

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PROF. ARMANDO JOSÉ FARINAZZO
CENTRO PAULA SOUZA

Carolina Amy Saegosa Shibata
Giovanna Gabriela Ramos da Silva
Guilherme Henrique Chimarelli
José Augusto Martins Filho

ESTUFA INTELIGENTE
MÓDULO DE ANÁLISE DO PLANTIO PARA VERIFICAÇÃO DE
EFICIÊNCIA

Fernandópolis
2024

Carolina Amy Saegosa Shibata
Giovanna Gabriela Ramos da Silva
Guilherme Henrique Chimarelli
José Augusto Martins Filho

ESTUFA INTELIGENTE
MÓDULO DE ANÁLISE DO PLANTIO PARA VERIFICAÇÃO DE
EFICIÊNCIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em **Informática**, do Eixo Tecnológico de **Informação e Comunicação**, à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação do Professor **Luiz Henrique Balbo**.

Fernandópolis
2024

Carolina Amy Saegosa Shibata
Giovanna Gabriela Ramos da Silva
Guilherme Henrique Chimarelli
José Augusto Martins Filho

ESTUFA INTELIGENTE
MÓDULO DE ANÁLISE DO PLANTIO PARA VERIFICAÇÃO DE
EFICIÊNCIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em **Informática**, do Eixo Tecnológico de **Informação e Comunicação**, à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação do Professor **Luiz Henrique Balbo**.

Examinadores:

Gustavo Franzin Carabolante

Luiz Henrique Balbo

Silvio Cesar Lopes

Fernandópolis
2024

DEDICATÓRIA

Dedicamos este Trabalho a Deus, que tem nos fortalecido desde o início, aos familiares, aos professores e a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste importante marco de nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, por toda força e determinação oferecida a nós durante o desenvolvimento deste Trabalho. Aos familiares, amigos e professores por todo apoio no decorrer desta jornada e a todos que, de alguma forma, contribuíram significativamente para a conclusão desta monografia.

EPÍGRAFE

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente. Quem sobrevive é o mais disposto à mudança”

Charles Darwin

RESUMO

Desde os primórdios, o ambiente foi utilizado para atender às necessidades do homem. Dessa forma, perceber o ambiente ao redor é, sobretudo, entender as influências do mundo externo para o interno, compreendendo o uso dos recursos que, de certa forma, são oferecidos. Sob esse viés, a agricultura brasileira consolidou-se como uma das fontes principais da economia no país, destacando-se, no ramo da exportação. Ademais, com o avanço tecnológico nas atividades de produção, a disseminação da tecnologia no setor agrário alavancou as atividades melhorando, efetivamente, as etapas da agricultura, essas que requerem a interação entre o meio ambiente, técnicas e métodos de desenvolvimento elaboradas pelo ser humano. Assim, é imprescindível ressaltar a modernização da agricultura, a qual corroborou para a inserção de mecanismos, estrutura e técnicas de análise de plantio. O presente documento objetiva apresentar e contextualizar de forma prática a implantação da tecnologia e metodologias de automação, tal qual a estufa inteligente que visa a execução de tarefas, no departamento da agricultura brasileira, especificamente, na agricultura de precisão como meio de contribuir para os processos durante as etapas de plantação, mediante as condições pré-estabelecidas e adaptáveis a fim de assegurar a melhoria no desenvolvimento do plantio servindo como uma ferramenta de pesquisa para o produtor. Para isso, a primeira etapa exigiu a pesquisa bibliográfica sobre o tema, com o intuito de reunir informações para o embasamento e fundamentação teórica do assunto abordado. Posteriormente, deu-se início à confecção da Estufa Inteligente, concomitante à análise dos resultados perante a aplicação prática. Esses foram observados *in loco* durante todos os processos de estruturação da estufa, possibilitando, assim, a constatação de que a integração de atividades práticas como a agricultura e a tecnologia mostram - se como uma ferramenta potencializadora no que tange as etapas durante o plantio e a análise das informações fornecidas referente a esse.

Palavras-chave: Agricultura. Atividades de produção. Estufa Inteligente. Tecnologia.

ABSTRACT

Since the beginning, the environment has been utilized to fulfill human needs. Thus, perceiving the surrounding environment entails, above all, comprehending the influences of the external world on the internal world and understanding the utilization of the resources offered in various ways. From this perspective, Brazilian agriculture has emerged as a primary contributor to the country's economy, particularly in the export sector. Moreover, with technological advancements in production activities, the diffusion of technology in the agricultural sector has catalyzed operations, effectively enhancing the stages of agriculture that necessitate interaction between the environment, techniques, and development methods devised by humans. Hence, it is essential to underscore the modernization of agriculture, which has facilitated the introduction of mechanisms, structures, and techniques for analyzing planting. The objective of this document is to present and contextualize, in a practical manner, the implementation of automation technology and methodologies, such as the intelligent greenhouse, which aims to execute tasks within the Brazilian agriculture sector, specifically in precision agriculture. This serves as a means to contribute to the processes during the planting stages through pre-established and adaptable conditions, thereby ensuring improvements in planting development and serving as a research tool for producers. To achieve this goal, the initial stage necessitated bibliographical research on the subject to gather information and provide a theoretical foundation. Subsequently, work commenced on constructing the Intelligent Greenhouse, concurrently with analyzing the results of its practical application. The results were observed onsite throughout all the processes involved in structuring the greenhouse. This facilitated the realization that the integration of practical activities such as agriculture and technology serves as an empowering tool concerning the stages during planting and the analysis of provided information.

Keywords: Agriculture. Production activities. Smart Greenhouse. Technology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Protótipo para Automação de Estufa com Arduino.....	28
Figura 2 - Estufa Inteligente - Projeto com Arduino	29
Figura 3 - Logo Clara.....	30
Figura 4 - Logo Escura	31
Figura 5 - Análise SWOT	32
Figura 6 - Diagrama de Atores	40
Figura 7 - Diagrama de Casos de Uso Geral.....	43
Figura 8 - Diagrama de Conexões.....	45
Figura 9 - Diagrama Elétrico.....	46
Figura 10 - Arduino UNO	46
Figura 11 – Sensor de umidade (LM393)	47
Figura 12 – Sensor de temperatura (DHT22)	48
Figura 13 – Display LCD 16x2 com módulo I2C.....	48
Figura 14 – Minibomba d’água (JT100).....	49
Figura 15 – FAN (PWM 12V).....	50
Figura 16 – Luz de LED (OC-L30).....	51
Figura 17 - Estufa Inteligente (Modelo)	52
Figura 18 - Estufa Inteligente (Modelo.1)	52
Figura 19 - Softwares Utilizados no Desenvolvimento do Projeto	53
Figura 20 – Questionário de Viabilidade.....	62
Figura 21 – Questionário de Viabilidade (2)	63

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Relevância da integração de tecnologias no setor agrário	35
Gráfico 2 - Viabilidade na integração de Estufas Inteligentes	35
Gráfico 3 - Requisitos para análise.....	36
Gráfico 4 - Possibilidade de aumento da produtividade da agricultura brasileira	37
Gráfico 5 - Contribuição da análise de dados.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Lista de Casos de Uso	41
Quadro 2 - Lista de Mensagens	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FEBRACE – Feira Brasileira de Ciências e Engenharia

FOFA – Forças, Oportunidades, Fraquezas, Ameaças

IDE - *Integrated Development Environment*

IPCC – Painel Intergovernamental para Mudança de Clima

SWOT – *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

Msg – Mensagem

LISTA DE SÍMBOLOS

- () – par de sinais de pontuação a fim de intercalar informações acessórias
- “” – sinal de pontuação empregado para destacar palavras ou expressões
- % - representa a porcentagem, a divisão de qualquer número por cem
- ? – sinal gráfico de pontuação para expressar entonação feita em perguntas
- °C - Representação da escala termométrica de Graus Celsius

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO I	17
1. Fundamentação Teórica	17
1.1. Pesquisas Relacionadas.....	17
1.1.1. Modernização e Difusão de Tecnologias na Agricultura Brasileira	17
1.1.2. Agricultura de precisão.....	19
1.1.3. Impacto das mudanças climáticas na Agricultura.....	20
1.1.4. Impacto da Temperatura no Crescimento das Plantas	21
1.1.5. Influência da umidade no desenvolvimento das plantas.....	23
1.1.6. Influência e adaptação de plantas a condições climáticas específicas ..	23
1.1.7. Avaliação do solo na nutrição das plantas	24
1.1.8. Parâmetros de iluminação necessários para fotossíntese.....	25
1.1.9. Espécies com maior facilidade de adaptação em diferentes condições climáticas	26
1.2. Pesquisa de ferramentas similares.....	27
1.2.1. Protótipo para Automação de Estufa com Arduino.....	27
1.2.2. Estufa Inteligente – Projeto com Arduino	28
CAPÍTULO II	30
2. Identidade Visual	30
2.1. Apresentação da Identidade Visual	30
2.1.2. Elementos	31
2.1.3. Cores	31
2.2. Análise SWOT (FOFA)	32
2.2.1. Força.....	32
2.2.2. Fraquezas.....	33
2.2.3. Oportunidades	33
2.2.4. Ameaças.....	33
2.3. Levantamento de Requisitos.....	33
2.3.1. Questionário de Viabilidade	34
CAPÍTULO III	39

3. Projeto Técnico.....	39
3.1. Modelagem de Requisitos	39
3.2. Diagrama de Atores.....	40
3.3. Lista de Casos de Uso	41
3.4. Diagrama de Casos de Uso Geral	42
3.5. Dicionário de mensagens	43
CAPÍTULO IV	44
4. Protótipo.....	44
4.1. Diagrama de conexões (TinkerCad).....	44
4.2. Diagrama elétrico (TinkerCad).....	45
4.3. Imagens, Características, Número de Série das peças utilizadas	46
4.3.1. Arduino UNO.....	46
4.3.2. Sensor de umidade (LM393).....	47
4.3.3. Sensor de temperatura (DHT22).....	48
4.3.4. <i>Display</i> LCD 16x2 com módulo I2C.....	48
4.3.5. Bomba d´ Água (JT100).....	49
4.3.6. FAN (PWM 12V).....	50
4.3.7. Lâmpada de LED (OC-L30)	51
4.4. Fotos reais do projeto construído.....	52
CAPÍTULO V.....	53
5. Tecnologias Utilizadas	53
5.1. Tecnologias utilizadas para a documentação.....	54
5.2. Tecnologias utilizadas para a programação.	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
APÊNDICE	61
APÊNDICE A – Questionário Online.	62
APÊNDICE B – Código-Fonte Arduino.....	64
GLOSSÁRIO	66

INTRODUÇÃO

Perceber o ambiente ao redor é, mormente, deparar-se com as influências do mundo externo para o interno. A evolução da tecnologia difundiu-se pelos setores de comunicação, atingindo níveis de alto alcance, passando a ser comum nos setores de produtividade. Em vista disso, o agronegócio é o setor de produção de maior impacto monetário na economia brasileira, sendo esse o responsável por interligar subsetores como a agricultura, a pecuária e a indústria, expandindo as diversas tecnologias e biotecnologias para o aumento da produtividade e eficiência. Entretanto, em solo brasileiro a agricultura passou por transformações até chegar ao nível do que conhecemos atualmente, no século XX, essa era marcada como irregular sem expansão para o mercado exportador internacional, o rendimento era considerado baixo e seu desenvolvimento exigia que extensas áreas fossem convertidas em lavouras.

O processo agrário requer, de forma integral, a interação entre o meio ambiente, técnicas e métodos desenvolvidos pelo ser humano considerando os fatores naturais e, principalmente, as mudanças climáticas, as quais interferem no processo primordial de produção, concomitante ao desenvolvimento e precisão de plantio. Dessa forma, o espaço agrário é essencial para a manutenção da vida e economia brasileira, a qual foi impulsionada no final da década de 60, iniciando a década de 70 com um abrangente desenvolvimento agrário e modernização da agricultura do Brasil.

Assim, ressaltar a importância da modernização na agricultura é, inteiramente, de valor comum, visto que a modernização fomentou a inserção de novas tecnologias no processo de produção e plantio a fim de aumentar e viabilizar a eficácia da produtividade. Dessa maneira, visamos analisar o aproveitamento de plantio conforme condições específicas dispostas em um ambiente controlado, pois, em determinadas regiões, plantações são expostas à diferentes tipos de condições

climáticas, o que para certos tipos de vegetais acarreta desvantagens influenciando negativamente a adaptação dessas nas condições estabelecidas pelo ambiente.

Dessa forma, com fim de garantir maior qualidade nos processos do campo, os métodos inovadores vêm transformando as atividades rurais por meio de sensores, drones, aplicativos entre outros, contribuindo para a gestão desde a etapa de pré-produção até a pós-produção. Sendo assim, a Estufa Inteligente visa assegurar a melhoria do desenvolvimento do plantio, de modo a funcionar como ferramenta de pesquisa, para que seja possível aferir as condições necessárias para o pleno crescimento de espécimes, propondo a realização de análises do aproveitamento do plantio de determinado vegetal sob condições específicas, manipulando propriedades como temperatura e umidade.

CAPÍTULO I

1. Fundamentação Teórica

A fundamentação teórica consiste no embasamento do conteúdo teórico da pesquisa por meio das ideias de outros autores, nas quais se faz referência a livros, artigos, dentre outros materiais.

1.1. Pesquisas Relacionadas

Para a elaboração de um trabalho, no qual consiste em uma formidável fundamentação, foram realizadas pesquisas relacionadas à problemática abordada no projeto. Em vista disso, todas essas dispuseram de um embasamento teórico de qualidade que consistiu em buscas por diversas fontes, assim, ampliando o conhecimento do tema. Tais fontes referem-se a difusão da tecnologia na agricultura brasileira, no impacto das mudanças climáticas no setor agrário e em pesquisas relacionadas as etapas de produção como análise do solo, a fim de complementar o repertório para a elaboração do projeto.

1.1.1. Modernização e Difusão de Tecnologias na Agricultura Brasileira

Conceituar o desenvolvimento agrário brasileiro é de suma importância, pois a agricultura consiste em atividades que têm por objetivo a cultura do solo para produzir produtos úteis ao homem por meio de métodos e técnicas necessárias para

essa produção. Diante disso, é fundamental compreender a importância do período de transição entre a agricultura de subsistência até o que conhecemos hoje. Isso posto, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) viabiliza pesquisas, desenvolvimentos e inovações para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira desde os primórdios até os dias atuais.

A agricultura brasileira era rudimentar em meados do século passado. A soja era uma curiosidade no Brasil, sem expressão para o mercado doméstico, menos ainda para o comércio internacional do país. Prevalcia o trabalho braçal na produção agropecuária. Naquela época, menos de 2% das propriedades rurais contavam com máquinas agrícolas. Homens e mulheres do campo sofriam com escassez de tecnologia e de informação (EMBRAPA, 2018).

O Brasil colonizado desde sempre enfrentou impasses para a comercialização internacional, todavia, no decorrer dos anos, o país tornou-se provedor mundial, conquistando aumentos significativos na produção. A valorização da cultura da agricultura culminou no avanço tecnológico nos meios de produção, gerando resultados para o desenvolvimento do agronegócio (SCHUH, 2008). Dessa forma, a evolução do conceito de agronegócio, que tanto o conceito antigo quanto o recente, englobou os mesmos aspectos no que tange à produção, processamento, armazenamento e distribuição dos produtos agrícolas.

Destarte, a modernização da agricultura brasileira foi generalizada no final do século XX a partir da necessidade de aumentar a produção, visto que tal mudança foi acarretada pela cultura de interesses internacionais. Nesse contexto, o agronegócio é o setor monetário de maior impacto na economia brasileira, sendo o maior desde a década de 70, interligando subsetores como a agricultura, a pecuária e a indústria, de tal modo que diversas tecnologias e biotecnologias são implementadas para o aumento da produtividade, a fim de possibilitar melhorias no sistema (FISHLOW, Albert et al., 2017).

“Com a expansão do capitalismo no espaço agrário brasileiro, o processo produtivo agropecuário foi sendo (re)estruturado, gerando uma nova realidade socioeconômica e espacial no campo e na cidade” (MATOS, P. PESSÔA, V., 2011). Assim, nota-se que o processo de modernização agrária teve ligação direta com o sistema econômico do país, com a implementação das tecnologias para o aperfeiçoamento das técnicas já presentes durante o cultivo. A introdução dos meios

tecnológicos foi amplamente difundida para a ascensão da exploração da terra e do trabalho, portanto, esses foram inseridos em todos os estágios de produção, estimulando o enriquecimento, a efetividade e a otimização dos métodos.

1.1.2. Agricultura de precisão

A agricultura de precisão compreende os processos de gestão de informações sobre a cultura agrícola específica, cujo objetivo visa a melhoria da atividade de produção e, conseqüentemente, a produtividade sustentável dessa atividade. Outrossim, o processo da agricultura de precisão estabelece uma relação de dependência com a tecnologia e o futuro que os avanços nesse ramo representam para esse setor. Sendo assim, Inamasu e Bernardi (2014) discorrem para a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

A Agricultura de Precisão ainda desperta fascínio pela tecnologia e o futuro que ela representa... Em 2012, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), ao instituir a Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão (CBAP), definiu a Agricultura de Precisão como “um sistema de gerenciamento agrícola baseada na variação espacial e temporal da unidade produtiva e visa ao aumento de retorno econômico, à sustentabilidade e à minimização do efeito ao ambiente” (EMBRAPA, 2014).

Destarte, por ser uma abordagem que utiliza-se de dados e tecnologia para gerenciar as operações agrícolas, de forma sustentável e eficiente, essa é dividida em três etapas cruciais para o desenvolvimento desta, sendo elas coleta de dados, utilizada para auxiliar o agricultor na tomada de decisões, posteriormente, o planejamento, na qual é elaborado um plano de gerenciamento do cultivo, considerando as necessidades específicas de cada área. Sendo que, nesse plano de gerenciamento, é possível a inclusão e aproveitamento. Por fim, a última etapa é a aplicação localizada de insumos, fator importante para evitar o desperdício e ajudar na melhoria da eficiência da produção (JACTO, 2023).

No Brasil, a agricultura de precisão foi inserida nas atividades em meados da década de 90. Esse conceito surgiu como técnica durante a Revolução Industrial na Inglaterra, que permitiu o avanço dos meios de produção e,

principalmente, o avanço tecnológico. Entretanto, no cenário brasileiro, a agricultura de precisão continua em uma fase muito incipiente, ademais, essa exige o uso de ferramentas adequadas que corroborem para a diminuição de perdas na agricultura procurando aliar a atividade de produção aos meios tecnológicos e de automação (EMBRAPA, 2014).

Desse modo, a agricultura de precisão é essencial para a tomada de decisão e eficiência das operações agrícolas (MOLIN, 2004). Portanto, a partir do uso de diferentes tecnologias, os agricultores conseguem economizar nos insumos, fazendo com que o manejo das lavouras seja eficiente e prático, o que contribui para uma melhor produtividade e eficiência. Ademais, o controle das variáveis que influenciam o cultivo depende do maior detalhamento das informações, essas que podem ser fornecidas pelo processo da agricultura de precisão.

1.1.3. Impacto das mudanças climáticas na Agricultura

As mudanças climáticas referem-se as transformações de longo prazo em fatores como clima e padrões de temperatura. Desde a década de 50, é visível as mudanças sem precedentes no período de décadas ou milênios: a atmosfera e o oceano aqueceram, as camadas de gelo e neve reduziram em níveis significativos, além do aumento do nível dos oceanos de acordo com Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2018). Dessa forma, tais mudanças implicam diretamente na agricultura, o aumento frequente da temperatura ocasiona cada vez mais secas intensas, além das repentinas tempestades que resultam na diminuição da produção, paralisação ou perda de safras e no aumento dos preços.

Deste modo, as alterações do clima afetam não só a produtividade agrária, mas também a economia brasileira, visto que, a agricultura está ligada diretamente com o capital do país. Sendo que, ao simular diversas mudanças ao redor do globo, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) constatou que essas, principalmente o aquecimento global, afetam diretamente as plantações e setores de produção podendo acarretar danos futuros permanentes. Assim, essa situação exige a proposta de novas práticas e conhecimento de ações humanas que desencadeiam as alterações no clima e no ambiente de forma antrópica, pois, se o

cenário previsto de solidificar, o setor agrário será o mais afetado correndo riscos irreversíveis (MIRANDA, Sabrina et al., 2018).

Conforme as informações supracitadas, é proposto meios sustentáveis durante o processo agrário, tendo vista que a produção é sensível às transmutações que o clima sofre repentinamente de forma natural e por meio de intervenções humanas. Essa sensibilidade é abordada nos dois papéis, aos quais a agricultura se encaixa consoante a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária:

A agricultura ocupa dois papéis no cenário de mudanças do clima. É uma atividade que emite gases de efeito estufa (GEE), o que contribui para o aquecimento global, e é uma atividade altamente sensível às mudanças do clima. Isto coloca a necessidade de uma agricultura de baixo carbono e do desenvolvimento de tecnologias para mitigar os efeitos negativos do clima nos cultivos e nas criações (EMBRAPA, 2018).

Assim, “tais alterações climáticas terão amplos efeitos no Brasil e no mundo, atingindo áreas diversas, como recursos hídricos, agricultura, energia, infraestrutura urbana, transportes e saúde.” (ASSAD, 2020). Dessa forma, referidas transmutações irão atingir as variadas etapas do sistema de produção, visto que o clima é um dos principais fatores nesse setor que influencia e abastece a sociedade e movimenta o capital brasileiro.

1.1.4. Impacto da Temperatura no Crescimento das Plantas

Sabe-se que a temperatura é um dos fatores principais que influenciam diretamente no processo de crescimento e desenvolvimento de plantas, sendo ela um fator crucial para que essas cresçam de forma saudável, sendo necessária uma combinação de luz adequada, umidade, temperatura e vento. Entretanto, com o aumento da temperatura global relacionada as mudanças climáticas e principalmente a emissão de gases do efeito estufa há a necessidade da intervenção humana durante as etapas de produção (ANGELOTTI, 2017). Sendo que, para cada tipo de vegetação, é fundamental a luz solar para a realização de fotossíntese, temperatura apropriada

para o metabolismo e desenvolvimento, umidade para a absorção de água e vento para polinização e dispersão das sementes.

No entanto, considera-se que nem todas as plantas respondem à temperatura da mesma forma, uma vez que isso depende da origem e espécie de cada uma. Em temperaturas mais elevadas, ocorre o aceleração do processo de metabolismo e em períodos mais frios o metabolismo tende a cair. Por períodos longos abaixo de 10°C, o crescimento da planta é quase nulo, e sob temperaturas acima de 30°C, em períodos prolongados, durante a noite, o rendimento decresce devido ao consumo dos produtos metabólicos elaborados durante o dia. Isso faz com que temperaturas muito elevadas, por longos períodos, causam a diminuição do desenvolvimento das plantas. O clima exerce grande influência no crescimento das plantas e vegetais, conforme explica Silva (2014).

A temperatura do ar altera as reações químicas, condicionando a ação da água existente. O condicionamento da ação da água pela temperatura se dá de duas formas, tanto acelerando as reações químicas, aumentando a evaporação, como diminuindo a quantidade de água disponível para a lixiviação dos produtos solúveis. O aumento da temperatura em 10°C pode acelerar a velocidade das reações químicas em duas a três vezes, demonstrando a importância desses dois fatores (temperatura e umidade) quando aliados num determinado ambiente (SILVA, 2014).

Silva (2014) discorre sobre influência da temperatura nas reações que ocorrem a partir da mesma, interferindo diretamente nos vegetais cultivados e em como isso acarreta consequências na sobrevivência da planta e no ecossistema como um todo afetando a biodiversidade. Desse modo, compreende-se a temperatura como fator natural indispensável na produção agrícola, pois esse pode afetar de forma irreversível o ciclo fenológico da planta alterando a estrutura das plantas consequente dos estímulos externos favorecidos por tal fator.

1.1.5. Influência da umidade no desenvolvimento das plantas

Para a grande maioria das plantas, o solo possui um papel fundamental para a germinação e desenvolvimento. Nesse aspecto, Cherlinka (2022) discorre:

A umidade do solo na agricultura é o parâmetro crítico. Se houver escassez ou excesso de abundância de água, as plantas podem morrer. Ao mesmo tempo, esses dados dependem de muitos fatores externos, principalmente condições climáticas e mudanças climáticas.

Sob esse viés, percebe-se que a determinação da umidade ideal para o desenvolvimento das plantas é relativa, tendo em vista as diferentes possibilidades de condições climáticas locais. Logo, por conta de sua importância, a umidade deve ser aferida de acordo com parâmetros estabelecidos pelo produtor.

1.1.6. Influência e adaptação de plantas a condições climáticas específicas

A agricultura, quando executada de forma errônea e não sustentável contribui para o aumento do aquecimento global influenciando no ciclo climático ao redor do globo terrestre, assim causando efeitos como o aumento da temperatura mundial, concomitante ao desmatamento que agrega para as emissões de gases do efeito estufa na atmosfera. No entanto, o principal causador deste problema não é a produção agrícola generalizada e sim os grandes produtores que fazem a conversão destas florestas em terras de cultivo, desmatando e queimando a fauna e a flora local (SILVEIRA, 2008).

As transmutações do clima influenciam diretamente nas condições e processos do plantio, esses fatores naturais afetam no desempenho do crescimento dos seres vegetais que tendem a se adaptar em consequência de tais mudanças que podem ocorrer no ambiente onde eles vivem. Por exemplo, as plantas de climas secos e quentes, comumente, possuem folhas diminuídas, caules rígidos, secos e espinhos, as quais são favorecidas em lugares de baixa umidade. Dessa forma, um dos principais fatores que condicionam a adaptação dessas plantas é a temperatura, que

é diretamente ligada ao crescimento da própria planta. Acerca disso, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária discorre:

A necessidade de uma estratégia de adaptação para o setor agrícola se deve à percepção de que o desenvolvimento de ações estruturais no setor precisa ser pensado de forma a fomentar o incremento da resiliência dos sistemas produtivos, reduzindo sua vulnerabilidade e aumentando sua capacidade adaptativa, diante dos impactos causados por eventos climáticos (EMBRAPA, 2022).

Consoante às informações relacionadas à adaptação das plantas, podemos citar as da ordem *Caryophyllales*, os cactos, que são exemplos que possuem as características supracitadas, adaptando-se aos climas conforme o lugar onde residem. À vista disso, é necessário observar o desenvolvimento das espécies considerando os fatores climáticos ao seu entorno, visto que o crescimento dos vegetais depende, intimamente, da constituição genética e das condições ambientais do solo e da atmosfera às quais são expostas (MORAIS, 2006). Dessa maneira, pode-se afirmar que ocorre propriamente uma combinação entre os fatores naturais e antrópicos que acarretam as alterações do clima, afetando a produtividade e ponderando as adaptações dos vegetais.

1.1.7. Avaliação do solo na nutrição das plantas

A avaliação do solo é fundamental na nutrição das plantas, essa fornece a relação entre os elementos químicos e naturais necessários, o que influencia diretamente no desenvolvimento e crescimento de acordo com a interação dos componentes minerais e orgânicos, o que define a composição e estrutura do solo (SALTON, 2012). Desse modo, o solo é um fator crucial que fornece os recursos essenciais para as plantas interferindo diretamente na produtividade, visto que a quantidade de nutrientes presente no solo reflete propriamente na produção agrícola, pois um solo rico em nutrientes possui grande fertilidade, enquanto os solos pobres necessitam de adaptações e intervenções para seu cultivo.

Destarte, a fertilidade do solo é considerada um dos fatores principais na avaliação de produção referindo-se à capacidade que ela possui de fornecer às

plantas todos as substâncias necessárias para o seu crescimento e geração de frutos, dependendo da espécie vegetal. Além da fertilidade, é necessário a análise de outros fatores químicos e físicos do solo que são indispensáveis nas etapas da avaliação. Na análise física é determinada a textura do solo, na qual é analisado o modo como esse atributo influencia fatores determinantes como a nutrição das plantas, aeração do solo e a capacidade de retenção da água. Já na análise química é definido a capacidade que determinados solos têm de fornecer nutrientes para diferentes culturas agrícolas, portanto, observa-se que:

A habilidade das plantas em absorver água e nutrientes depende da distribuição de raízes no perfil do solo, a qual é função de reduzidas limitações físicas e químicas, as quais são passíveis de alterações pelas práticas de manejo do solo (ALVARENGA, CRUZ, 2003).

Em geral, compreende-se que a avaliação do solo exerce um papel essencial para a nutrição das plantas, na qual é possível evidenciar que com um solo fértil e nutrido garante-se o fornecimento de água e nutrientes às plantas em proporções adequadas, auxiliando em seu crescimento e produtividade. “O interesse em avaliar a qualidade do solo tem aumentado por considerá-lo aspecto fundamental na manutenção e na sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola” (VARASCHINI, 2012). Dessa forma, aspectos nutricionais do solo são extremamente importantes para o desenvolvimento da produção total, sendo necessário aspectos físicos tais quais a intensidade de iluminação, aeração do solo, disponibilidade de água e temperatura do ambiente onde a planta está inserida. Ademais, fatores biológicos como alterações genéticas, hormonais e em relação às vitaminas também influenciam na disponibilidade nutricional da planta.

1.1.8. Parâmetros de iluminação necessários para fotossíntese

Para o plantio *indoor*, é extremamente necessário que se estabeleçam determinados parâmetros para possibilidade da fotossíntese por parte da planta. Entretanto, dependendo do tipo da planta, estes parâmetros podem se diferenciar em relação à grandeza de intensidade de luz aplicada. Normalmente, essa intensidade é

medida em lumens, sendo que, mesmo tendo a quantidade ideal de lumens banhando a planta, ainda é necessário que se verifique os tons de cor apresentados pela fonte de iluminação, que são determinados pelo espectro de luz (VEGAEFLORA, 2023).

Acerca do processo de fotossíntese, alguns organismos fotossintéticos presentes nas plantas, como as Clorofilas e os Carotenoides, são os responsáveis por converter a energia do sol em energia química. Nesse contexto, o procedimento realizado na Estufa se demonstra análogo, tendo em vista a substituição da luz natural, provida pelo sol, pela lâmpada sintética com tons de luz que promovem os mesmos efeitos.

1.1.9. Espécies com maior facilidade de adaptação em diferentes condições climáticas

O aquecimento mundial e as mudanças climáticas tornam-se, gradualmente, um tema relevante na atualidade, principalmente quando esse direciona-se a flora e, concomitantemente, ao processo de plantação, a agricultura. Outrossim, é notável que as plantas vêm enfrentando desafios para se adaptarem e se desenvolverem com as transformações do clima, cada vez mais é perceptível a criação de estratégias e métodos para se adaptarem ao ambiente em que estão inseridas a fim de garantir sua sobrevivência. “Por adaptação entende-se a possível harmonia entre o organismo e o meio” (AOYAMA, MAZZONI-VIVEIROS, 2006), sendo assim, ressalta a associação concreta entre o organismo vegetal e o meio no qual reside em seu desenvolvimento totalmente saudável.

Nesse sentido, em relação a adaptação de plantas ao clima ao qual são expostas, destacam-se as que possuem ciclo de vida curto. Além dessas, sobressaem plantas com caules grossos e carnosos, raízes longas e profundas o que as permitem armazenar água por um longo período (FURQUIM, 2018). Dessa forma, podemos citar:

Espada de São Jorge - pertencente à família *Asparagaceae*, natural de climas secos adapta-se facilmente a diferentes climas e solos podendo ser cultivada dentro ou fora de estufas ou casas, em vasos ou jardins (SANTOS, s/d);

Cactos - fazem parte da ordem *Caryophyllales*, exigindo poucos cuidados, os cactos são resistentes a climas extremamente secos, esses armazenam água em seu interior, o que possibilita a prolongação de seu ciclo de vida durante longos períodos sem chuva tendo uma única necessidade, alta incidência de luz natural (ARAGUAIA, 2009);

Hibisco - pertencendo a família *Malvaceae*, o hibisco possui floração resistente, podendo ser considerada uma planta medicinal que se adapta a diferentes condições climáticas (AMARAL, YSHIDA, 2018).

Assim, as espécies supracitadas são exemplos de plantas que se adequam ao ambiente onde são e estão inseridas, as quais utilizam estratégias de plantio que contribuem para o ajuste ao ciclo de vida do ambiente e da espécie. Todavia, algumas plantas podem acelerar seu crescimento durante períodos favoráveis, além de reduzirem sua atividade durante condições desfavoráveis economizando energia (GPA BRASIL, 2017).

1.2. Pesquisa de ferramentas similares

Conforme as pesquisas têm sido elaboradas, foram encontrados projetos teóricos que, igualmente, apresentam de um método de plantio como a estufa inteligente. Entretanto, características como a proporção e foco do trabalho diferem-se do que foi proposto diante desse documento.

1.2.1. Protótipo para Automação de Estufa com Arduino

O seguinte projeto trata-se de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) elaborado na Fatec de Ourinhos. Produzido pelos alunos Renan e Flávio, com a orientação da professora Silvia Santos, o protótipo se baseia em uma estufa de tratamento de plantio para análises externas. Sendo assim, umas das divergências com o projeto supracitado no documento é a aplicação, que no caso do modelo

trabalhado apresenta um cenário *indoor*. Os recursos utilizados no caso similar são semelhantes. Segue abaixo a identidade do trabalho comparado.

Figura 1 - Protótipo para Automação de Estufa com Arduino



Fonte: (SANTOS, 2017).

1.2.2. Estufa Inteligente – Projeto com Arduino

O projeto supracitado foi promovido para a feira de ciências FEBRACE. Construído por Gabriel Angelo Cerutti, aluno da UFPR de Palotina-PR, o modelo “Estufa Inteligente – Projeto com Arduino” desenvolve um método de análise de crescimento da planta no meio externo, uma das divergências ao projeto apresentado atualmente. Indiferente ao último modelo similar, este projeto apresenta recursos utilizados que não são apresentados na ideia do Trabalho atual, sendo alguns deles o Arduino Mega e um mecanismo de abertura e fechamento da cobertura da planta. Segue abaixo a identidade do trabalho comparado.

Figura 2 - Estufa Inteligente - Projeto com Arduino



Fonte: (BRINCANDO COM IDEIAS, 2018).

CAPÍTULO II

2. Identidade Visual

A Identidade Visual pretende desenvolver características que facilitem a percepção, identificação e memorização da marca pelo público. Existe uma variedade de corporações que utilizam da estratégia Visual para ficarem marcadas na memória das pessoas que visualizam qualquer tipo de disseminação envolvendo a mesma, entre elas podemos citar: *Apple, Instagram, Gucci*, entre outras.

2.1. Apresentação da Identidade Visual

São apresentadas duas representações para a marca do projeto, de uma forma Clara e outra Escura. As figuras 3 e 4 manifestam a marca do protótipo Estufa Inteligente (Módulo de Análise do Plantio para Verificação de Eficiência).

Figura 3 - Logo Clara



Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

Figura 4 - Logo Escura



Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

2.1.2. Elementos

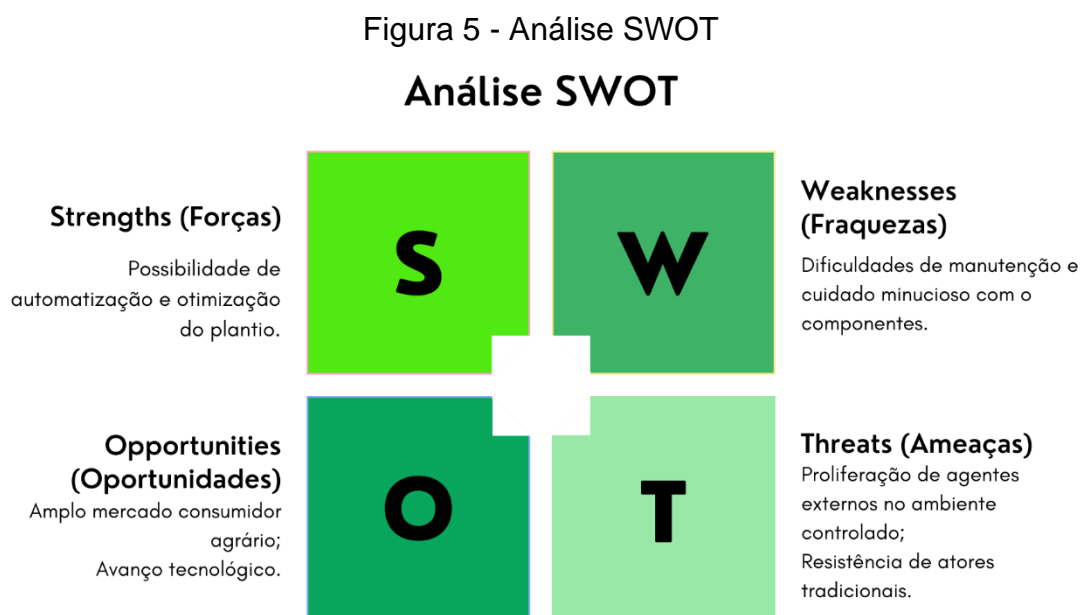
Ao centro, observa-se um “E” (remetendo o nome “Estufa Inteligente”) representado em formato de folha (remetendo o objetivo do trabalho). Em sua volta, um quadrado com partes hachuradas (remetendo o formato imaginário da estufa). Ao centro inferior, o nome principal, com a palavra “Estufa” mais evidenciada.

2.1.3. Cores

Entre as cores estão: Verde, Branco e Cinza (em tons de preto). O objetivo da escolha das cores citadas está em tornar o projeto aparentemente minimalista, integrado e sério. A cor verde remete o objetivo principal do trabalho (Análise de planta).

2.2. Análise SWOT (FOFA)

Segundo Volpato (2022), “a análise ou matriz SWOT é um método de planejamento estratégico que engloba a análise de cenários para a tomada de decisões”. Esse método também é conhecido como FOFA no Brasil, sendo que normalmente é usado pelas empresas para que façam as melhores escolhas possíveis baseadas em um cenário projetado de acordo com a realidade.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

2.2.1. Força

Pode ser considerado uma força da Estufa Inteligente o processo de automatização e otimização do plantio, que visa diminuir o tempo gasto durante essas etapas contribuindo para a eficácia da produção. Além disso, evidencia-se também a redução dos impactos ambientais, implementando a utilização eficiente dos recursos, minimizando o desperdício, principalmente de água, durante a irrigação.

2.2.2. Fraquezas

São considerados fraquezas fatores como a manutenção da Estufa Inteligente, a qual necessita de um cuidado minucioso aos componentes presentes na estufa. Ademais, podemos citar a complexidade que requer uma vasta integração de diferentes tecnologias e componentes.

2.2.3. Oportunidades

São oportunidades o amplo mercado consumidor no setor agrário brasileiro, o qual a estufa integrará. Além disso, percebe-se o avanço tecnológico relacionado à automação de processos, melhorando a tomada de decisão, a eficiência e a produtividade.

2.2.4. Ameaças

Podemos considerar como ameaça a proliferação de agentes externos no ambiente controlado, que promovem o perecimento da planta. Do mesmo modo, podemos considerar também a resistência dos agricultores que fazem uso de recursos tradicionais com a inserção de novas tecnologias no mercado e no processo de produção agrária.

2.3. Levantamento de Requisitos

O Levantamento de Requisitos busca expressar os princípios fundamentais para a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) estruturando a fase inicial do projeto a ser elaborado. Essa etapa engloba trabalhos

de reconhecimento e obtenção de informações detalhadas a fim dos requisitos a serem contemplados. Sendo assim, esse estágio trata-se de um trabalho complexo, o qual não limita - se ao desejo do usuário e provedor, mas sim no estudo de forma aprimorada da organização bem como o domínio da aplicação e temática abordada (ROSA et al. 2017). Assim, utilizaram-se de questionários aplicados ao público com fim de levantar informações relacionadas a viabilidade do projeto e conhecimento geral sobre o tema definido concomitante a sua abordagem.

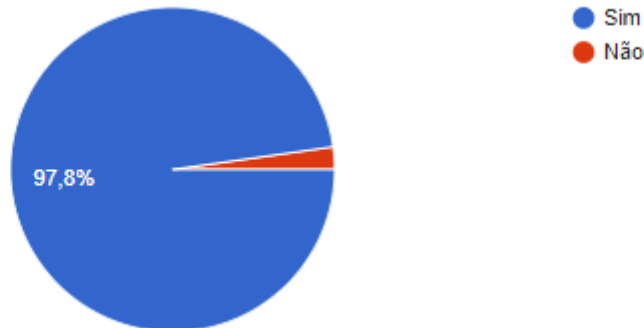
2.3.1. Questionário de Viabilidade

O questionário de viabilidade tem por finalidade trazer resultados em relação ao levantamento de dados conforme a temática abordada. Assim, por meio da interação com o público externo, tais resultados terão, de fato, utilidade por intermédio de perguntas e respostas, fomentando a análise de relevância sobre a eficiência da Estufa Inteligente. Dessa forma, todos os questionários contribuíram para um número de informações que auxiliaram para o desenvolvimento do projeto, aprimorando as funções deste.

Dessa forma, o questionário elaborado pelos autores do projeto foi aplicado à 130 pessoas, entre elas, estudantes da Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, além de familiares, amigos e conhecidos dos integrantes do grupo, sendo enviado via e-mail e WhatsApp (rede social). A pesquisa é formada por 5 (cinco) perguntas, as quais tiveram como propósito o levantamento de dados, corroborando a viabilidade do projeto. Os gráficos a seguir ilustram as respostas alcançadas.

Gráfico 1 - Relevância da integração de tecnologias no setor agrário

A agricultura no Brasil compreende grande parte da economia do país. Em constante evolução, os processos agrários exigem cada vez mais novas técnicas e métodos que contribuem para a eficácia em todas as etapas desse processo. A partir disso, você acredita ser importante a integração de tecnologias no setor agrário brasileiro?

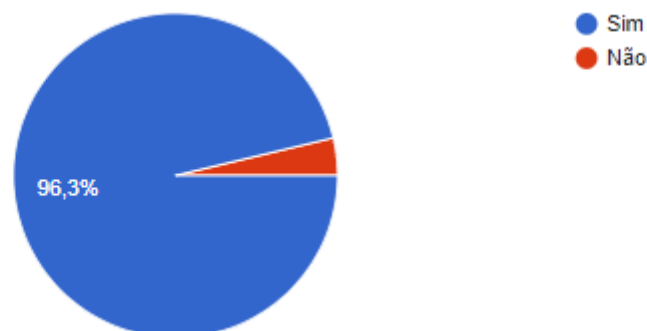


Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

A primeira pergunta foi elaborada para ser respondida de forma simples, sim ou não. O objetivo é visualizar a quantidade de pessoas que, por seus conhecimentos, acreditam na viabilidade da integração de novas tecnologias no setor agrário brasileiro. Das respostas, pode-se observar que 97,7% (noventa e sete vírgula sete por cento) das pessoas, equivalente a 127 (cento e vinte e sete), responderam sim e 2,3% (dois vírgula três por cento), que corresponde a 3 (três) pessoas, responderam que não.

Gráfico 2 - Viabilidade na integração de Estufas Inteligentes

Considerando sua resposta na pergunta acima, você considera viável a integração de estufas inteligentes que visam a precisão do plantio nas etapas de produção?



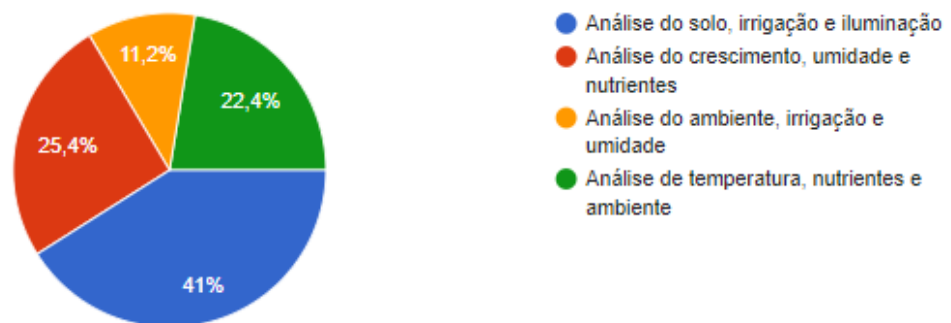
Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

A segunda pergunta, também elaborada para ser respondida de forma simples, sim ou não, obtém como objetivo, considerando a resposta da pergunta acima, visualizar a quantidade de pessoas que consideram a viabilidade da integração

de Estufas Inteligentes que visam a precisão do plantio nas etapas da atividade agrária. Das respostas, pode-se observar que 96,2% (noventa e seis vírgula dois por cento) das pessoas, equivalente a 125 (cento e vinte e cinco), responderam sim e 3,8% (três vírgula oito por cento), que corresponde a 5 (cinco) pessoas, responderam que não.

Gráfico 3 - Requisitos para análise

Com a integração das estufas, o que você acredita ser mais importante como análise?

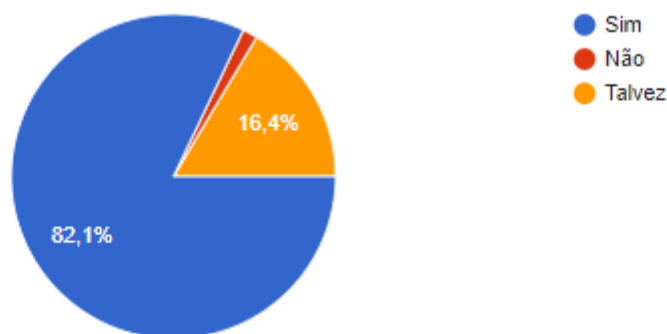


Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

A terceira pergunta, representada pelo Gráfico 3, foi elaborada para ser respondida considerando as alternativas disponíveis. Das respostas, pode-se observar que 40,8% (quarenta vírgula oito por cento) das pessoas, equivalente a 53 (cinquenta e três), responderam análise do solo, irrigação e iluminação, 25,4% (vinte e cinco vírgula quatro por cento), que corresponde a 33 (trinta e três) pessoas responderam análise do crescimento, umidade e nutrientes, 22,3% (vinte e dois vírgula três por cento) responderam análise de temperatura, nutrientes e ambiente e 11,5% (onze vírgula cinco por cento) responderam análise do ambiente, irrigação e umidade.

Gráfico 4 - Possibilidade de aumento da produtividade da agricultura brasileira

Considerando a resposta acima, você acredita que as estufas inteligentes podem aumentar a produtividade da agricultura no Brasil?

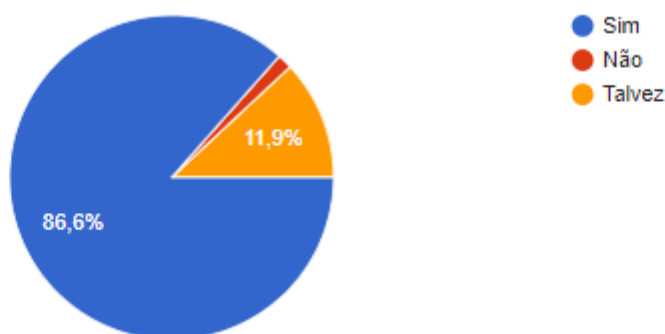


Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

A quarta pergunta, representada pelo gráfico 4, foi elaborada para ser respondida entre sim, não e talvez considerando a resposta anterior. Das respostas, pode-se observar que 81,5% (oitenta e um vírgula cinco por cento) das pessoas, equivalente a 106 (cento e seis) responderam, sim, 16,9% (dezesseis vírgula nove por cento), que corresponde a 22 (vinte e dois) pessoas responderam talvez e 1,5% (um vírgula cinco por cento), correspondendo a 2 (dois) responderam não.

Gráfico 5 - Contribuição da análise de dados

Tendo em vista as informações supracitadas, você acredita que a análise dos dados das estufas inteligentes contribuirá para a melhoria da eficiência e planejamento agrícola?



Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

A quinta e última pergunta, representada pelo gráfico 5, também elaborada para ser respondida entre, sim, não e talvez considerando as respostas supracitadas. Das respostas, pode-se observar que 86,9% (oitenta e seis vírgula nove por cento) das pessoas, equivalente a 113 (cento e treze) responderam, sim, 11,5% (onze vírgula cinco por cento), que corresponde a 15 (quinze) pessoas responderam

talvez e 1,5% (um vírgula cinco por cento), correspondendo a 2 (dois) responderam não.

CAPÍTULO III

3. Projeto Técnico

O presente trabalho pretende desenvolver uma estrutura de estufa, apelidada de “Estufa Inteligente”, que ofereça ferramentas de análise de eficiência de determinado plantio a fim de servir como instrumento de pesquisa agrária. Ademais, tal propósito se relaciona ao eixo da Informática por meio do uso de componentes eletrônicos para automatização de alguns processos de tratamento dos espécimes. Assim, são apresentados os tópicos utilizados para o estudo e desenvolvimento do trabalho, tais como análise de requisitos, criação do protótipo e outras considerações.

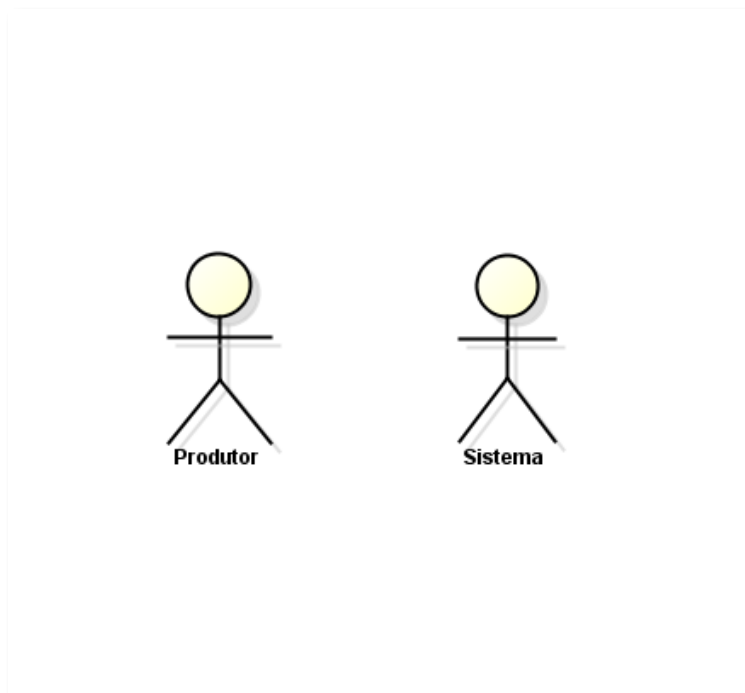
3.1. Modelagem de Requisitos

A modelagem de requisitos é composta por etapas que compreendem um processo crítico, utilizado para documentar e gerenciar os requisitos presentes em um projeto, podendo incluir requisitos funcionais (funções físicas ou digitais), requisitos não funcionais (desempenho, segurança entre outros) e restrições (limitação do projeto como produto). Assim, o levantamento e a análise de condições compõem uma parte significativa da fase de concepção da estrutura física e documentada da proposta a ser elaborada e apresentada como produto final (WAZLAWICK, 2010). Desse modo, esse processo representa o detalhamento da coleta de informações adquiridas nas fases antecedentes, tais como o levantamento de requisitos.

3.2. Diagrama de Atores

A representação do ator dentro do diagrama é feita por meio de bonecos “de palito”, que retratam uma pessoa, uma organização ou um agente externo que interaja com as ações efetuadas pelo produto. Esses, geralmente, representam os papéis desempenhados pelos usuários que poderão utilizar, de alguma maneira, os serviços, recursos e funções do projeto (GUEDES, 2011). Ademais, um ator pode exercer variados papéis, nos quais cada um recebe a nomenclatura que provém de sua função.

Figura 6 - Diagrama de Atores



Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

O ator, nomeado como produtor, pretende ser o atuante principal das ações a serem realizadas a partir da análise estabelecida pelas condições impostas por ele na estufa como um ambiente manipulável. Assim, a planta em questão a ser analisada, como produto, estará sob condições específicas definidas pelo produtor.

Outrossim, o ator nomeado sistema funcionará conforme as necessidades do produtor, sendo programado para executar ações. Dessa forma,

ambos trabalharão em conjunto cedendo uma combinação de ações a fim de suprir as necessidades da planta relacionada as condições impostas.

3.3. Lista de Casos de Uso

A Lista de Casos de Uso é uma técnica utilizada para a identificação e criação dos requisitos funcionais do projeto elaborado. Por conseguinte, originam-se as primeiras etapas de um protótipo base para que a proposta seja desenvolvida a partir do ponto de vista do usuário e suas necessidades, visando, assim, contemplar os objetivos apontados (SBROCCO, 2011, p.71).

Ademais, um caso de uso descreve as operações e ações a serem efetuadas pelo projeto e para cada usuário, esse contribuirá para a formalização das funções. Sendo assim, Fowler (2014) discorre que a representação ocorre por meio dos atores e suas descrições correspondentes, os quais devem estar ligados por linhas a um conjunto de elipses contendo suas ações.

A explicação, portanto, é utilizada por intermédio da Lista de Casos de Uso, que expõem as funções e possibilitam a melhor compreensão do projeto, contendo, assim, o número do caso de uso, os atores, a informação necessária para sua execução, o nome da ação e a resposta que essa envia ao usuário. A seguir, a lista de caso de uso referente ao projeto aqui descrito.

Quadro 1 - Lista de Casos de Uso

Nº	Ator	Entrada	Casos de Uso	Saída
01	Produtor	Interruptor	Ativar estufa	Ativar estufa
02	Produtor	Interruptor	Desativar estufa	Desativar estufa
03	Produtor	Dados de temperatura	Definir temperatura	Msg 01
04	Produtor	Dados de umidade	Definir umidade	Msg 02
05	Sistema	Comando	Aferir temperatura	Dados de temperatura
06	Sistema	Dados de temperatura	Ativar ventilação	Ativar ventilação

Nº	Ator	Entrada	Casos de Uso	Saída
07	Sistema	Dados de temperatura	Desativar ventilação	Desativar ventilação
08	Sistema	Comando	Aferir umidade	Dados de umidade
09	Sistema	Dados de umidade	Ativar irrigação	Ativar irrigação
10	Sistema	Dados de umidade	Desativar irrigação	Desativar irrigação
11	Sistema	Comando	Ativar iluminação	Ativar iluminação
12	Sistema	Comando	Desativar iluminação	Desativar iluminação

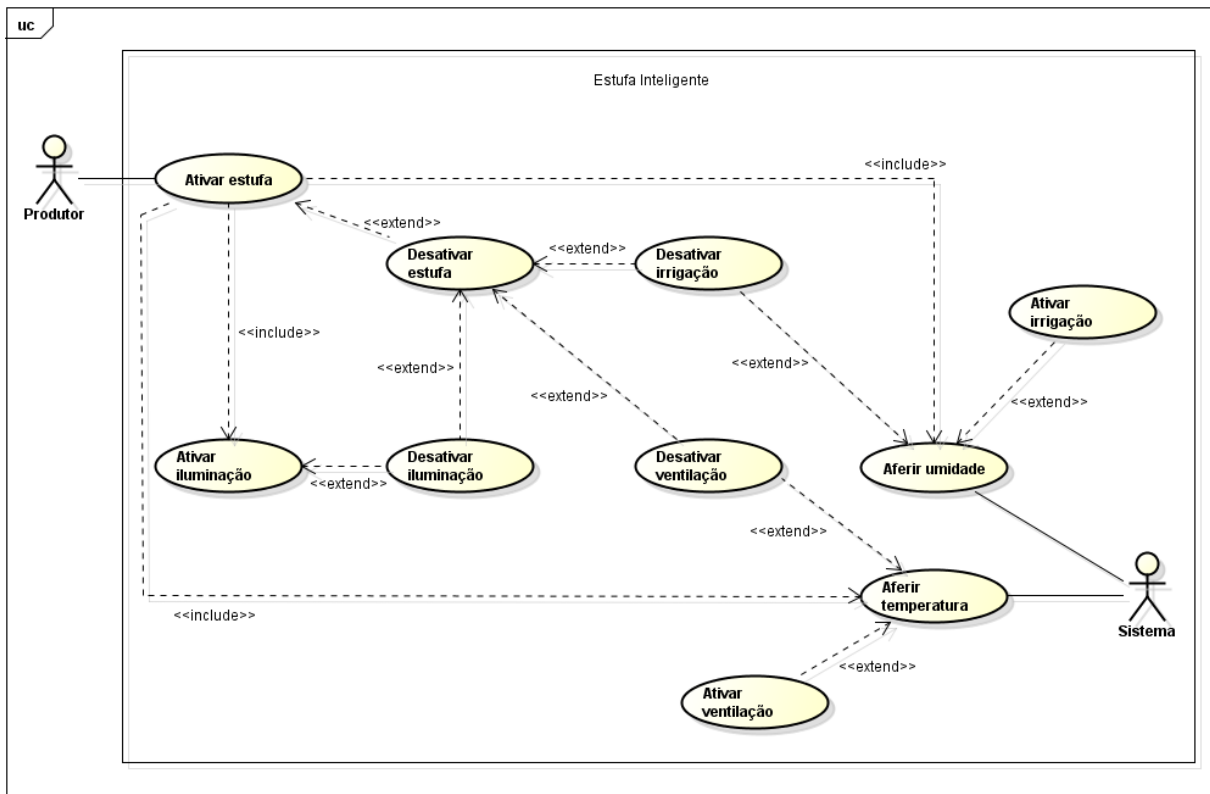
Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

3.4. Diagrama de Casos de Uso Geral

O Diagrama de Casos de Uso Geral indica as funções que os atores podem desempenhar e determinadas ações relacionadas a essas funções. O diagrama é composto por dois atores, o cenário do sistema, os casos de uso, as associações de cada ator e os relacionamentos entre os casos de uso.

Na figura 7, foram representados os casos de uso do Produtor em relação com o sistema. O sistema é considerado um ator, visto que possui casos de uso voluntários, buscando assim coincidir com o termo “Estufa Inteligente”. Seguindo da ativação do protótipo, se a estufa não é desativada (caso de uso estendido), todos os outros casos de uso se relacionam a ações voluntárias do sistema, tendo em vista que funções como “aferir temperatura”, “aferir umidade” e “ativar iluminação” são diretamente incluídas ao caso de uso de ativação da estufa.

Figura 7 - Diagrama de Casos de Uso Geral



Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

3.5. Dicionário de mensagens

Conforme no Dicionário de Língua Portuguesa Aurélio (2011), “Dicionário” significa um conjunto de vocábulos de uma língua ou de termos próprios de uma ciência ou arte, dispostos com seus respectivos significados ou a sua versão em outra língua. O Dicionário de Mensagens possui a mesma função, possibilitando encontrar os significados de cada mensagem citada na Lista de Casos de Uso. Essa mensagem, portanto, será apresentada para o usuário.

Quadro 2 - Lista de Mensagens

Nº	MENSAGEM
01	Temperatura definida para: () C°
02	Umidade definida para: () %

Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

CAPÍTULO IV

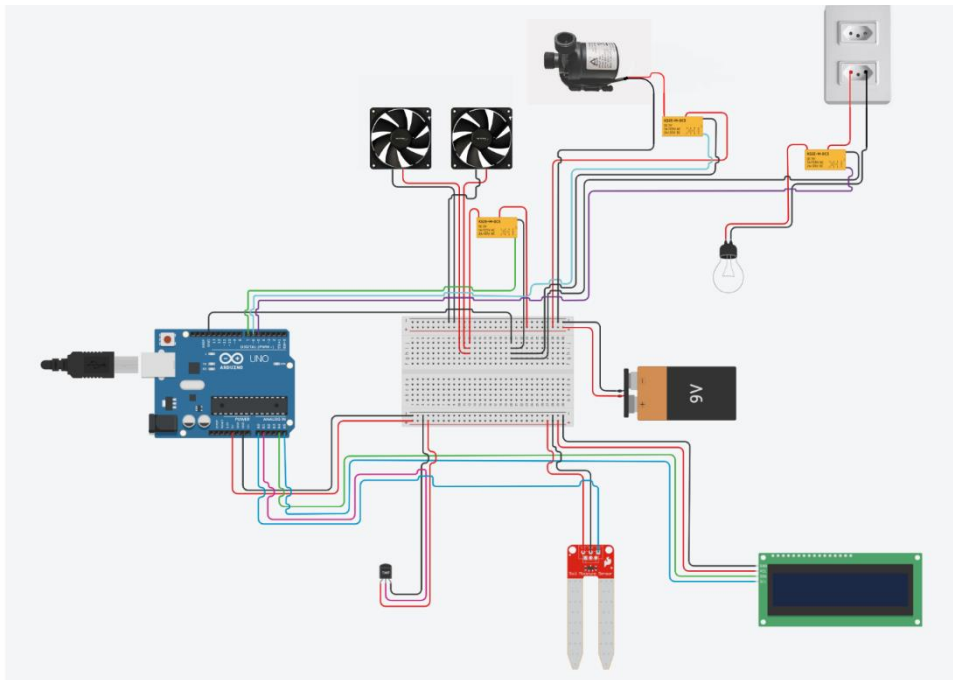
4. Protótipo

Conforme o dicionário Aurélio (2016), protótipo é um produto de trabalho em fase de testes que auxilia no planejamento do projeto. O termo protótipo é empregado em diversas situações, incluindo semântica, design e eletrônica, além de programação de software.

4.1. Diagrama de conexões (TinkerCad)

A figura abaixo ilustra o diagrama de acabamento utilizado para criar o protótipo em questão. Desse modo, se mostra onde cada componente deve ser inserido para o total funcionamento da estufa.

Figura 8 - Diagrama de Conexões

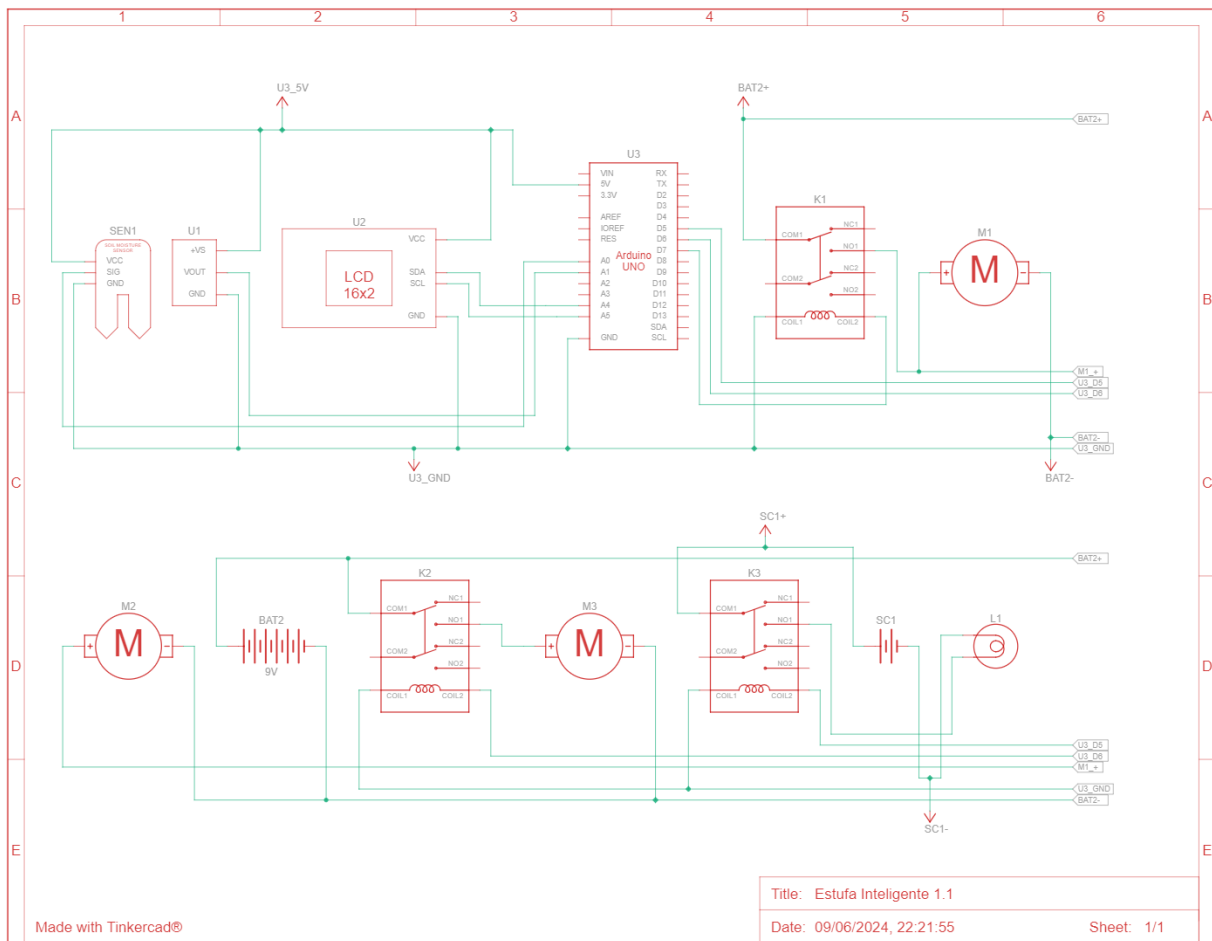


Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

4.2. Diagrama elétrico (TinkerCad)

Os diagramas elétricos utilizam símbolos gráficos para representar uma instalação elétrica ou parte dela. A representação, portanto, é essencial para os eletricitistas, uma vez que assegura uma linguagem universal, acessível em qualquer lugar do mundo. Por exemplo, se alguém sabe interpretar um diagrama elétrico no Brasil, também conseguirá fazê-lo na China, mesmo que a escrita seja diferente, pois os fundamentos do diagrama permanecem os mesmos em toda parte (MATTEDE, 2024). A figura 9 apresenta o Diagrama Elétrico da Estufa Inteligente.

Figura 9 - Diagrama Elétrico



Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

4.3. Imagens, Características, Número de Série das peças utilizadas

4.3.1. Arduino UNO

Figura 10 - Arduino UNO



Fonte: KALATEC, 2023.

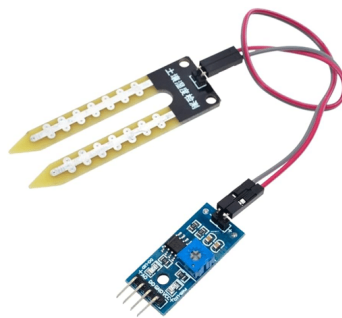
O Arduino é uma plataforma de prototipagem de código aberto, desenvolvida para tornar a criação de projetos acessível. Amplamente utilizado na robótica, este componente funciona como um controlador eletrônico programável, sendo fácil de usar e possuindo várias portas para conexão com módulos e sensores (KALATEC, 2023).

Neste projeto, o Arduino é utilizado para a automação de tarefas da estufa, como aferir temperatura, aferir umidade, ligar e desligar FAN, ligar a bomba de água e mostrar informações em um LCD, tudo isso por meio de ordenamentos representados em pulsos elétricos.

4.3.2. Sensor de umidade (LM393)

Um Sensor de umidade do solo é um módulo que detecta a resistividade da terra, medindo as variações de umidade. Para medir a umidade da terra, o Sensor de Umidade no Solo deve ser enterrado. Esse medidor é ideal para aplicações em irrigação, plantações, agricultura e pecuária. (SIGMA, 2024). Em nosso projeto, ele foi utilizado para aferir a umidade do solo a fim de obter informações precisas do estado da planta e da estufa.

Figura 11 – Sensor de umidade (LM393)



Fonte: SIGMA, 2024.

4.3.3. Sensor de temperatura (DHT22)

Figura 12 – Sensor de temperatura (DHT22)



Fonte: KALATEC, 2023.

O sensor de temperatura é um instrumento essencial para detectar mudanças de temperatura em dispositivos, maquinários e veículos de maneira oportuna. Dessa forma, ajuda a prevenir riscos associados ao superaquecimento ou alterações bruscas que possam causar danos aos equipamentos (KALATEC, 2023). Em nosso projeto, ele foi usado para medir a temperatura da estufa para podermos ter dados mais precisos do estado da planta.

4.3.4. *Display* LCD 16x2 com módulo I2C

Figura 13 – Display LCD 16x2 com módulo I2C



Fonte: ELETROGATE, 2020.

Os displays LCD são extremamente úteis para quem deseja usar um microcontrolador no desenvolvimento de aplicações. Eles fornecem uma interface visual homem-máquina (HMI) que é econômica e fácil de usar (ELETROGATE, 2020). No projeto em questão ele foi utilizado para se ver as informações da planta, como umidade do solo e temperatura da estufa, entre outras interações.

4.3.5. Bomba d' Água (JT100)

Figura 14 – Minibomba d'água (JT100)



Fonte: MAKER HERO, 2024.

A Minibomba D'água Subversiva 3-6V opera de forma simples e eficaz, utilizando um motor elétrico para criar um fluxo de água. Ao receber energia elétrica, o motor aciona uma pequena hélice ou impulsor, que gira dentro da bomba. Essa rotação cria uma pressão negativa no centro da bomba, sugando a água através da entrada (MAKER HERO, 2024). Em nosso projeto, ela foi utilizada para a irrigação da planta dentro da estufa, utilizando como base as informações do sensor de umidade.

4.3.6. FAN (PWM 12V)

Figura 15 – FAN (PWM 12V)



Fonte: KABUM, 2024.

As ventoinhas são cruciais para resfriar e remover o ar quente de qualquer ambiente, como, por exemplo, um gabinete de um computador, proporcionando alívio ao processador e à placa-mãe. Elas desempenham um papel fundamental em garantir o funcionamento eficiente da sua máquina, permitindo que ela opere com toda a potência necessária sem gerar problemas futuros (KABUM, 2024).

Assim, essas possuem o propósito de resfriar os componentes. Sob esse viés, no nosso protótipo, a Fan, dessa forma, é utilizada para resfriar o ambiente dentro da estufa por meio das informações captadas pelo sensor de temperatura.

4.3.7. Lâmpada de LED (OC-L30)

De acordo com Junior (2018), “para a Fotossíntese, luz não é qualquer luz”. Precipuaente, a afirmação citada se relaciona com o fato de que a fotossíntese só pode ser desempenhada sob condições específicas de iluminação, além de, claro, condições de nutrição satisfatória das plantas. Logo, para que o processo seja possível no trabalho, a iluminação utilizada necessita atender a tons de determinadas cores de luz, representadas no chamado espectro de luz visível, sendo os espectros mais importantes os das cores vermelha e azul, que permitem o desenvolvimento das plantas. Entretanto, em casos de excesso de luz ou exposição direta por períodos prolongados a esses tons ideais, podem se desenvolver no espécime utilizado os apelidados fotodanos e fotoinibições, fatores prejudiciais ao tecido vegetal. Sendo assim, o propósito é de possibilitar a fotossíntese sem prejudicar a estrutura funcional do plantio (JUNIOR, 2018). Para isso, a figura 16 apresenta a melhor opção de lâmpada encontrada para o atendimento de tais requisitos:

Figura 16 – Luz de LED (OC-L30)



Fonte: JUNIOR, 2018.

4.4. Fotos reais do projeto construído

Figura 17 - Estufa Inteligente (Modelo)



Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

Figura 18 - Estufa Inteligente (Modelo.1)



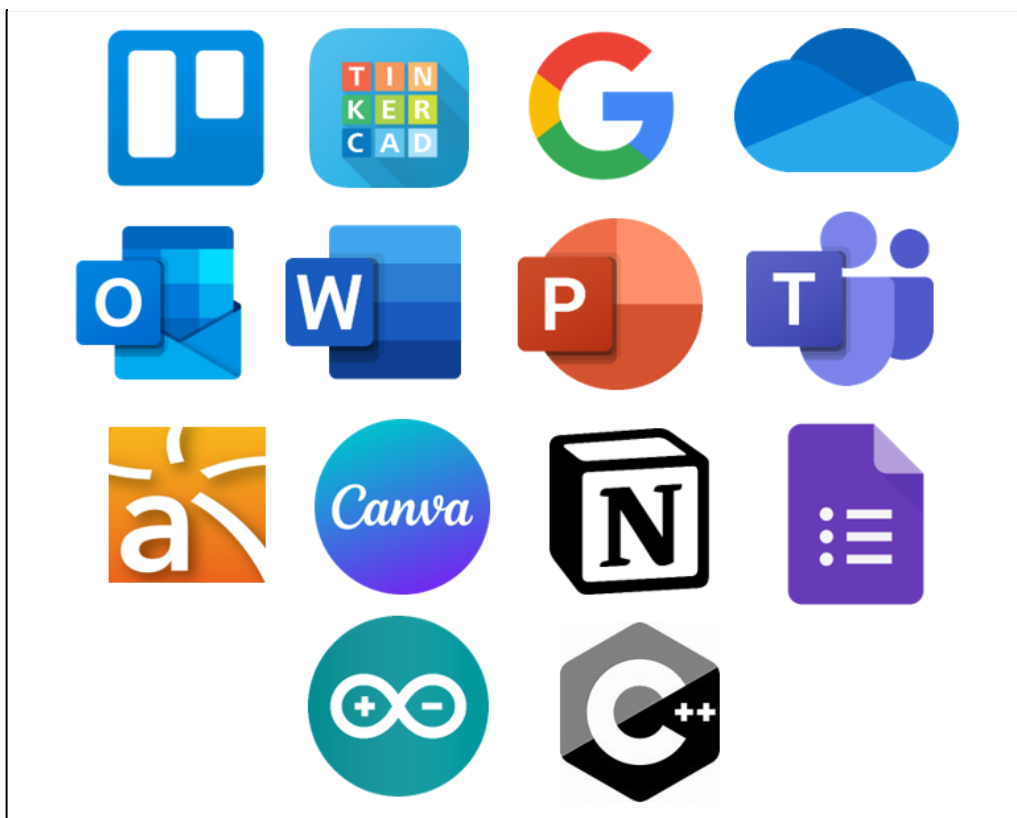
Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

CAPÍTULO V

5. Tecnologias Utilizadas

Foram utilizados livros, artigos digitais, documentos e demais tecnologias para o desenvolvimento da Estufa Inteligente. O tema abordado na totalidade é resultado das diversas pesquisas realizadas e utilização de recursos tecnológicos como O *Astah Community*, o Arduino e seus componentes eletrônicos, o Arduino IDE, *TinkerCad* entre outros representados na figura abaixo.

Figura 19 - Softwares Utilizados no Desenvolvimento do Projeto



Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

5.1. Tecnologias utilizadas para a documentação

Para a construção da documentação do projeto em questão, foi utilizada a ferramenta *Microsoft Word* na criação e formatação de documentos e, para a elaboração do formulário referente ao questionário de viabilidade, foi utilizado o *Microsoft Forms*, ambos pertencentes ao pacote *Office* da *Microsoft*. Ademais, para a realização de pesquisas acadêmicas, utilizou-se o navegador *Google Chrome* e, para armazenamento de arquivos relacionados ao projeto, foi feito uso das plataformas *Microsoft Teams*, *OneDrive* e *Trello*. Para a realização de conversas, discussões e tomadas de decisões, foram empregadas as plataformas *WhatsApp* e, novamente, o *Microsoft Teams*, além do *Microsoft Outlook*, possibilitando comunicação entre os integrantes do grupo em questão com o professor orientador. Dessa forma, todas essas aplicações foram mecanismos indispensáveis que auxiliaram no desenvolvimento e estruturação da documentação.

5.2. Tecnologias utilizadas para a programação.

Na elaboração do projeto, o *Arduino IDE* foi utilizado para a implementação geral e programação do sistema por meio da linguagem *C++*. O *Astah Community* e o *TinkerCad* foram empregados para a elaboração dos diagramas, protótipos e programação.

CONCLUSÃO

O presente trabalho possui o objetivo de compreender a utilização e a implementação de tecnologias e sistemas de automação no setor agrário brasileiro e, principalmente, abranger a agricultura de precisão por meio de condições específicas pré-estabelecidas referentes às necessidades do produtor em questão. Nesse contexto, a elaboração da Estufa Inteligente emprega a estrutura utilizada e escolhida visando a melhoria do sistema de automação como ferramenta de pesquisa e estabelecimento de objetivos e atividades do plantio, compreendendo, assim, todos os processos envolvidos de forma eficaz e explícita. Em consonância, a estufa viabiliza a introdução de recursos tecnológicos no projeto de plantio a disponibilizar um ambiente programado e estruturado de forma direta, sendo algo explorado no decorrer do projeto.

Por meio da análise de pesquisas fundamentadas e do questionário de viabilidade, percebeu-se a aceitação da inserção da tecnologia em meio a atividade produtiva (gráfico 1 e gráfico 2) e as condições a serem consideradas (gráfico 3). Em razão disso, a elaboração do produto final como a Estufa Inteligente procura, justamente, viabilizar a interação entre o meio físico e tecnológico por intermédio da combinação entre os componentes tecnológicos e a automatização. Ademais, a segunda proposta refere-se à atuação do protótipo como meio de estudo, no qual o produtor poderá adaptar determinada planta sob condições adaptativas e específicas de sua região a fim de analisar a eficiência do plantio da espécie em questão para, desse modo, encaminhar o plantio direto.

Entretanto, no início salientam-se dificuldades no que tange a estrutura física da estufa, uma vez que essa exigiu a combinação entre o meio físico e tecnológico para estabelecer uma relação funcional real. Ademais, visando automatizar as funções realizadas pelo projeto, a construção do código-fonte do Arduino como componente eletrônico demandou maior cuidado a fim de atender as

necessidades definidas. Além disso, esse requisitou a interação de tecnologias diversas a fim de melhorar o resultado, tornando-o eficiente unindo o meio real com o virtual.

Nota-se, também, a integração de sensores e atuadores para monitorar e controlar as condições ambientais, visando garantir um ambiente adequado para a realização dos testes definidos pelo produtor como ator principal. Além disso, é importante salientar a sensibilidade envolvida para incentivar a compreensão do processo de modernização da agricultura e, sobretudo, a comunicação entre o meio ambiente, técnicos e métodos necessários para o desenvolvimento, demonstrando, dessa forma, a contribuição que a introdução de novas tecnologias trouxe ao processo de produção e plantio, visando aumentar e viabilizar a produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Eliseu Roberto de Andrade; E SOUZA, Geraldo da Silva; GOMES, Eliane Gonçalves (Ed.). **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil**. Embrapa, 2013. Acesso em: 07 mar. 2024.

ANGELOTTI, Francislene; GHINI, Raquel; BETTIOL, Wagner. **Como o aumento da temperatura interfere nas doenças de plantas**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/165560/1/Fran-2.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2024.

AOYAMA, Elisa Mitsuko; MAZZONI-VIVEIROS, Solange C. **Adaptações estruturais das plantas ao ambiente**. Instituto de Botânica (IBt). São Paulo, Brasil, 2006. Acesso em: 26 fev. 2024.

ARAGUAIA, Mariana. **Adaptações vegetais**. Disponível em: <https://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/adaptacoes-vegetais.htm>. Acesso em: 26 fev. 2024.

ASSAD, Eduardo Delgado et al. **Efeito das mudanças climáticas na agricultura do Cerrado**. Dinâmica Agrícola no Cerrado: Análises e Projeções, 1st ed.; Bolfe, EL, Sano, EE, Campos, SK, Eds. 2020. Acesso em: 03 mar. 2024.

BEGHIN, Nathalie. **Fome e clima: Uma relação tumultuada**. Disponível em: <https://inesc.org.br/fome-e-clima-uma-relacao-tumultuada/>. Acesso em: 03 mar. 2024.

BRANDIMARTE, Ana Lúcia. **Norman Bourlag defende a Revolução Verde**. Disponível em: <https://ecologia.ib.usp.br/bie314/bourlaug.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2024.

BRINCANDO COM IDEIAS. **Estufa Inteligente – Projeto com Arduino – FEBRACE**. 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=X6rwb3tVbQk>. Acesso em: 20 mar. 2024.

CHERLINKA, Vasyl. **Umidade do Solo: Nível Ótimo e Controle de Déficit**. Disponível em: <https://eos.com/pt/blog/umidade-do-solo/>. Acesso em: 20 mar. 2024.

ELIAS, Denise. **Globalização e agricultura no Brasil**. Geo UERJ, n. 12, p. 23, 2002. Acesso em: 03 mar. 2024.

ELETROGATE. **Guia completo do display LCD - Arduino**. Blog Eletrogate, 20 jan. 2020. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/guia-completo-do-display-lcd-arduino>. Acesso em: 10 jun. 2024.

EMBRAPA. **Trajatória da agricultura brasileira**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao/trajetoria-da-agricultura-brasileira>. Acesso em: 26 fev. 2024.

FOWLER, M. **UML Essencial: Um Breve Guia para Linguagem Padrão**. São Paulo: ARTMED, 2014.

FURQUIM, Leonnardo Cruvinel et al. **Relação entre plantas nativas do cerrado e água**. Científic@-Multidisciplinary Journal, v. 5, n. 2, p. 146-156, 2018. Acesso em 26 fev. 2024.

GPA BRASIL. **Como as Plantas Adaptam-se às Mudanças Climáticas: Uma Análise Detalhada**. Disponível em: <https://www.gpabrasil.com.br/biologia/desvendando-os-segredos-da-adaptacao-das-plantas-as-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 26 fev. 2024.

GUEDES; G. T. A. **Diagrama de Atores. UML 2 Uma Abordagem Prática**. Disponível em: <https://s3.novatec.com.br/capitulos/capitulo-9788575222812.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2024.

INAMASU, Ricardo et al. **Agricultura de precisão**. São Carlos, SP: EMBRAPA, 2011. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/916714/agricultura-de-precisao-um-novo-olhar>. Acesso em: 08 abr. 2024.

JÚNIOR, A. R. S.; DO VALE, N. K. A.; WANDER, A. E. **Modernização agrícola e o êxodo rural entre 1960 e 2010 no Estado de Goiás**. 2016. Acesso em: 07 mar. 2024.

JUNIOR, Eduardo F. **Para a Fotossíntese, luz não é qualquer luz**. 2018. Disponível em: <https://aquabase.com.br/wordpress/para-fotossintese-luz-nao-e-qualquer-luz/>. Acesso em: 13 jun. 2024.

JÚNIOR, Jurandir Zullo et al. **Aquecimento Global e a Produção Agrícola do Brasil**. Disponível em: <https://www.agritempo.gov.br/climaeagricultura/causa-e-efeito.html>. Acesso em: 26 fev. 2024.

KABUM. **Ventoinhas**. Disponível em: <https://www.kabum.com.br/hardware/coolers/fan>. Acesso em: 10 jun. 2024.

KALATEC. **Arduino: guia completo sobre o que é, como funciona e mais**. Blog Kalatec, 7 jun. 2023. Disponível em: <https://blog.kalatec.com.br/arduino-o-que-e/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

KHAN ACADEMY. **Luz e pigmentos fotossintéticos**. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants/the-light->

dependent-reactions-of-photosynthesis/a/light-and-photosynthetic-pigments. Acesso em: 20 mar. 2024.

LOPES, Maurício Antônio; CONTINI, Elisio. **Agricultura, sustentabilidade e tecnologia**. Agroanalysis. v. 32, n. 02, p. 27-34, 2012. Acesso em: 07. mar. 2024.

MAKER HERO. **Minibomba D'Água Submersiva 3.6V**. Disponível em: <https://www.makehero.com/produto/mini-bomba-dagua-submersiva-3-6v/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

MATOS, Patrícia Francisca; PESSOA, Vera Lúcia Salazar. **A modernização da agricultura no Brasil e os novos usos do território**. Geo Uerj, v. 2, n. 22, p. 290-322, 2011. Acesso em: 03 mar. 2024.

MATTEDE, Henrique. **Diagramas Elétricos**. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/diagramas-eletricos/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

MIRANDA, Sabrina et al. **Apontamentos sobre mudanças climáticas na agricultura brasileira**. ENCICLOPEDIA BIOSFERA, v. 15, n. 27, 2018. Acesso em: 03 mar. 2024.

MOLIN, José Paulo. **Tendências da agricultura de precisão no Brasil**. Disponível em: <http://www.ler.esalq.usp.br/download/TEC%202004.12.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2024.

MORAIS, Elis Regina Costa de. **Influência das condições climáticas e da cobertura plástica do solo no crescimento e produtividade do meloeiro**. 2006. 160f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2006. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/2882>. Acesso em: 26 fev. 2024.

MOTOMURA, Marina. **Uma planta consegue fazer fotossíntese com luz elétrica**. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/uma-planta-consegue-fazer-fotossintese-so-com-luz-eletrica>. Acesso em: 14 mar. 2024.

NETO, Wenceslau Gonçalves. **Estado e agricultura no brasil: política agrícola e modernização econômica brasileira, 1960-1980**. 1991. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991. Acesso em: 07 mar. 2024.

NUNES, Cássia. **Fotossíntese**. Disponível em: <https://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/infantil/fotossintese.htm>. Acesso em: 14 mar. 2024.

PIRES, Marina. **8 plantas que não exigem muito cuidado para ter dentro de casa**. Disponível em: <https://casacor.abril.com.br/paisagismo/plantas-que-nao-exigem-muito-cuidado/>. Acesso em: 26 fev. 2024.

ROSA, Luis Henrique Carvalho et al. Jogos para ensino de levantamento de requisitos de software: uma revisão sistemática de literatura. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 15, n. 2, 2017.

SALTON, Julio Cesar et al. **Determinação da agregação do solo-metodologia em uso na Embrapa Agropecuária Oeste**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/952808/determinacao-da-agregacao-do-solo---metodologia-em-uso-na-embrapa-agropecuaria-oeste>. Acesso em: 07 jun. 2024.

SANTOS, Flávio Alves Araujo dos. **Intoxicação de canídeo doméstico por ingestão de espada de São Jorge: revisão de literatura**. Acesso em: 26 fev. 2024.

SANTOS, Silvia. **Protótipo para Automação de Estufa com Arduino**. 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3S1bdJiJ4qk>. Acesso em: 20 mar. 2024.

SBROCCO, J. T. C. **UML 2.3 Teoria e Prática**. São Paulo: Érica, 2011, p.270.

SIGMA. **Sensor de umidade do solo**. Sigma Sensors, 2024. Disponível em: <https://sigmasensors.com.br/sensor-de-umidade-do-solo>. Acesso em: 10 jun. 2024.

TEIXEIRA, Jodenir Calixto. **Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais**. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas, p. 21-42, 2005. Acesso em: 07 mar. 2024.

VARASCHINI, André Dalla Corte. **Avaliação da fertilidade do solo na agricultura de precisão**. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/server/api/core/bitstreams/92afd122-336f-48b7-b274-c26a9281a81a/content>. Acesso em: 07 jun, 2024.

VEGAEFLORA. **HPS ou LED: Qual é o melhor tipo de lâmpada para cultivo indoor**. Disponível em: <https://vegae flora.com.br/hps-ou-led-qual-e-o-melhor-tipo-de-lampada-para-cultivo-indoor/>. Acesso em: 14 mar. 2024.

VOLPATO, Bruno. **Tudo sobre a análise SWOT: o que é, como fazer e template para baixar**. Disponível em: <https://www.rdstation.com/blog/marketing/analise-swot/>. Acesso em: 07 jun. 2024.

WAZLAWICK, Raul Sidnei. **Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação**. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7551107/mod_resource/content/1/slides%2020%20Modelagem%20de%20Requisitos.pdf. Acesso em: 18 abr.2024

YSHIDA, Kelly; AMARAL, Fabiana Mortimer. **HANA UME: apropriação do Hibiscus sabdariffa L. na alimentação nipo-brasileira**. A&C, 2018. Acesso em: 26 fev. 2024.

APÊNDICE


APÊNDICE A – Questionário Online

APÊNDICE B – Código Fonte Arduíno

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ONLINE.

A fim de aprimorar a integridade total do documento, esta é a exibição do questionário online constituído para alcançar respostas, buscando, portanto, fomentar a elaboração do projeto e a temática abordada por meio de interações com agentes externos. Dessa forma, segue nas figuras abaixo:

Figura 20 – Questionário de Viabilidade



Questionário de Viabilidade - Estufa Inteligente

Olá, somos alunos do 3º módulo de Informática e para o desenvolvimento do nosso Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) enviamos algumas questões para nos auxiliar na tomada de decisão. Nosso trabalho apresenta um ambiente controlado de plantio, que utiliza de recursos eletrônicos como o Arduino para automatização de processos de tratamento e análise. Por favor, responda com atenção!

[Faça login no Google](#) para salvar o que você já preencheu. [Saiba mais](#)

* Indica uma pergunta obrigatória

1. A agricultura no Brasil compreende grande parte da economia do país. Em constante evolução, os processos agrários exigem cada vez mais novas técnicas e métodos que contribuem para a eficácia em todas as etapas desse processo. A partir disso, você acredita ser importante a integração de tecnologias no setor agrário brasileiro? *

Sim

Não

Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

Figura 21 – Questionário de Viabilidade (2)

2. Considerando sua resposta na pergunta acima, você considera viável a integração de estufas inteligentes que visam a precisão do plantio nas etapas de produção? *

Sim

Não

3. Com a integração das estufas, o que você acredita ser mais importante como análise? *

Análise do solo, irrigação e iluminação

Análise do crescimento, umidade e nutrientes

Análise do ambiente, irrigação e umidade

Análise de temperatura, nutrientes e ambiente

4. Considerando a resposta acima, você acredita que as estufas inteligentes podem aumentar a produtividade da agricultura no Brasil? *

Sim

Não

Talvez

5. Tendo em vista as informações supracitadas, você acredita que a análise dos dados das estufas inteligentes contribuirá para a melhoria da eficiência e planejamento agrícola? *

Sim

Não

Talvez

Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

APÊNDICE B – CÓDIGO-FONTE ARDUINO

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

//Integra as bibliotecas para a comunicação do Display LCD

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

// Inicializa o LCD I2C no endereço 0x27 com 1 linha

#define FAN_PIN 7
#define BOMBA_PIN 6
#define SOLO_SENSOR_PIN A0
#define TEMP_SENSOR_PIN A1
#define LUZ_PIN 5

//Definindo os pinos dos relés e dos sensores

//-----//

void setup() {

    // Inicializando a comunicação serial para depuração e estabelece sua velocidade

    Serial.begin(9600);

    // Inicializando o LCD

    lcd.begin(16, 2);
    lcd.init();

    // Definindo os pinos dos relés como saídas

    pinMode(FAN_PIN, OUTPUT);
    pinMode(BOMBA_PIN, OUTPUT);

    // Inicializando os relés desligados

    digitalWrite(FAN_PIN, LOW);
    digitalWrite(BOMBA_PIN, LOW);
}

//-----//

void loop() {

    //Liga a luz de fundo do LCD

    lcd.setBacklight(HIGH);
```

```

//Lendo a temperatura do sensor
//Lê o valor analógico do pino onde o sensor está conectado
//Esse valor varia de 0 a 1023, correspondente a uma tensão de 0V a 5V.

int medindoTemperatura = analogRead(TEMP_SENSOR_PIN);

//Converte o valor lido (de 0 a 1023) para a voltagem correspondente (de 0V a 5V).
//Isso é feito multiplicando o valor lido pelo fator de escala (5.0 / 1023.0).

float voltage = medindoTemperatura * (5.0 / 1023.0);

//Converte a voltagem lida para temperatura em graus Celsius.
//O sensor tem uma saída de 0.5V a 0°C e varia 10mV por grau Celsius.
//Subtraindo 0.5V da voltagem e multiplicando por 100, obtemos a temperatura em Celsius.

float temperaturaSensor = (voltage - 0.5) * 100.0;

// Lendo a umidade do solo

int soloValorUmidade = analogRead(SOLO_SENSOR_PIN);
float soloPorcentagemUmidade = map(soloPorcentagemUmidade, 0, 1023, 0, 100);

// Exibindo a temperatura e a umidade no LCD

lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Temp: ");
lcd.print(temperaturaSensor);
lcd.print(" C");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Umidade: ");
lcd.print(soloPorcentagemUmidade);
lcd.print(" %");

// Controle das fans baseado na temperatura

if (temperaturaSensor > 30.0) {
// Se a temperatura for maior que 30 graus liga as fans

digitalWrite(FAN_PIN, HIGH); // Liga as fans

} else {
digitalWrite(FAN_PIN, LOW); // Desliga as fans
}

// Controle da bomba d'água baseado na umidade do solo

if (soloPorcentagemUmidade < 40.0) {
// Se a umidade for menor que 40% liga a bomba

digitalWrite(BOMBA_PIN, HIGH); // Liga a bomba d'água

} else {
digitalWrite(BOMBA_PIN, LOW); // Desliga a bomba d'água
}
// Aguardando um segundo antes de ler novamente
delay(1000);
}

```

GLOSSÁRIO

Aeração do solo: processo de perfuração do solo a fim de permitir que o ar, a água e os nutrientes penetrem e cheguem nas raízes.

Agricultura de subsistência: modalidade de cultivo de terra que consiste na produção de alimentos para manter o agricultor e sua família; pequena produção destinada ao comércio em sua comunidade.

Agronegócio: bloco de operações de cadeia produtiva no setor agropecuário até a comercialização.

Embasamento: alicerce, base e fundamento de algo ou alguma coisa.

Formidável: suscita a admiração; ultrapassa as dimensões usuais.

Fotossíntese: processo biológico realizado através da clorofila presente nas plantas verdes através da absorção de luz solar, água e dióxido de carbono.

Impasses: situação embaraçosa, dificuldade em encontrar saída ou solução.

Lumens: unidade de medida que quantifica o fluxo luminoso.

Mormente: de maneira principal; principalmente.

Sustentabilidade: capacidade de uso consciente dos recursos naturais.

Transmutação: ação ou efeito de transmutar; mudança; modificação.
o bem-estar das futuras gerações.