



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
IF BAIANO - *CAMPUS* SENHOR DO BONFIM
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

GILBERTO DA SILVA SANTOS

**USO DE UM *SOFTWARE WEB* INTEGRADO COM *ARDUINO* PARA AUXÍLIO DE
PRÁTICAS HIDROPÔNICAS**

SENHOR DO BONFIM, BA.

2020

GILBERTO DA SILVA SANTOS

**USO DE UM *SOFTWARE WEB* INTEGRADO COM *ARDUINO* PARA AUXÍLIO DE
PRÁTICAS HIDROPÔNICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de TCC II e ao Colegiado do Curso de Licenciatura em Ciências da Computação do IF BAIANO – *Campus* Senhor do Bonfim, como requisito de avaliação final.

Orientador: Prof.: Dr. Phelipe Sena Oliveira.

Co-Orientador: Prof.: Dr. Antonio Sousa Silva.

SENHOR DO BONFIM, BA.

2020

Ficha catalográfica elaborada por Maria de Fatima Santos de Lima
Bibliotecária-Documentalista CRB – 5ª / 1801

S237u Santos, Gilberto da Silva.

Uso de um *software web* com Arduino como auxílio de práticas hidropônicas. / Gilberto da Silva Santos. – Senhor do Bonfim BA, 2020.

33 f., il.

Orientador: Prof. Dr. Phelipe Sena Oliveira.

Coorientador: Prof. Dr. Antonio Sousa Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso - Artigo (Graduação: Licenciatura em Ciências da Computação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IF Baiano, Senhor do Bonfim, 2020.

1. Hidroponia. 2. Arduino. 3. Práticas hidropônicas. 4. Automação.
I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano. II. Oliveira, Phelipe Sena. III. Título.

CDU: 004.4:631

GILBERTO DA SILVA SANTOS

**USO DE UM *SOFTWARE WEB* COM *ARDUINO* COMO AUXÍLIO DE PRÁTICAS
HIDROPÔNICAS**

BANCA EXAMINADORA

Professor Dr. Phelipe Sena Oliveira (Orientador)

Professor Esp. Diêgo Pereira da Conceição

Professora Me. Karina Viana dos Santos

Aprovado em: 13 de março de 2020

RESUMO

No cultivo de hortaliças em hidroponia é necessário o acompanhamento diário de um profissional agrícola para realizar os manejos essenciais visando obter bom desenvolvimento das hortaliças. A utilização de um sistema automatizado é uma das alternativas que pode auxiliar alguns manejos, com maior eficácia e agilidade. Neste trabalho foi desenvolvido um *software* para facilitar a realização dos cálculos para o preparo da solução nutritiva com o acionamento remoto temporizado da bomba d'água. Posteriormente, foi construída uma mini hidroponia com canos de PVC a fim de simular um sistema de cultivo e testar as funcionalidades do *software*. Uma oficina foi aplicada na Associação de Produtores Hortícolas na comunidade de Delfino, zona rural da cidade de Umburanas-BA, objetivando apresentar aos participantes as aplicabilidades do sistema. A partir do desenvolvimento do SWAH foi possível realizar cálculos para o preparo da solução nutritiva, bem como controle do acionamento, de forma remota, da bomba d'água. Com a aplicação da oficina observou-se que os participantes conseguiram desenvolver as atividades propostas e avaliaram o *software* positivamente. Portanto, o SWAH pode ser usado como ferramenta para auxílio no de práticas hidropônicas para o público-alvo de produtores, estudantes, técnicos e professores, considera-se uma alternativa para otimizar algumas rotinas hidropônicas.

Palavras-chave: Hidroponia. Arduino. Práticas Hidropônicas. Automação.

ABSTRACT

In the cultivation of vegetables in hydroponics, daily monitoring by an agricultural professional is necessary to carry out the essential management in order to obtain good development of the vegetables. The use of an automated system is one of the alternatives that can help some managements, with greater efficiency and agility. In this work, a software was developed to facilitate the calculations for the preparation of the nutrient solution with the timed remote activation of the water pump. Subsequently, a mini hydroponics with PVC pipes was built in order to simulate a cultivation system and test the software's functionalities. A workshop was held at the Association of Horticultural Producers in the community of Delfino, a rural area of the city of Umburanas-BA, aiming to introduce participants to the applicability of the system. From the development of SWAH, it was possible to perform calculations for the preparation of the nutrient solution, as well as remote control of the activation of the water pump. With the application of the workshop, it was observed that the participants were able to develop the proposed activities and evaluated the software positively. Therefore, SWAH can be used as a tool to aid in hydroponic practices for the target audience of producers, students, technicians and teachers, it is considered an alternative to optimize some hydroponic routines.

Keywords: Hydroponics. Arduino. Hydroponic Practices. Automation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 EMBASAMENTO TEÓRICO	11
2.1 AUTOMAÇÃO NA HIDROPONIA ATRAVÉS DO ARDUINO	13
3 METODOLOGIA.....	14
3.1 DESENVOLVIMENTO DO SWAH (SOFTWARE WEB DE AUTOMAÇÃO HIDROPÔNICA).....	13
3.2 COMUNICAÇÃO GERAL	18
3.3 CONFEÇÃO DA MINI HIDROPONIA.....	19
3.4 APLICAÇÃO DA OFICINA.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
REFERÊNCIAS.....	27
APÊNDICES	28
Apêndice A – Roteiro da Entrevista Pré-Oficina.....	28
Apêndice B – Exemplos de desafios propostos na oficina	29
Apêndice C – Questionário Pós-Oficina.....	30
Apêndice D – Construção da Mini hidroponia	31
Apêndice E – Hardware e dispositivos	32
Apêndice F – Execução da oficina.....	33

Lista de siglas

GATEWAY - Porta de ligação / Porta de entrada de rede.

HTML - (*Hyper Text Markup Language*) Linguagem de Marcação de Hipertexto.

IDE - (*Integrated Development Environment*) Ambiente de Desenvolvimento Integrado.

IP - (*Internet Protocol*) Protocolo da Internet.

LAN - (*Local Area Network*) Rede de Área Local.

MAC (Address) - (*Media Access Control*) Controle de Acesso ao Meio.

NFT (*Nutrient Film Technique*) - técnica do fluxo laminar de nutrientes.

SPI - (*Serial Peripheral Interface*) Interface Periférica Serial.

SWAH – *Software Web* de Automação Hidropônica.

UTP (*Unshield Twisted Pair*) - Cabo por par trançado.

XAMPP – Pacote com os principais servidores de código aberto do mercado, incluindo FTP, banco de dados MySQL e *Apache* com suporte as linguagens PHP e Perl.

Lista de Ilustrações

Figura 1. Reservatório da solução nutritiva. (I) Motobomba. (II) Distribuição da solução nutritiva. (III) Painel de instrumentos (IV).....	12
Figura 2. Interface do SWAH.....	15
Figura 3. Interface do SWAH: Calcular Solução Nutritiva.....	16
Figura 4. Interface do SWAH: Acionamento da bomba d'água.....	16
Figura 5. Esquema de comunicação da interface <i>web</i> e o Arduino através de uma LAN.....	17
Figura 6. Sintaxe do uso de bibliotecas no IDE Arduino.....	18
Figura 7. Declaração de variáveis no desenvolvimento do SWAH.....	18
Figura 8. Sintaxe na IDE do Arduino para configuração na rede LAN.....	18
Figura 9. Esboço do processo de Comunicação Geral de funcionamento do SWAH.....	19
Figura 10. Participantes da oficina operando o <i>timer</i>	20
Figura 11. Dados do perfil dos participantes.....	21
Figura 12. Conhecimentos hidropônicos adquiridos na oficina.....	23
Figura 13. Importância da oficina apresentada.....	23
Figura 14. Avaliação do manuseio do software.....	24
Figura 15. SWAH como facilitador dos cálculos específicos da hidroponia.....	24

1 INTRODUÇÃO

A hidroponia é uma técnica bastante difundida que vem a cada dia sendo mais inserida no contexto agrícola. Trata-se de um sistema de cultivo cujo principal, cujo foco é economizar água, por dispensar o uso de solo para cultivo de hortaliças como: alface, coentro, rúcula, agrião entre outras. No cultivo hidropônico é necessário o acompanhamento assistido de um profissional agrícola para o monitoramento diário ao realizar os manejos essenciais e indispensáveis para se obter um bom desenvolvimento das hortaliças.

As atividades rotineiras são: realização dos cálculos de adubação, aferição do pH, temperatura e condutividade elétrica da solução nutritiva, transplante de mudas, acionamento da bomba d'água, higienização das bancadas, entre outros.

Uma das alternativas para utilização da hidroponia com maior eficácia e agilidade, seria a implantação de um sistema automatizado, pois, através desse sistema, seria possível diminuir grande parte da mão-de-obra, evitando possíveis erros humanos relacionados à dosagem, tempo e manejo. Tais erros podem acarretar em perdas e/ou prejuízos no processo de produção hidropônica.

Neste trabalho foi proposto um *software* de automação hidropônica, com objetivo de promover uma oficina com produtores de hortaliças, de modo a convidá-los a operar o programa, tanto para efetuar os cálculos de adubação referentes ao preparo da solução nutritiva, quanto para realizar o acionamento remoto temporizado da bomba d'água. O *Software* foi testado em uma mini hidroponia que foi construída com canos de PVC. Ao final, as funcionalidades do sistema foram apresentadas através da oficina na associação localizada na comunidade de Delfino, pertencente à Zona Rural da cidade de Umburanas-BA.

Como Fundamentação Teórica, trabalhamos especialmente com os autores FURLANI, ALBERONI, RIBEIRO, NETO, SALEMA entre outros, para compreensão dos conceitos e organização da ideia central e do desenvolvimento do sistema de hidroponia automatizada.

Este Artigo foi organizado em 05 capítulos, contando com a Introdução e as Considerações Finais, em que a Introdução, como capítulo inicial, aborda os elementos nucleares dessa pesquisa; o capítulo 2 traz o Embasamento Teórico que apresenta o contexto histórico, características e implantação da hidroponia em outros países e no Brasil; posteriormente, o capítulo 3 refere-se a Metodologia do trabalho, que vai desde o desenvolvimento do *Software* até a realização da oficina com os produtores hortícolas; por fim, as Considerações Finais, que trazem o alcance dos objetivos definidos para aplicação deste experimento.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

O termo hidroponia (do grego: *hydro* = água e *ponos* = trabalho) quer dizer trabalho com água, no entanto, hidroponia significa o conjunto de técnicas empregadas para cultivar plantas sem o uso do solo, de forma que os nutrientes minerais essenciais são fornecidos às plantas na forma de uma solução nutritiva (NETO E BARRETO, 2012. p. 02). Enquanto que as plantações tradicionais utilizam o solo como o meio natural para o seu desenvolvimento, servindo como suporte, fonte de água e minerais necessários para seu crescimento. Na hidroponia essas técnicas substituem este meio natural por outros substratos o que possa proporcionar a função de sustentar plantas.

Furlani, et al (2009) explica que para se implantar um sistema hidropônico deve-se selecionar os materiais hidráulicos mais adequados para atender às exigências de cada sistema de cultivo, garantindo assim o abastecimento de solução nutritiva com maior qualidade e segurança. Por exemplo, os “tubos de plástico de polietileno não reciclado (flexível) ou de cloreto de polivinila (PVC rígido) e registros fabricados com materiais inertes”, pois eles garantem que esses materiais proporcionam um cultivo hidropônico mais seguro.

A hidroponia surgiu a partir da necessidade da produção de hortaliças, tubérculos e leguminosas nas regiões em que a escassez de água era predominante. Posteriormente, foi aprimorada e expandida por todo mundo. No Brasil, seu desenvolvimento ocorreu inicialmente em maior escala na região Sul.

Uma das formas de cultivo que vem crescendo nos últimos anos é o cultivo hidropônico, que ocorre devido a algumas vantagens, são elas: a ausência de contato da planta diretamente com o solo, pois a mesma é cultivada diretamente na água. Outra vantagem é que há também uma diminuição na utilização de defensivos químicos em até 80% e pode chegar a 100%. Isso ocorre porque a planta não está diretamente no solo, evitando contaminações químicas ou de fungos e bactérias, que causam as doenças na plantação (BACHINSKI; STEFANELLO, 2018, p.83).

Atualmente a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA tem sido referência no que tange às especificações técnicas para os cultivos agrícolas tradicionais e também hidropônicos.

Este sistema permite o uso racional de água e de nutrientes, a programação da produção, a precocidade da primeira colheita, um maior período de produção e, com isso, maior produtividade por planta e por unidade de área. (EMBRAPA, 2000, p. 02)

Segundo a EMBRAPA, o cultivo hidropônico requer o conhecimento das exigências das culturas quanto a nutrição, fatores climáticos e fitossanitários, além de disponibilidade de recursos financeiros para a construção da infraestrutura e para a aquisição de equipamentos e

insumos. Além disso, o conjunto hidropônico deverá ser constituído por reservatório da solução nutritiva, motobomba, sistema de distribuição da solução nutritiva e painel de instrumentos para controle da motobomba e da distribuição da solução nutritiva (Figura 1).

Figura 1. Reservatório da solução nutritiva. (I) Motobomba. (II) Distribuição da solução nutritiva. (III) Pannel de instrumentos (IV).



Fonte: elaborado pelo autor.

É necessário realizar os cálculos da solução nutritiva de forma precisa para garantir o crescimento satisfatório das plantas.

Na Hidroponia existem características que devem ser consideradas, dentre elas a adubação, que deve ser aplicada de forma exata, pois se a adubação for realizada de forma excessiva, a planta irá desidratar e desta forma toda a produção poderá ser perdida. E se a adubação for realizada de forma incompleta a planta não terá o desenvolvimento esperado (BACHINSKI; STEFANELLO, 2018, p. 83-84).

Além disso, o *timer* opera como dispositivo importante, pois realiza o controle automatizado da motobomba, que é responsável por promover a circulação da solução nutritiva do reservatório para o conjunto de distribuição evitando assim o uso indiscriminado dos nutrientes.

A solução nutritiva é a parte mais notável do cultivo hidropônico, pois substitui uma das funções mais importantes do solo: a de fornecer nutrientes para o desenvolvimento da produção vegetal, exercendo uma função imprescindível na determinação da qualidade e desempenhando uma alta produtividade (NETO *et al.*, 2015, p.108).

Para o plantio utilizando o sistema hidropônico é necessário seguir alguns passos recomendados pela Embrapa:

- Produção de mudas que deve ser feita sempre sob proteção, utilizando o sistema de sementeira, copinho de papel, bandeja de isopor, ou espuma fenólica.

- Transplante, onde as mudas devem ser transplantadas quando estiverem com 4 a 5 folhas definitivas para as canaletas.
- Monitoramento e manejo das plantas onde devem ser monitoradas, no mínimo uma vez por dia, para se detectarem possíveis anormalidades.
- Monitoramento do ambiente onde o produtor deve se atentar às condições climáticas mais favoráveis para cada espécie que deseja cultivar e condicionar o ambiente interno das casas de vegetação àquelas condições.
- Colheita e preparo do produto que deve estar limpo, selecionado e classificado por tamanho, estágio de maturação, sem defeitos de qualquer natureza e acondicionados em container limpos.

Com a automatização na hidroponia haverá uma redução de custos e de erros no controle da produção significativa. “Um controle correto dos processos em um sistema de cultivo hidropônico proporcionará ao final deste uma maior produtividade e melhor qualidade do seu produto.” (ALBERONI, 1998 apud NETO et al., 2015. p.110).

2.1 AUTOMAÇÃO NA HIDROPONIA ATRAVÉS DO ARDUINO

Ribeiro (1999) define automação como um sistema automático ou por controle remoto, com a mínima interferência do operador humano. Ele enfatiza ainda que a automação pode minimizar a mão-de-obra, porém ela requer operadores, uma vez que é necessário fazer a programação diretamente para controlar a máquina que irá realizar o processo.

A introdução das tecnologias nos processos agrícolas firmou-se no Brasil durante os anos 90, trazendo benefícios para a produtividade, no controle administrativo e rapidez no processamento de informações, o que gera importantes retornos econômicos para as atividades no campo (SALEMA; LIMA, 2016, p.13). Dessa forma, com a automação tem como objetivo reduzir eliminar erros humanos e aumentar a produção.

Além de minimizar o risco de perda de safra, a automação possibilita uma maior qualidade dos produtos por proporcionar condições ideais para produção, permitindo autonomia no cultivo e, conseqüentemente, que a mão-de-obra humana seja direcionada a atividades que exijam maior dedicação (LOPES; PIRES; SERRA, 2018, p.01).

A automação da estufa hidropônica permite também que o produtor substitua as tarefas que geralmente são feitas manualmente por controles automáticos, reduzindo a preocupação com a perda da produção, em virtude de não estar presente o tempo todo na plantação (ANDRADE et al., 2017, p.01).

Neste trabalho, utilizou-se o Arduino para automação hidropônica; a escolha se deu por ser um dispositivo de programação de baixo custo, em que são desenvolvidos projetos que envolvem hardware e softwares livres.

Alberoni (1998) defende a automação hidropônica, pois ela permite obter um resultado satisfatório de produção, uma vez que o controle preciso de processos, reduz possíveis erros de mão-de-obra humana no meio de produção. Sendo assim, um Sistema Hidropônico Automatizado é capaz de controlar “água, temperatura, umidade e nutrientes entre outros, de forma autônoma” (NETO et al., 2015. p.105). Acredita-se então que os erros cometidos, principalmente, nos cálculos da adubação serão minimizados com o software, tornando o cultivo mais confiável para o desenvolvimento das mudas, sem perdas.

Sendo assim, o Arduino tem como objetivo criar dispositivos de baixo custo, flexíveis e que pudessem ser utilizadas tanto por profissionais, quanto por pessoas sem conhecimento avançado em tecnologia.

3 METODOLOGIA

Esse trabalho traz como metodologia uma pesquisa aplicada, de cunho descritivo, por meio do desenvolvimento de um *software* integrado a uma placa de Arduino agregado a uma interface *web*, para realizar o acionamento remoto temporizado da bomba d’água e facilitar os cálculos para o preparo da solução nutritiva. Utilizou-se de estudos bibliográficos sobre o tema, estudo de viabilidade para aplicação do experimento em campo, na associação de produtores hortícolas, localizada na comunidade de Delfino, pertencente à Zona Rural da cidade de Umburanas-BA.

O local foi escolhido em virtude de apresentar algumas técnicas de cultivos hidro produtores hortícolas da comunidade citada, que possibilitam realizar alguns manejos de produção presencialmente ou até mesmo remotamente. Também utilizou-se de técnicas de entrevistas com 13 pessoas, que integram no grupo composto por agricultores associados, em que realizam atividades agrícolas voltadas para o plantio e comercialização de hortaliças como principal fonte de renda e para família.

Após a entrevista, o programa foi testado numa mini hidroponia, construída com canos de PVC simulando um ambiente de produção hidropônica. A aplicabilidade do *software* foi apresentada por meio de uma oficina na associação de pequenos produtores hortícolas. O quadro a seguir, traz os materiais que foram utilizados.

Quadro 1. Lista de materiais utilizados para desenvolvimento e aplicação do SWAH.

MATERIAIS	
DISPOSITIVO	FUNÇÃO
Computador	Desenvolver e executar o SWAH / Configurar o roteador.
Roteador TP-Link	Conectar os dispositivos em Rede Local.
Arduino MEGA 2560	Criar ambiente de comunicação entre hidroponia e interface <i>web</i> .
Módulo Relê 1ch 5v	Acionar a bomba d'água através de pulsos eletrônicos emitidos pelo Arduino.
Módulo <i>Ethernet Shield</i> W5100	Promover a comunicação entre o roteador e o Arduino.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1 DESENVOLVIMENTO DO SWAH (*SOFTWARE WEB* DE AUTOMAÇÃO HIDROPÔNICA)

O SWAH foi desenvolvido em três etapas:

I. Criação da interface: Através da linguagem de marcação de texto HTML, utilizou-se o Notepad++, software editor de código fonte que oferece suporte para várias linguagens de programação.

II. Criação da rede LAN: Por meio do roteador que foi configurado com o uso do computador.

III. Programação do Arduino: Através da linguagem de programação C, utilizando a IDE do Arduino na versão 1.8.10 que foi instalada no computador. Permite ser usada em qualquer placa de diferentes modelos de Arduino e encontra-se acessível através do link: <https://www.arduino.cc/>.

A interface do SWAH apresenta um menu composto pelos botões: Início, Instruções e Controle. Quando o usuário passar o cursor sob o botão Controle, surgirá um submenu denominado Hidroponia em que aparecerá as opções para escolha para Calcular Solução ou Controlar Estufa (Figura 2).

Figura 2. Interface do SWAH.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao selecionar a opção ‘Calcular Solução’, o sistema retornará a uma interface contendo uma tabela com informações sobre os nutrientes e suas respectivas recomendações de reposição, conforme Figura 3.

Figura 3. Interface do SWAH: Calcular Solução Nutritiva.

Início Instruções Controle		
LITROS	ADUBO	PESO (g)
1000	Nitrato de Cálcio	750
1000	Fertilizante Mineral Misto	662
1000	Map Purificado	150
1000	Sulfato de Magnésio	450
1000	Conmicros Light	10
1000	Fertilizante Fe 6% EDDHA	30
RESERVATÓRIO	NUTRIENTE	REPOSIÇÃO
<input type="text" value="10"/> Litros	<input type="text" value="662"/> Gramas	<input type="text" value="6.62"/> Gramas

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para que o SWAH realize os cálculos o preparo da solução nutritiva, o usuário informará o tamanho do reservatório em litros e a quantidade do nutriente correspondente em gramas. O *software* retornará o valor da reposição, de forma imediata, por meio da função em linguagem de programação *JavaScript*, que foi programada para realizar uma regra de 3 simples baseada com a proporção da adubação recomendada para 1000 litros de água.

O usuário poderá também realizar o acionamento da bomba d’água através da opção ‘Controlar Estufa’ do submenu (Figura 1). Ao instante que o usuário selecionar, o *software* retornará uma interface com um ícone de uma bomba d’água (Figura 4).

Figura 4. Interface do SWAH: Acionamento da bomba d’água.

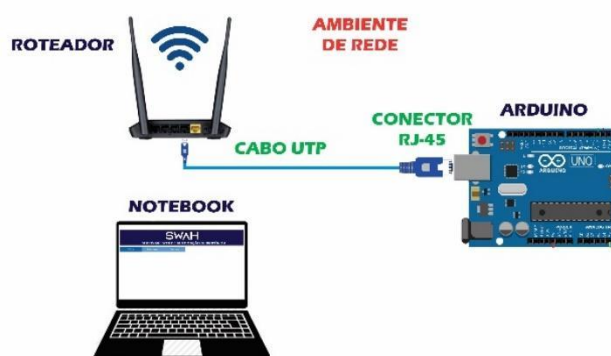


Fonte: Elaborado pelo autor.

O operador clicará sob o ícone da bomba d'água e neste momento a página web fará uma requisição ao Arduino através do endereço de IP 192.168.0.155. Após este processo, será possível ligar e/ou desligar a motobomba no reservatório da solução nutritiva.

Para comunicação entre os dispositivos do sistema, o roteador foi inserido com objetivo de promover a conectividade entre o Arduino e a interface *web*. Foi necessário conectar estes dispositivos a uma rede LAN, promovendo assim, a interação como ilustrado na Figura 5.

Figura 5. Esquema de comunicação da interface *web* e o Arduino através de uma LAN.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para configurar a Rede LAN utiliza-se o computador, e em seguida abre o navegador, acessa o endereço de IP, insere as credenciais de login e senha, e define uma determinada faixa de IP. As configurações que foram aplicadas no roteador estão apresentadas na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1. Informações de configurações do roteador.

Configurações do Roteador	
MAC	68:FF:7B:B2:C0:BC
IP	192.168.0.1
Máscara	255.255.255.0
SSID	SWAH
Senha	projeto12345

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a configuração da rede local, o módulo *Internet Shield* do Arduino foi conectado ao roteador por meio de um cabo UTP com crimpagem T568A.

As bibliotecas que foram utilizadas na IDE do Arduino, SPI¹ e Ethernet², dispõem de aplicações extras que promovem a manipulação de dados, bem como a operação de hardware. A Figura 6 apresenta a sintaxe da inserção da biblioteca.

Figura 6. Sintaxe do uso de bibliotecas no IDE Arduino.

```
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Foram criadas duas variáveis, sendo uma do tipo *int* (*integer*) para definir o pino do Arduino correspondente a saída para conexão ao módulo relê. E outra do tipo *boolean*, para indicar o estado, conforme a Figura 7.

Figura 7. Declaração de variáveis no desenvolvimento do SWAH.

```
int pino_rele = 5;
boolean ligado = true;
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir das informações da rede mostradas anteriormente na Tabela 1, foi possível realizar as configurações de rede após a declaração de variáveis. O IP 192.168.0.1 do roteador foi transposto como *Gateway*, enquanto o IP do Arduino permaneceu na mesma faixa do prefixo 192.168.0, sendo atribuído o sufixo .155 ficando 192.168.0.155, como ilustrado na Figura 8.

Figura 8. Sintaxe na IDE do Arduino para configuração na rede LAN.

```
//Informacoes de endereco IP, gateway, mascara de rede
byte mac[] = { 0x68, 0xFF, 0x7B, 0xB2, 0xC0, 0xBC };
byte ip[] = { 192, 168, 0, 155 };
byte gateway[] = { 192, 168, 0, 1 };
byte subnet[] = { 255, 255, 255, 0 };

EthernetServer server(80);
```

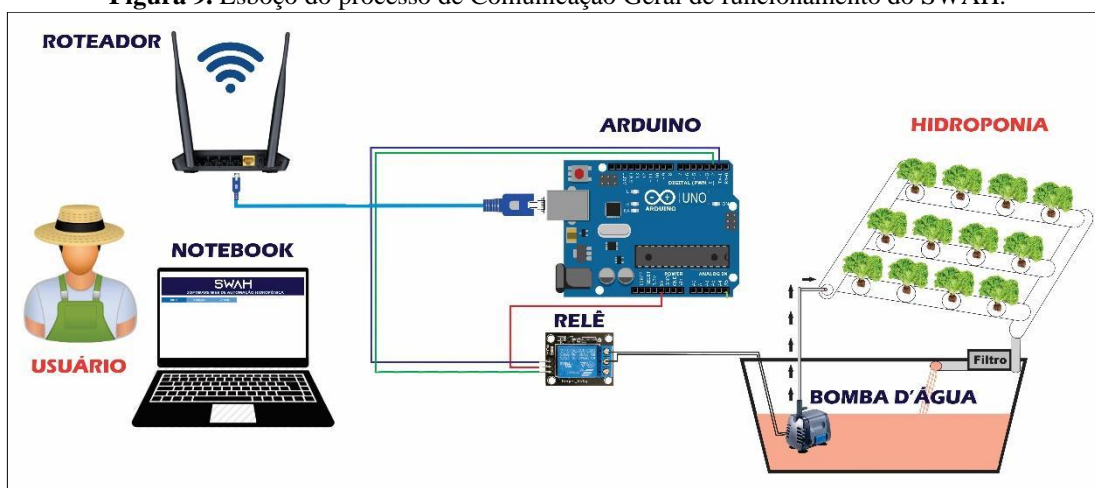
Fonte: Elaborado pelo autor.

O SWAH ficou hospedado na rede local, através do XAMPP, que é um *software* voltado para testes para executar aplicações e/ou página web na rede LAN.

3.2 COMUNICAÇÃO GERAL

A Figura 9 mostra o cenário do processo de comunicação geral do SWAH. O usuário manuseará o SWAH através do notebook que estará interligado ao Arduino por meio do roteador. O Arduino se comunica com módulo relê através de pulsos elétricos, que estava interligado com a bomba d'água, tendo como função o respectivo acionamento. Dessa forma, permitiu a operabilidade do usuário de ligar/desligar a motobomba remotamente.

Figura 9. Esboço do processo de Comunicação Geral de funcionamento do SWAH.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 CONFEÇÃO DA MINI HIDROPONIA

A mini hidroponia foi construída com a finalidade de testar a opção ‘Controlar Estufa’ do SWAH, função que permite o operador realizar o acionamento remoto da motobomba. Além disso, a mini hidroponia foi utilizada durante a aplicação da oficina para demonstrar aos participantes, de forma prática, essa técnica de cultivo.

Para sua construção utilizou-se canos de PVC tanto para suporte das bancadas, quanto para as canaletas (Apêndice D). Para montagem da bancada utilizou-se canos de ½”, joelhos e luvas. E para confeccionar as canaletas foram inseridos 04 canos de 75” com 1m de comprimento que, posteriormente, foram perfuradas com um serra-copo de 5 cm de diâmetro, e intervalos de 15 cm entre os orifícios, totalizando 20 cm de espaçamento, conforme recomendação de Bernardes (1996) para produção da Alface.

3.4 APLICAÇÃO DA OFICINA

Para demonstrar de forma prática, as funcionalidades do SWAH, bem como apresentar os processos de rotina do cultivo hidropônico, foi aplicada uma oficina no dia 21 de janeiro de 2020 das 8h às 16h na Associação de Produtores Rurais e Agropecuários da comunidade de Delfino localizada na cidade de Umburanas-BA, distante aproximadamente 130 km do IF Baiano *Campus* Senhor do Bonfim.

A mini hidroponia construída foi desmontada e transportada para o local de aplicação da oficina. No primeiro momento da oficina foi feita uma entrevista individual com os 13 participantes a fim de traçar o perfil dos entrevistados. As respostas foram gravadas com *smartphone* pessoal, com prévia autorização. As interrogações foram realizadas a partir do

roteiro de entrevista com perguntas semiabertas para identificar além do perfil, se possuíam conhecimentos relacionados às técnicas de cultivo hidropônico, quais tecnologias utilizavam nas suas práticas de cultivo e se apresentavam domínio no uso de computador e smartphone (Apêndice A). Depois da entrevista, a mini hidroponia foi montada no espaço de aplicação. Durante essa etapa, cada componente da estrutura (espuma fenólica, semente, adubos, canaletas, *timer* e bomba d'água) foi mostrado e explicado sua funcionalidade. Além disso, foram abordados ensinamentos teóricos sobre os conceitos, funcionamento e técnicas hidropônicas (semeadura, plantio, adubação, programação do *timer*, entre outros).

A demonstração de como realizar de forma manual os cálculos dos nutrientes da solução nutritiva seguiu as recomendações do fabricante dos adubos utilizados, Hortibras – Insumos para hidroponia para o cultivo da alface, hortaliça usada na oficina. Para isso o Quadro 2 foi projetado no computador e foi explicado detalhadamente os passos de como aplicar a regra de três simples para obter a concentração do nutriente para o volume da solução desejada. Logo após as explicações, os participantes foram divididos em grupos com 4 pessoas e foram orientados a realizarem manualmente os cálculos da dosagem dos nutrientes para a cultura da alface com o volume de água de 15 litros, volume do reservatório da mini hidroponia.

Quadro 2. Recomendação de adubação para alface.

REPOSIÇÃO ALFACE PREMIUM 1000 l	
Nitrato de Cálcio	750g
Fertilizante Mineral Misto	662g
Map Purificado	150g
Sulfato de Magnésio	450g
Connicros Light	10g
Fertilizante Fe 6% EDDHA	30g

Fonte: elaborado pelo autor.

Em seguida, os participantes foram orientados a manusear um dos equipamentos mais importantes e utilizados na hidroponia, o *timer*, que faz a temporização do acionamento da bomba d'água que conduz a solução nutritiva até as canaletas onde estão as plantas (Figura 10).

Figura 10. Participantes da oficina operando o *timer*.



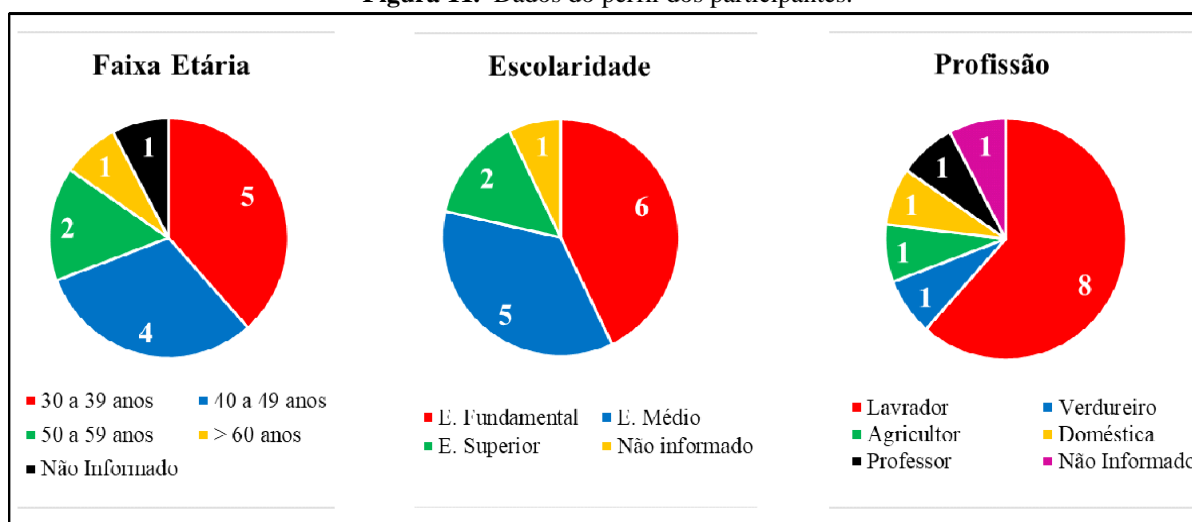
Fonte: elaborado pelo autor.

No momento seguinte, foi apresentado as funcionalidades do SWAH e os passos de como realizar cálculos da solução nutritiva e controle do turno de rega no *software*. Posteriormente, todos os participantes testaram individualmente o *software* simulando possíveis situações de cultivo. Os participantes calcularam novamente a reposição de nutrientes para o cultivo hidropônico da alface (Quadro 2), porém usando o SWAH. Todos foram orientados a informar na interface ‘Calcular Solução’ o volume do reservatório em litros e a quantidade recomendada do nutriente desejado em gramas, obtendo assim valor da concentração para o volume estabelecido.

Ao término da oficina, foi solicitado aos sujeitos da pesquisa que respondessem ao questionário Pós-Oficina, com perguntas semiabertas, a fim de avaliar a oficina, manuseio e aplicabilidade do SWAH (Apêndice C).

Através do Roteiro da Entrevista Pré-Oficina foi possível identificar o perfil característico dos participantes, sendo 08 do sexo masculino e 05 do sexo feminino. A faixa etária variou entre 30 e 65 anos, a maioria possuía Ensino Fundamental e/ou Ensino Médio completo e a profissão predominante foi composta por lavradores (Figura 11).

Figura 11. Dados do perfil dos participantes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O *software* integrado ao Arduino foi desenvolvido, de maneira satisfatória, para auxiliar rotinas hidropônicas. Através dele foi possível facilitar a realização dos cálculos para o preparo da solução nutritiva, bem como controlar o acionamento da bomba d'água do sistema de cultivo

da hidroponia, de forma remota. Pode ser utilizado por profissionais agrícolas, como produtores rurais, estudantes, técnicos e professores.

Durante a montagem da mini hidroponia os participantes demonstraram interesse em relação aos conteúdos apresentados. Surgiram diversos questionamentos sobre os cultivos hidropônicos, por exemplo: qual a espessura das canaletas usadas, tipos de cobertura, como desenvolver a estrutura hidropônica e criar um dispositivo semelhante, entre outros. Neste instante, demonstraram interesse em conhecer mais sobre a técnica de produção e a tecnologia utilizada.

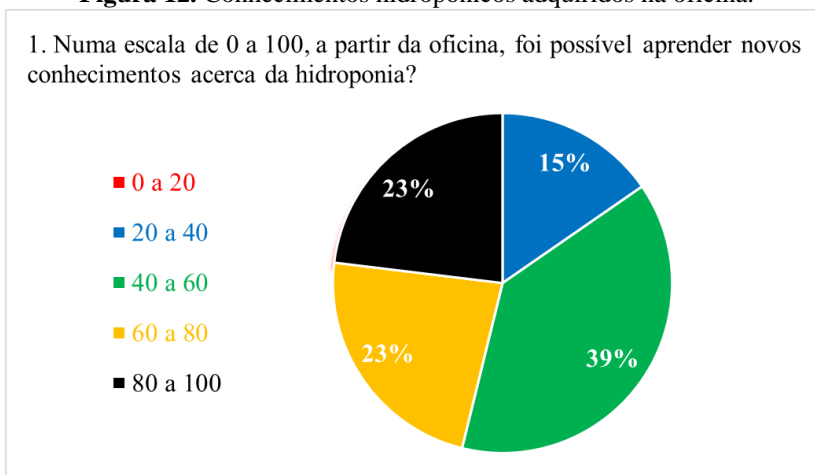
Na etapa da explicação dos cálculos, observou-se que a maioria tinha dificuldade com os cálculos essenciais para preparo da solução nutritiva, sendo necessário ensiná-los e/ou relembrá-los da regra de três simples. Para efetuar os cálculos foi preciso utilizar a calculadora dos seus celulares para conclusão da atividade.

Quando a programação do *timer* foi explicada, observou-se que o público com faixa etária entre 40 e 50 anos, apresentou dificuldades ao manusear as engrenagens para temporização, provavelmente porque se tratava de engrenagens e números pequenos. Sendo assim, foi proposto utilizar uma caneta ao invés dos dedos para que realizar a marcação da temporização de forma correta. Com isso, proporcionou aos integrantes a programar o turno de rega de forma manual para três turnos (manhã, tarde e noite).

No momento em que os participantes realizaram a programação no *software*, observou-se que o mesmo público apresentou mais dificuldades em manusear o *mouse* e teclado do computador, sendo necessário a ajuda de outros integrantes que haviam realizado a atividade proposta para inserir as informações.

Em relação ao desempenho dos participantes durante o uso do SWAH notou-se que inicialmente os homens com faixa etária mais elevada tiveram dificuldade em manusear o computador. A dificuldade pode estar relacionada com o pouco contato que eles possuem com dispositivos tecnológicos, sendo evidenciado também durante a entrevista que a maioria afirmou não ter prática com uso do computador. Porém, à medida que eles foram praticando a dificuldade para manusear o SWAH foi reduzida, como também na resolução dos desafios propostos.

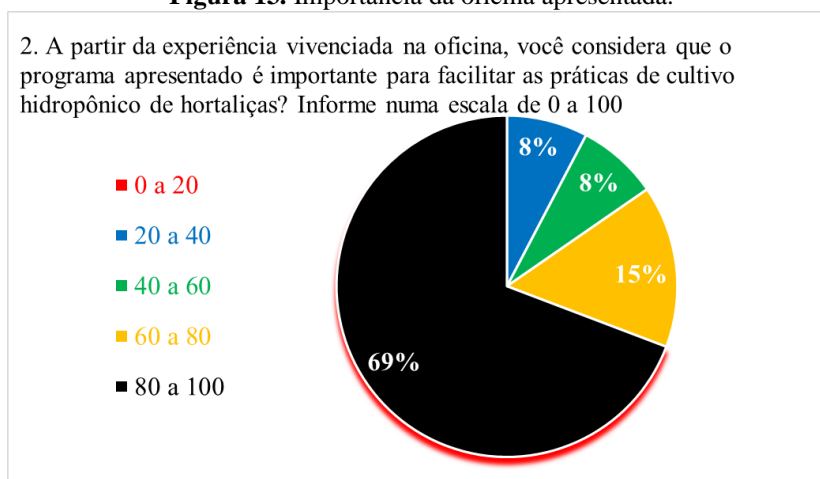
A partir das respostas obtidas no questionário Pós-oficina, cerca de 38, 5%, avaliou de forma mediana que é possível obter novos conhecimentos sobre hidroponia, como mostrado na Figura 12.

Figura 12. Conhecimentos hidropônicos adquiridos na oficina.

Fonte: Elaborado pelo autor.

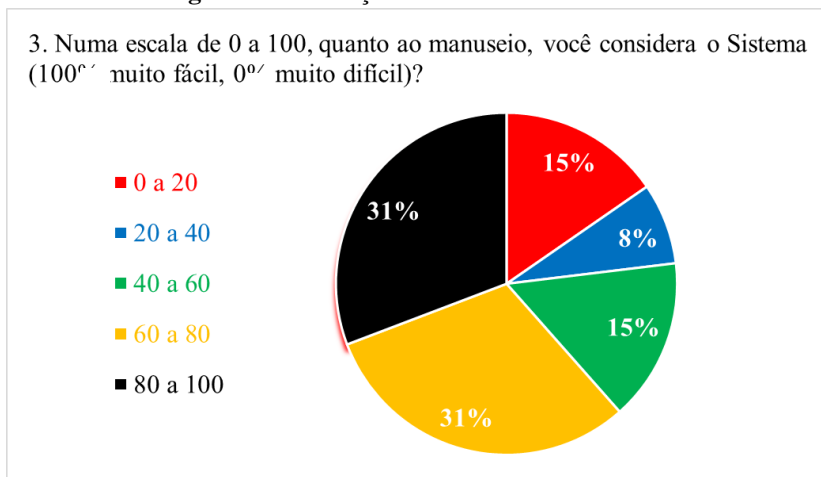
A avaliação mediana pode estar relacionada ao uso de alguns termos técnicos durante a explanação, o que pode ter ocasionado dificuldade em compreender o assunto abordado, devido ao nível de escolaridade dos participantes, assim como o período de duração da oficina, uma vez que, a oficina ocorreu apenas em um encontro.

Aproximadamente 70% considerou que o programa apresentado facilita algumas práticas de cultivo hidropônico (Figura 13). Pode-se perceber que a grande parte avaliou de forma favorável a utilização do SWAH como facilitador no cultivo de hortaliças na hidroponia. Com isso, é possível compreender que o *software* pode ser uma ferramenta viável para auxílio na produção hidropônica.

Figura 13. Importância da oficina apresentada.

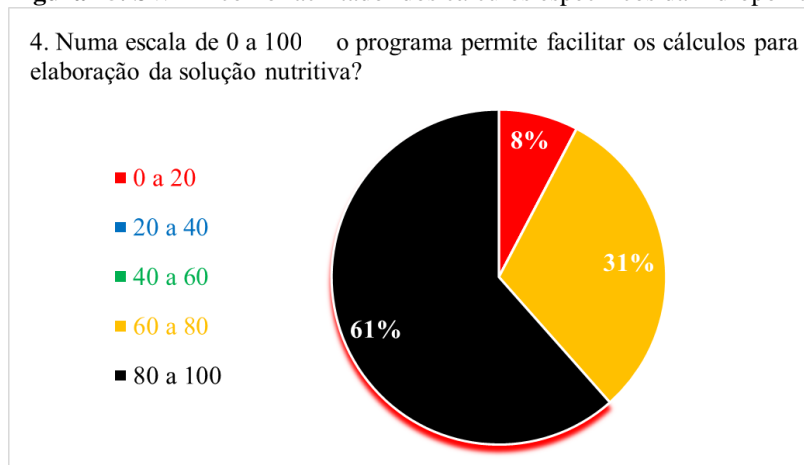
Fonte: Elaborado pelo autor.

Além da avaliação positiva que o SWAH pode facilitar as práticas de cultivo a maioria considerou o programa de fácil manuseio (Figura 14).

Figura 14. Avaliação do manuseio do software.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Refletindo a realidade relatada sobre a dificuldade dos participantes em efetuar os cálculos matemáticos para encontrar a quantidade exata de nutrientes para o preparo da solução nutritiva, foi possível concluir que, apesar do pouco contato com o computador, os sujeitos optaram, em sua maioria, pela escolha do SWAH ao invés dos cálculos manuais, como constatado na Figura 15. Dessa forma, o *software* mostrou que pode ser uma alternativa para otimizar os processos de cultivo hidropônico tornando mais rápido e prático, tanto para resolução dos cálculos e acionamento remoto da motobomba.

Figura 15. SWAH como facilitador dos cálculos específicos da hidroponia.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, as opiniões acerca do uso de tecnologia no cultivo agrícola são consideradas positivas, conforme apresenta as transcrições das respostas dos participantes expostas no quadro abaixo.

Quadro 3. Transcrição: *feedback* dos participantes da oficina.

O que você acha sobre o uso de equipamentos tecnológicos voltados para o campo?
<i>“bom porque nos ajuda a fundamentos para todos nos no trabalho do campo.”</i>
<i>“muito bom, pois facilita o acesso ao plantio e o crescimento das plantações de forma saudável e de fácil acesso a equipamento melhorando o cultivo.”</i>
<i>“E bom por que se torna as coisa mais fase”</i>
<i>“Bom para desenvolver o trabalho do lavrador.”</i>
<i>“Muito bom porque é muito importante.”</i>
<i>“e muito bom par que vai facilitar muito”</i>
<i>“E bom porque fecilita no dia a dia”</i>
<i>“Acho maravilhoso, pos tirras todas as minhas duvidas”</i>
<i>“É bom, porque tornam as coisas mais fáceis.”</i>
<i>“É bom, porque desenvolve mais a prática para todos.”</i>
<i>“É muito importante, pois traz muitas coisas boas para o lugar.”</i>
<i>“é bom porque vai facilitar muito para o lavrador.”</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Este tipo de trabalho foi de grande relevância tanto para os participantes, quanto para o profissional docente. A oficina realizada contou com recursos tecnológicos do meio agrícola, voltado para cultivo hidropônico de hortaliças, tendo como público-alvo, pequenos produtores de uma comunidade carente, onde formaram-se em grupos que realizaram e concluíram atividades individuais e coletivas propostas, manuseando dispositivos tecnológicos (*timer* e *notebook*) como ferramentas totalmente distintas daquelas que são utilizadas nos respectivos cotidianos.

O desafio do professor em promover uma oficina onde se deslocou para uma comunidade distante da zona urbana, repleta de adversidades sociais, educacionais, estruturais e culturais; acreditando na capacidade de seres humanos que não tiveram oportunidade de aprender e/ou até mesmo ter proximidade com tecnologia, obtendo êxito e aceitação pela comunidade foi uma tarefa gratificante.

Portanto o professor tem a missão de não somente realizar a sua função acadêmica, mas sim, uma função social. Freire (2005, p. 100) apresenta: o que temos que fazer, na verdade, é propor ao povo, através de certas contradições básicas, sua situação existencial, concreta, presente, como problema que, por sua vez, o desafia e, assim, lhe exige resposta, não só no nível intelectual, mas no nível de ação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O SWAH integrado ao Arduino é uma ferramenta que traz benefícios para comunidade agrícola. Possibilita a inserção de uma tecnologia de automação fácil e barata no meio de produção hidropônica.

Tem como impactos positivos, a otimização do tempo de realização dos cálculos dos nutrientes para preparo da solução nutritiva, além de facilitar o manuseio do *software* para o acionamento remoto do motor bomba, uma vez que, o usuário utiliza sua interface *web* para a operabilidade dessa rotina.

Com o SWAH, ainda que o usuário não possua os conhecimentos específicos da linguagem de programação e dos blocos de comandos, poderá executar as tarefas de forma simples e objetiva. Por isso, sua implantação pode ser viável para pequenos produtores adeptos a hidroponia.

Através da oficina foi possível proporcionar aprendizagem em relação as formas de cultivo de hortaliças; realização de cálculos matemáticos empregando Regra de Três Simples; programação de temporizador analógico e operabilidade do SWAH através do contato com o computador.

Considera-se que essa pesquisa tem caráter inovador, pois o *software* desenvolvido integrado ao Arduino foi destinado especificamente para o uso em hidroponias.

Considerando que o programa teve aceitação positiva dos participantes da oficina, este mostrou-se ser uma ferramenta que pode ser usada por produtores, estudantes, técnicos agrícolas e professores para auxiliar ensino de práticas hidropônicas e/ou até mesmo desenvolver projetos de extensão em comunidades agrícolas.

REFERÊNCIAS

ALBERONI, R. B. Hidroponia. **Como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo – alface, rabanete, rúcula, almeirão, chicória, agrião.** São Paulo: Nobel, 1998.

ANDRADE, P., et al. Automação de estufas: uma opção de baixo custo. **UNIJUI.** 2017.

ARDUINO. **Libraries.** Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/reference/libraries>> Acesso em: 10 de Dez. 2019.

BACHINSKI, A., STEFANELLO, A. Automatização de adubação e irrigação de uma estufa hidropônica utilizando sistema embarcado Arduino. **Anais...** In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIA, INOVAÇÃO E TECNOLOGIA. 2018. Disponível em: <<http://ocs.fw.uri.br/index.php/simcit/SimCIT2018/paper/view/30>>. Acesso em: 10 de Dez. 2020.

BERNARDES, L.J.L. **O espaçamento de crescimento da alface.** Piracicaba: Hidropomaniás & Cia, 1996.

EMBRAPA. **Circular Técnica: Princípios de Hidroponia.** Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/769981>> Acesso em: 15 de Jan. de 2020.

FAQUIN, V.; FURTINI, N. A. E.; VILELA, L.A.A. **Produção de alface em hidroponia.** Lavras: UFLA, 1996. 50 p.

FURLANI PR. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia-NFT.** Campinas: Instituto Agrônomo, 1997, p. 30.

LOPES, K.V. L.; PIRES, D. S.; SERRA, G. L.O. Sistema Hidropônico Inteligente Baseado em um Sistema MIMO Nebuloso. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 6, 2018.

NETO, A. et al. Monitoramento de um cultivo hidropônico através de um circuito de automação e controle. **Revista: Ciências exatas e tecnológicas.** v. 3, p. 105-116, 2015.

NETO, E. B.; BARRETO, Levy Paes. **AS TÉCNICAS DE HIDROPONIA.** Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma, Recife, vols. 8 e 9, p.107-137, 2011/2012.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005, 42ª edição.

RIBEIRO, M. A. **Automação Industrial**, 4ªed. Tek Treinamento & Consultoria Ltda. Salvador – BA, 1999, p. 11-12.

SALEMA, I. S.; LIMA, I. A. **Prototipação de uma infraestrutura de irrigação automatizada para o cultivo de alface utilizando a plataforma Arduino.** Disponível em: <https://www.sje.ifmg.edu.br/portal/images/artigos/biblioteca/TCCs/Sistemas_de_informacao/2016/INDYANARA_DE_SOUZA_SALEMA_IONE_ALVES_DE_LIMA.pdf> Acesso em: 10 de Dez. 2019.

APÊNDICES

Apêndice A – Roteiro da Entrevista Pré-Oficina

Naturalidade: _____. **Idade:** _____.

Grau de Escolaridade: _____.

Profissão: _____.

1. Você tem a prática do cultivo de hortaliças? O que você cultiva com mais frequência?

2. De acordo com as suas experiências sobre as maneiras de cultivo de hortaliças, o que você entende por hidroponia?

☐ Plantio em solo irrigado.

☐ Plantio sem solo.

☐ Nunca ouvir falar.

3. A partir das experiências e convívio no campo, o que você entende por solução nutritiva?

☐ Adubo diluído em água.

☐ Adubo obtido por esterco.

☐ Nunca ouvir falar.

4. Algum técnico agrícola já apresentou alguma forma de cultivo hidropônico na sua comunidade?

5. Você utiliza ou já utilizou algum tipo de equipamento tecnológico para facilitar os cultivos de hortaliças?

☐ Sim. Qual? _____

☐ Não.

6. Você sabe o que significa automação?

Apêndice B – Exemplos de desafios propostos na oficina

DESAFIO: Cenários para cultivo Hidropônico da Alface

Supondo que você seja um produtor de alface hidropônica, quantos gramas seriam necessários para reposição e preparo da solução nutritiva, considerando um reservatório de X litros? Utilize o SWAH para realizar a atividade.

Nitrato de Cálcio	g
Fertilizante Mineral Misto	g
Map Purificado	g
Sulfato de Magnésio	g
Conmicros Light	g
Fertilizante Fe 6% EDDHA	g

PRODUTOR I – 100 litros.

PRODUTOR II – 200 litros.

PRODUTOR III – 300 litros.

PRODUTOR IV – 400 litros.

PRODUTOR V – 500 litros.

PRODUTOR VI – 600 litros.

PRODUTOR VII – 700 litros.

PRODUTOR VIII – 800 litros.

PRODUTOR IX – 900 litros.

PRODUTOR X – 1000 litros.

PRODUTOR XI – 2000 litros.

PRODUTOR XII – 3000 litros.

PRODUTOR XIII – 4000 litros.

PRODUTOR XIV – 5000 litros.

PRODUTOR XV – 10000 litros.

Apêndice C – Questionário Pós-Oficina

Naturalidade: _____. **Idade:** _____.

Grau de Escolaridade: _____.

Profissão: _____.

Sexo: () Masculino () Feminino

1. Numa escala de 0 a 100, a partir da oficina, foi possível aprender novos conhecimentos acerca da hidroponia?

- a) 0 a 20
- b) 20 a 40
- c) 40 a 60
- d) 60 a 80
- e) 80 a 100

2. A partir da experiência vivenciada na oficina, você considera que o programa apresentado é importante para facilitar as práticas de cultivo hidropônico de hortaliças?

Informe numa escala de 0 a 100%.

- a) 0 a 20
- b) 20 a 40
- c) 40 a 60
- d) 60 a 80
- e) 80 a 100

3. Numa escala de 0 a 100, quanto ao manuseio, você considera o Sistema (100% muito fácil, 0% muito difícil)?

- a) 0 a 20
- b) 20 a 40
- c) 40 a 60
- d) 60 a 80
- e) 80 a 100

4. Numa escala de 0 a 100%, o programa permite facilitar os cálculos para elaboração da solução nutritiva?

- a) 0 a 20
- b) 20 a 40
- c) 40 a 60
- d) 60 a 80
- e) 80 a 100

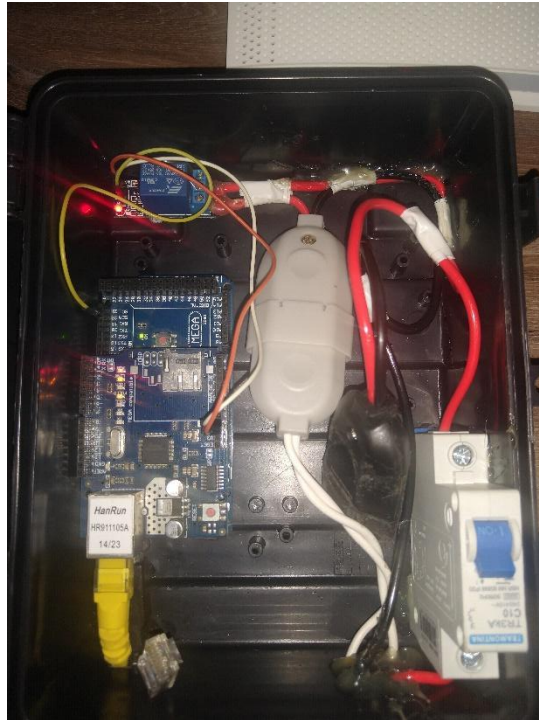
5. O que você acha sobre o uso de equipamentos tecnológicos voltados para o campo?

Apêndice D - Construção da Mini hidroponia



Apêndice D: Construção da Mini hidroponia. (I) - Canos estruturais da bancada. (II) – Confeção das canaletas. (III e IV) – Mini hidroponia montada.

Apêndice E – Hardware e dispositivos



Apêndice E: Circuito de ligação entre Arduino, relê e motobomba.

Apêndice F – Execução da oficina



Apêndice F: Aplicação da oficina.