

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA  
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO**

**ANDRESSA EMY TSUJII  
RAFAEL TOSHIKI SAITO  
RICARDO SHINITI FUTIDA MORI**

**AUTOMAÇÃO NO AGRONEGÓCIO DE PEQUENO PORTE:  
DISPOSITIVO PARA PESAGEM E EMPACOTAMENTO NA CADEIA  
PRODUTIVA DE MORANGO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CURITIBA**

**2019**

**ANDRESSA EMY TSUJII**  
**RAFAEL TOSHIKI SAITO**  
**RICARDO SHINITI FUTIDA MORI**

**AUTOMAÇÃO NO AGRONEGÓCIO DE PEQUENO PORTE:  
DISPOSITIVO PARA PESAGEM E EMPACOTAMENTO NA CADEIA  
PRODUTIVA DE MORANGO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia de Controle e Automação do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica – DAELT - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito para obtenção do título de Engenheiro de Controle e Automação.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Candido

**CURITIBA**  
**2019**

Andressa Emy Tsujii  
Rafael Toshiaki Saito  
Ricardo Shiniti Futida Mori

## AUTOMAÇÃO NO AGRONEGÓCIO DE PEQUENO PORTE: DISPOSITIVO PARA PESAGEM E EMPACOTAMENTO NA CADEIA PRODUTIVA DE MORANGO

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro de Controle e Automação, do curso de Engenharia de Controle e Automação do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Curitiba, 27 de junho de 2019.

---

Prof. Paulo Sérgio Walenia, Dr.  
Coordenador de Curso  
Engenharia de Controle e Automação

---

Profa. Annemarlen Gehrke Castagna, Mestre  
Responsável pelos Trabalhos de Conclusão de Curso  
de Engenharia Elétrica do DAELT

### ORIENTAÇÃO

---

Roberto Candido, Dr.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Orientador

### BANCA EXAMINADORA

---

Marco Antonio Busetti de Paula, Dr.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Marcelo Rodrigues, Dr.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Roberto Candido, Dr.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

A folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia de Controle e Automação.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus pela força, e benção que nos foi unguido, frente as dificuldades para não esmorecermos.

Aos pais pela dedicação, afeto e amor, com o seu continuo apoio em todos os momentos.

Ao nosso orientador, professor Roberto Candido, ao Sebrae, a Mabel Guimaraes e aos produtores de morangos pela oportunidade que nos concedeu pelo convite para participar dessa magnifica empreitada e nos auxiliou a obtermos sucesso no projeto.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por fornecer um curso diferenciado e um ambiente de estudo que favoreceu nosso crescimento acadêmico.

## RESUMO

TSUJII, Andressa E.; SAITO, Rafael T.; MORI, Ricardo S. F. Automação no agronegócio de pequeno porte: dispositivo para pesagem e empacotamento na cadeia produtiva de morango. 2019. 84f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Engenharia de Controle e Automação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2019.

O Brasil, dentro do agronegócio se destaca na área de fruticultura, um dos maiores produtores de frutas mundialmente, ao longo dos anos, a agricultura familiar fez parte desse meio. Mesmo com grande potencial, existem muitas dificuldades para tornar o pequeno produtor, mais competitivo nesse ramo e uma dessas dificuldades é a falta de tecnologia nas produções. A proposta desse trabalho visa auxiliar o pequeno produtor de morango no dia-a-dia de seu trabalho com a utilização de tecnologia, mais precisamente com um dispositivo de pesagem e empacotamento nas suas produções. A produção de morango possui algumas etapas características e distintas, portanto é necessário otimizar o tempo do agricultor e simplificar o processo de pesagem e empacotamento. Para esse fato, foi desenvolvido um sistema de automação que consistem em duas esteiras em conjunto com um sistema de dispenser, integrados pelo Arduino Uno, devido a programação realizada para que seja possível realizar esse comando, a esteira é composta por motor cc para realizar o giro mecânico, com o auxílio da pelo Drive Ponte H, CI L298n, que permite realizar o controle do sentido de giro, a pesagem será possível devido a utilização de sensores Strain Gauge, que permite receber informações de sinal pela deformidade do mesmo.

**Palavras-chave:** Agricultura. Agronegócio. Arduino. Conversor AD HX711. Fonte Chaveada. L298n. Morango. Motor CC. Ponte H. Strain Gauge.

## ABSTRACT

TSUJII, Andressa E.; SAITO, Rafael T.; MORI, Ricardo S. F. Automation in small agribusiness: device for weighing and packaging in the strawberry production chain. 2019. 84f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Engenharia de Controle e Automação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2019.

Brazil, within agribusiness stands out in the area of fruitculture, one of the largest producers of fruit worldwide, over the years, family farming was part of this field. Even with great potential, there are many difficulties to make the small producer, more competitive in this field and one of these difficulties is the lack of technology in the productions. The purpose of this work is to help the small strawberry producer in the day-to-day work of using technology, more precisely with a device of weighing and packaging in their productions. The production of strawberry has some characteristic and distinct stages, therefore it is necessary to optimize the time of the farmer and to simplify the process of weighing and packaging. For this fact, an automation system was developed consisting of two treadmills in conjunction with a dispenser system, integrated by the Arduino Uno, due to the programming performed to make it possible to perform this command, the treadmill is composed of a dc motor to perform the mechanical spinning, with the help of the H Bridge Drive, CI L298n, that allows to control the direction of rotation, the weighing will be possible due to the use of Strain Gauge sensors, that allows to receive signal information by the deformity of the same.

**Palavras-chave:** Agriculture. Agribusiness. Arduino. AD converter HX711. Switched-Mode Power Supply. L298n. Strawberry. DC motor. Bridge H. Strain Gauge.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama dos aspectos centrais da pratica tecnológica. ....	27
Figura 2 - Ilustração do protótipo. ....	33
Figura 3 - Arduino Uno. ....	36
Figura 4 - Strain Gauge. ....	37
Figura 5 - Circuito Ponte H. ....	38
Figura 6 - Circuito interno CI L298n. ....	39
Figura 7 - Drive Motor Ponte H L298n. ....	40
Figura 8 - Campo Magnético Motor CC. ....	41
Figura 9 - Conversor ad HX711. ....	43
Figura 10 - SOP (Small Outline Packages) – 16. ....	44
Figura 11 - Diagrama de Bloco do Sistema. ....	45
Figura 12 - Diagrama de blocos funcional. ....	48
Figura 13 - Circuito auxiliar para chaves fim de curso. ....	49
Figura 14 - Eixos da esteira carregadora. ....	51
Figura 15 - Estrutura frontal e traseira da esteira carregadora. ....	51
Figura 16 - Estruturas laterais e base da esteira carregadora. ....	52
Figura 17 - Eixo da esteira de pesagem. ....	52
Figura 18 - Estrutura frontal e traseira da esteira de pesagem. ....	53
Figura 19 - Estruturas laterais da esteira de pesagem. ....	53
Figura 20 - Chapa de separação das embalagens. ....	54
Figura 21 - Laterais e base do dispenser. ....	55
Figura 22 - Coroa para transferência de movimento. ....	55
Figura 23 - Cremalheira plástica. ....	56
Figura 24 - Esteira carregadora montado. ....	57
Figura 25 - Esteira de pesagem montado. ....	57
Figura 26 - Dispenser montado. ....	58
Figura 27 - Especificação entradas Digitais. ....	60
Figura 28 - Variáveis globais. ....	60
Figura 29 - Função setup(). ....	61
Figura 30 - Função desligar motor. ....	62
Figura 31 - Circuito elétrico. ....	63

Figura 32 - Dispositivos integrados no projeto.....	64
Figura 33 - Dispenser liberando embalagem.....	65
Figura 34 - Área de fechamento. ....	66

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Funções dos pinos (datasheet). .....	39
Tabela 2 - Combinações de sentido do motor. ....	41
Tabela 3 - Descrição dos pinos. ....	44
Tabela 4 - Lista de materiais da esteira carregadora.....	46
Tabela 5 - Lista de materiais da esteira de pesagem. ....	46
Tabela 6 - Lista de materiais do dispenser. ....	47
Tabela 7 - Lista de materiais força e comando. ....	49
Tabela 8 - Pinagem do Arduino. ....	59

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BPM	<i>Business Process Management</i>
CBOK	<i>Common Book of Knowledge</i>
CC	Corrente Continua
EEPROM	<i>Electrically – Erasable Programmable Read – Only Memory</i>
ICSP	<i>In – Circuit Serial Programming</i>
MDF	<i>Medium Density Fiberboard</i>
MHZ	Megahertz
PVC	Policloreto de Vinila
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio Às Micro e Pequenas Empresas
SECEX	Secretaria de Comercio Exterior
SOP	<i>Small Outline Packages</i>
SRAM	<i>Static Random Access Memory</i>
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
1.1.	DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	15
1.2.	PROBLEMAS E PREMISSAS.....	15
1.3.	OBJETIVOS .....	16
	1.3.1. Objetivos Geral.....	16
	1.3.2. Objetivos Específicos.....	16
	1.3.3. Justificativa.....	16
1.4.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	17
1.5.	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	19
2.1	AGRICULTURA .....	19
2.2	CONCEITO DE AGRICULTURA.....	19
2.3	AGRICULTURA FAMILIAR .....	20
2.4	EMPRESAS .....	21
	2.4.1. Definição de Empresas .....	21
	2.4.2. Definição de Serviços Sociais Autônomos .....	21
2.5	SEBRAE.....	22
	2.5.1. Sobre o Sebrae .....	22
	2.5.2. Parceria com o Sebrae.....	23
2.6	MORANGO .....	23
	2.6.1. Conceito de Planta Frutífera.....	23
	2.6.2. Frutos .....	24
	2.6.3. Pseudofrutos .....	25
	2.6.4. Aspectos Econômicos dos Morangos .....	25
2.7	TECNOLOGIA E AUTOMAÇÃO .....	26
	2.7.1. Conceito de Tecnologia.....	26
	2.7.2. Conceito de Processo .....	28
	2.7.3. Conceito de Automação .....	29

2.7.4.	Conceito de Automação de Processos .....	29
2.8	AUTOMAÇÃO NA AGRICULTURA .....	30
2.9	PESAGEM .....	30
2.9.1.	Tipos de Pesagem .....	31
2.9.2.	Principais Problemas na Pesagem.....	31
2.10	EMPACOTAMENTO .....	31
2.10.1.	Principais Problemas no Empacotamento .....	31
2.10.2.	Tipos de Empacotamento .....	32
2.10.3.	Processo de Empacotamento .....	32
2.11	PROCESSO DE PESAGEM E EMPACOTAMENTO .....	32
2.11.1.	Sistemas Inteligentes .....	33
2.11.2.	Sensores .....	33
2.11.3.	Atuadores.....	34
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
3.1.	ARDUINO.....	35
3.2.	ARDUINO UNO.....	35
3.3.	STRAIN GAUGE .....	37
3.4.	PONTE H .....	37
3.5.	CI L298N .....	39
3.6.	DRIVE MOTOR PONTE H L298N .....	40
3.7.	MOTOR CC.....	41
3.8.	FONTE CHAVEADA .....	42
3.9.	CAIXA DE REDUÇÃO .....	42
3.10.	CONVERSOR AD HX711 .....	43
3.11.	DESCRITIVO DO PROJETO .....	44
3.12.1.	Diagrama de blocos da montagem elétrica.....	44
3.12.2.	Esteira Carregadora.....	45
3.12.3.	Esteira de Pesagem.....	46
3.12.4.	Dispenser.....	47
3.12.5.	Diagrama de Blocos Funcional .....	47
3.12.6.	Circuito auxiliar para acionamento de fim de curso .....	48

4.	RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	50
4.1.	DESENHO TÉCNICO .....	50
4.1.1.	Desenho Técnico Esteira Carregadora .....	50
4.1.2.	Desenho Técnico Esteira De Pesagem.....	52
4.1.3.	DESENHO TÉCNICO DO DISPENSER .....	54
4.2.	MONTAGEM .....	56
4.3.	FUNCIONAMENTO DO SISTEMA .....	58
4.4.	CIRCUITO AUXILIAR DE FIM DE CURSO.....	59
4.5.	CÓDIGO DE IMPLEMENTAÇÃO.....	59
4.6.	INTEGRAÇÃO E TESTE DO PROJETO .....	62
4.7.	CONCLUSÃO .....	66
4.7.1.	Dificuldades.....	68
4.7.2.	Sugestões .....	68
	REFERÊNCIAS.....	70
	APÊNDICE A - Código do processo.....	78

## 1. INTRODUÇÃO

Dentro do agronegócio, o Brasil se destaca na área de fruticultura. De acordo com o Anuário Brasileiro da Fruticultura (2018) o país é o terceiro maior produtor de frutas mundialmente – a China é a maior produtora, enquanto o segundo lugar é ocupado pela Índia.

A fruticultura brasileira reúne atrativos e condições favoráveis para produzir e exportar mais frutas ao longo do ano. A produção foi estimada em 43,5 milhões de toneladas para 2017, abaixo das 44,8 milhões de toneladas do ano anterior, segundo a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (Abrafrutas). A produção de frutas poderá aumentar 5% em 2018, beneficiada pelo clima favorável. (Anuário Brasileiro da Fruticultura. 2018.p.11).

Mas mesmo com grande potencial de produção de diversos tipos de frutas em todas as regiões do país, o Brasil, ainda tem dificuldade de alcançar o mercado externo. Segundo a Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), o país produz hoje em torno de 45 milhões de toneladas de frutas frescas e exporta apenas 1,2 milhões de toneladas.

Muito destes entraves é a exigência de certificações, protocolos, deficiência logística e tarifária que tornam inacessíveis e até mesmo a falta da cultura exportadora dos produtores. Entretanto devido a grande geração de empregos e renda a fruticultura se tornou de grande importância aos estados criando programas de incentivos para a atividade visando mercado interno e externo.

A fruticultura é caracterizada, por Lourenzani et. al. (2006), pela mão de obra intensiva e existe uma compatibilidade de escala mínima de produção para que se torne rentável, dessa forma, a prática, representa uma alternativa para produtores familiares. Ao mesmo tempo, evita o êxodo e a pobreza na zona rural

Através das definições de ALTAFIN (2005), para que possamos definir um núcleo produtivo como agricultura familiar, a unidade produtiva deve ter a maior parte do trabalho e todo investimento executado por indivíduos com laços sanguíneos ou casamento, onde a propriedade dos meios de produção pertence a essa família.

A conceituação de agricultura familiar atende um escopo muito vasto e distinto de situações, sendo abrangente o suficiente para atender praticamente todas as situações existentes no país. Segundo ALTAFIN (2005) apud Incra/Fao (2000), mesmo com sua produtividade elevada e capacidade de abastecimento do país os agricultores familiares ainda encontram obstáculos como pouco acesso à terra, ao crédito e as inovações tecnológicas sendo este o setor onde vivem a maioria dos brasileiros abaixo da linha da pobreza.

Pela dificuldade que o governo e as instituições possuem em identificar e solucionar esses problemas sociais no campo começou a se moldar o conceito de desenvolvimento local sustentável, que se define em:

É um novo modo de promover o desenvolvimento que possibilita o surgimento de comunidades mais sustentáveis, capazes de suprir suas necessidades imediatas; descobrir ou despertar suas vocações locais e desenvolver suas potencialidades específicas; e fomentar o intercâmbio externo aproveitando-se de suas vantagens locais'. Ainda completa que 'o conceito de "local" não é sinônimo de pequeno e não alude necessariamente à diminuição ou redução.... o "local" não é um espaço micro, podendo ser tomado como um Município ou, inclusive, como uma região compreendendo vários Municípios (COUTO ROSA 1998.P.7).

Assim segundo ROSA (1998), é necessário considerar os fatores econômicos, sociais e organizacionais para que possa ser possível gerar soluções que aumentem a renda, melhorem as condições de subsistência e promovam o crescimento de suas comunidades.

A falta de competitividade apresentada pelos agricultores familiares pode ser expressa por diversos motivos, BUAINAIN A.M. et al (2007) exemplifica que o baixo nível tecnológico durante o processo de produção, falta de recurso e a utilização de tecnologia inadequadas estão diretamente ligadas a esse resultado.

Essa falta de capacidade é atribuída pelo mau entendimento sobre que tipo de tecnologia deve ser aplicado na solução do problema, segundo PEDROSO (1999) essas tecnologias podem ser classificadas em: tecnologia de processos; tecnologia de materiais; tecnologia de produtos e serviços; tecnologia da informação; tecnologia de gestão.

Ao se analisar os principais desafios enfrentados por agricultores familiares na produção de morango na região do Distrito Federal, foram relatados diversos problemas relacionados ao processo de produção, tais como: incidência de pragas e doenças; aquisição de mudas; custo de embalagens; necessidade de mão de obra;

e custos de produção elevada (HENZ, 2010). Analisando o meio da agricultura familiar, dentro dessas cinco tecnologias se tem uma maior preocupação as ligadas a processos de produção (BUAINAIN A. M. et al. 2007).

### 1.1. DELIMITAÇÃO DO TEMA

O tema a ser abordado faz parte do agronegócio, mais especificamente, na agricultura familiar e nas pequenas produções de morango, cuja necessidade da tecnologia é um dos fatores que propiciam esses produtores a serem mais competitivos no mercado, com otimizações de sua produção. A princípio será realizada uma contextualização dos assuntos abordados ao longo do trabalho, para um melhor entendimento, seguido do desenvolvimento de um dispositivo de pesagem e empacotamento, como um sistema de automação para ser utilizada nessa determinada categoria da produção de morango.

### 1.2. PROBLEMAS E PREMISSAS

O principal problema dos agricultores familiares muitas vezes não está na falta de conhecimento de técnicas agropecuárias, mas segundo BUAINAIN A. M. et al (2007), está na falta de conhecimento de formas de negociação, no funcionamento dos mercados e na gestão do processo produtivo.

Juntamente as condições para o acesso a esses conhecimentos, a tecnologia, a infraestrutura e a relação ao tamanho da propriedade de terra são os fatores característicos que diferenciam os agricultores familiares dos demais. Entretanto parte dessa falta de condições pode ser justificada pela carência de recursos, baixo nível de capitalização dos produtores e condições de mercado (SOUZA FILHO et al., 2004).

Considerando esses problemas e as condições necessárias para a elevação da rentabilidade, foi identificada a falta de soluções tecnológicas inovadoras para o agronegócio de pequenas propriedades rurais da região metropolitana de Curitiba.

### 1.3. OBJETIVOS

#### 1.3.1. Objetivos Geral

Desenvolver soluções tecnológicas de automação para pesagem e empacotamento de morangos produzidos na agricultura familiar na região metropolitana de Curitiba.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar pesquisa bibliográfica sobre pequena produção agrícola x automação.
- Conhecer processos de empacotamento existentes para a cadeia produtiva de frutas.
- Estudar tecnologias de automação passíveis de aplicação na pesagem e empacotamento de morangos.
- Criar um protótipo de equipamento que simplifique o processo de pesagem, embalagem e conservação do morango.
- Analisar se as funcionalidades do protótipo criado atendem as demandas do produtor de morango.
- Estudar a possível escalabilidade da solução da proposta.

#### 1.3.3. Justificativa

Segundo BUAINAIN A. M. et al (2007) uma das maneiras de fortalecer a agricultura de pequenas propriedades é agregar mais valor aos seus produtos finais, principalmente nos produtos que destaquem o caráter social da agricultura familiar, a territorialidade de onde são fabricados e o diferencial gerado pelas características artesanais do processo produtivo.

Segundo FACHINELLO et al (2011) com a implantação de mais tecnologias na agricultura brasileira e incentivos públicos será possível aperfeiçoar as técnicas e ter melhor proveito do clima e o solo já existente do país para o cultivo de plantas frutíferas. Assim sendo importante para a economia local e a sustentação de pequenos produtores e o incentivo as exportações.

Alinhado com esses raciocínios, nesse trabalho foi empregado formas de aplicação da engenharia elétrica e da engenharia de controle e automação no agronegócio, elaborando soluções inovadoras em automação para pequenos produtores rurais com o objetivo de gerar maior rentabilidade e desenvolvimento para essas comunidades.

#### 1.4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Primeiramente foram realizadas visitas em propriedades morangueiras de agricultura familiar para o melhor entendimento das necessidades e de seus processos. Em seguida foi estudado de que forma os conhecimentos de Engenharia de Controle e Automação podem ser aplicados a esses casos.

Posteriormente foi realizada a montagem de um protótipo de pesagem e empacotamento para realização de testes e coletas de dados nessas propriedades.

#### 1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo desse trabalho consiste na introdução ao tema e definição dos conceitos necessários de agricultura e seus desafios. Em seguida o segundo capítulo tratará de aprofundar esses conceitos de forma focada para o desenvolvimento do protótipo de pesagem e empacotamento. O capítulo três será composto pelo detalhamento técnico do projeto e o funcionamento do protótipo.

O capítulo quatro foi formado pelos resultados obtidos após a confecção do protótipo, a descrição de como foi o processo de execução de um trabalho de conclusão de curso em conjunto com outras equipes em um objetivo comum, nesse

caso a modernização de uma cadeia de produção de morango e pelas conclusões finais dos autores, com objetivo de validar a estrutura do projeto proposto.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a realizarmos o projeto do protótipo da pesagem e do empacotamento automatizados ou semiautomatizados de morangos, foi necessário o estudo prévio de conceitos de agricultura, de processos de produção rurais, frutos, microcontrolador Arduino, acionamento de motores CC, pesagem e empacotamento de produtos.

### 2.1 AGRICULTURA

Nesse capítulo será induzido todos os embasamentos teóricos relacionados a área de agricultura.

### 2.2 CONCEITO DE AGRICULTURA

A agricultura é uma ciência e uma atividade econômica que mudou a forma do homem de se relacionar com a natureza. Segundo PEREIRA (2012), antigamente a forma de sobrevivência era através da busca de novos espaços e alimentos, sendo a conduta base dos povos nômades, assim quando foi descoberta a agricultura foi possível permanecer em um mesmo lugar cultivando seu próprio alimento.

Durante muitos séculos o homem aplicou esse conceito rudimentar de agricultura de apenas cultivar seu alimento em um mesmo lugar, no entanto, PEREIRA (2012) explica que a partir do século XX, grandes mudanças em busca de uma maior produtividade utilizando de forma otimizada insumos, adubos, defensores químicos e máquinas ficou conhecida como Revolução Verde no qual PEREIRA define como:

Um pacote tecnológico, insumos químicos, sementes de laboratório, irrigação, mecanização, grandes extensões de terra, bem como a uma base ideológica de valorização do progresso. Esse modelo industrial agroquímico aplicado no campo negou as práticas populares de manutenção e

melhoramento das espécies e raças, classificando-as como atrasadas (2012. P.13).

O processo da agricultura convencional aliado à revolução verde, segundo PEREIRA, trouxe grande aumento da produtividade, provocando baixa nos preços dos alimentos, além do uso de mecanização, que dispensa a grande mão de obra agrícola, o que aumenta mais a miséria rural, o êxodo e o desemprego.

Segundo MARTINE, um dos motivos do aumento considerável do êxodo rural foi a expulsão de pequenos produtores que em função da perda de suas terras e empregos, devido a mecanização de 1970 e 1980, desta forma, sobrando apenas a venda da sua força de trabalho nas áreas urbanas.

### 2.3 AGRICULTURA FAMILIAR

Conforme a Lei nº 11.326/2006, é considerado agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural, possui área de até quatro módulos fiscais, mão de obra da própria família, tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento.

Para TOMASETTO et al.(2009), a agricultura familiar possui uma importância econômica na geração de renda para famílias brasileiras, que buscam um equilíbrio do uso dos recursos naturais e atuando, ao contrario da agricultura convencional, na transição para uma agricultura sustentável no futuro.

Para VEIGA (1996), além da diversificação da produção, a vantagem da agricultura familiar é ter um perfil essencialmente distributivo e sustentável, além do fortalecimento dos agricultores.

Para SANTOS et al (2009) a agricultura familiar é conhecida devido a sua capacidade de geração de emprego e renda a baixo custo de investimento, assim como, por sua capacidade de produzir alimentos a menor custo, com menores danos ambientais” sendo assim uma alternativa bastante viável de produção de alimentos.

## 2.4 EMPRESAS

Nesse capítulo serão induzidos todos os embasamentos teóricos relacionados ao conceito de empresas.

### 2.4.1. Definição de Empresas

Segundo o conceito de CURY (2000) e MEIRELES(2003) uma empresa ou organização é um sistema planejado integrada por elementos humanos, materiais e técnicos, que através de um esforço cooperativo, de forma que todos esses elementos possuem ações e tarefas a serem executadas, buscam um mesmo fim balizado por diversos fatores como crenças, cultura, valores, etc.

As empresas podem ser classificadas de acordo com a atividade econômica que desenvolvem. Elas podem ser do setor primário, que obtêm os recursos a partir da natureza, como é o caso das agrícolas, pesqueiras ou pecuárias. Do setor secundário, dedicadas à transformação de matérias-primas, como acontece com as industriais e as da construção civil. Ou do setor terciário, empresas que se dedicam à prestação de serviços ou ao comércio.

### 2.4.2. Definição de Serviços Sociais Autônomos

Os serviços sociais autônomos são entidades privadas que desempenham atividades de utilidade pública sem fins lucrativos, geralmente aprendizado profissionalizante e assistência social. O público atendido por essas entidades geralmente é formado por trabalhadores de algum setor econômico e suas famílias, por exemplo, comerciários e suas famílias. Segundo Meirelles:

São todos aqueles instituídos por lei, com personalidade de Direito Privado, para ministrar assistência ou ensino a certas categorias sociais ou grupos profissionais, sem fins lucrativos... São entes paraestatais, de cooperação com o Poder Público, com administração e patrimônio próprios, revestindo a forma de instituições particulares convencionais... (1999, p.336 e 337).

De acordo com OLIVEIRA (2013), a particularidade dos serviços sociais diante das demais entidades paraestatais do terceiro setor é que eles são instituídos por entidades representativas patronais, entidades representativas dos trabalhadores de determinada classe, que após autorização legal são financiados através de uma contribuição compulsória conhecida como contribuição parafiscal que são tributos em que sua arrecadação é destinada ao custeio de atividade paraestatal, ou seja, atividade exercida por entidades privadas, mas com conotação social ou de interesse público.

## 2.5 SEBRAE

### 2.5.1. Sobre o Sebrae

O SEBRAE é o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, é uma entidade privada sem fins lucrativos. É um agente de capacitação e de promoção do desenvolvimento, criado para dar apoio aos pequenos negócios de todo o país. Desde 1972, trabalha para estimular o empreendedorismo e possibilitar a competitividade e a sustentabilidade dos empreendimentos de micro e pequeno porte (SEBRAE, 2018).

De acordo com o SEBRAE, a instituição possui 27 unidades como pontos de atendimento em todo o Brasil e possui sua sede em Brasília. O Sebrae Nacional é responsável pelo direcionamento estratégico do sistema, definindo diretrizes e prioridades de atuação. As unidades estaduais desenvolvem ações de acordo com a realidade regional e as diretrizes nacionais. Em todo o país, mais de cinco mil colaboradores diretos e cerca de oito mil consultores e instrutores credenciados trabalham para transmitir conhecimento para quem tem ou deseja abrir um negócio.

Além de ser um agente de capacitação e de promoção do desenvolvimento, não é uma instituição financeira, por isso não empresta dinheiro. Articula (junto aos bancos, cooperativas de crédito e instituições de microcrédito) a criação de produtos financeiros adequados às necessidades do segmento. Também orienta os empreendedores para que o acesso ao crédito seja, de fato, um instrumento de melhoria do negócio (Sebrae, 2018).

### 2.5.2. Parceria com o Sebrae

O Sebrae Paraná prestando consultorias aos produtores de morango, da região metropolitana de Curitiba, constatou a necessidade de aplicar tecnologia na agricultura do cultivo de morango. Desta forma em parceria com a UTFPR, alunos e professores se dispuseram a fazer o protótipo do projeto de implantar tecnologia acessível aos pequenos produtores.

## 2.6 MORANGO

A biologia define que o morangueiro é uma planta frutífera rasteira de pequeno porte, suas folhas são compostas por 3 folíolos. Tem variações de flores brancas ou róseas. Gomes (2007) ratifica em sua publicação, que o morango além de ser uma planta rasteira, é herbácea e perene, pertencente à família das Rosaceas e do gênero *Fragaria*.

Chitarra & Chitarra (2005), denomina o morango, a parte comestível, como um pseudofruto não climatérico.

Frutos não-climatéricos são definidos por Bron e Jacomino (2007) como aqueles que apresentam um declínio gradual na taxa respiratória e na produção de etileno, dessa forma, esse grupo não pode ser colhido antes de sua maturação.

Henrique e Cereda (1999) mencionam que o morango de qualidade deve possuir um aroma e sabor sutilmente adocicado, além da textura ser agradável, com uma coloração vermelho-brilhante.

Silva (2006), descreve que a cor característica do morango provém das antocianinas, e por sua vez, os ácidos cítrico e málico em conjunto com os açúcares proporcionam o sabor único da fruta.

### 2.6.1. Conceito de Planta Frutífera

Planta frutífera são plantas que produzem fruto. Os frutos são estruturas que protegem as sementes nas Angiospermas. Derivam do ovário das flores. Depois da

fecundação dos óvulos no interior do ovário há um crescimento deste, que se dá por ação dos hormônios vegetais. É nessa fase que se inicia o processo de composição do fruto: estrutura, cores, consistência e sabores.

Um fruto é constituído por duas partes principais: o pericarpo, resultante do desenvolvimento das paredes do ovário, e as sementes, resultantes do desenvolvimento dos óvulos fecundados (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005) o pericarpo compõe-se de três camadas: epicarpo (camada mais externa), mesocarpo (camada intermediária) e endocarpo (camada mais interna). Em geral o mesocarpo é a parte do fruto que mais se desenvolve, sintetizando e acumulando substâncias nutritivas, principalmente açúcares.

### 2.6.2. Frutos

O fruto é a estrutura carnosa das plantas angiospermas que se desenvolve a partir do ovário, após a fecundação. Ele corresponde ao ovário desenvolvido da flor e com sementes maduras.

Segundo Henrique e Cereda (1999) funções do fruto são proteção da semente em desenvolvimento, em alguns casos, auxilia na dispersão da semente e promove a propagação e perpetuação da espécie. Os frutos atuam como um envoltório protetor das sementes. Entretanto, nem todos os tipos de frutos têm sementes. A estes damos o nome de frutos partenocárpico, pois são produzidos por partenocarpia, processo no qual não ocorre fecundação. Um exemplo de fruto partenocárpico é a banana.

Os frutos simples são originários de um só ovário e de uma única flor, exemplo, tomate e cereja e podem ser do tipo seco ou carnoso. Os frutos secos são os que possuem pericarpo pobre em água em que as substâncias nutritivas concentram-se na semente. Exemplos, castanha e laranja. Os frutos carnosos possuem pericarpo rico em água e substâncias nutritivas. Exemplos, goiaba, mamão, azeitona e abacate.

### 2.6.3. Pseudofrutos

Também conhecidos como falsos frutos, são estruturas vegetais suculentas que não são frutos, pois não são originários do ovário da planta. Desenvolvem-se de outras estruturas da flor como o pedicelo e receptáculo.

As principais características dos pseudofrutos é que possuem aspecto físico parecido com os verdadeiros, são suculentos e possuem grande quantidade de nutrientes em forma de reservas.

De acordo com Gomes (2007), são três os tipos de pseudofruto. Os pseudofrutos simples são aqueles que se originam a partir do desenvolvimento do receptáculo ou do pedúnculo de uma única flor, exemplo, pera, maçã, marmelo e caju, parte suculenta. Pseudofrutos compostos são aqueles que se originam a partir do receptáculo de uma flor, com múltiplos ovários, exemplo, morango e framboesa. E pseudofrutos múltiplos são aqueles originários do desenvolvimento de ovários de várias flores, de uma inflorescência, parte da planta onde estão as flores, que crescem unidas numa única estrutura, exemplo, figo, amora e abacaxi.

### 2.6.4. Aspectos Econômicos dos Morangos

Para agricultura familiar, a produção de hortifrutigranjeiros com o passar dos anos, ganhou um destaque e tornou-se uma alternativa viável de produção, pela considerável facilidade no manejo e permitir um bom rendimento. Sendo o cultivo de morango uma dessas opções, por conseguir adaptar-se a diferentes condições ambientais. Além disso, Silva, Dias e Pacheco (2015), comentam, que devido a essa característica do morango ser comercializável, foi possível inclui-lo como alternativa viável, e que ao mesmo tempo, por conseguir gerar renda e emprego, possibilita essa diversificação da produção agrícola.

Em países de clima ameno como Argentina, Chile, Estados Unidos, Espanha e o sul do Brasil, o morangueiro se evidencia dentre as pequenas frutas como o mais importante. Em se tratando de distribuição na produção de morangos no Brasil, Minas Gerais corresponde a (41,4%); Rio Grande do Sul com (25,6%); São Paulo

representa (15,4%); o Paraná (4,7%); e o Distrito Federal responde por (4%) da produção.

Estima-se que a produção de morangos pode ter um bom retorno financeiro, pois o investimento realizado provém de uma quantidade pequena de terra, em média varia de 0,5 a 1 ha, e convencionalmente os sistemas de produção de morangos, são de estufa, ou semihidropônico. SPECHT e BLUME (2010) enfatizam que o cultivo do morango possui dupla finalidade: podem ser comercializados in natura ou processados em agroindústrias, esse último, gera uma cadeia produtiva com impacto positivo na economia local. Basicamente o processo de produção de morangos consiste, no preparo do solo com aração e gradagem, em seguida, existe a correção do mesmo com análise química, por meio de adubos químicos e o uso controlado de agrotóxicos. (SANHUEZA, 2005).

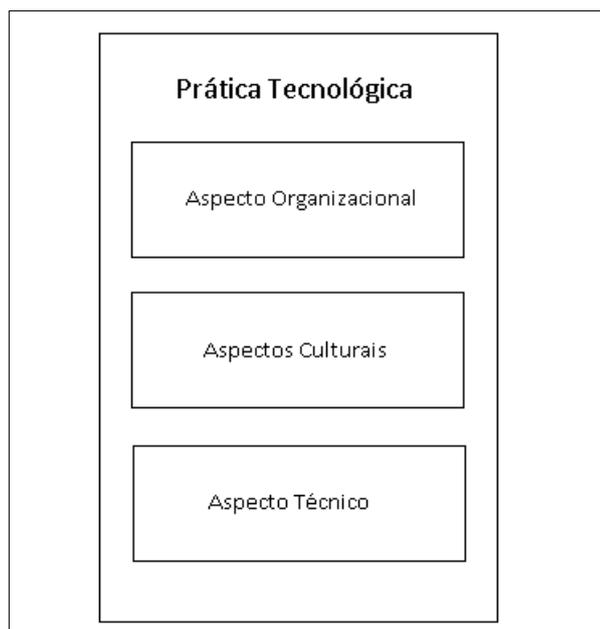
Devido ao fato do solo ser diretamente ligada as culturas são necessários vários cuidados para que a planta não sofra com pragas, doenças e intempéries climáticas; o grande risco e problema acontecem com o uso massivo do solo pode levar à diminuição da produção. (SANHUEZA, 2005)

## 2.7 TECNOLOGIA E AUTOMAÇÃO

### 2.7.1. Conceito de Tecnologia

Popularmente a tecnologia pode ser entendida como o conhecimento que permite controlar e modificar o mundo, associada aos estudos e desenvolvimentos científicos, de forma que ambos os termos tornaram-se indissociáveis.

VARGAS (1994) menciona que a tecnologia consiste em um conjunto de atividades humanas com associações de sistema de símbolos, instrumentos e máquinas, com o objetivo de construção de obras, fabricação de produtos por meio de conhecimento sistematizado.



**Figura 1 - Diagrama dos aspectos centrais da prática tecnológica.**  
**Fonte: Pacey, 1990.**

PACEY (1990), demonstra um diagrama, conforme mostra a Figura 1, o qual pode-se observar alguns aspectos centrais da prática tecnológica:

O primeiro aspecto técnico refere-se à parte dos conhecimentos, habilidades e técnicas; instrumentos, ferramentas e máquinas; recursos humanos e materiais; matérias primas, produtos obtidos, dejetos e resíduos;

Por sua vez o aspecto organizacional abrange a atividade econômica e industrial; atividade profissional dos engenheiros, técnicos e operários da produção; usuários e consumidores; sindicatos;

Por fim, o aspecto cultural indica objetivos, sistema de valores e códigos éticos, crenças sobre o progresso, consciência e criatividade.

Desta forma, a tecnologia observada pelo prisma técnico e a identificação dos aspectos organizacionais e culturais da tecnologia permite chegar a uma compreensão de como ela é dependente dos sistemas sócio-políticos e dos valores e das ideologias da cultura em que se insere. Assim, com esse entendimento as pessoas passam a perceber as interferências que a tecnologia tem em sua vida e como elas podem interferir nessa atividade.

Segundo FLEMING (1989), uma pessoa com conhecimentos tecnológicos e que possui a liberdade de usa-lo para examinar e questionar os problemas de importância em sócio-tecnologia. Desde as questões do progresso por meio da tecnologia, custos e benefícios, até os modelos econômicos que irão envolver essa tecnologia e suas aplicações. Dessa forma o filósofo PINTO (2005), define quatro acepções que termo tecnologia pode levar:

O primeiro sentido refere-se a arte designado a teoria, a ciência, o estudo, a discussão da técnica, nesta ultima abrange a noção das habilidades do fazer, ou seja, as profissões; O segundo remete a técnica, sinônimo do saber fazer; A terceira corresponde o conjunto de todas as técnicas que uma determinada sociedade dispõe, independente da fase histórica de seu desenvolvimento; A ultima está associada a ideologia das técnicas, ou seja, o pensamento que está por trás das técnicas.

Portanto, um fator importante é estabelecer uma diferenciação entre técnica e tecnologia, VESENTINI (2005) menciona que a técnica é a atividade de utilizar instrumentos, ferramentas o que implica na habilidade e inteligência humana. Por sua vez, a tecnologia vai além dessa aptidão caracterizada pela técnica, implicando no uso de conhecimento científico que se consolidou nos séculos XVII e XVIII e prossegue ate os tempos contemporâneos.

O significado original do termo "techne", segundo (TOLMASQUIM, 1989; LION, 1997) tem sua origem a partir das variáveis de fabricar, produzir, construir, o verbo "teuchô" ou "ticein", que origina de Homero; e "teuchos" que possui o significado de ferramenta, instrumento, ou seja, refere-se a técnica.

### 2.7.2. Conceito de Processo

A definição de processo realizada por ROSEMANN (2005), trata-se de um conjunto definido de atividades ou atos comportamentais realizados por humanos ou máquinas que objetiva uma ou mais metas.

Através de SOUZA e ZWICKER (2000), observa-se que os processos pelo viés do mundo dos negócios, podem ser definidos como conjuntos de tarefas e procedimentos interdependentes, almejado para atingir determinados resultados no âmbito empresarial, sendo a transposição de fronteiras organizacionais, uma de suas características marcantes.

### 2.7.3. Conceito de Automação

O conceito de automação para Black (1998), é definido como a técnica que torna um processo ou o seu sistema automático, contemplando desde a automatização a processos de informações.

Por intermédio de uma abordagem histórica Ribeiro (1999), menciona que o primeiro termo utilizado foi o “controle automático de processo”. Durante o procedimento foram utilizados instrumentos com funções de medir, transmitir, comparar e atuar no processo, almejando conseguir um produto final desejado com pouca ou nenhum auxílio humano. A partir deste novo patamar de conhecimento e manuseio de instrumentos, com elevado nível de funções de monitoração, alarme e Inter travamento, surgiu o termo automação.

A automação pode ser definida, utilizando o conceito criado por Groover (2001), como uma tecnologia que contempla a aplicação de mecânica, eletrônica e sistemas auxiliados por computadores para realizar operações e controles de uma produção.

### 2.7.4. Conceito de Automação de Processos

Automação de Processo é uma técnica de BPM (Business Process Management) consiste na utilização da tecnologia e da integração de sistemas e dados, com o intuito de aprimorar o controle e o fluxo de trabalho, por intermédio de monitoramento em tempo real, existe quando possível, uma substituição de atividades manuais por execuções automatizadas dessas atividades.

Por intermédio do CBOK (2009) é possível entender que BPM é uma abordagem para aperfeiçoar os processos de negócios, automatizados ou manuais, de forma disciplinada para identificar, desenhar, executar, documentar, medir, monitorar, controlar esses processos. Automação de processo tem a capacidade de interpretar os processos e atividades através de regras de negócio, criar interações com os envolvidos, e quando necessário, invocar outras ferramentas ou aplicações.

## 2.8 AUTOMAÇÃO NA AGRICULTURA

A automação agrícola pode ser entendida como um sistema no qual os processos operacionais de produção agrícola são monitorados, controlados e executados por meio de máquinas e ou dispositivos mecânicos, eletrônicos ou computacionais, para ampliar a capacidade de trabalho humano.

Desse modo, a automação exerce a sua função sobre processos agrícolas para aumentar a produtividade do sistema e do trabalho; otimizar o uso de tempo, insumos e capital; reduzir perdas na produção; aumentar a qualidade dos produtos e melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores dessas cadeias e das lavouras.

## 2.9 PESAGEM

Historicamente o conceito de peso foi estudado por diversas pessoas e recebeu várias análises, desde a teoria aristotélica até a newtoniana, com a base fundamentada na natureza e seus fenômenos. Com a diferenciação da massa de um objeto para o seu peso, que tem a relação intrínseca com a gravidade.

Portanto a pesagem é o ato de mensurar uma determinada quantidade de material. No caso do projeto, o intuito é pesar os morangos a fim de obter uma determinada porção e quantidade do produto.

### 2.9.1. Tipos de Pesagem

Os tipos de pesagem mais conhecidos para pesagem de alimentos para empacotamento são a dosagem volumétrica e a dosagem gravimétrica.

A dosagem volumétrica permite estabelecer a quantidade de alimento pelo volume estipulado, ele pode ser medido por sensor de nível ou porções pré-estabelecidas. A dosagem gravimétrica é medida pelo peso, utiliza-se para este caso as balanças.

### 2.9.2. Principais Problemas na Pesagem

O morango por ser uma fruta com tamanhos e pesos variados a pesagem por gramas deve ser feito considerando uma margem de variação no peso, para pesagem volumétrica ocorreria uma variação de quantidade de morango por embalagem.

## 2.10 EMPACOTAMENTO

Com a projeção para os morangos cultivados, o empacotamento consiste no ato de embalar o produto final para ser comercializado.

Na grande maioria o tipo de empacotamento mais utilizado pelo pequeno produtor rural da região metropolitana de Curitiba ainda é o manual, em que se colocam manualmente os morangos na bandeja e em seguida passam pelo filme plástico PVC.

### 2.10.1. Principais Problemas no Empacotamento

O morango por ser uma fruta delicada, no processo de empacotamento não deve ocorrer nenhum tipo de impacto ou pressão que possa prejudicar a fruta.

#### 2.10.2. Tipos de Empacotamento

O empacotamento pode ser manual, semiautomatizado e automatizado.

O manual quando feito manualmente por um empregado, o semiautomatizado quando em algum momento do processo é necessário um suporte manual e o automatizado quando o processo é completamente independente do suporte manual.

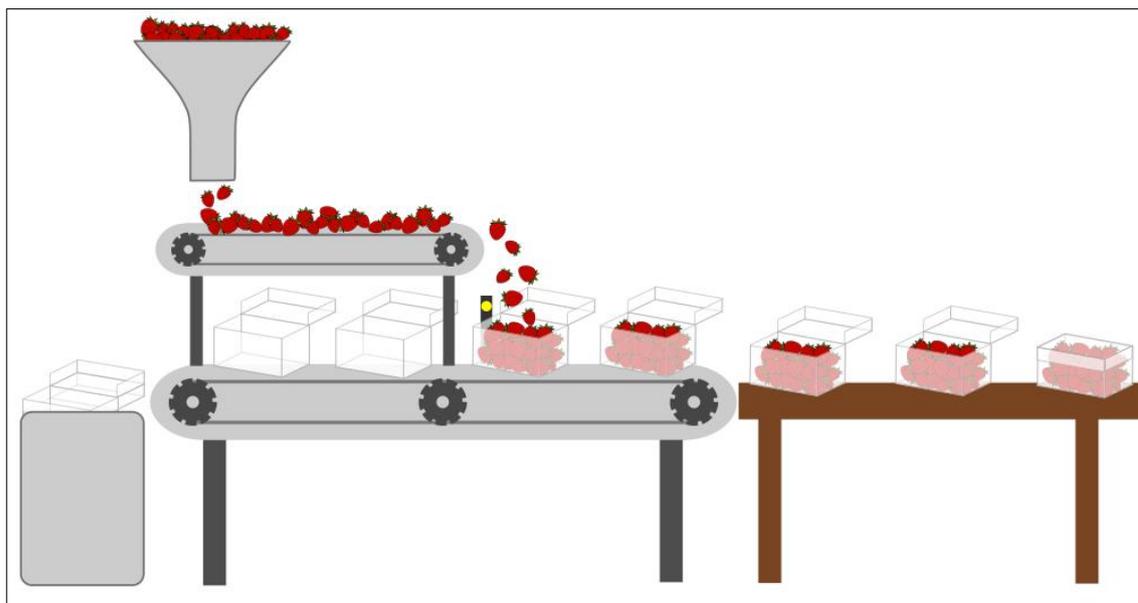
#### 2.10.3. Processo de Empacotamento

Para o protótipo será utilizado uma máquina semiautomática em que os morangos serão colocados nas embalagens pelo rolamento das esteiras, apenas o fechamento das embalagens será manualmente não havendo contato direto do morango com o produtor preservando mais o morango e evitando contaminações.

### 2.11 PROCESSO DE PESAGEM E EMPACOTAMENTO

O protótipo será composto por duas esteiras, dois sensores de proximidade, dois motores CC, um arduino e um armazenador de embalagens.

Segue abaixo a Figura 2 do funcionamento do protótipo:



**Figura 2 - Ilustração do protótipo.**  
**Fonte: Os Autores, 2018.**

#### 2.11.1. Sistemas Inteligentes

Sistemas que apresentam certo grau de autonomia, segundo Gudwin (1996) podem ser caracterizados com um sistema inteligente quando possui propriedades como, capacidade de adquirir de iterar, adaptar ao ambiente, pela capacidade de encontrar soluções para problemas conflitantes, operar em condições adversas e muitas vezes imprevisíveis, e utilizam sensores e atuadores para obter essas informações e realizar ações.

#### 2.11.2. Sensores

Segundo Suárez (2000), os sensores exercem um dos três papéis principais no mundo de sistemas inteligentes, juntamente com o ambiente e o interprete. Pela parte do ambiente os sensores capturam as informações referentes aos mais diversos fenômenos, e na perspectiva do interprete, essas grandezas medidas serão transformadas em termos lógicos associados a algum terminal de comunicação. Essa situação apenas é possível graças que a posição dos sensores se encontra simultaneamente entre o ambiente e o interprete.

Em outras palavras, Suárez (2000) também define que sensores são dispositivos utilizados para obter valores dos estados do ambiente externo, traduzindo para valores para os próprios valores internos de um sistema, em outras palavras, os sensores são capazes de obter numericamente grandezas físicas, transformando-as em valores lógicos de forma que o ser humano possa interpretar esses fenômenos da natureza.

### 2.11.3. Atuadores

Todas as saídas de um sistema autônomo serão direcionadas por meio de atuadores, Suárez (2000) exemplifica que esses dispositivos podem realizar movimentos e exercer forças, como a amplitude e intensidade variando de acordo com os parâmetros e objetivos encontrados dentro desses próprios sistemas.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Será apresentada neste capítulo a descrição dos materiais utilizados para a construção do projeto, conceitos de funcionamento, descritivos.

#### 3.1. ARDUINO

O projeto do Arduino foi liderado por Massimo Banzi, e desenvolvido em 2005 na Itália, com o objetivo de envolver seus alunos na tecnologia e ensina-los conceitos de programação e eletrônica de uma forma menos custosa.

O Arduino é definido pela própria marca, Arduino (2019), como uma plataforma que utiliza hardware de livre acesso, open-source, onde todos os componentes utilizados estão contidos numa placa de circuito impresso, utilizando um microcontrolador programável para realizar várias práticas.

Para a elaboração da lógica de comando, foi desenvolvido um código em C++, que segundo Chavier (2018), é a linguagem utilizada pelo Arduino, para converter o código do programa em linguagem de máquina, tornando possível o a automação do processo.

#### 3.2. ARDUINO UNO

Segundo a definição do site do Arduino (2019), o modelo Uno, Figura 3, é baseado no ATmega328P, com 14 pinos de entrada e saída digital, sendo 6 deles utilizáveis como saídas PWM, 6 entradas analógicas, um cristal de quartzo de 16 MHz, possui conexão USB, conector de energia, um conector ICSP e botão de reset.

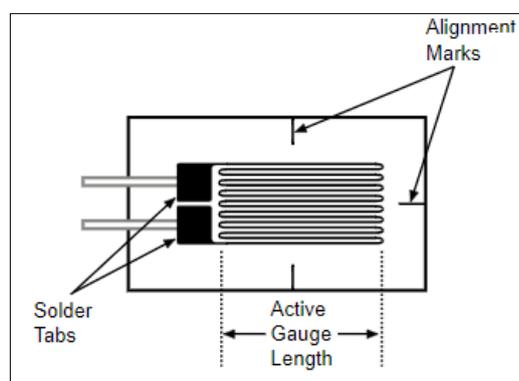


**Figura 3 - Arduino Uno.**  
**Fonte: Arduino, 2019.**

Especificação técnica do Arduino Uno:

- Microcontrolador ATmega328P;
- Tensão de Operação: 5V;
- Tensão de Entrada: 7- 12V;
- Tensão de Entrada limite: 6-20V;
- Pino E/S Digital: 14 (6 podem ser saídas PWM);
- Pino E/S Digital PWM: 6;
- Pino Entrada Analógica: 6;
- Corrente CC por pino E/S: 40mA;
- Corrente CC para pino 3,3V: 50mA;
- Memória Flash: 32KB (dos quais, 0,5KB são pelo bootloader);
- SRAM: 2KB;
- EEPROM: 1KB;
- Velocidade de Clock: 16MHz;
- Led\_Buitin: 13;
- Comprimento: 68,6mm;
- Largura: 53,4mm;
- Peso: 25g.

### 3.3. STRAIN GAUGE



**Figura 4 - Strain Gauge.**

Fonte: Continuum Mechanics Website, 2017.

Os sensores de pressão eletrônicos podem ser divididos em ativos e passivos. Ribeiro (2005) menciona que o sensor ativo gera uma pequena tensão em função da pressão mecânica aplicada, como é o caso do cristal piezoelétrico. Já o sensor eletrônico passivo varia a resistência em função da tensão aplicada, por isso precisa de uma alimentação para funcionar, representado pelo strain gauge.

De acordo com a Figura 4, o Strain Gauge pode ser usado para medir torque, peso, velocidade, aceleração, além de pressão, enumera Ribeiro (2004). Com a característica de variar sua resistência elétrica quando aplicado uma pressão positiva (compressão) ou negativa (descompressão), o strain gauge é o elemento sensor de pressão eletrônico mais usado em processos industriais.

A célula de carga, segundo o autor, consiste em um transdutor de força, no qual transforma a deformação mecânica dos extensômetros, strain gauge, em variação de tensão. Os extensômetros são ligados em um circuito denominado de ponte de Wheatstone, utilizado para medir o desbalanceamento entre os extensômetros, gerado pela deformação sofrida da estrutura.

### 3.4. PONTE H

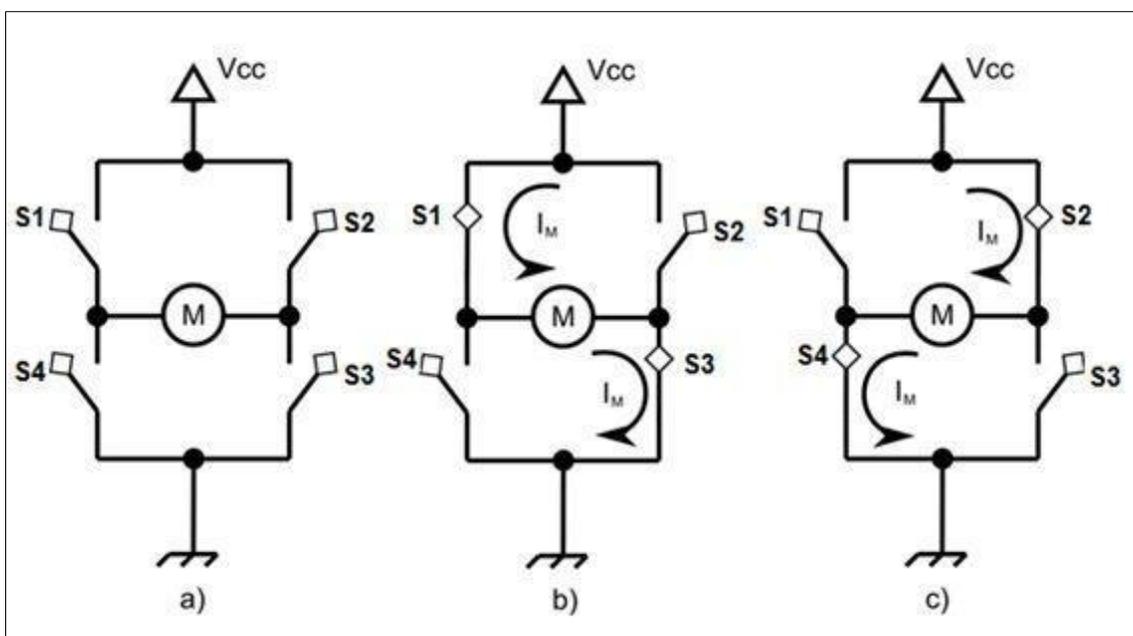
Para realizar a movimentação mecânica de aplicações, como no caso de motores, demandam uma corrente superior à que os Arduinos podem oferecer,

Cardoso (2017) menciona que é necessário o uso da Ponte H para solucionar esse dilema.

O Autor relata que não se deve conectar motores diretamente nas portas do Arduino, pois se caso o motor demandar uma quantidade de corrente acima de 40mA, pode danificar a porta da placa e queimar a porta.

Portanto, a ponte H consiste em um arranjo de 4 transistores, dispostos no circuito ser em formato da letra “H”, devido a essa característica, recebe esse nome. A sua aplicação no Arduino é viável, e consegue controlar o sentido de giro dos motores além da sua velocidade.

Seu acionamento consiste em quartas chaves (S1, S2, S3 e S4) de forma alternada, (S1-S3) ou (S2-S4). A corrente percorre o motor em um sentido ou outro, dependendo dessa configuração de chaveamento. Dessa forma quando S1 e S3 são acionados, o motor gira em um sentido, posteriormente, quando S2 e S4 são acionados o motor gira no outro sentido. O circuito da Ponte H pode ser observado na Figura 5.



**Figura 5 - Circuito Ponte H.**  
Fonte: Cardoso, 2017.

Motor desligado Figura 5 (a), sem acionamento de chaves.

Giro do motor em um sentido Figura 5 (b), par S1-S3.

Giro do motor sentido oposto Figura 5 (c), par S2-S4.

A corrente percorre em sentidos distintos dependendo do par de chaveamento.

### 3.5. CI L298N

Segundo Cardoso (2017) o CI L298N é uma ponte H muito utilizada para controle de motores, circuito interno CI L298n conforme Figura 6.

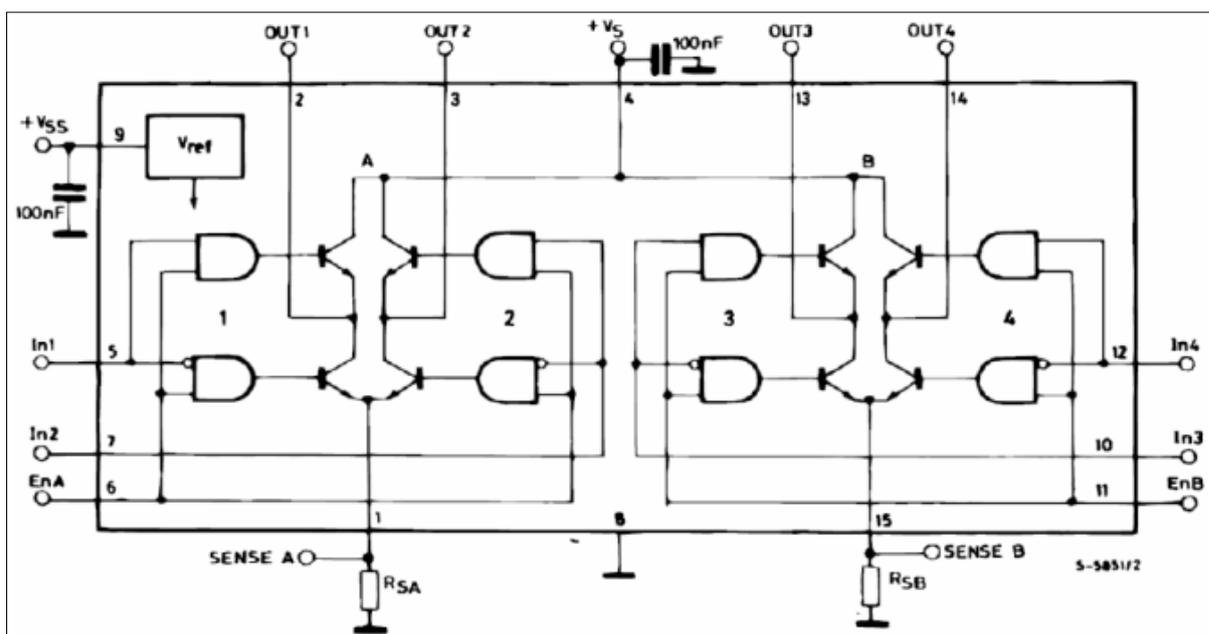


Figura 6 - Circuito interno CI L298n.  
Fonte: Datasheet STMicroeletronics, 2000.

Funções principais dos pinos estão descrita no datasheet:

Tabela 1 - Funções dos pinos (datasheet).

Nome	Função
Sense A; Sense B	Entre esse pino e o terra é conectado um resistor sensetivo para controlar a corrente de carga.
Out 1; Out 2	Saídas da Ponte A. A corrente que flui através da carga conectada entre esses dois pinos, é monitorada pelo pino 1.
Input 1; Input 2	Compatível com nível TTL Entrada da Ponte A

Enable A; Enable B	Entrada Compatível com nível TTL, o estado L desabilita Ponte A (enable A) e/ ou Ponte B (enable B)
Input 3; Input 4	Compatível com nível TTL Entrada da Ponte B
Out 3; Out 4	Saídas da Ponte B. A corrente que flui através da carga conectada entre esses dois pinos, é monitorada pelo pino 15.

Fonte: Datasheet STMicroelectronics, 2000.

### 3.6. DRIVE MOTOR PONTE H L298N

Especificação técnica do Drive Motor Ponte H L298N, conforme mostra a Figura 7:

- Tensão para os motores: 5 – 35V;
- Corrente máxima para os motores: 2A;
- Potência máxima: 25W;
- Tensão lógica: 5V;
- Corrente lógica: 0-36mA;
- Dimensões: 43x43x27 mm
- Peso: 30g.

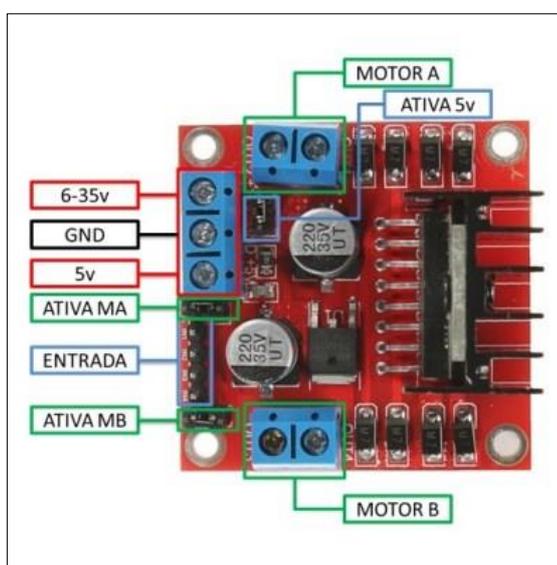


Figura 7 - Drive Motor Ponte H I298n.  
Fonte: Cardoso, 2017.

IN1 e IN2 servem para controlar o sentido do motor, a relação S1-S3 e S2-S4 podem ser encontradas nos pinos IN1 e IN2. De forma que IN1 corresponde às chaves S1-S3 e a IN2 às chaves S3-S4.

Combinação para controlar o sentido do motor (IN1 e IN2)

**Tabela 2 - Combinações de sentido do motor.**

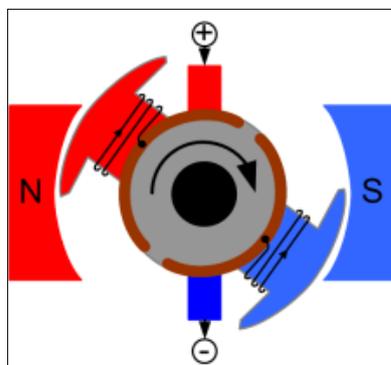
IN1	IN2	Estado
0V	0V	Desligado
0V	5V	Sentido 1
5V	0V	Sentido 2
5V	5V	Freio

**Fonte: Cardoso, 2017.**

### 3.7. MOTOR CC

Em um conceito geral, o funcionamento do motor de corrente contínua inicia-se por uma corrente que passa pela bobina ao ser acionado, cria-se um campo magnético que se atraem ou se repelem do campo, gerando assim, o torque necessário para que o eixo do motor possa girar.

Cardoso (2017) menciona que um motor CC realiza seu giro, devido a corrente que passa nas suas bobinas que geram campos magnéticos, conforme ilustrado na Figura 8. Alterando a corrente que é diretamente proporcional a tensão sobre elas, podendo assim variar a velocidade do motor.



**Figura 8 - Campo Magnético Motor CC.**  
**Fonte: Cardoso, 2017.**

Sua composição detalha Silveira (2017), consiste em um eixo acoplado ao rotor, parte que permite o motor girar, seguido do estator que é composto por um ímã e o comutador, sua função é transferir a energia da fonte de alimentação para o rotor, pode ser de modelo com escovas ou sem.

Portanto para Chapman (2013), com todas essas versatilidades, em conjunto com a simplicidade, permite o uso do motor CC em diversas aplicações.

### 3.8. FONTE CHAVEADA

O início do desenvolvimento das primeiras fontes chaveadas, aconteceu na década de 60, relata Barbi (2001), com intuito de serem utilizadas em programas espaciais, objetivava substituir fontes reguladas convencionais, do tipo linear, com característica mais compacto e com alto rendimento.

O autor relata que a microeletrônica favoreceu o desenvolvimento dessa tecnologia, foi aplicado como fontes de alimentação para circuitos de comando de conversores de maiores potências, a exemplo, para acionamento de motores e sistemas nobreak.

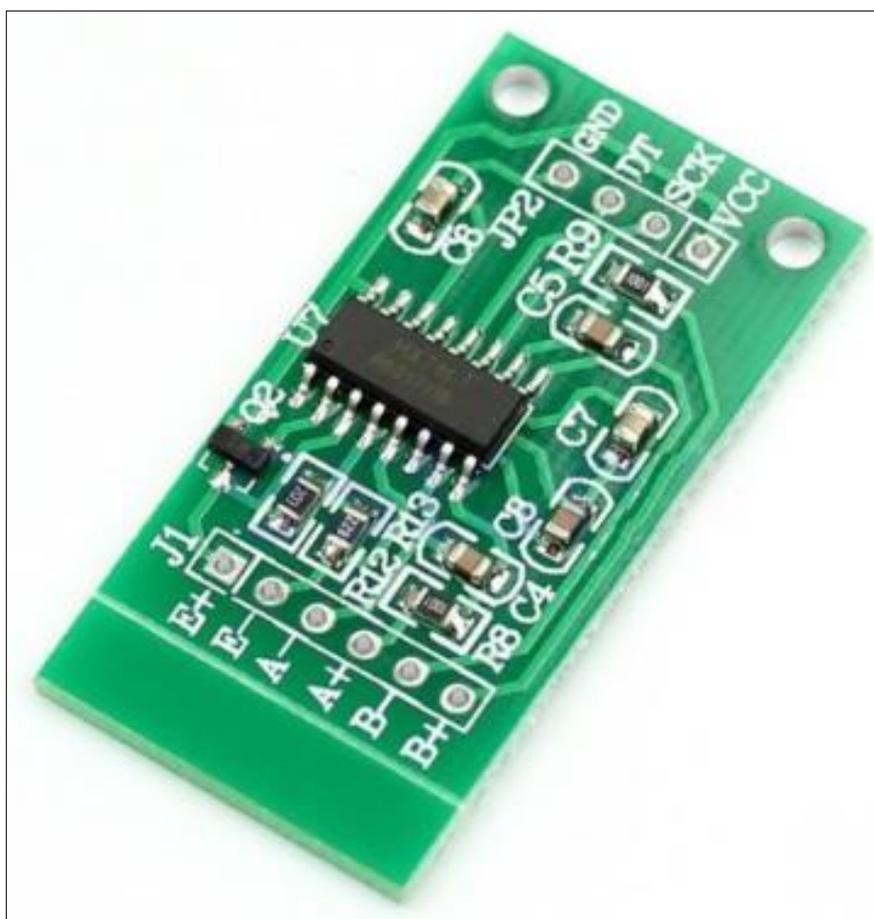
Na literatura de Barbi (2001) e De Liz (2003) convergem em um fato de que foi criada a necessidade de ter tensões contínuas devido aos novos modelos de equipamentos eletrônicos, que possuem necessidade de tensões contínuas para funcionar.

### 3.9. CAIXA DE REDUÇÃO

É um arranjo mecânico que possui a função de reduzir a velocidade angular do motor e aumentar o torque. A necessidade de ter uma caixa de redução acoplada ao motor se dá devido ao condicionamento do movimento do projeto com relação à velocidade para evitar movimentos bruscos. O torque aumentado permite utilizar um limite de peso maior.

### 3.10. CONVERSADOR AD HX711

Baseado na tecnologia Avia Semicondutor, HX711, conforme Figura 9, é um conversor analógico/ digital com precisão de 24bits.



**Figura 9 - Conversor ad HX711.**  
**Fonte: Baú da Eletrônica, 2019.**

No seu datasheet pode ser observado que o canal A, pode ser programado com ganhos de 128 ou 64, ligado a fonte de 5v, com o fundo de escala de tensão de +- 20 ou 40 mV, respectivamente. Tendo o canal B um ganho de 32. E a descrição do componente SOP (Small Outline Packages) 16 segue na Tabela 3 de acordo com a Figura 10.

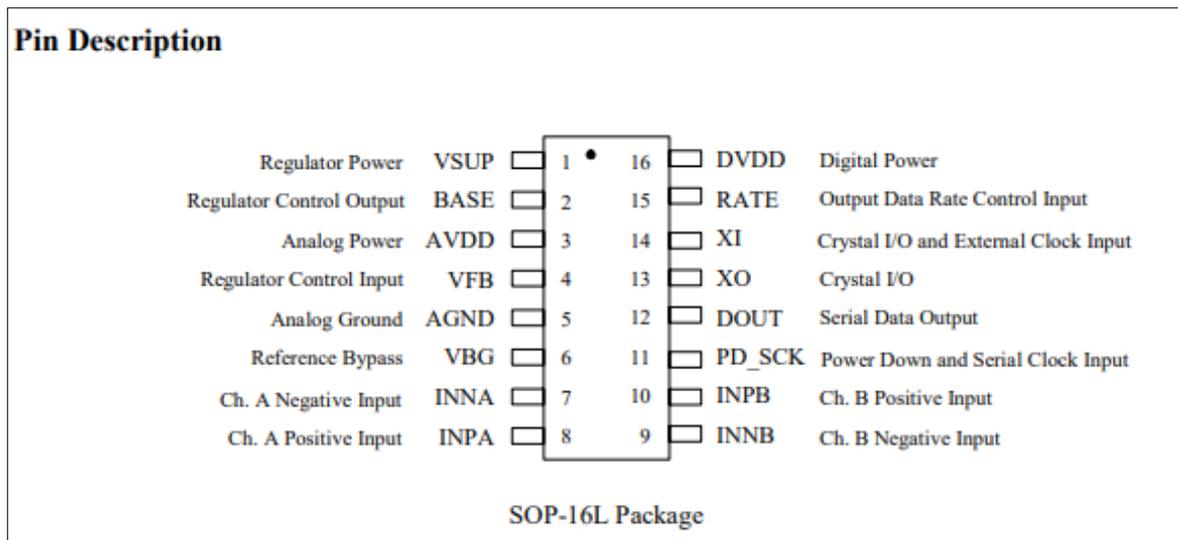


Figura 10 - SOP (Small Outline Packages) – 16.  
Fonte: Avia Semiconductor, 2019.

Tabela 3 - Descrição dos pinos.

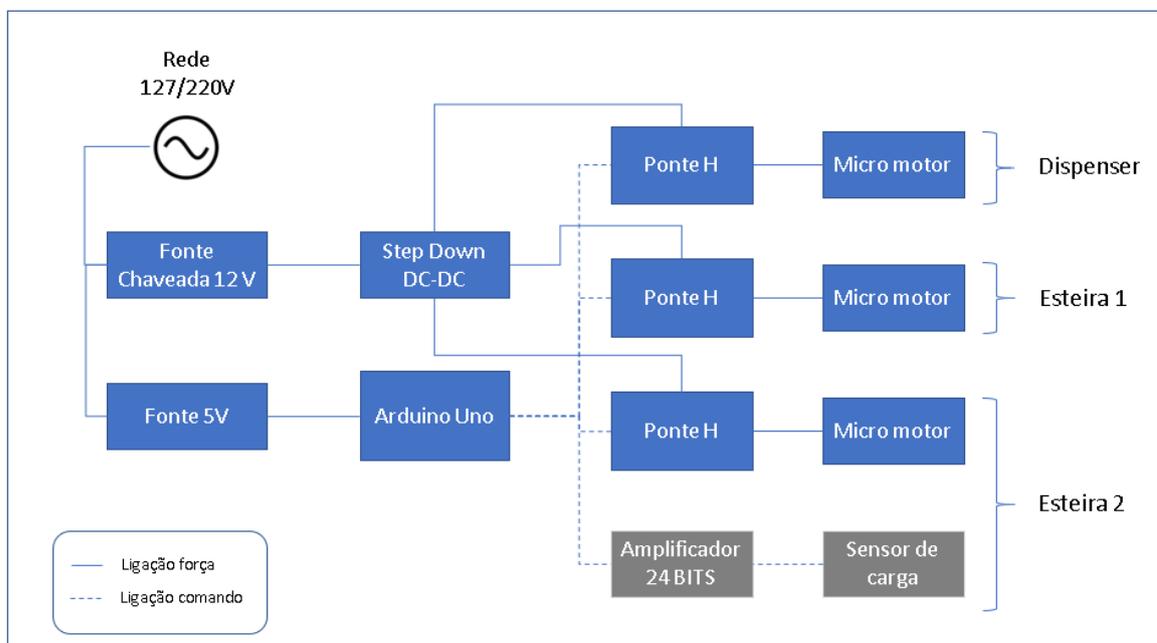
Pin #	Name	Function	Description
1	VSUP	Power	Regulator supply: 2.7 ~ 5.5V
2	BASE	Analog Output	Regulator control output (NC when not used)
3	AVDD	Power	Analog supply: 2.6 ~ 5.5V
4	VFB	Analog Input	Regulator control input (connect to AGND when not used)
5	AGND	Ground	Analog Ground
6	VBG	Analog Output	Reference bypass output
7	INA-	Analog Input	Channel A negative input
8	INA+	Analog Input	Channel A positive input
9	INB-	Analog Input	Channel B negative input
10	INB+	Analog Input	Channel B positive input
11	PD_SCK	Digital Input	Power down control (high active) and serial clock input
12	DOUT	Digital Output	Serial data output
13	XO	Digital I/O	Crystal I/O (NC when not used)
14	XI	Digital Input	Crystal I/O or external clock input, 0: use on-chip oscillator
15	RATE	Digital Input	Output data rate control, 0: 10Hz; 1: 80Hz
16	DVDD	Power	Digital supply: 2.6 ~ 5.5V

Fonte: Avia Semiconductor, 2019.

### 3.11. DESCRITIVO DO PROJETO

#### 3.12.1. Diagrama de blocos da montagem elétrica

Na figura 11, apresenta os principais elementos do projeto, composto por fonte chaveada de 12V, fonte de alimentação de 5V, circuito step down CC-CC, Arduino Uno, Circuito L298N (Ponte H), circuito Conversor AD HX711, células de carga e micro motores DC.



**Figura 11 - Diagrama de Bloco do Sistema.**  
**Fonte: Os Autores, 2019.**

O projeto da máquina de pesagem e empacotamento semiautomático contempla os seguintes componentes

- Esteira carregadora
- Esteira de pesagem
- Dispenser

### 3.12.2. Esteira Carregadora

O objetivo dessa esteira é conduzir com cautela os morangos do ponto de despejo (feito pelo agricultor ou outra máquina) até a embalagem liberada pelo dispenser.

Essa esteira é composta por um micro motor CC 6V, um par de eixos com rolamentos, uma manta para esteira e sua estrutura mecânica. Os seus itens estão listados na tabela 4.

**Tabela 4 - Lista de materiais da esteira carregadora.**

Componente	ITEM	QTDD
ESTEIRA CARREGADORA	Projeto e corte MDF	1
	Rolamento diametro 2 cm	4
	Eixo parafuso 25 cm x 0.5 cm	2
	Tecido Elastico 17.5 cm x 96 cm	1
	Mini Motor DC 6V	1

Fonte: Os Autores, 2019.

### 3.12.3. Esteira de Pesagem

Para que seja possível realizar a dosagem correta de morangos, nessa esteira estão acoplados sensores de carga que realizaram a pesagem dos morangos através de uma pequena balança instalada na esteira. Quando o valor do peso for atingido, essa esteira irá direcionar a embalagem com morangos para fora da máquina para que o operador realize a selagem da embalagem.

Para a balança, foi necessário um circuito HX711 e duas células de carga, incluindo a esteira composta pelos mesmos matérias da esteira carregadora, um micro motor CC 6V, um par de eixos com rolamentos, uma manta para esteira e sua estrutura mecânica. Os seus itens estão listados na tabela 5.

**Tabela 5 - Lista de materiais da esteira de pesagem.**

Componente	ITEM	QTDD
ESTEIRA DE PESAGEM	Projeto e corte MDF	1
	Rolamento diametro 2 cm	4
	Eixo parafuso 20 cm x 0.5 cm	2
	Tecido Elastico 17.5 cm x 112 cm	1
	Mini Motor DC 6V	1
	Circuito HX711	1
	Celula de carga	2

Fonte: Os Autores, 2019.

### 3.12.4. Dispenser

Com a finalidade de despejar uma embalagem por vez, foi projetado através de chapas de MDF, um mecanismo que libera uma embalagem por vez. Para realizar o processo automático, foi necessário a implementação de uma cremalheira, uma coroa e um micro motor 6 V. Os seus itens estão listados na Tabela 6.

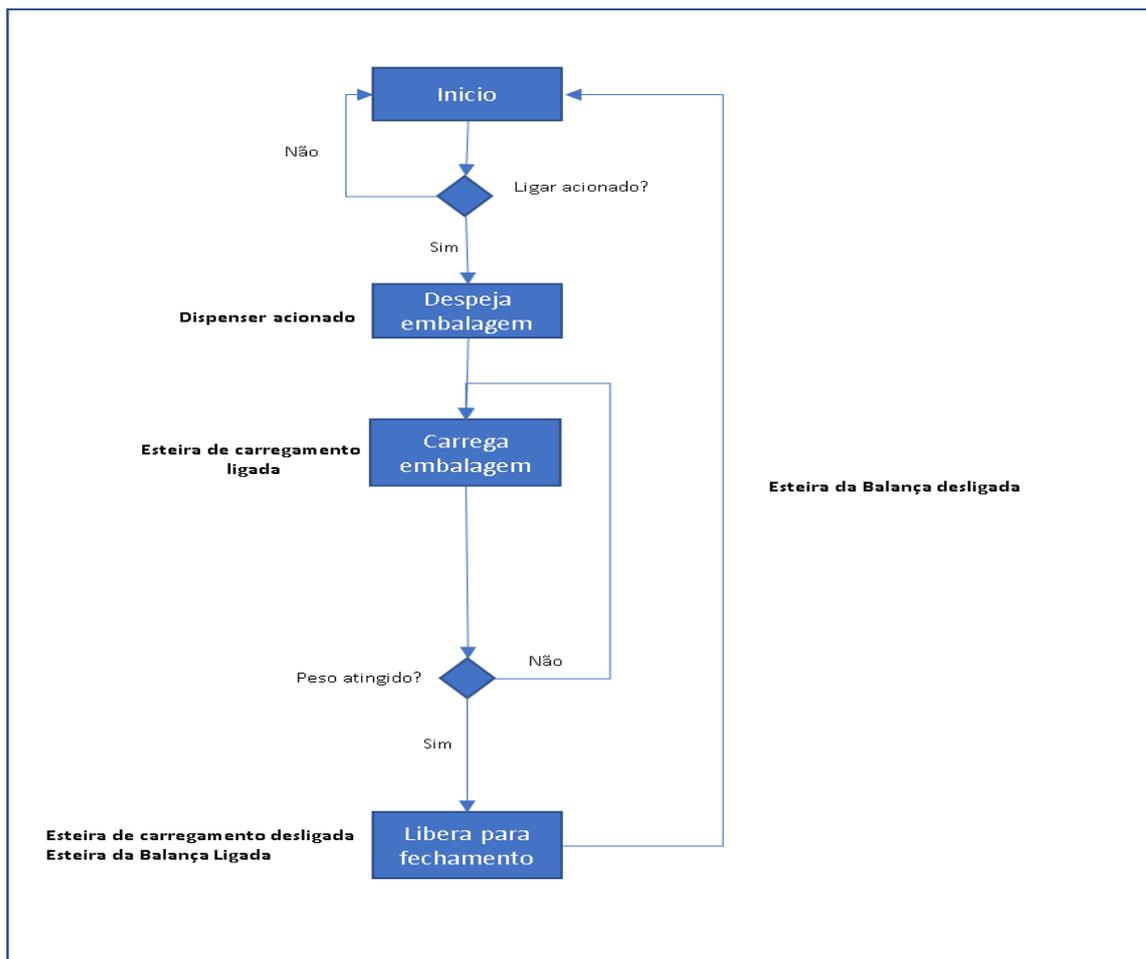
**Tabela 6 - Lista de materiais do dispenser.**

Item	Componentes	Qtd
Dispenser	Projeto e corte MDF	1
	Cremalheira plastica 26,5 cmx 2.5 cm	4
	Coroa dentada 60 cm diametro - Portao eletrico	1
	Chave fim de curso	2
	Mini Motor DC 6V	1
	Dobradiças	2
	Puxador	1
	Corrediça de gaveta 35 cm	2

**Fonte: Os Autores, 2019.**

### 3.12.5. Diagrama de Blocos Funcional

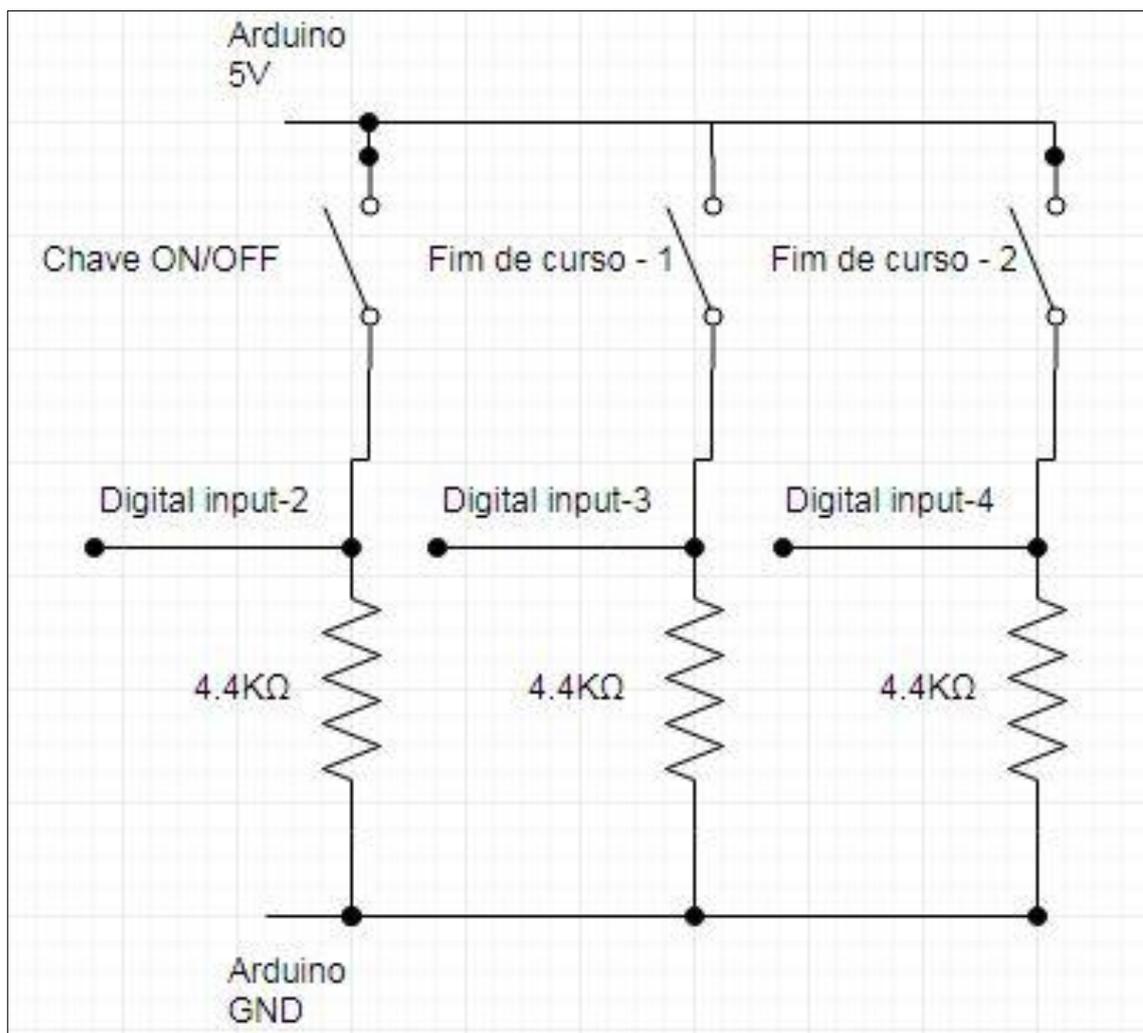
A integração e a sequência de operação dos três componentes, dispenser, esteira carregadora e esteira de da balança, e especificado pelo diagrama de blocos da Figura 12.



**Figura 12 - Diagrama de blocos funcional.**  
**Fonte: Os Autores, 2019.**

### 3.12.6. Circuito auxiliar para acionamento de fim de curso

Na Figura 13 podemos ver o circuito auxiliar para acionamento de fim de curso e na Tabela 7 a lista de materiais utilizados para os circuitos de força e comando.



**Figura 13 - Circuito auxiliar para chaves fim de curso.**

Fonte: Os Autores, 2019.

**Tabela 7 - Lista de materiais força e comando.**

Item	Componentes	Qtd
Força e Comando	ARDUINO UNO	1
	Fonte Chaveada 12 V	1
	Fonte alimentacao Arduino 5 V	1
	Regulador de Tensão LM2596	1
	Driver Ponte H L298N	2
	Chave ON/OFF	1
	RESISTOR 4.4K Ω	3
	Fio Rígido 10mm	-

Fonte: Os Autores, 2019.

## 4. RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, este capítulo contemplará os desenhos técnicos, a descrição dos itens utilizados, o processo de montagem, os circuitos elétricos do projeto, o código implementado, e a integração do dispenser, esteira carregadora e de pesagem, em uma máquina validando a solução da pesagem e empacotamento de morangos.

Em seguida será apresentada as conclusões diante da experiência ímpar de trabalhar em um projeto de conclusão de curso em conjunto com outras equipes para resolver um problema em comum, entregando uma solução modular com o propósito de integração.

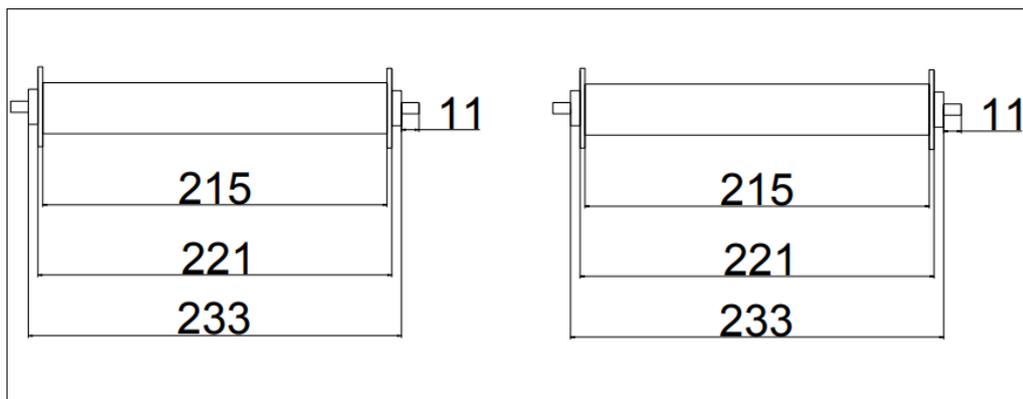
### 4.1. DESENHO TÉCNICO

Os desenhos técnicos, com as devidas cotas, foram elaborados no software Autodesk AutoCAD 2016, com o intuito de elaborar a estrutura dos conjuntos do dispenser, das esteiras carregadora e de pesagem.

Deve-se considerar que as cotas estão em milímetros (mm) e os desenhos não estão de forma proporcional para mostrar detalhes de peças pequenas para uma melhor observação.

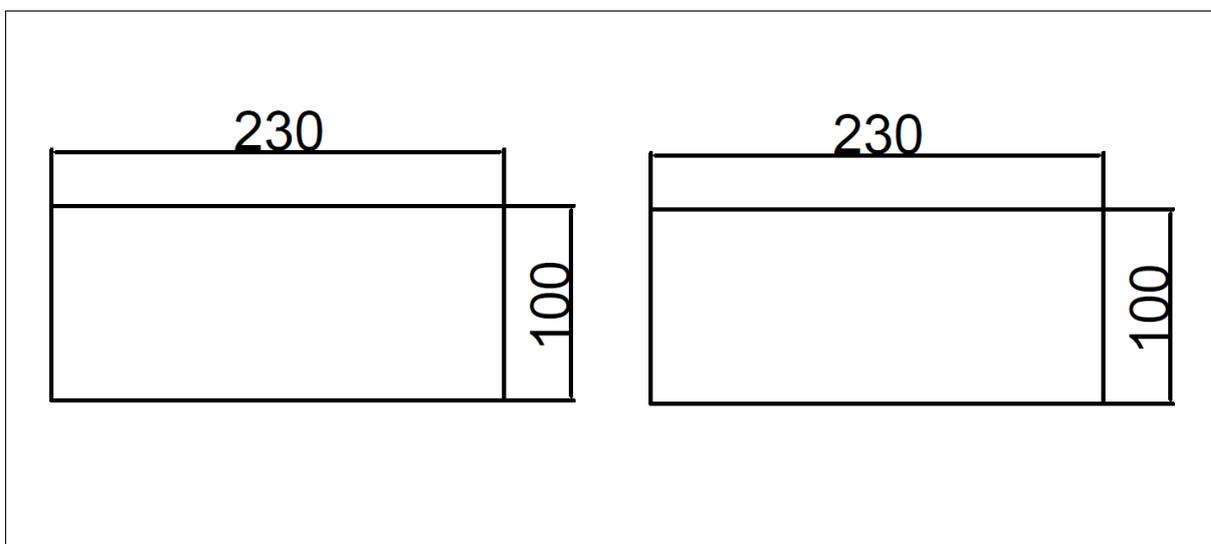
#### 4.1.1. Desenho Técnico Esteira Carregadora

Desenho técnico dos eixos da esteira carregadora, conforme Figura 14:



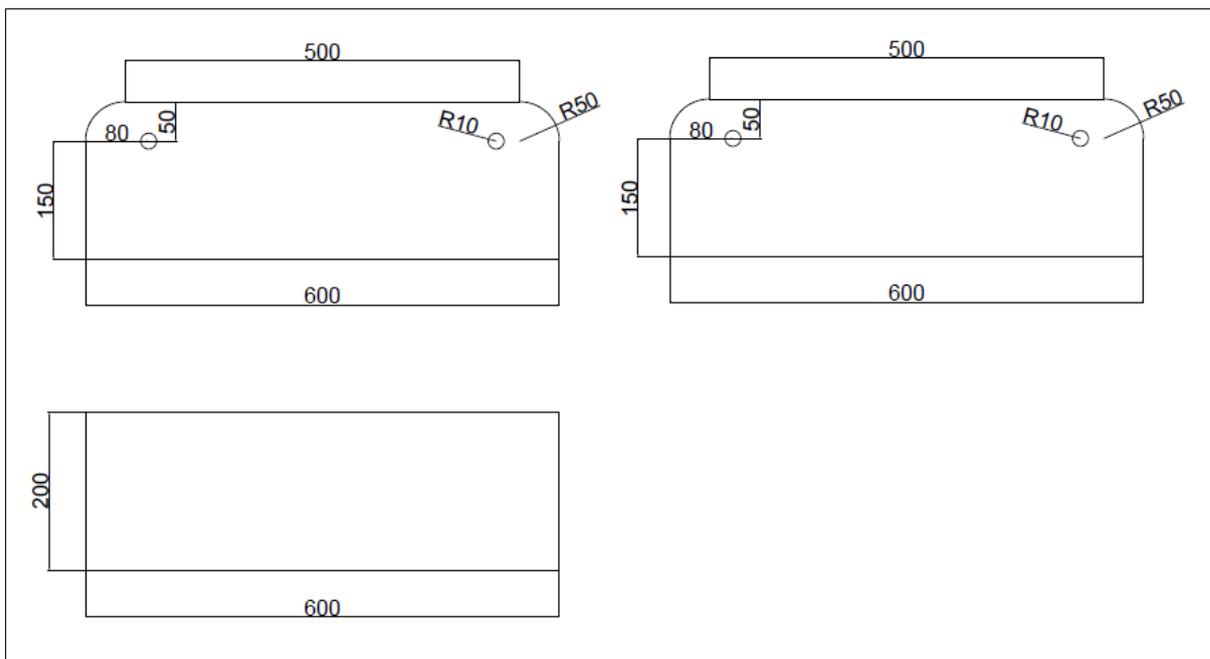
**Figura 14 - Eixos da esteira carregadora.**  
Fonte: Os Autores, 2019.

Desenho técnico da estrutura frontal e traseira da esteira carregadora, conforme Figura 15:



**Figura 15 - Estrutura frontal e traseira da esteira carregadora.**  
Fonte: Os Autores, 2019.

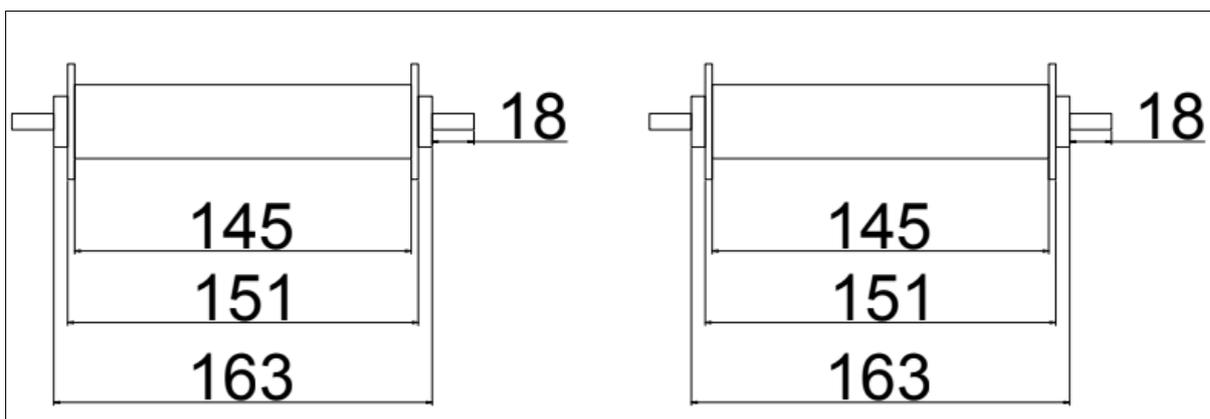
Desenho técnico das estruturas laterais e base da esteira carregadora, conforme Figura 16:



**Figura 16 - Estruturas laterais e base da esteira carregadora.**  
**Fonte: Os Autores, 2019.**

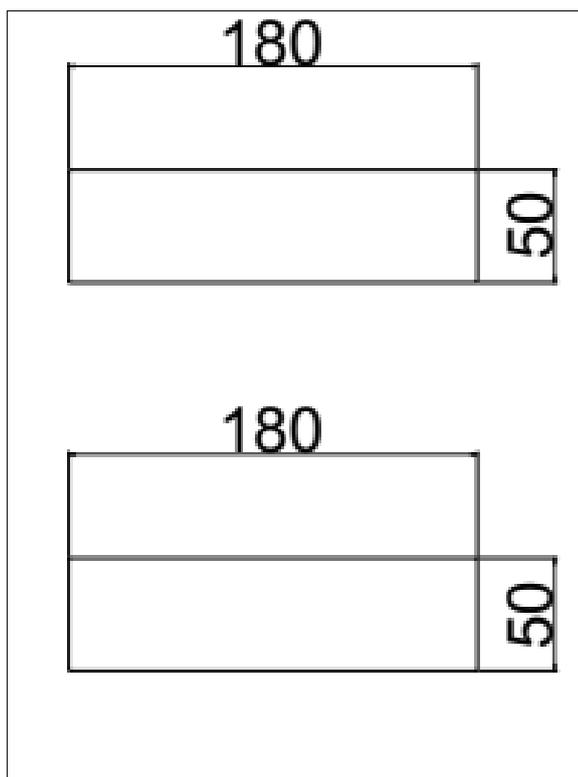
#### 4.1.2. Desenho Técnico Esteira De Pesagem

Desenho técnico dos eixos da esteira de pesagem, conforme Figura 17:



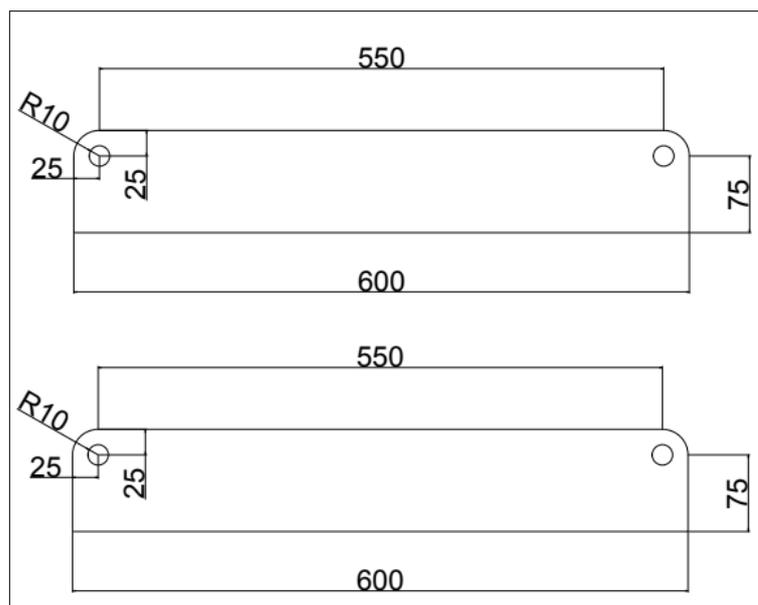
**Figura 17 - Eixo da esteira de pesagem.**  
**Fonte: Os Autores, 2019.**

Desenho técnico da estrutura frontal e traseira da esteira de pesagem, conforme Figura 18:



**Figura 18 - Estrutura frontal e traseira da esteira de pesagem.**  
Fonte: Os Autores, 2019.

Desenho técnico das estruturas laterais da esteira de pesagem, conforme  
Figura 19:



**Figura 19 - Estruturas laterais da esteira de pesagem.**  
Fonte: Os Autores, 2019.

## 4.1.3. DESENHO TÉCNICO DO DISPENSER

Desenho técnico da chapa de separação das embalagens, conforme Figura 20:

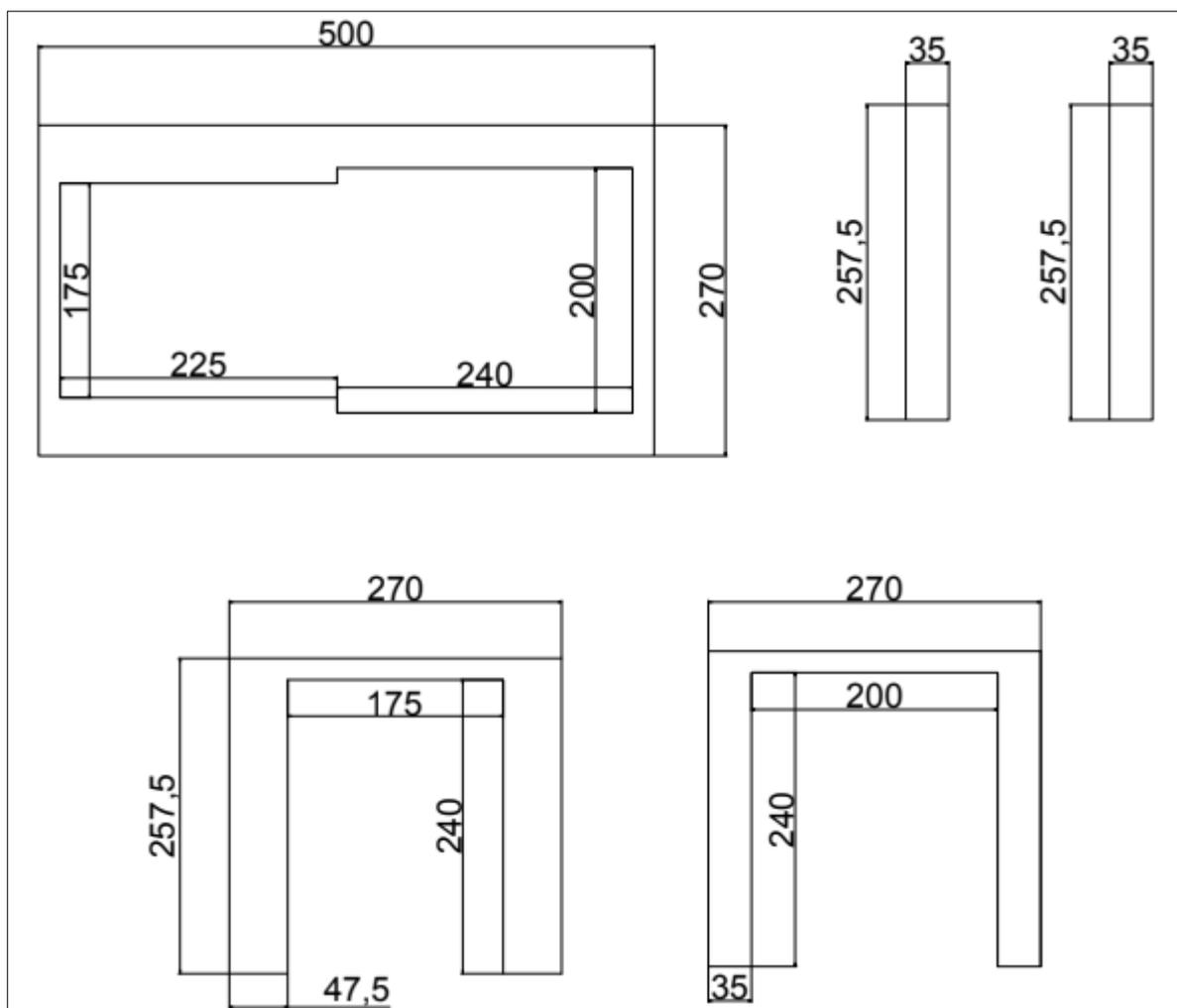
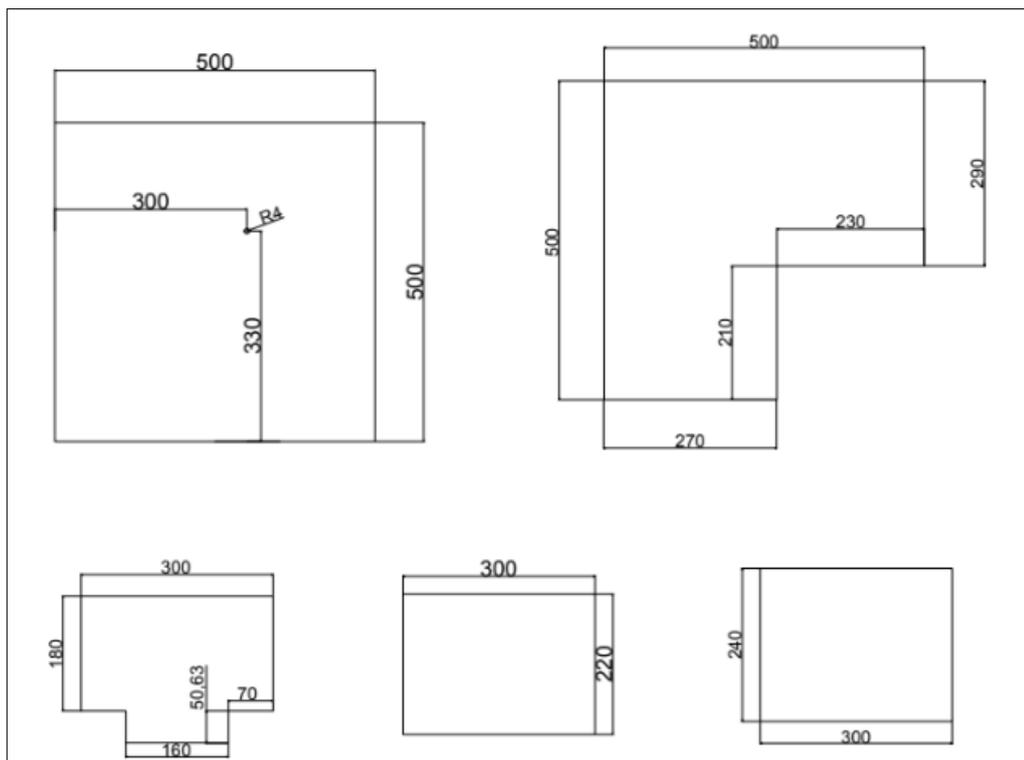


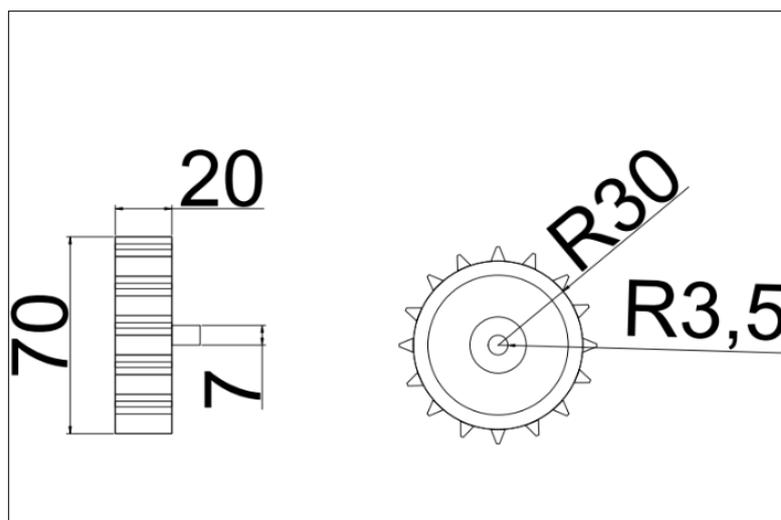
Figura 20 - Chapa de separação das embalagens.  
Fonte: Os Autores, 2019.

Desenho técnico das laterais e base do dispenser, conforme Figura 21:



**Figura 21 - Laterais e base do dispenser.**  
**Fonte: Os Autores, 2019.**

Desenho técnico da coroa para transferência de movimento, conforme Figura 22:



**Figura 22 - Coroa para transferência de movimento.**  
**Fonte: Os Autores, 2019.**

Desenho técnico da cremalheira plástica, conforme Figura 23:

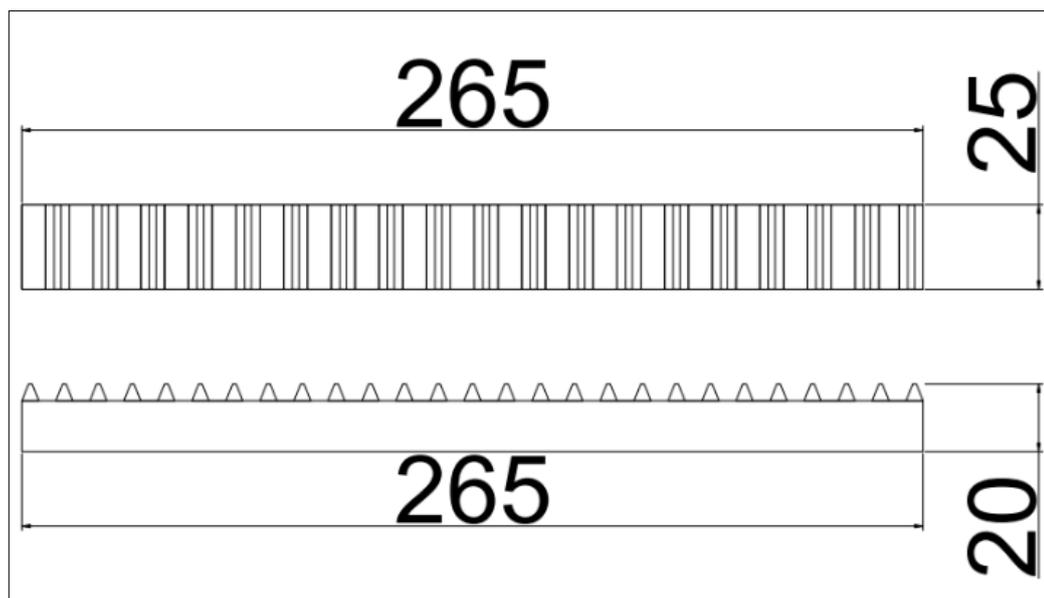


Figura 23 - Cremalheira plástica.  
Fonte: Os Autores, 2019.

#### 4.2. MONTAGEM

Para realizar a montagem do projeto, o recorte do MDF foi realizada por uma empresa especializada em cortes a laser, a partir das especificações do desenho técnico.

As partes do recorte do projeto foram fixadas com material adesivo e parafusos, de forma a estabilizar a estrutura mecânica do projeto.

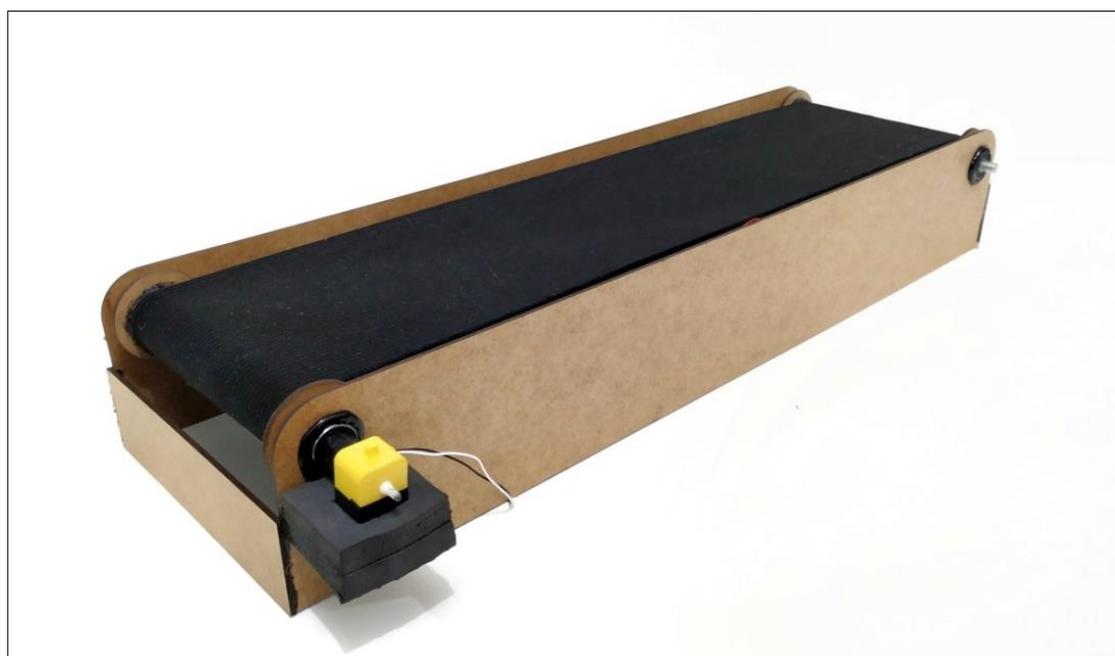
Para a parte do comando de força foram montados três circuitos, o primeiro corresponde ao circuito da balança, composto pelo CI HX711, o segundo circuito realiza o acionamento dos motores com driver de ponte H, e o terceiro refere-se ao circuito auxiliar do acionamento do fim de curso.

Para o protótipo de pesagem do morango, foi utilizado a dosagem volumétrica medida a partir do nível da quantidade de morangos que será colocado dentro de cada embalagem.

É possível observar o resultado da montagem nas figuras 24, 25 e 26.



**Figura 24 - Esteira carregadora montado.**  
Fonte: Os Autores, 2019.



**Figura 25 - Esteira de pesagem montado.**  
Fonte: Os Autores, 2019.



**Figura 26 - Dispenser montado.**  
**Fonte: Os Autores, 2019.**

#### 4.3. FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

A partir do momento que todos os componentes forem instalados corretamente em conjunto com as suas fontes de alimentação, é possível ativar o botão “ligar”.

Ao ser ativado, é enviado um sinal HIGH para o Arduino para o acionamento do motor do dispenser, liberando uma embalagem para ser carregada.

Após a liberação na esteira de pesagem, a esteira carregadora será ativada, contendo os morangos carregados pelo agricultor iniciem o processo de embalagem.

Esses morangos são despejados de forma lenta e cuidadosa dentro da embalagem, até que o peso previamente estipulado seja atingido.

No momento que o peso for atingido, a esteira carregadora será desligada, e a esteira de pesagem será ativada até chegar na posição de fechamento, para que dessa forma, o operador apenas necessite realizar a selagem da embalagem.

Alguns segundos após, caso a máquina continue ligada, será despejada mais uma embalagem iniciando o ciclo novamente.

#### 4.4. CIRCUITO AUXILIAR DE FIM DE CURSO

Para captar o sinal para iniciar o processo e controlar o dispenser, foi necessário a implementação de um circuito auxiliar, cuja a função era deixar como estado padronizado LOW, apenas após o acionamento da chave ON/OFF ou fim de curso, o estado mudaria para HIGH, assim, realizando a próxima ação definida.

#### 4.5. CÓDIGO DE IMPLEMENTAÇÃO

O código implementado será explicado por partes, a partir das especificações das pinagens e bibliotecas importadas aos estados da máquina. Primeiramente, para realizar a implementação do código, foi utilizado a relação de pinagem descrita na Tabela 8.

**Tabela 8 - Pinagem do Arduino.**

Pino	Descricao
D1	Não utilizado
D2	Não utilizado
D3	Chave ON/OFF
D4	Fim de Curso 1
D5	Fim de Curso 2
D6	Acionamento 1 - Motor Dispenser
D7	Acionamento 2 - Motor Dispenser
D8	Acionamento 1 - Motor Esteira Carregadora
D9	Acionamento 2 - Motor Esteira Carregadora
D10	Acionamento 1 - Motor Esteira Balança
D11	Acionamento 2 - Motor Esteira Balança
D12	Data out da Balança (DOUT)
D13	Balança CLK
Vcc	Alimentação 5V
GND	Referencia

**Fonte: Os Autores, 2019.**

Essa relação está especificada na Figura 27, identificando cada entrada digital com sua variável que será utilizada durante o processo de pesagem e embalagem.

```
1 #include "HX711.h"
2
3 #define P3 3 // Botao Ligar
4 #define P4 4 // Fim de Curso
5 #define P5 5 // Fim de Curso
6 #define P6 6 // Motor Dispenser
7 #define P7 7 // Motor Dispenser
8 #define P8 8 // Motor Esteira carregadora
9 #define P9 9 // Motor Esteira Carregadora
10 #define P10 10 // Motor Esteira de fechamento
11 #define P11 11 // Motor Esteira de fechamento
12 #define DOUT 12 // Dout balanca
13 #define CLK 13 // CLK Balanca
```

**Figura 27 - Especificação entradas Digitais.**  
**Fonte: Os Autores, 2019.**

Conforme a Figura 28 o código foi declarado as variáveis globais do código e houve a instancialização do objeto da balança, nomeado como 'scale'. Seu fator de calibração foi definido em -18000, esse valor foi encontrado a partir de diversos testes utilizando um objeto com peso conhecido de 500g.

```
14
15 HX711 scale; // instancia balanca
16 float calibracao = -18000 ;
17
18
19
20 int P_flag = 0;
21 int Inicio = 0;
22 int Stage = 0;
23 int MD_Flag = 0;
24 float Peso;
25 int FC1;
26 int FC2;
27 int temp;
```

**Figura 28 - Variáveis globais.**  
**Fonte: Os Autores, 2019.**

No Arduino, a função `void setup()` é executada no começo o programa e serve para configurar os pinos e estabelecer a comunicação serial com o computador. Nessa parte definimos todas as saídas dos motores como LOW e zeramos a balança, como podemos ver na Figura 29.

```
28 void setup()
29 {
30 // Input Botao
31 pinMode(P3, INPUT);
32 pinMode(P4, INPUT);
33 pinMode(P5, INPUT);
34 // Inicializa motor dispenser
35 pinMode(P6, OUTPUT);
36 pinMode(P7, OUTPUT);
37 // Inicializa motor Carragadora
38 // Inicializa motor fechamento
39 Serial.begin(9600);
40 Serial.println("TEST iniciar");
41 digitalWrite(P6, LOW);
42 digitalWrite(P7, LOW);
43 digitalWrite(P8, LOW);
44 digitalWrite(P9, LOW);
45 digitalWrite(P10, LOW);
46 digitalWrite(P11, LOW);
47 //pesagem
48 scale.begin(DOUT, CLK);
49 scale.set_scale(calibracao); //valor obtido após calibração da balança
50     scale.tare(); //Reseta a balança para 0, prevendo que esteja sem peso
51 }
```

**Figura 29 - Função setup().**  
**Fonte: Os Autores, 2019.**

Definimos uma função para frear, desligar e sinalizar o desligamento do motor do dispenser, de acordo com a Figura 30.

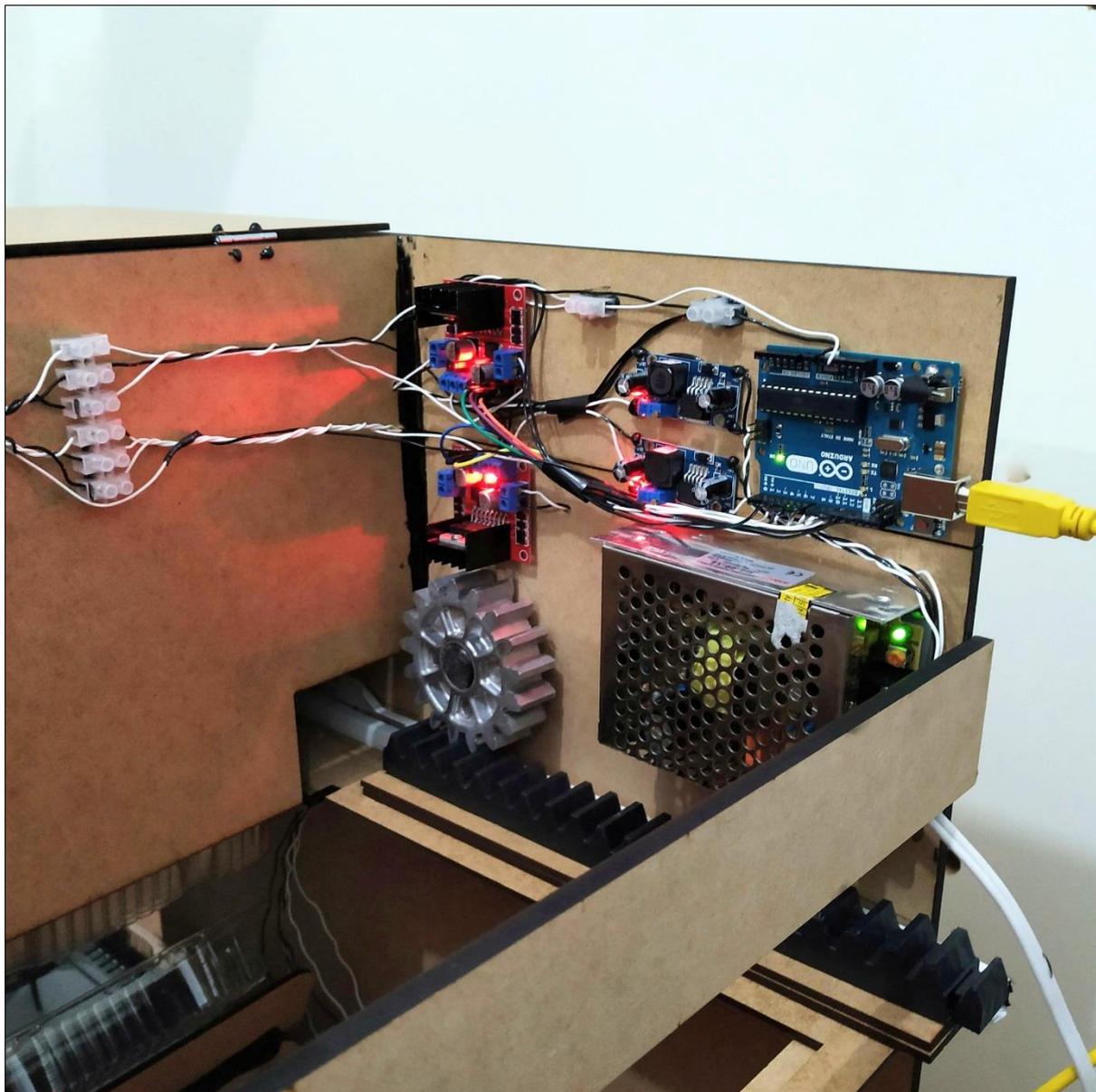
```
52 void M_Dispenser_Off() //desliga motor dispenser
53 {
54   Serial.println("MOTOR OFF");
55   if (MD_Flag == 1)
56   {
57     digitalWrite(P6, HIGH);
58     digitalWrite(P7, HIGH);
59     delay(1000);
60     MD_Flag = 0;
61   }
62   digitalWrite(P6, LOW);
63   digitalWrite(P7, LOW);
64 }
```

**Figura 30 - Função desligar motor.**  
**Fonte: Os Autores, 2019.**

A função void loop realiza infinitas interações no arduino, nessa parte que deve conter o código do processo que pode ser visto no Apêndice A. A sequência foi definida em três estágios: O estágio 0, no o motor do dispenser e ativado no sentido horário, aciona o primeiro fim de curso para ser ativado no sentido anti-horário, assim despejando a primeira embalagem; o estágio 1 no qual consiste em ligar o motor da esteira carregadora até o peso estipulado seja atendido; e o estágio 2 no qual o motor da esteira carregadora é desligado e o motor de fechamento é ligado para o despejo e fechamento da embalagem.

#### 4.6. INTEGRAÇÃO E TESTE DO PROJETO

Após a montagem de todos os itens do circuito elétricos Figura 31.



**Figura 31 - Circuito elétrico.**  
**Fonte: Os Autores, 2019.**

Para os testes funcionais, inicialmente foi alimentada a máquina com morangos manualmente, e foi realizada a integração mecânica do projeto, mostrada na Figura 32.



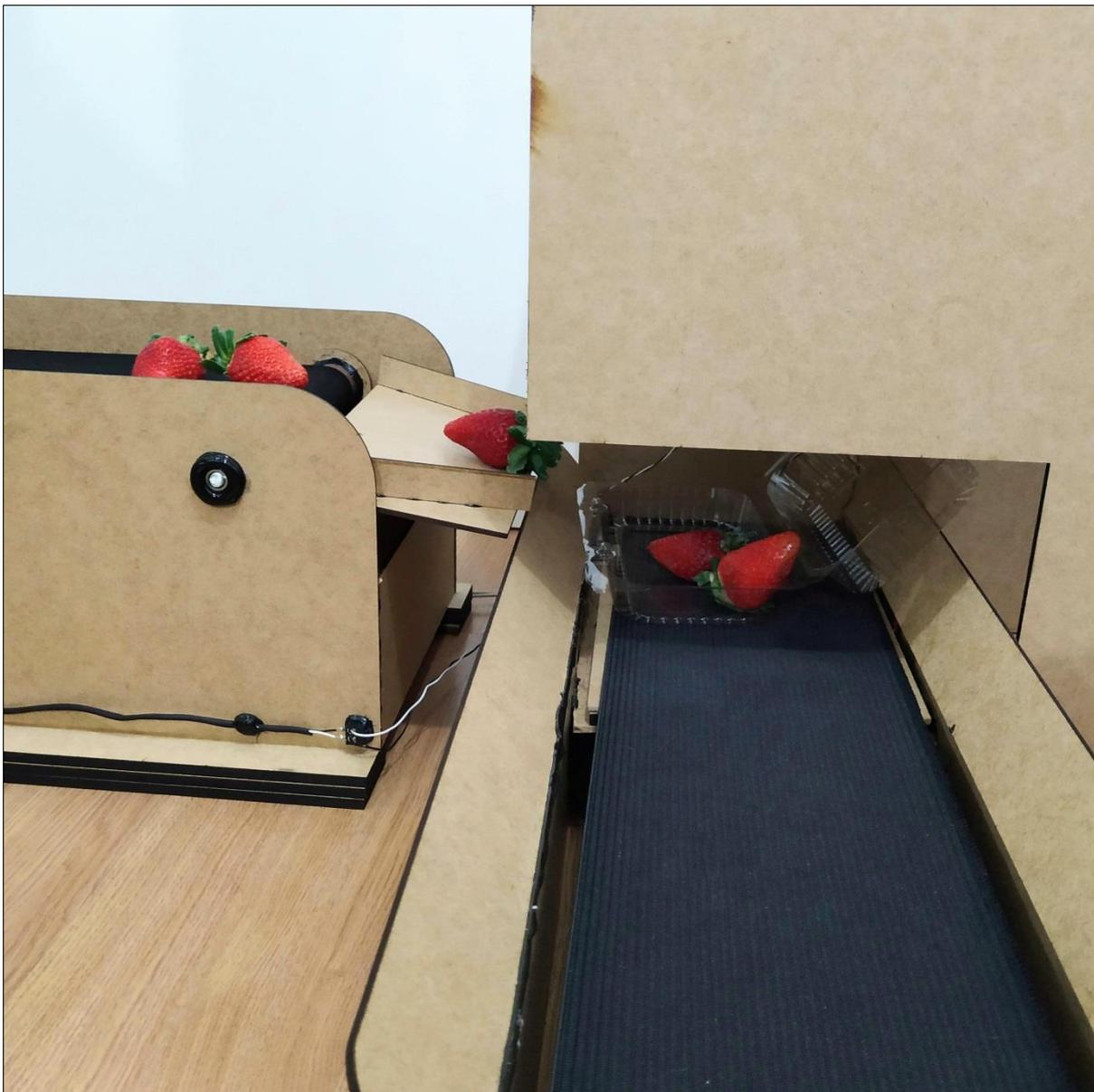
**Figura 32 - Dispositivos integrados no projeto.**  
**Fonte: Os Autores, 2019.**

No procedimento seguinte foi ligada a empacotadora para o dispenser liberar a primeira embalagem, demonstrada na Figura 33.



**Figura 33 - Dispenser liberando embalagem.  
Fonte: Os Autores, 2019.**

Após o peso ser atendido, a esteira de pesagem foi ativada e a embalagem foi conduzida para a área de fechamento como visto na Figura 34.



**Figura 34 - Área de fechamento.**  
**Fonte: Os Autores, 2019.**

#### 4.7. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso foi excepcional e inovadora, distinto dos padrões convencionais, por se tratar de uma proposta inédita, devido a estrutura relacionar o trabalho em atividades intergrupos formados por quatro equipes

A princípio, essa estrutura possibilitou uma experiência jamais obtida em sala de aula, convencionalmente com um olhar voltado para temas teóricos, e a prática que conduz os alunos a remeterem em áreas industriais.

Portanto, com o auxílio e parceria da SEBRAE, permitiu que tivéssemos uma outra visão, não apenas no âmbito industrial, mas também para que pudéssemos observar as outras possibilidades e oportunidades de empregar o conhecimento e tecnologia no agronegócio.

Devido a essa ação colaborativa, nossos grupos tiveram acesso aos produtores de morangos e conseqüentemente, foi possível realizar visitas técnicas e avaliativas nas suas produções, durante a estadia foi possível identificar, no processo de produção, algumas dificuldades ou atividades que consumiam tempo em demasia, posteriormente, foi discutido e planejado processos modulares, particionado entre as equipes, com o intuito de adaptar a tecnologia e conhecimento adquirido na universidade, para podermos incluir a automação na produção do morango, focados nessas necessidades identificadas e formas de sanar tais dilemas de produção, os quatro grupos puderam debater em conjunto e verificar formas de trabalho e separar por temáticas essa grande cadeia produtiva.

Trabalhar com uma vertente não industrial, proporcionou-nos a diversificação e a oportunidade de ter contato com uma área totalmente aberta para novas ideias, tecnologias, precisando de força intelectual para criar novos projetos, além de ser uma área muito interessante e gratificante de se atuar.

No que se diz respeito ao projeto, foi possível desenvolver soluções tecnológicas de automação, de forma modular, que conseqüentemente foram integradas para constituir o dispositivo de empacotamento e pesagem de morangos produzidos na agricultura familiar na região metropolitana de Curitiba.

Para isso foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre a produção agrícola e automação, com os principais elementos que norteiam o tema. Foi analisado alguns processos de empacotamentos e verificado dentre eles, o procedimento mais propício para o projeto, dessa forma foi possível identificar que o projeto é escalável a nível das atividades dos produtores e posteriormente criar novos aprimoramentos no dispositivo com materiais mais robustos.

Com os testes do projeto, foi possível validar o processo de automação da pesagem e empacotamento semiautomática, além da composição do sistema e sua estrutura, montagem, códigos e funcionamento, totalizados na integração do dispositivo.

Para confecciona-lo utilizamos o valor de 530,00 reais, no qual apenas engloba a aquisição dos componentes eletrônicos, do MDF e do corte a laser para o protótipo final. Houve outros custos relacionados ao projeto de prototipagem que não estão inclusos neste valor.

#### 4.7.1. Dificuldades

Foram necessárias cinco prototipações com materiais diferentes, om intuito de testar e validar diversas hipóteses, durante o processo foram modificadas as dimensões e resistência da estrutura, elevando os gastos e o consumo do tempo. E a própria parte estrutural mecânica, devido a montagem ser delicada e modular.

Encontrar material ideal para a esteira que não cedesse, que permitisse obter firmeza nos eixos e a tração certa para manter a esteira em funcionamento de forma continua, foram necessários vários testes com materiais emborrachados e tecidos, para finalmente poder encontrar o material ideal para o projeto.

Devido ao tamanho do protótipo foi um processo árduo encontrar um eixo compatível que fosse padronizado, como não foi possível encontrar um tamanho comercial e viável, foi necessária adaptações para atender a esse fim.

Outra dificuldade encontrada foi obter no mercado componentes eletrônicos para o tamanho do projeto.

#### 4.7.2. Sugestões

Realizar o trabalho de conclusão de curso intergrupos foi extremamente interessante, porém foi sentida ao longo do processo, por se tratar de uma atividade

que demanda várias áreas do conhecimento, a necessidade de ter outros tipos de profissionais de outras áreas, como por exemplo, químicos, biólogos, designers, administradores, entre outros, não apenas engenheiros, portanto, seria interessante para que os departamentos da universidade conseguissem futuramente criar opções de TCC intercurso, relacionado a um único tema à diversas áreas de cursos da instituição, dessa forma, poderia ser obtido estudos, pesquisas e trabalhos mais otimizados.

A partir do projeto concluído, fica como sugestão do grupo, para os próximos trabalhos de conclusão de curso, viabilizar outros métodos de escalabilidade do dispositivo de empacotamento e pesagem, com novos materiais que estimulem a robustez na estrutura da máquina.

## REFERÊNCIAS

Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário. **O que é a agricultura familiar**, 2016. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/o-que-%C3%A9-agricultura-familiar>. Acesso em: 16 out. 2018.

ALTAFIN, I. Reflexões sobre o conceito de agricultura familiar. Brasília, 2005.

ANDOLFATO, R. P., CAMACHO, R. P., BRITO, G. A. Extensometria Básica, 2004. 46f. Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira 2004.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2018 / Benno Bernardo Kist... [et al.]. – Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 2018.88 p. : il.

Arduino. Arduino. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>  
Acesso em 06 jun 2019,

Arduino. Arduino Uno. Disponível em: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>  
Acesso em 06 jun 2019,

Association of Business Process Management Professionals – Guide to the Business Process Management Body of Knowledge (BPM CBOK®) – Edition 2009.

Avia Semiconductor. Disponível em:

[https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711\\_english.pdf](https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf) Acesso em: 06 jun 2019.

BARBI, Ivo. Projetos de Fontes Chaveadas. Florianópolis: Edição do Autor, 2001.

Baú da Eletrônica. Figura Conversor ad HX711. Disponível em: <http://www.baudaeletronica.com.br/modulo-conversor-hx711-para-sensor-de->

peso.html?gclid=EAlaIQobChMlzuaZ3uL74gIVEA2RCh2BwwKoEAYYASABEgImC\_  
D\_BwE Acesso em: 06 jun 2019.

BLACK, J.T. O Projeto da Fábrica com Futuro. Porto Alegre: Bookman, 1998.

BRON I. U., JACOMINO A. P. Classificação de frutos por “climatério” é conceito em extinção? 2007. Disponível em <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va07-fisiologia01.pdf>. Acesso em: 19 jun 2019.

BUAINAIN A. M. et al. Tecnologia de gestão e agricultura familiar. In: BUAINAIN, A. M. (Coord.). Agricultura familiar e inovação tecnológica no Brasil: características, desafios e obstáculos. Campinas: Editora da Unicamp, 2007.

CARDOSO D. Driver motor com Ponte H L298n – Controlando Motor DC com Arduino. 2017. Disponível em <https://portal.vidadesilicio.com.br/driver-motor-com-ponte-h-l298n/>. Acesso em: 06 jun 2019.

CARDOSO D. Ponte H L298N – Controlando a velocidade de um motor DC com PWM. 2017. Disponível em <https://portal.vidadesilicio.com.br/ponte-h-l298n-control-velocidade-motor/>. Acesso 06 jun 2019.

CAVACO, Marco Antonio M.; Medição de Grandezas Mecânicas. Florianópolis, 2006.

CHAMPMAN, Stephen J. Fundamentos de Máquinas Elétricas. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

CHAVIER, L. F. Programação para Arduino – Primeiros Passos. Disponível em: <https://www.circuitar.com.br/tutoriais/programacao-para-arduino-primeiros-passos/>. Acesso 06 jun 2019.

CHITARRA M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças. Fisiologia do manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 735p.

Conceito De. **Conceito de Empresas**, 2018. Disponível em:  
<https://conceito.de/empresa>. Acesso em: 16 out. 2018.

Continuum Mechanics Website. 2017. Figura Strain Gauge.  
<https://www.continuummechanics.org/straingauges.html>. Acesso em: 06 jun 2019

COUTO ROSA, S.L.- agricultura familiar e desenvolvimento local sustentável,1998.

CURY, Antonio. Organização e métodos: uma visão holística. – 7. ed. rev. E ampl. – São Paulo: Atlas, 2000.

DE LIZ, Muriel Bittencourt. Contribuição para a redução da interferência eletromagnética em fontes chaveadas. Universidade Federal de Santa Catarina (tese de doutorado). Florianópolis, 2003

Embrapa. **Automação e agricultura de precisão**, 2018. Disponível em:  
<https://www.embrapa.br/tema-mecanizacao-e-agricultura-de-precisao/nota-tecnica> .  
Acesso em: 16 out. 2018.

FLEMING, R. (1988). Undergraduate science students' views on the relationship between science, technology and society. International Journal of Science Education

GOMES, P. Fruticultura brasileira. 13.ed. São Paulo: Nobel, 2007.

GROOVER, M. P. – Automation Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing. New Jersey. Prentice – Hall, 2001.

GUDWIN, R. R. Contribuições ao Estudo Matemático de Sistemas Inteligentes – Tese de Doutorado - DCA-FEEC-UNICAMP – Maio 1996.

HENRIQUE C. M., CEREDA M. P. Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria Ananassa Duch*) cv IAC Campinas, 1999. Ciência e Tecnologia em Alimentos.

HENZ, Gilmar P. Desafios enfrentados por agricultores familiares na produção de morango no Distrito Federal. Hortic. Bras. [online]. 2010.

IAP Instituto Ambiental do Paraná. **O que é Pequena Propriedade ou Posse Rural Familiar**, 2018. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/pagina-1324.html> . Acesso em: 16 out. 2018.

J. C. Fachinello, M. S. Pasa, J. D. Schmtiz and D. L. Betemps, “Situation and Perspectives of Temperate Fruit Crops in Brazil,” Revista Brasileira de Fruticultura, Vol. 33, No. 1, 2011, pp. 109-120

JR, L. J., MARTINS C. A. Extensometria Básica Ponta Grossa, 2012.70p, 1ªed.

LION, C. G. Mitos e Realidades na Tecnologia Educacional. In.: LITWIN, E. (org.) (1997).

LOURENZANI, W. L. et. al. O papel da certificação no programa de desenvolvimento da fruticultura na região da Nova Alta Paulista. Fev. 2006.

MARTINE, G. Fases e faces da modernização agrícola brasileira. Planejamento e Políticas Públicas, v.1, n.3, pag. 3-44, jun. 1990.

MCROBERTS, M. Arduino básico. 1. ed. São Paulo: Novatec Editora, 2011.

MEIRELLES, Hely Lopes. Direito Administrativo Brasileiro, 24ª ed. São Paulo, Malheiros Editores, 1999.

MEIRELES, Manuel. Teorias da administração: clássicas e modernas. São Paulo: Futura, 2003.

OLIVEIRA, Thiago Bueno de. Os serviços sociais autônomos e a vedação ao retrocesso social. Brasília, 2013. 16f. - Artigo (Especialização). Instituto Brasiliense de Direito Público.

PACEY, A. (1990). La cultura de la tecnología. Cidade do México: Fondo de Cultura Económica

PEDROSO, M.C. Uma metodologia de análise estratégica da tecnologia. Gestão Produção. 1999.

PEREIRA, Mônica Cox de Britto. Revolução Verde In: Dicionário da Educação do Campo. / Organizado por: CALDART Roseli Salete, et al. – Rio de Janeiro, São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular, 2012. p. 687 a 691.

PINTO, Álvaro Vieira. O Conceito de Tecnologia. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005. 1v.

Portal São Francisco. **Alimentos**, 2018. Disponível em: <<https://www.portalsaofrancisco.com.br/alimentos/morango> >. Acesso em: 16 out. 2018.

Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Nº 11.326, de 24 de Julho de 2006**. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm). Acesso em: 16 out. 2018.

Reis, Claiton – Sistemas Operacionais para Sistemas Embarcados, Tutorial, Editora: EDUFBA, BRASIL, 2004.

Ribeiro, M. A. (1999). Automação Industrial, 3ªed. Tek Treinamento & Consultoria Ltda. Salvador – BA.

RIBEIRO, M. A. Instrumentação. Apostila Técnica. 2005.

RODRIGUES, A. M. M. Por uma filosofia da tecnologia. In: Grinspun, M.P.S.Z.(org.). Educação Tecnológica - Desafios e Perspectivas. São Paulo: Cortez, 2001

ROSA, S. L. C. Agricultura familiar e desenvolvimento local sustentável. Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural (XXXVII, Foz do Iguaçu, ago. 1999).

ROSEMANN, M.; de Bruin, T. (2005) "Towards a Business Process Management Maturity Model". Proceedings of the 13th European Conference on Information Systems ECIS

SANHUEZA, R. M. V. Sistema de produção de morango para mesa na região da Serra gaúcha e Encosta Superior do Nordeste. Embrapa Uva e Vinho. Sistema de Produção. 2005.

SANTOS Francis dos; TONEZER Cristiane; RAMBO, Anelise Graciele. Agroecologia e agricultura familiar: um caminho para a soberania alimentar? In: Sober 47º Congresso, sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural, Porto Alegre 26 a 30 de julho de 2009 - RS-BRASIL. 2009 p.1-19.

Sebrae. **O que fazemos**, 2018. Disponível em:

[http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/canais\\_adicionais/o\\_que\\_fazemos](http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/canais_adicionais/o_que_fazemos) .

Acesso em: 16 out. 2018.

SILVA, Márcia S.; DIAS, Mário S. C; PACHECO, Dilermando D. Desempenho produtivo e qualidade de frutos de morangueiros produzidos no norte de Minas Gerais. *Horticultura Brasileira*, [s.l.], v. 33, n. 2, p. 251-256, jun. 2015.

SILVA. P. A. Qualidade de morangos cultivados na região de Lavras – MG, armazenados em temperatura ambiente. 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SILVEIRA, C. B. Motor CC: Saiba como Funciona e de que forma Especificar. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/motor-cc/>> Acesso em: 06 jun 2019.

So Biologia. **Frutos e Sementes**, 2018. Disponível em:

[https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Morfofisiologia\\_vegetal/morfovegetal12.php](https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Morfofisiologia_vegetal/morfovegetal12.php)  
p . Acesso em: 16 out. 2018.

SOUZA, C. A; ZWICKER, R. Ciclo de vida de sistemas ERP. Caderno de pesquisas em administração, São Paulo, 2000.

SOUZA FILHO, H. M. et al. Agricultura familiar e tecnologia no Brasil: características, desafios e obstáculos. In: congresso da sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural, 2004.

SOUZA, M. V.; MEDEIROS, J. V. Afinal o que é Business Process Management(BPM) Um novo conceito para um novo contexto. 2008

SUÁREZ, L.L. Conhecimento Sensorial – Uma Análise segundo a Perspectiva da Semiótica Computacional, Tese de Mestrado - DCA-FEEC-UNICAMP, 2000

SPECHT, Suzimary; BLUME, Roni. A competitividade da cadeia do morango no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO SOBER, 48., 2010, Campo Grande. Anais, Campo Grande, jul. 2010.

Toda Biologia. **Pseudofrutos**, 2018. Disponível em:

<https://www.todabiologia.com/botanica/pseudofrutos.htm> . Acesso em: 16 out. 2018.

TOLMASQUIM, A. T. Instrumentalização e Simulação como Paradigmas da Ciência Moderna. 1989.

TOMASETTO, M. Z. C.; LIMA, J. F.; SHIKIDA, P. F. A. Desenvolvimento local e agricultura familiar: o caso da produção de açúcar mascavo em Capanema Paraná. INTERAÇÕES, Campo Grande, v. 10, n. 1, p. 21-30, jan./jun. 2009. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1518-70122012000100004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1518-70122012000100004&script=sci_arttext). Acesso em 09/10/2018.

VARGAS, M. (1994). Para uma filosofia da tecnologia. São Paulo: Alfa Omega.

VEIGA, J. E. Agricultura familiar e sustentabilidade. Cadernos de Ciência e Tecnologia. Brasília, DF, v. 13, n. 3, p. 383-404, set./dez. 1996. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1518-70122012000100004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1518-70122012000100004&script=sci_arttext). Acesso em: 09/10/2013

VERASZTO, E. V., SILVA, D., SIMON, F. O., BARROS FILHO, J., BRENELLI, R. P. O caráter multidisciplinar da Educação Tecnológica: desenvolvendo atividades práticas contextualizadas a partir de uma releitura dos Parâmetros Curriculares Nacionais In: Desafios da Educação neste século: pesquisa e formação de professores. 1 ed. Cruz Alta/RS : Centro Gráfico UNICRUZ, 2003

VESENTINI, José William. Sociedade e Espaço: geografia geral e do Brasil. São Paulo: Ática, 2005.

**APÊNDICE A - Código do processo**

```
65     void loop()
66     {
67         Inicio = digitalRead(P3);
68
69         if (Inicio == 1) {
70             Serial.println("Chave ON");
71         }
72         else if ( Inicio == 0)
73         {
74             Serial.print(temp);
75             Serial.println("Chave OFF");
76         }
77         FC2 = digitalRead(P5);
78         switch (Stage) {
79             case 0:
80                 delay(1000);
81                 if (Inicio == 0 )
82                 {
83                     digitalWrite(P6, LOW);
84                     digitalWrite(P7, LOW);
85                     delay(1000);
```

```
86         }
87         if (Inicio == 1 )
88         {
89             if ( P_flag == 0)
90             {
91                 while ( FC1 == 0 and MD_Flag == 0)
92                 {
93                     FC1 = digitalRead(P4);
94                     Serial.println("Motor Positivo");
95                     digitalWrite(P6, HIGH);
96                     digitalWrite(P7, LOW);
97                     delay(300);
98                     P_flag = 1;
99                 }
100            }
101            if ( P_flag == 1 and MD_Flag == 0)
102            {
103                FC2 = digitalRead(P5);
104                M_Dispenser_Off();
105                Serial.println("Motor Negativo");
106                digitalWrite(P6, LOW);
107                digitalWrite(P7, HIGH);
108                if (FC2 == 1)
```

```
109         {
110             Stage = 1;
111             MD_Flag = 1;
112         }
113     }
114 }
115 break;
116 case 1:
117     M_Dispenser_Off();
118     Serial.println("STG 1");
119     digitalWrite(P8, HIGH);
120     digitalWrite(P9, LOW);
121     delay(1000);
122     Serial.println("Leituras:");
123     Peso = scale.get_units();
124     Serial.print(scale.get_units(), 1); //captura saida da balanca
125     Serial.print(" Kg");
126     Serial.println();
127     if (Peso >= 0.3 )
128     {
129         Stage = 2;
130     }
131     break;
```

```
132     case 2:
133         Serial.println("Stage 2 inicio");
134         // freio esteira carregadora
135         {
136             Serial.println("Freio Esteira Carregadora");
137             digitalWrite(P8, HIGH);
138             digitalWrite(P9, HIGH);
139             delay(500);
140         }
141         // Ponto morto esteira carregadora
142         {
143             Serial.println("Ponto Morto Esteira Carregadora");
144             digitalWrite(P8, LOW);
145             digitalWrite(P9, LOW);
146             delay(500);
147         }
148         {
149             // Liga esteira de fechamento
150             Serial.println("Liga Esteira Fechamento");
151             digitalWrite(P10, HIGH);
152             digitalWrite(P11, LOW);
153             delay(6000);
154         }
```

```
155         // Freio esteira de fechamento
156
157     {
158         Serial.println("Freio Esteira Fechamento");
159         digitalWrite(P10, HIGH);
160         digitalWrite(P11, HIGH);
161         delay(500);
162     }
163     // Ponto morto esteira de fechamento
164     {
165         Serial.println("Ponto Morto Esteira Fechamento");
166         digitalWrite(P10, LOW);
167         digitalWrite(P11, LOW);
168         delay(500);
169         Stage = 0;
170     }
171     break;
172 }
173
174 }
```