrente suficiente para o funcionamento adequado de um motor faz com que seja necessário um circuito de ativação que possibilite o arduino realizar o controle.

O módulo relé é uma junção de transistores e relés, nesse circuito está envolvido três tensões diferentes, uma para ativação dos transistores (Saída digital do microcontrolador), outra para alimentação dos relés e uma última para os motores.

Conforme o microcontrolador aplica tensão na base dos transistores eles começam a conduzir, com isso é fechado um circuito de alimentação dos relés, fazendo com que eles comutem, ao comutar fecham um segundo circuito que é responsável por alimentar os motores. Abaixo é passivo de observação a Figura 6 com as ligações necessárias para o funcionamento de um módulo relé.

Figura 5: Ligações necessárias para um circuito módulo relé



Fonte: Virtuatec(2018).

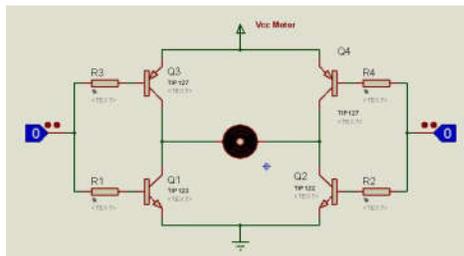
2.6 PONTE H

A ponte H é uma evolução do módulo relé, trata-se de um circuito de acionamento de motores que permite o controle do sentido de rotação. Nesse método de controle é utilizado somente transistores o que permite um menor custo, diminuição da perda por dissipação e menos ruídos sonoros.

É utilizado de dois pares de transistores, sendo um PNP e outro NPN, a base dos transistores que formam um par são conectadas entre si, dessa maneira, quando aplicada uma tensão nessa junção um transistor estará conduzindo enquanto o outro não, o mesmo processo é replicado para o outro par, os terminais do motor são ligados um em cada junção formada pelos pares de transistores, com isso, ao aplicar uma tensão em um par e no outro o GND é formado um circuito fechado permitindo um fluxo de portadores.

O que permite o controle do sentido de rotação do eixo do motor é justamente as tensões que são aplicadas nas bases dos transistores, conforme é aplicado uma tensão positiva em um par e é aterrando o outro é formado um circuito fechado que permite a passagem de uma corrente elétrica em um sentido, ao inverter as tensões o sentido da corrente muda fazendo com que o eixo do motor gire para o lado inverso conforme é solicitado, abaixo encontra-se a Figura 7 que indica as ligações de uma ponte H.

Figura 6: Ligações necessárias para um circuito ponte H



Fonte: EletroWorld (2018).

2.7 CHAVE BÓIA

A chave bóia é um sensor de nível desenvolvido para automatização de sistemas que necessitem da checagem de um reservatório para delimitar ações, a exemplos os sistemas de saneamento e tratamento de água, cisternas e sistemas de irrigação.

Esse sensor funciona como uma chave e pode ser usado de diferentes maneiras, ele possui um pêndulo que conforme o nível de um reservatório pode ser levantado ou abaixado de acordo com a utilização. Os sistemas que utilizam esse tipo de sensor podem verificar se um reservatório está cheio por completo, vazio totalmente ou pode ter vários referenciais como cheio, médio ou vazio, isso consoante ao posicionamento e a quantidade de sensores utilizados. Um exemplo desse tipo de sensor está representado na Figura 8 abaixo.

Figura 7: Chave bóia



Fonte: ROBOHELP (2018).

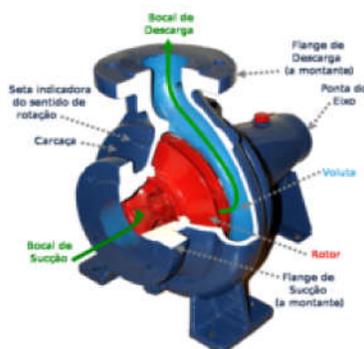
A chave bóia possui dois terminais conectados pela movimentação de um pêndulo, quando o pêndulo está totalmente levantado ele opera como um curto-circuito fazendo com que haja um fluxo de portadores entre os dois terminais,

dessa forma, é possível verificar um sinal correspondente a uma situação binária, quando o circuito está fechado ou quando está aberto, e através disso realizar uma tomada de ação.

2.8 BOMBA DE ÁGUA

Atualmente existe nos mercados diferentes tipos de bombas de água cada uma com a sua especialidade, a bomba centrífuga é uma delas. O funcionamento desse tipo de mecanismos envolve uma relação entre diferentes tipos de forças, a força cinética e a potencial gravitacional. Através de um eixo rotatório normalmente acionado por um motor CC é transferido energia cinética para o líquido presente dentro da cápsula onde se localiza o rotor, com as rotações é exercida pressão sob o fluido fazendo com que ele seja expulso pelo local de descarga da bomba, na Figura 9 abaixo encontra-se um diagrama de uma bomba centrífuga.

Figura 8: Diagrama de partes de uma bomba centrífuga



Fonte: Wikimedia (2018).

É importante salientar que um motor CC funciona através da indução magnética, com a passagem de corrente elétrica em bobinas que formam um estator é induzido um campo magnético que gera o movimento do rotor, esse movimento que será transposto em energia cinética para água, conforme o rotor se movimenta e a água acompanha esse movimento as paredes do encapsulamento de uma bomba de água fazem com haja uma pressão maior sob a ela, dessa maneira, forma-se um fluxo da água tendo como escape o bocal de descarga.

2.9 HORTA E IRRIGAÇÃO

Todas as novas tecnologias advindas desses componentes podem ser atribuídas em diversas áreas como a indústria, no desenvolvimento de sistemas, assim como na agroindústria. Segundo o site Dicio.com Horta tem definição como “Terreno onde se cultivam hortaliças, legumes etc”, ou seja, um espaço que possibilite o desenvolvimento de hortaliças e legumes pode ser considerado como horta.

Além disso, existem diversas formas de cultivo de plantas, exemplos disso é o sistema de gotejamento e hidroponia que são tipos de culturas diferentes que possuem características específicas. A cultura por gotejamento, assim como o nome diz, tem como forma de irrigação o gotejamento de uma solução que seja responsável por nutrir a planta de forma adequada, já o cultivo por hidroponia, ao invés de gotas de solução a planta é posta diretamente em contato com os nutrientes através de suas raízes, invalidando a necessidade de solo ou substrato. Abaixo encontra-se imagens que exemplificam os tipos de culturas de hortaliças citados, gotejamento - Figura 10, hidroponia - Figura 11.

Figura 09: Cultura por gotejamento



Fonte: Pensamento verde (2018)

Figura 10: Cultura por hidroponia



Fonte: Paes Lemos (2018)

2.10 SOLUÇÃO NUTRITIVA

Para alguns tipos de cultura é necessário o uso de uma solução nutritiva adequada para o melhor desenvolvimento das plantas, um desses casos é a o cultivo por hidroponia, já que essa técnica não utiliza de solo as raízes necessitam entrar em contato direto com os nutrientes. Para os cálculos dos nutrientes necessários é feito uma balança entre Macronutrientes e Micronutrientes, para isso foi utilizado da tabela de Hoagland e Arnon para fazer a seleção das substâncias adequadas para hortaliças, abaixo segue a Tabela 1 referente a citada.

Tabela 1: Tabela de Hoagland e Arnon, referente às principais soluções nutritivas.

<i>Solução de Hoagland & Arnon</i>												
<i>Macronutrientes</i>							<i>Micronutrientes</i>					
N (NH ₄ ⁺)	N (NO ₃ ⁻)	P (H ₂ PO ₄ ⁻)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cu	Zn	Fe	Mn	Mo	B
← mmol L ⁻¹ →							← μ mol L ⁻¹ →					
1.0	14.0	1.0	6.0	4.0	2.0	2.0	0.3	1.3	90.0	12.6	0.10	46,0

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Na confecção da solução foi utilizados determinados reagentes de acordo com a disponibilidade que o laboratório do IFRN - LAPERN oferecia, na Tabela 2 abaixo temos as relações dos reagentes.

Tabela 2: Reagentes selecionados para cada elemento que será utilizado na produção da solução nutritiva.

Elemento Químico	Reagentes
<i>Micronutrientes</i>	
Cobre	Sulfato de Cobre - CuSO ₄ ·5H ₂ O
Zinco	Nitrato de Zinco - Zn(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O
Ferro	Nitrato de ferro Fe(NO ₃) ₃ ·9H ₂ O
Manganês	Sulfato de Manganês MnSO ₄ ·5H ₂ O
Molibdênio	Molibdato de Amônio (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O
Boro	Ácido Bórico H ₂ BO ₃
<i>Macronutrientes</i>	
Nitrogênio em Amônio (NH ₄ ⁺)	[Sulfato de Amônio - (NH ₄) ₂ SO ₄] + Todo amônio presente na solução
Nitrogênio em Nitratos (NO ₃ ⁻)	[Nitrato de Níquel - Ni(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O] + Todos os nitratos presentes na solução
Fósforo em (H ₂ PO ₄ ⁻)	Fosfato de Potássio - K(H ₂ PO ₄)
Potássio	Cloreto de Potássio - KCl

Cálcio	Cloreto de Cálcio - CaCl_2
Mg	Cloreto de Magnésio - $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Sulfatos	Sulfato de Cálcio - CaSO_4 + Todos os sulfatos presentes na solução

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Como visto na tabela de Hoagland & Arnon é necessário que haja uma quantidade adequada de cada composto para que a solução nutritiva funcione perfeitamente, como em mais de um reagente utilizado havia nutrientes iguais foi necessário realizar cálculos estequiométricos para delimitar a quantidade de cada composto que estará presente na solução. Na Tabela 3 pode-se conferir a quantidade correspondente de cada componente da solução.

Tabela 3: Peso dos reagentes.

Reagente	Peso (calculado previsto)	Peso (em gramas)
<i>Micronutrientes</i>		
Sulfato de Cobre - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,00149808 g	0,0015 g
Nitrato de Zinco - $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,00643474 g	0,0067 g
Nitrato de ferro $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	0,7272 g	0,7376 g
Sulfato de Manganês $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,04259304 g	0,0444 g
Molibdato de Amônio $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0,0035310285 g	0,0041 g
Ácido Bórico H_2BO_3	0,0568856 g	0,0573 g
<i>Macronutrientes</i>		
Sulfato de Amônio - $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	1,32128673715 g	1,3346 g
Nitrato de Níquel - $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	39,92065194 g	39,9303 g
Fosfato de Potássio - $\text{K}(\text{H}_2\text{PO}_4)$	2,7218 g	2,7356 g
Cloreto de Potássio - KCl	8,1654 g	8,1730 g
Cloreto de Cálcio - CaCl_2	10,5698 g	10,5775 g
Cloreto de Magnésio - $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	8,132 g	8,1311 g
Sulfato de Cálcio - CaSO_4	5,12082771428 g	5,1301 g

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

3 METODOLOGIA

A preocupação com uma alimentação mais saudável está levando as pessoas à busca de alimentos orgânicos, de origem conhecida, para garantia da qualidade daquilo que se consome. Uma horta portátil, que seja adaptável a pequenos espaços, utilizando como substrato um resíduo da agroindústria, e que as pessoas facilmente possam controlar, constitui-se em dispositivo de baixo custo e elevada demanda, utilizando-se da plataforma de prototipagem Arduino para a realização da automação.

A plataforma de prototipagem Arduino permite o desenvolvimento de projetos de forma prática e eficiente, dessa forma, a utilização desses recursos para o desenvolvimento de projetos de automação vem crescendo cada vez mais. A implementação da automação permitirá que haja praticidade, segurança e conforto ao proprietário do produto. Tendo como ideia central o auxílio ao desenvolvimento autônomo de hortaliças e verduras.

O sistema consiste na implementação de duas técnicas de cultura, a hidropônica e o gotejamento, cada metodologia será responsável por uma determinada fase de desenvolvimento das plantas. A método de gotejamento é amplamente utilizado por grandes produtores de hortaliças e verduras para economizar os gastos com a água, seu nome é originado pelo mecanismo de irrigação que constitui-se na ação de gotejar sob as plantas o líquido responsável pela hidratação, que normalmente é referente a água.

A hidroponia é a técnica de cultivo que não utiliza de solos para sustentação da planta, ao invés disso, as raízes são postas diretamente em contato com uma solução nutritiva que contém água e as substâncias adequadas para suprir as necessidades nutricionais de cada vegetal.

Sendo assim, na realização da metodologia é necessário a construção de um sistema que possibilite o desenvolvimento de plantas através dos tipos de culturas apresentados - gotejamento e hidroponia - além disso, a construção de circuitos que possibilitem a automação da irrigação é essencial para que haja um controle maior a respeito do desenvolvimento.

3.1 ESTRUTURA

O sistema foi planejado para proporcionar ao proprietário a maior praticidade possível, tendo em vista o mínimo espaço habitável a qual o equipamento vai consumir, sendo adequada a apartamentos pequenos ou casas que não possuem quintal para plantação de hortas domiciliares, além disso, o complexo reúne características para a utilização em laboratórios para pesquisas de substratos e desenvolvimento de plantas, como a utilização de técnicas de cultivos avançadas - hidroponia e gotejamento.

Para melhor compreensão o sistema foi dividido em partes. A primeira parte constitui-se de um suporte (Figura 12) para que todas as peças que compõem os mecanismos

de cultivo, assim como os de irrigação e hardwares, sejam apoiadas e possam dar a Horta inteligente uma locomoção de fácil manipulação. Esta primeira peça será responsável pelo transporte de todo o sistema, ou seja, nela se encontrará todo o trabalho de automação e cultivo, ela possui dimensões características para que possa acomodar todos os processos (recipiente de solução nutritiva, cultivo por gotejamento, cultivo por hidroponia, bombas de água e hardwares de controle), sendo essas 107 cm de largura, 85 cm de profundidade e 40 cm de altura, possui ainda dois apoios para mãos para melhorar o agarro a peça.

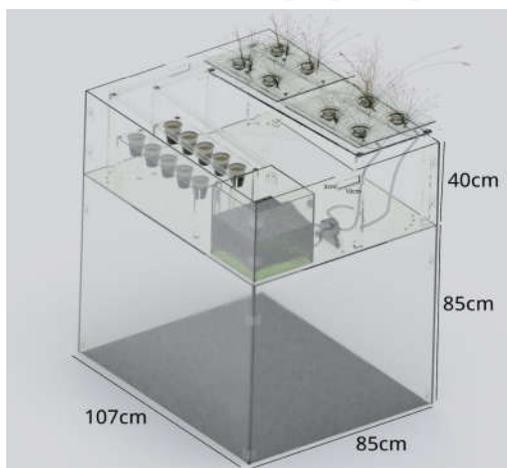
Figura 11: Representação do sistema de suporte para os mecanismos de irrigação e cultivo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O suporte ainda possui itens opcionais que poderão ajudar no ajuste a altura do equipamento, esses servem como pés ao suporte (Figura 13), são constituídos de placas de mesma largura da estrutura de sustentação principal, tendo como diferencial a altura, que é constante para todas as peças opcionais, sendo 85 cm o seu valor.

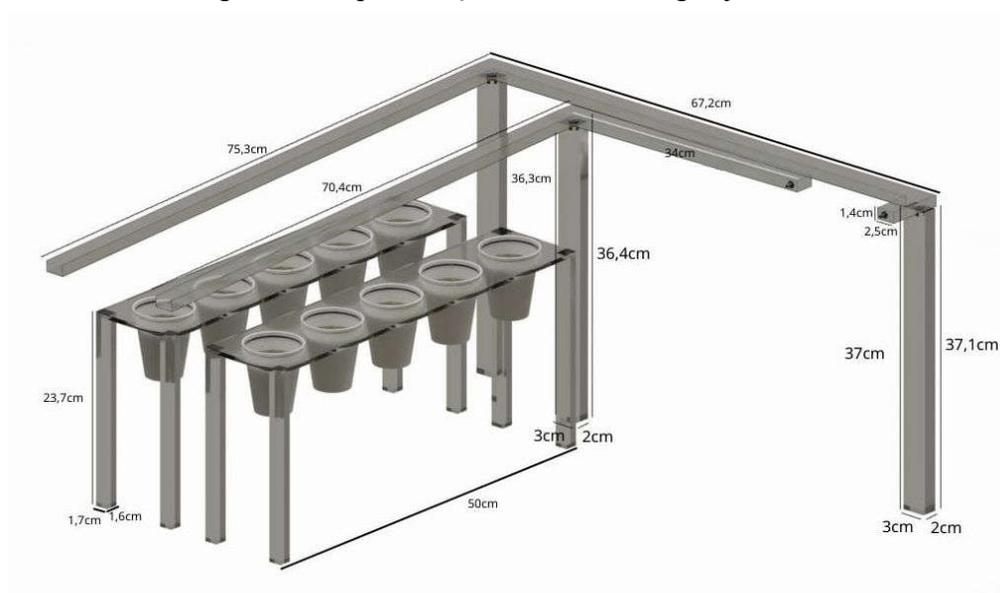
Figura 12: Representação do sistema de pés para a peça de suporte principal.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Diante das peças de suporte foi desenvolvido os sistemas de cultivo com o objetivo de realizar duas formas de cultura, sendo essas a técnica de gotejamento e de hidroponia. Para a fase inicial, a qual a cemente acaba se ser plantada no substrato, foi utilizado da técnica de gotejamento, devido aos benefícios em relação a economia da solução nutritiva e ao fato de ainda não existir raízes para que a planta possa ser posta sob a técnica de hidroponia. O aparato para esta etapa (Figura 14) consiste no agrupamento de calhas que possui furos em sua extensão, por elas corre a solução nutritiva, dessa forma a semente poderá receber os nutrientes necessários para iniciar o processo de desenvolvimento.

Figura 13: Representação do sistema de gotejamento.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Como é passível de observação na Figura 14, os jarros que recebem o substrato e as sementes se localizam embaixo das calhas que levarão a solução nutritiva até as sementes, dessa forma, aliando os vasos aos buracos presentes nas calhas podemos realizar a técnica de gotejamento, até que a cemente germine e a planta desenvolva raiz.

Com o desenvolvimento da hortaliça, tendo em vista, principalmente, o crescimento da raiz, o sistema de cultivo muda, dispondo da técnica de hidroponia como método para levar os nutrientes até as radículas do vegetal. O sistema de hidroponia se mostra viável devido ao fato de que as plantas possuem áreas em suas raízes que permitem a absorção de nutrientes, uma das principais é a zona pilosa, responsável pela captação de substâncias, essa zona é formada por estruturas denominadas de pelos absorventes que são células que se alongam até uma região que possa proporcionar a absorção de nutrientes (GONÇALVES,

WAINER G.; JIMENEZ, RODRIGO L.; ARAÚJO FILHO, JERÔNIMO V. de. Sistema radicular de plantas de cobertura sob compactação do solo, 2005.).

As células encontradas nas raízes das plantas possuem uma alta concentração interna, devido ao fato delas reterem uma grande quantidade de sais minerais o que provoca um alto nível da pressão osmótica no seu interior. Para que tais células consigam realizar a absorção de mais nutrientes é indispensável que haja um movimento contra gradiente de concentração, o que torna essencial a existência do transporte ativo, ou seja, gastando energia a planta consegue manter as estirpes mais concentradas que o meio a qual estão expostas, dessa forma, possibilitando que a solução (H_2O) seja absorvida por osmose (ROCHA, JENNIFER. de. Pressão osmótica).

O sistema de hidroponia foi desenvolvido a partir da metodologia demonstrada no livro “Introdução à Química da água, Ciência, vida e sobrevivência” (LENZI; OTILIA BORTOTTI FAVERO; BERNARDI LUCHESE, [21, s.d.]), consiste no agrupamento de telhas juntamente a um suporte com furos que possa dar suporte para as hortaliças, a solução nutritiva passará pelos vãos das telhas entrando em contato direto com as raízes das plantas, na imagem (Figura 15) a seguir podemos visualizar o diagrama da estrutura:

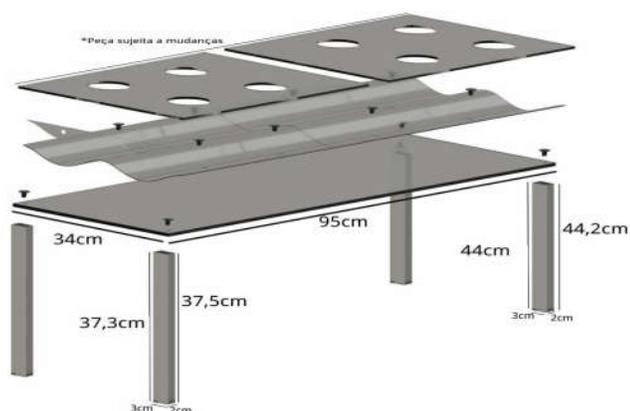
Figura 14: Representação do sistema de hidroponia (aparato de telhas).



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A etapa de hidroponia tem um sistema de suporte semelhante a uma mesa inclinada (Figura 16), tendo como peças: 4 pés, sendo um par de 37,5 cm e outro de 44,2 cm; uma estrutura plana onde serão conectados os pés, medindo 34 cm por 95 cm; e ainda duas telhas responsáveis por possibilitar a passagem da solução pelos seus vãos fazendo com que as raízes das plantas tenham contato direto com os nutrientes, ainda há um alicerce para as plantas se apoiarem com as mesmas dimensões das telhas.

Figura 15: Representação do sistema de hidroponia (suporte-mesa)



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Por fim, temos o reservatório da solução e as bombas para bombeamento do líquido nutritivo. O recipiente que contém a solução nutritiva é essencial para a automação de todo o sistema, é nele que todos os hardwares estarão acoplados, além do fato dele conter a substância que irá ajudar as plantas a se desenvolverem. O depósito para solução tem capacidade de 20 L e junto a ele se encontra um sensor de nível (Figura 17).

Figura 16: reservatório - Sensor de nivel (Boia)



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O sensor servirá para indicar quando será necessário reabastecer o tanque com a solução, enquanto o reservatório estiver cheio a boia estará ativa, ou seja, o líquido nutritivo fará com que o pêndulo da boia seja empurrado para cima, enquanto que a ausência de solução ou uma quantidade abaixo do nível de ativação da bóia resulta em um circuito aberto, dessa forma, o sensor envia um sinal de nível lógico baixo ao microprocessador indicando a necessidade de reabastecimento.

Para o escoamento da solução é feita por dois furos no fundo do tanque, esses são acompanhados por um sistema de porteira (Figura 18), muito semelhante aos usados em portões automáticos, engrenagens acopladas a motores fazem com que pequenas placas se movimentam, dessa forma, impedindo ou permitindo a passagem do fluido.

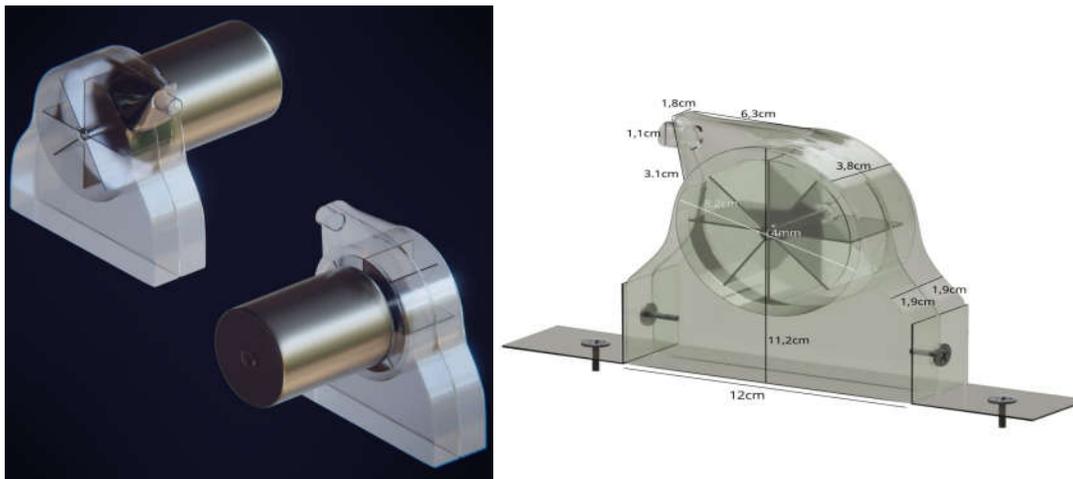
Figura 17: Representação de peças para o sistema de escoamento



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A saída de escoamento está diretamente ligada às bombas (Figura 19) através de mangueiras. Ao acionar os motores que fazem com que a solução nutritiva tenha acesso as aberturas de vazão o líquido passará por mangueiras até que chegue ao recipiente da bomba, essa foi projetada com o princípio da força centrípeta que está diretamente ligada ao movimento circular realizado por corpos em uma trajetória curvilínea (movimento curvilíneo uniforme - MCU) (GOUVEIA, 2018).

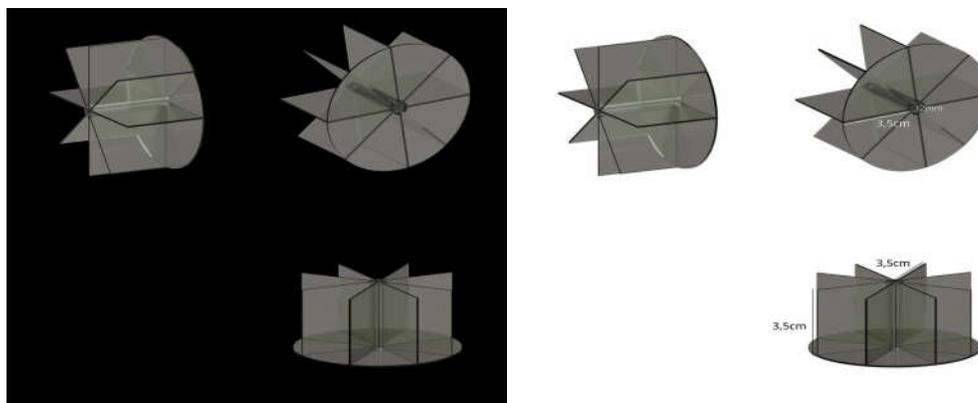
Figura 18: Representação de bombas



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A realização do movimento é feito por motores, um conjunto de placas (Figura 20) que formam uma estrutura semelhante a portas giratórias estão ligadas aos eixos desses motores, ao fornecer energia as bobinas de cada motor o conjunto de placas gira, dessa forma, quando ejetado líquido dentro do recipiente da bomba esse é expulso por um escape devido a ação da força centrípeta.

Figura 19: Representação do conjunto de placas



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

3.2 RESULTADOS PRELIMINARES

O desenvolvimento de circuitos eletrônicos data desde a Segunda Guerra Mundial, onde havia uma grande procura por sistemas que pudessem suportar situações extremas, com isso, foi inevitável que as técnicas de produção desses materiais não se aprimorassem; hoje em dia os diversos estudos elaborados nesse período são utilizados na fabricação de PCI's para inúmeros tipos de equipamentos eletrônicos (VINÍCIUS GUEDES CAVALCANTE; QUEIROZ DE FARIAS HENRIQUE SILVA, 2017).

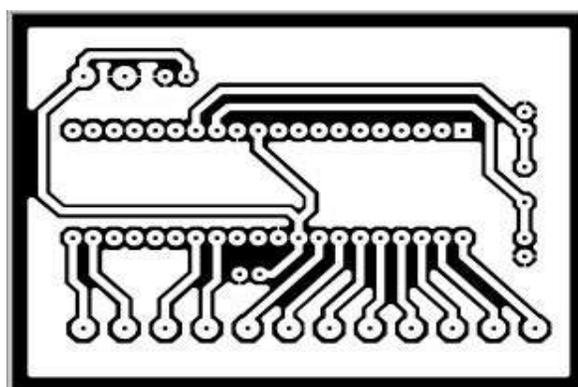
As PCI's são amplamente utilizadas nas indústrias, principalmente na área de automação, essas placas são formadas por um substrato analítico que pode ser de fibra de vidro ou fenolite e que possuem trilhas de cobre em sua extensão, elas tem como objetivo fornecer ao componente eletrônico sustentação, assim como, realizar a interação elétrica desses (VINÍCIUS GUEDES CAVALCANTE; QUEIROZ DE FARIAS HENRIQUE SILVA, 2017).

O processo de confecção de PCI's exigem algumas fases, inicialmente é feito o layout e testes do circuito em um software do tipo CAD (Computer-Aided Design), para o trabalho em questão foi utilizado o Proteus Design Suite software; mesclado por uma suíte de ferramentas, é responsável por realizar simulações e desenvolvimento dos esquemáticos, tal

programa é amplamente utilizado por engenheiros e técnicos para a produção de manufaturas de PCBs (DAQUINO, 2018).

Com o esquemático pronto é necessário transferir o padrão para o substrato, a técnica utilizada na confecção dos hardwares da horta inteligente foi a de fotolitografia. Nesse processo é aplicado uma camada fina de tinta fotosensível sob o fenolite polido e coloca-se um fotolítico (Figura 21), gerado a partir do projeto feito no Proteus e impresso em um papel transparente para fotografia, por cima dessa camada, após isso, o conjunto é exposto à luz ultravioleta, essa última etapa fará com que a tinta fotosensível seja afetada pela luz e, dessa forma, seja enfraquecida.

Figura 20: Exemplo de fotolítico



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

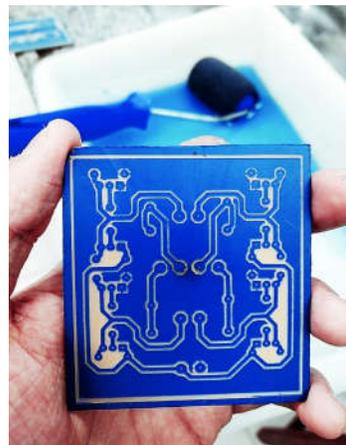
O fotolítico é responsável por permitir que os lugares adequados recebam radiação ultravioleta, usando como exemplo a figura 21 temos que ela é formada por duas cores, branca e preta, a cor mais escura permite que a luz ultravioleta passe pelo fotolítico e incida sob a tinta fotosensível, após isso o fotolítico é posto em contato com uma solução de barrilha, nessa etapa as partes enfraquecidas da tinta é retirada, deixando o cobre referente às essas partes exposto.

Feito isso o conjunto passa pelo processo de corrosão onde é mergulhado em um becker com perclorato de ferro por um período de 10 a 15 minutos, ao término do tempo a placa é retirada e exposta a água corrente, para finalizar, a PCI passa por outra vidraria, pré-aquecida, a qual contém Hidróxido de sódio (Foto 1) para retirar a camada de tinta não afetada pela luz ultravioleta (Foto 2).

Foto 1: Processo de aquecimento do hidróxido de sódio



Foto 2: Placa ainda com polímero



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

3.3 MÓDULO RELÉ

Para o acionamento dos motores das bombas foi projetado um circuito módulo relé, este constitui-se na associação de transistores e relés para executar o comando de ligar e desligar o fluxo de água corrente que é transmitida através das bombas. Para o circuito foram utilizados o seguintes componentes:

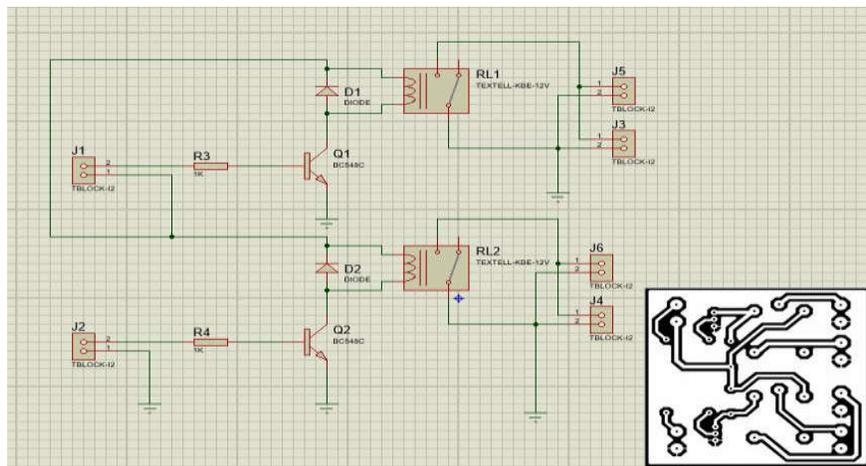
- 2 Relés Metaltex - AX1RC2/Sanyou - SRD-S-112D
- 2 Resistores de 220Ω
- 2 Diodos 1N4001
- 2 Transistores BC548
- 4 Conectores de 2 pinos

Na imagem abaixo (Figura 22) é representado o esquema do circuito feito no Proteus juntamente com o fotolítico correspondente. O módulo relé deve acionar motores conforme uma entrada específica, para isso a associação correta entre transistores e relés é imprescindível, dessa forma, para que o funcionamento do conjunto seja perfeito ele precisa ser bem projetado. O conector J1 é responsável por alimentar os relés com 12V e por enviar o sinal de ativação do relé RL1, já o conector J2 é responsável por fornecer à malha de 12V (alimentação dos relés) o GND, além de enviar o sinal de ativação do relé RL2.

Quando qualquer um dos sinais de ativação (gerados por um microcontrolador) comuta para nível alto eles fazem com que os relés específicos fechem as malhas correspondentes aos conectores J5-J3 e/ou J6-J4, esses são responsáveis por fornecer o GND

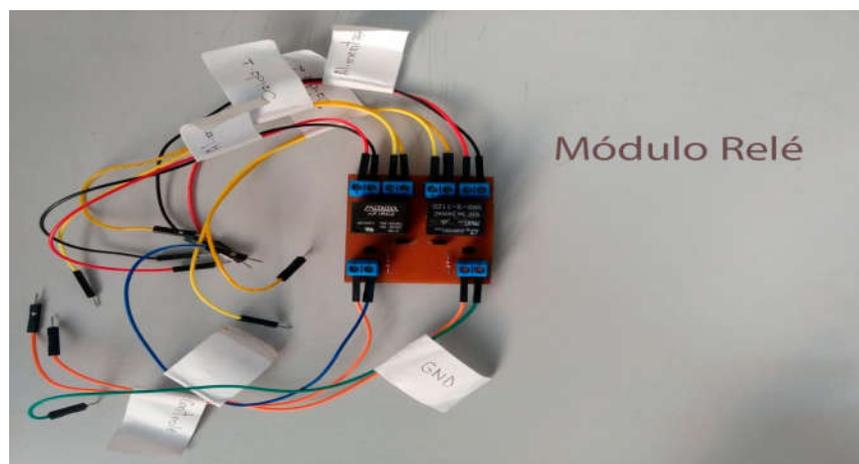
a malha; a tensão necessária para ativação de motores e as saídas que deverão ser conectadas aos terminais de cada motor.

Figura 21: Diagrama ISIS Módulo relé



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Foto 3: Módulo Relé



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

3.4 PONTE H COM TRANSISTORES/RELÉS

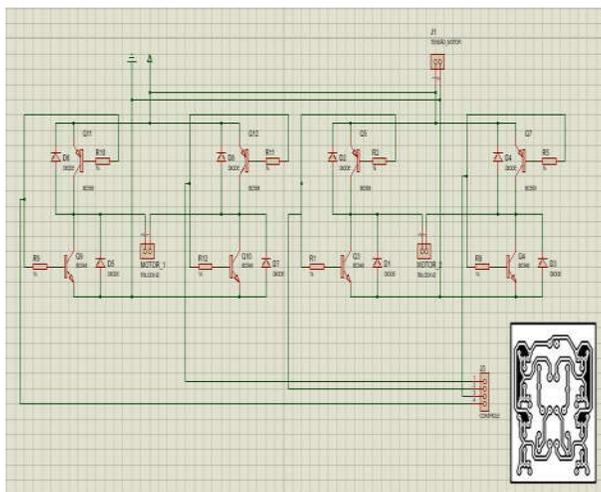
Para o sistema que faz a interligação entre o reservatório e as bombas foi necessário usar outro tipo de circuito de controle devido ao fato que hora o sistema deve permitir a passagem de líquido e hora precise impedir, dessa forma, o módulo relé mostra-se

inadequado, já que ele permite somente que os motores sejam acionados em uma determinada direção. Já a Ponte H é circuito que permite mudar o sentidos dos portadores, ou seja, com esse sistema de controle é possível fazer com que em específicos momentos motores estejam com seus eixos girando em um sentido e em outro eles estejam girando a uma direção contrária.

Para fins de análise foi feito dois diagramas para averiguar qual apresentaria menor custo e tamanho, para isso os circuitos projetados possuíam uma versão com relés e outra com transistores. A imagem abaixo (Figura 23) é a representação do circuito da Ponte H com transistores no Proteus juntamente com o fotolítico correspondente. Para a fabricação do circuito foram utilizados os seguinte componentes:

- 4 Transistores BC558
- 4 Transistores BC541
- 3 Conectores de 2 pino
- 1 Conector de 4 pinos
- 8 Diodos 1N4001
- 8 Resistores de 1k Ω

Figura 22: Diagrama ISIS ponte H com transistores



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Foto 4: Ponte H



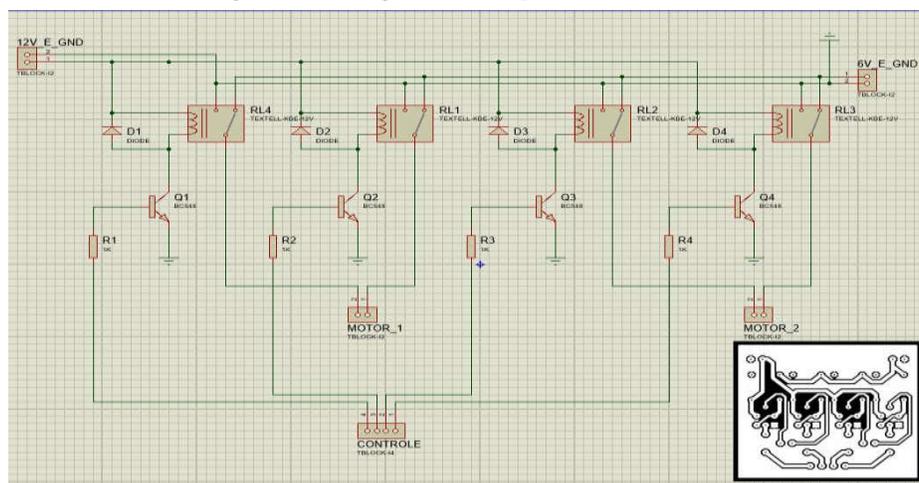
Conforme já dito, a ponte H tem como objetivo fazer o controle de motores através da inversão do sentido de portadores. Para o circuito que utiliza de transistores o conector J3 (de 4 pinos) é responsável por receber o sinal controle (mandado através de um microcontrolador), cada uma das 4 entradas será responsável por receber um sinal de ativação e distintos pares de pinos serão responsáveis por controlar o sentido dos portadores, no caso, o pino 1 e o 4 do J3 é responsável por fazer o controle do MOTOR_1, já os pinos 2 e 3 são responsáveis pelo controle do MOTOR_2.

Para fazer com que os motores comutem o sentido de giro do eixo é necessário que os pares de pinos tenham potenciais diferentes, ou seja, enquanto um estiver nível lógico alto o outro deve estar em nível lógico baixo, dessa forma, a malha sempre estará sendo estabelecida pela relação entre os transistores BC548 e o BC558.

Outro sistema semelhante é a utilização de relés ao invés de transistores em um circuito de ponte H, essa organização é um aprimoramento do módulo relé, tendo objetivos semelhantes, porém com uma complexidade maior, com isso é feita uma relação entre transistores BC541 e relés para, assim, realizarem a comuta dos portadores, na foto abaixo (Figura 24) é possível observar a estratégia utilizada para a realizar a inversão do sentido de giro do eixo dos motores, além do fotolítico correspondente. Para a ponte H feita com relés foram utilizados os seguintes componentes:

- 4 relés Metaltex - AX1RC2
- 4 transistores BC541
- 4 resistores 1k Ω
- 4 diodos 1N4001
- 4 conectores de 2 pinos
- 1 conector de 4 pinos

Figura 23: Diagrama ISIS ponte H com relés



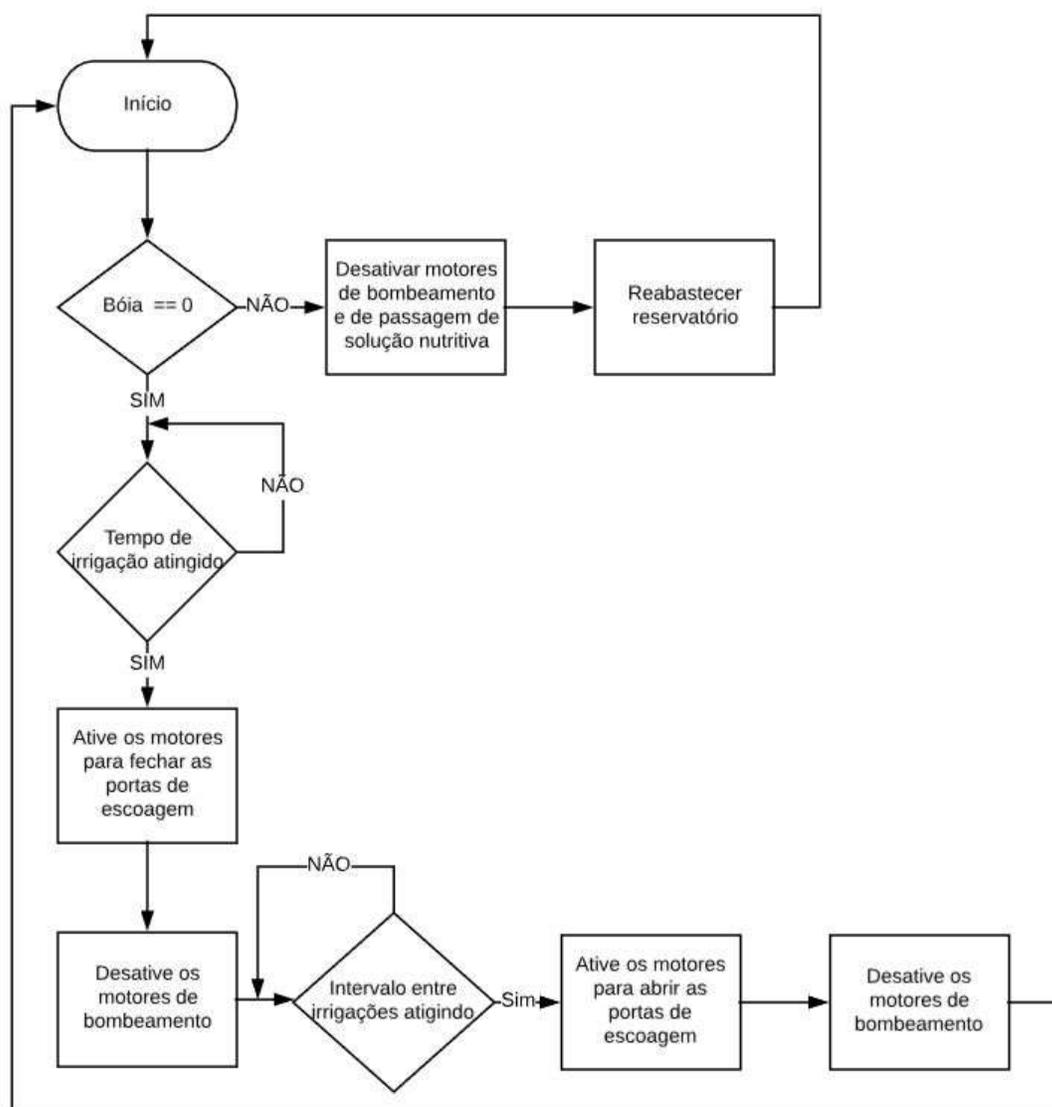
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para a resolução do problema os dois circuitos são equivalentes, porém o circuito utilizando de transistores é superior em relação ao que utiliza de relés, devido ao fato que a ponte H com transistores permite uma economia maior de espaço, dinheiro e ruídos sonoros, esse constituiu-se de medidas 61mm por 67mm, já a ponte h com relés tem dimensões de 82mm por 79mm, devido a esses aspectos foi utilizado para o projeto a ponte H com transistores.

3.6 PROGRAMAÇÃO

A programação é um dos itens essenciais para o funcionamento de todo o equipamento, ela resume-se no conjunto de instruções feitas em um software adequado a cada sistema microcontrolado e que depois são traduzidas para uma linguagem binária que o microcontrolador reconheça, dessa forma, é possível realizar comandos em momentos específicos, como o acionamento de motores para irrigação. Tendo a isso em mente, foi desenvolvido a seguinte lógica de programação:

Figura 24: Fluxograma da lógica de códigos



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O código funciona em torno de dois loops, a variável que indica em qual deles o sistema vai operar é o sensor Bóia, caso ele esteja ativado o programa segue a lógica de irrigação das plantas, caso contrário ele indica que o reservatório da solução nutritiva necessita ser reabastecido. Abaixo (Figura 26) está representado o código correspondente ao bloco “Início” do fluxograma.

Figura 25: Código e fluxograma correspondente ao início

```

unsigned long Tempo_atual;           //VALOR DA CONTAGEM DO MILLIS
unsigned long Tempo_de_troca;        //TEMPO USADO COMO REFERENCIA PARA O TEMPO ATUAL
long Tempo_ligado = 5000;            //TEMPO QUE OS MOTORES ESTARÃO LIGADOS
long Tempo_desligado = 2000;         //TEMPO QUE OS MOTORES ESTARÃO DESLIGADOS
unsigned long Tempo_atual_1;         //TEMPO ATUAL PARA UM SEGUNDO TEMPORIZADOR
unsigned long Tempo_de_troca_1;      //TEMPO USADO COMO REFERENCIA PARA O TEMPO ATUAL DE UM SEGUNDO TEMPORIZADOR
long Tempo_ligado_1 = 1000;          //TEMPO QUE OS MOTORES ESTARÃO LIGADOS PARA SEGUNDO TEMPORIZADOR
long Tempo_desligado_1 = 1000;      //TEMPO QUE OS MOTORES ESTARÃO DESLIGADOS PARA SEGUNDO TEMPORIZADOR
const int Bomba_1 = 6;               //PORTA DO MOTOR 1
const int Bomba_2 = 7;               //PORTA DO MOTOR 2
const int controleH_2 = 8;           //CONTROLE PONTE H-1
const int controleH_1 = 9;           //CONTROLE PONTE H-2
int Controle_de_tempos = 1;          //INDICAÇÃO DE QUANDO O TEMPO SERÁ CORRESPONDENTE A LIGADO OU DESLIGADO
int Controle_de_tempos_1 = 1;        //INDICAÇÃO DE QUANDO O TEMPO SERÁ CORRESPONDENTE A LIGADO OU DESLIGADO-2
const int Boia = 4;                  //SENSOR BOIA

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(Boia, INPUT);               //SAÍDAS E ENTRADAS
  pinMode(Bomba_1, OUTPUT);
  pinMode(Bomba_2, OUTPUT);
  pinMode(controleH_2, OUTPUT);
  pinMode(controleH_1, OUTPUT);
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
  digitalWrite(Bomba_1, HIGH);        //ESTADO INICIAL
  digitalWrite(Bomba_2, HIGH);
  digitalWrite(controleH_2, HIGH);
  digitalWrite(controleH_1, HIGH);
}

```

FLUXOGRAMA

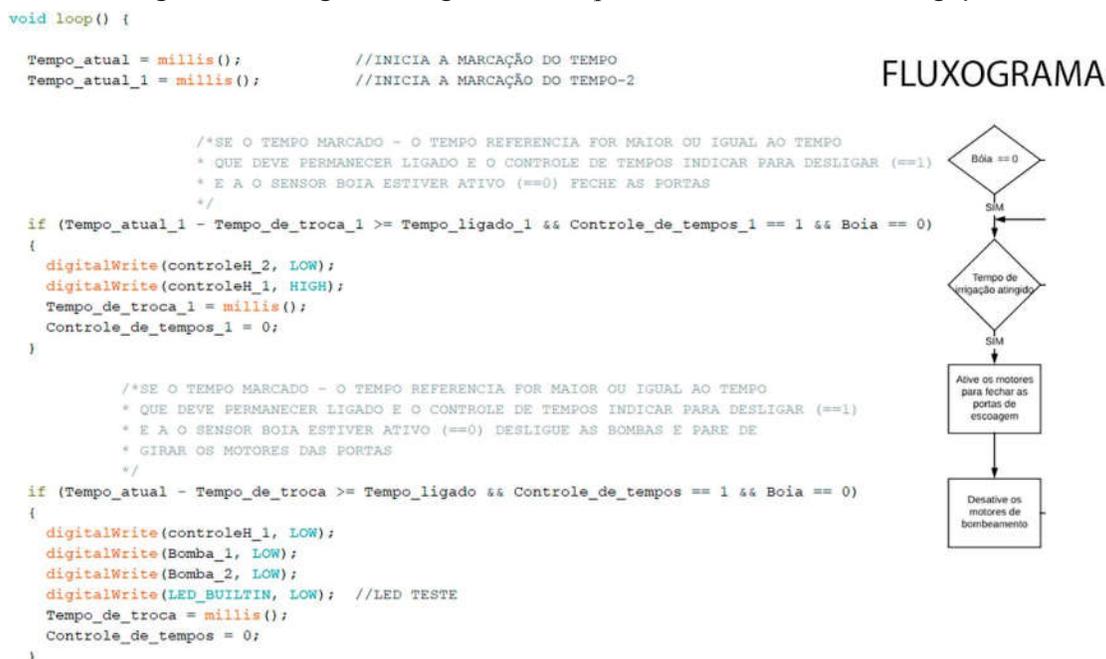


Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Neste bloco está contido todas as informações iniciais do código, tais como as variáveis a serem usadas, indicação de saídas e entradas e o estado inicial de algumas dessas variantes utilizadas. Está estruturada em duas etapas - a declaração de variáveis justamente ao tipo de cada uma e o *void setup* - parte responsável por indicar quais variáveis são entradas ou saídas.

Após isso, é realizado a checagem do sensor bóia para efetuar uma tomada de decisão, caso o sensor esteja ativo deve-se seguir a programação principal que é correspondente a irrigação; caso contrário o sistema deverá esperar que o reservatório de solução nutritiva seja reabastecido. Abaixo (Figura 27) está a indicação do fluxograma e a parte do código correspondente ao início da programação principal - irrigação.

Figura 26: Código e fluxograma correspondente ao intervalo de irrigação



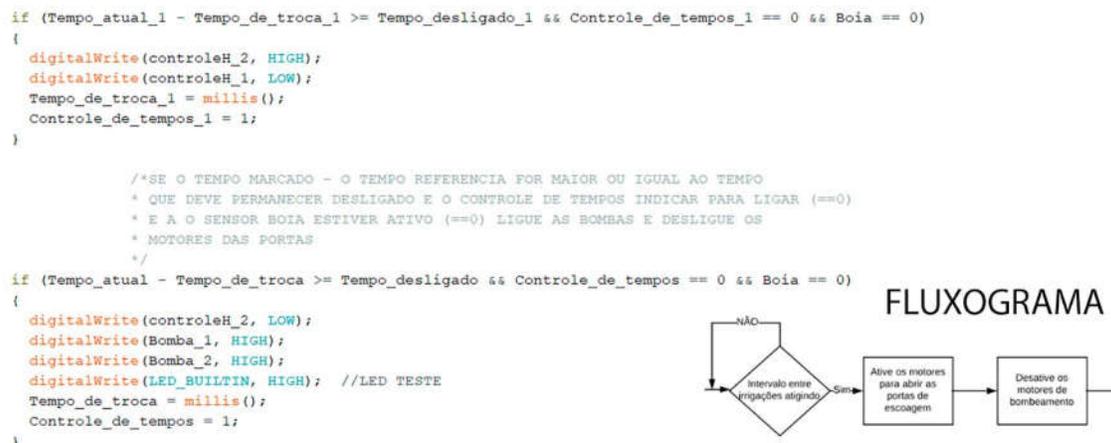
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A Figura 27 diz respeito a tomada de decisão feita a partir da resposta positiva do sensor bóia, ela mostra a parte do código que coincide com o início da irrigação, o fluxograma ao lado está a indicação de blocos correspondente a linhas de código.

Para a checagem do sensor e do tempo que o sistema levará para realizar uma ação foi utilizado de *if's* e da função *millis*, a temporização foi feita através da seguinte lógica “Tempo_atual_1 - Tempo_de_troca_1 >= Tempo_ligado_1 && Controle_de_tempos_1 == 1 && Boia == 0” caso o tempo marcado (*Tempo_atual_1*) menos o tempo referência (*Tempo_de_troca_1*) for maior ou igual ao tempo que deve permanecer ligado e a variável *Controle_de_tempos* indicar para desligar (esteja recebendo 1), assim como o sensor bóia estiver ativo as portas do sistema de escoagem de solução nutritiva devem fechar. A mesma lógica é utilizada para o desligamento dos motores das bombas, porém os tempos são diferentes, sendo estes declarados anteriormente a essa etapa.

Após o período a qual o intervalo de tempo de uma irrigação para a outra é atingido o código entra na etapa de irrigação, ou seja, os motores das bombas devem ser acionados assim como as portas para o fluxo de solução. Abaixo na Figura 28 está representado o código e o diagrama de blocos (fluxograma) dessa etapa.

Figura 27: Código e fluxograma correspondente a irrigação



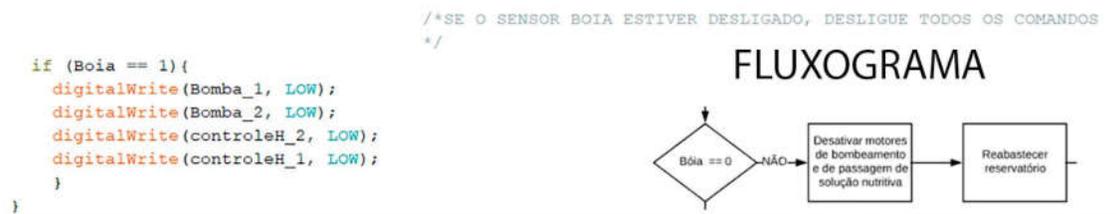
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O tempo de irrigação utiliza da mesma lógica feita para o intervalo entre as irrigações, sendo essa “Tempo_atual_1 - Tempo_de_troca_1 >= Tempo_desligado_1 && Controle_de_tempos_1 == 0 && Boia == 0” porém, ao invés de utilizar a variável *Tempo_ligado_1* é verificado se o tempo desligado foi atingido através da variante *Tempo_desligado_1*.

A logicidade entre os tempos de irrigação e de intervalos entre irrigações é muito semelhante, caso a subtração entre o tempo marcado (*Tempo_atual_1*) e o tempo referência (*Tempo_de_troca_1*) for maior ou igual ao tempo que deve permanecer desligado e a variável *Controle_de_tempos* estiver indicando para ligar (esteja recebendo 0), assim como o sensor bóia estiver ativo as portas do sistema de escoagem de solução nutritiva devem abrir e os motores das bombas devem ser acionados. Após esses comandos o código retorna para o início.

Ao checar o sensor bóia e ele apresentar-se como não ativo o código entra em uma segunda etapa a qual desativa todos os motores de irrigação e espera que o reservatório de solução nutritiva seja reabastecido. Na Figura 29 abaixo encontra-se o código e os blocos do fluxograma correspondente a essa etapa. O código completo encontra-se no anexo 2 para melhor visualização.

Figura 28: Código e fluxograma correspondente tomada de decisão a partir da resposta negativa do sensor bóia



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Ainda como resultados preliminares os circuitos produzidos pela técnica de fotolitografia foram, em suma, positivos. A camada de tinta para PCI aplicada no processo se mostrou realmente eficaz na proteção do circuito quanto a ação do perclorato de ferro, o resultado obtido após corrosão apresentou bastante precisão na formação de trilhas e semelhança ao layout desenvolvido no Proteus.

Porém, ocorreu de surgir mínimas falhas em trilhas com espessuras muito finas o que causou a remoção dessas no processo de retirada da tinta afetada pela luz ultravioleta com a solução de barrilha.

Os circuitos apresentaram as respostas esperadas, funcionando de forma adequada a ideia projetada, devido aos gastos não foi possível construir uma Horta inteligente, mas o projeto encaminha para o desenvolvimento de estruturas com diferentes materiais e novas formações de arquitetura para adequar-se a mais configurações de espaços, além de possibilitar diferentes custo para suprir a uma gama ainda maior de consumidores.

Além disso, os testes feitos com a solução nutritiva apresentaram-se bastante positivos. Foram feitos inicialmente 20 litros de solução e utilizado de substrato feito a partir do pó de coco juntamente com sementes de ervilha na realização dos testes. A metodologia de testes foi contabilizar quantos dias as sementes germinaram e como seria o estados das plantas quando aguadas somente com água da torneira enquanto que um outro grupo recebia a solução nutritiva. Nesse teste foi constatado a eficiência da solução tendo em vista que as plantas nasceram muito mais saudáveis e em metade do tempo em relação às plantas que eram somente aguadas com água.

Foto 5: 20 L de solução



Foto 6: 8º dia de teste



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

5 PROJETOS FUTUROS

O projeto ainda não está concluído por completo e por isso algumas das atividades tiveram que ser planejadas para futuro, no caso, em continuação do desenvolvimento da horta inteligente estão incluídos os seguintes objetivos:

- Fabricação do protótipo da Horta inteligente;
- Fabricação da fonte de alimentação independente;
- Captura de dados a respeito do desenvolvimento de plantas;
- Desenvolvimento de novos modelos de estrutura;
- Estudo sobre novos materiais a ser usado;
- Fabricação de placa única com todos os circuitos.

Outro ponto sobre o desenvolvimento futuro é a obtenção de dados correspondentes ao crescimento das plantas no sistema, com isso será demonstrado na prática a eficácia da horta inteligente. Além disso, um dos objetivos a serem alcançados é a implementação de um sistema de controle responsável por manipular várias hortas ao mesmo tempo, dessa forma o usuário poderá ter inúmeras variedades de espécies de plantas, como também poderá ter um uma plantação maior, tendo todo o controle através de um aplicativo em celular.

REFERÊNCIAS

ROGGIA, Leandro; FUENTES, Rodrigo Cardozo. **Fundamentos de automação**. In: ROGGIA, Leandro; FUENTES, Rodrigo Cardozo. Automação industrial. Santa Maria,RS: CTISM, 2016. p. 15-20. Disponível em: http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/18451/material/arte_automacao_industrial.pdf>. Acesso em: 12 maio 2018.

MELO, Denise de Moraes. **Os moinhos**. Disponível em: <https://meuartigo.brasescola.uol.com.br/historia-geral/os-moinhos.htm>>. Acesso em: 12 maio 2018.

BORGES, Francisco Carlos D'Emílio et al. **Introdução à automação**. In: BORGES, Francisco Carlos D'Emílio et al. Automação. São Paulo: SENAI, [21--?]. p. 4-11. Disponível em: <http://bmalbert.yolasite.com/resources/automa%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2018.

LENZI, Ervim; OTILIA BORTOTTI FAVERO, Luiza; BERNARDI LUCHESE, Eduardo. **Uma rápida visão do sistema solo-planta**. In: LENZI, Ervim; OTILIA BORTOTTI FAVERO, Luiza; BERNARDI LUCHESE, Eduardo. Introdução a química da água Ciência, vida e Sobrevivência. [S.l.]: LTC, [21, s.d.]. cap. 14, p. 522-525.

FERNANDES, Cláudio. **Revolução Industrial**. [21, s.d.]. Disponível em: <https://historiadomundo.uol.com.br/idade-moderna/revolucao-industrial.htm>>. Acesso em: 01 de novembro de 2018

FERNANDES, Cláudio. **Segunda Guerra Mundial**. [2018]. Disponível em: <https://historiadomundo.uol.com.br/idade-moderna/revolucao-industrial.htm>>. Acesso em: 01 de novembro de 2018>. Acesso em: 01 de novembro de 2018

APARECIDA PIMENTEL, Celeste. **Alimentos transgênicos: Mitos e verdades**. [21, s.d.]. 11 f. Artigo (Professora do departamento de ciências humanas Campus VI)- UNEB, [S.l.], [21, s.d.]. Disponível em: <http://www.uesb.br/eventos/ebg/anais/7c.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2018.

FRAGMAQ. **Conheça os riscos dos alimentos transgênicos**. 2016. Disponível em: <https://www.fragmaq.com.br/blog/conheca-riscos-alimentos-transgenicos/>>. Acesso em: 17 out. 2018.

GOUVEIA, Rosimar. **Movimento Retilíneo Uniforme**. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/movimento-retilineo-uniforme/>>. Acesso em: 22 out. 2018.

VINÍCIUS GUEDES CAVALCANTE, MARCUS; QUEIROZ DE FARIAS HENRIQUE SILVA, RICARDO. **MINIMIZE - Método Manual para Redução de Dimensões Físicas, Peso e Dissipação de Potência Elétrica em Sistemas Eletrônicos**. 2017. 57 f. TCC (Técnico em Eletrônica)- IFRN, MEMORÍA - Repositório Institucional de Armazenamento

da Produção Acadêmica do IFRN., 2017. Disponível em:

<<https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/1436/MINIMIZE%20-%20M%C3%A9todo%20Manual%20para%20Redu%C3%A7%C3%A3o%20de%20Dimens%C3%B5es%20F%C3%ADsicas%2c%20Peso%20e%20Dissipa%C3%A7%C3%A3o%20de%20Pot%C3%Aancia%20El%C3%A9trica%20em%20Sistemas%20Eletr%C3%B4nicos.pdf?sequence=3&isAllowed=y>>. Acesso em: 24 out. 2018.

DAQUINO, Fernando. **Como as placas de circuito impresso são produzidas**. Disponível em:

<<https://www.tecmundo.com.br/como-e-feito/18501-como-as-placas-de-circuito-impresso-sao-produzidas.htm>>. Acesso em: 25 out. 2018.

Mercado Livre. **Boia Sensor Nivel Lateral Magnetico Agua 110v, Arduino, ESP8266**.

Disponível em:

<https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-869422606-boia-sensor-nivel-lateral-magnetico-agua-arduino-_JM>. Acesso em: 25 ago. 2018.

JOSÉ SOARES, Márcio José Soares. **MICROCONTROLADORES PIC - Teoria - parte 1: REGISTRADORES E PINOS DE I/O**. 2002. Disponível em:

<http://www.arnerobotics.com.br/eletronica/Microcontrolador_PIC_teorias_1.htm>. Acesso em: 08 dez. 2018.

ARDUINO. **ARDUINO UNO REV3**. 2018. Disponível em:

<<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>>. Acesso em: 08 dez. 2018.

SOFTWARE, Arduino. **Arduino IDE**. 2018. Disponível em:

<<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>>. Acesso em: 06 dez. 2018.

C BRAGA, Instituto Newton. **A História do transistor**. [21--?]. Disponível em:

<<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/artigos/67-historia-da-eletronica/407-ahistoria-do-transistor.html>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

EletronPi. **M030 - Polarizando o Transistor Bipolar: Como Polarizar um Transistor**

Bipolar. Disponível em: <<http://www.eletronpi.com.br/ce-030-polarizando-transistor.aspx>>.

Acesso em: 08 dez. 2018.

S. MOTITSUKI, Marcelo. **Ligando ventoinhas, amplificadores, etc na saída remota do**

Player. 2006. Disponível em: <<http://autosom.net/artigos/rele.htm>>. Acesso em: 08 dez. 2018.

Virtuatec. **Placa drive de Rele - Módulo Rele**. Disponível em:

<<https://virtuatec-eletronica.blogspot.com/2013/09/placa-drive-de-rele-modulo-rele.html>>.

Acesso em: 27 set. 2018.

EletronWorld. **6 alternativas de como controlar motores com a Ponte H**. Disponível em:

<<http://eletronworld.com.br/eletronica/6-alternativas-de-como-controlar-motores-com-a-ponte-h/>>. Acesso em: 08 dez. 2018.

ROBOHELP. **Boia Sensor Nivel Lateral Magnetico Agua, Arduino**. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-869422606-boia-sensor-nivel-lateral-magnetico-agua-arduino-_JM>. Acesso em: 08 dez. 2018.

Wikimedia Commons. **File: Centrifugal Pump.png**. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Centrifugal_Pump.png>. Acesso em: 08 dez. 2018.

Pensamento Verde. **Os benefícios da irrigação por gotejamento**. Disponível em: <<https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/beneficios-irrigacao-gotejamento/>>. Acesso em: 08 dez. 2018.

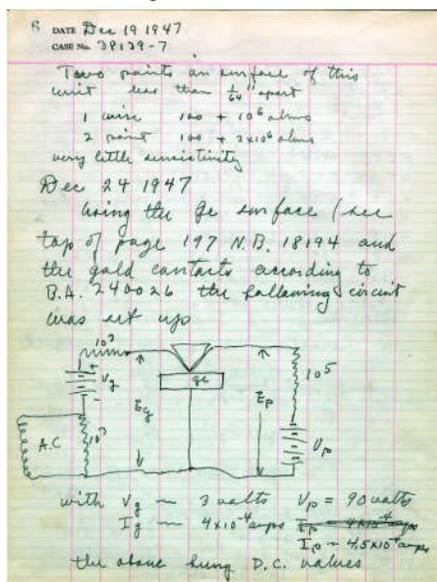
PAES LEMOS, Malu. **Hidropônicos ou Orgânicos?**. Disponível em: <<http://alimentacaointeligente.com.br/hidroponicos-ou-organicos/>>. Acesso em: 08 dez. 2018.

Padiel Eletrônica. **Uma Breve História dos Relés**. 2012. Disponível em: <<http://padteletronica.blogspot.com/2012/12/uma-breve-historia-dos-reles.html>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

DAMACENO, Izabela. **Novos hábitos alimentares**. Disponível em: <<https://www.hojeemdia.com.br/opini%C3%A3o/blogs/opini%C3%A3o-1.363900/novos-h%C3%A1bitos-alimentares-1.363876>>. Acesso em: 08 dez. 2018.

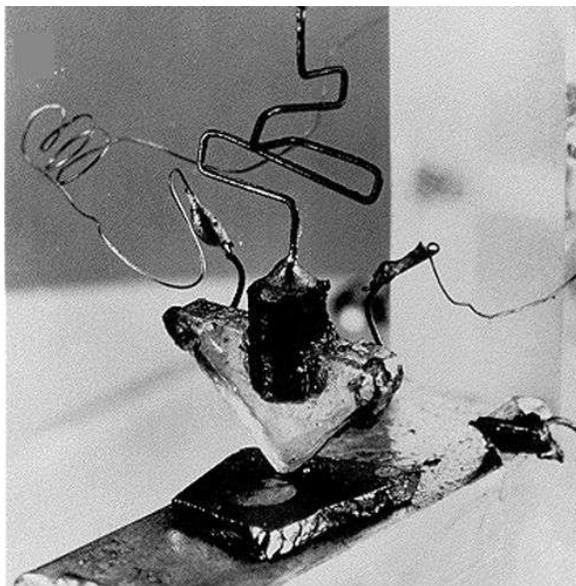
ANEXO 1

Figura 29: Projeto inicial do primeiro transistor



Fonte: C BRAGA (2018)

Figura 30: Primeiro transistor



Fonte: C BRAGA (2018)

ANEXO 2

CÓDIGO:

```

unsigned long Tempo_atual;
unsigned long Tempo_de_troca;
long Tempo_ligado = 2000;
long Tempo_desligado = 5000;
unsigned long Tempo_atual_1;
unsigned long Tempo_de_troca_1;
long Tempo_ligado_1 = 1000;
long Tempo_desligado_1 = 1000;
const int Bomba_1 = 6;
const int Bomba_2 = 7;
const int controleH_2 = 8;
const int controleH_1 = 9;
int Controle_de_tempos = 1;
int Controle_de_tempos_1 = 1;
const int Boia = 4;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(Boia, INPUT);
  pinMode(Bomba_1, OUTPUT);
  pinMode(Bomba_2, OUTPUT);
  pinMode(controleH_2, OUTPUT);
  pinMode(controleH_1, OUTPUT);
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
  digitalWrite(Bomba_1, HIGH);
  digitalWrite(Bomba_2, HIGH);
  digitalWrite(controleH_2, HIGH);
  digitalWrite(controleH_1, HIGH);
}
void loop() {

  Tempo_atual = millis();
  Tempo_atual_1 = millis();
  if (Tempo_atual_1 - Tempo_de_troca_1 >= Tempo_ligado_1 && Controle_de_tempos_1 == 1 && Boia == 0)
  {
    digitalWrite(controleH_2, LOW);
    digitalWrite(controleH_1, HIGH);
    Tempo_de_troca_1 = millis();
    Controle_de_tempos_1 = 0;
  }
  if (Tempo_atual - Tempo_de_troca >= Tempo_ligado && Controle_de_tempos == 1 && Boia == 0)
  {
    digitalWrite(controleH_1, LOW);
    digitalWrite(Bomba_1, LOW);
    digitalWrite(Bomba_2, LOW);
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
    Tempo_de_troca = millis();
    Controle_de_tempos = 0;
  }
}

```

```
if (Tempo_atual_1 - Tempo_de_troca_1 >= Tempo_desligado_1 && Controle_de_tempos_1 == 0 && Boia == 0)
{
    digitalWrite(controleH_2, HIGH);
    digitalWrite(controleH_1, LOW);
    Tempo_de_troca_1 = millis();
    Controle_de_tempos_1 = 1;
}
if (Tempo_atual - Tempo_de_troca >= Tempo_desligado && Controle_de_tempos == 0 && Boia == 0)
{
    digitalWrite(controleH_2, LOW);
    digitalWrite(Bomba_1, HIGH);
    digitalWrite(Bomba_2, HIGH);
    digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); //LED TESTE
    Tempo_de_troca = millis();
    Controle_de_tempos = 1;
}
if (Boia == 1){
    digitalWrite(Bomba_1, LOW);
    digitalWrite(Bomba_2, LOW);
    digitalWrite(controleH_2, LOW);
    digitalWrite(controleH_1, LOW);
}
}
```