

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

**PROJETO DE UM SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM
PARA UM MÓDULO INSTRUCIONAL DIDÁTICO**

**Bagé
2020**

VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

**PROJETO DE UM SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM
PARA UM MÓDULO INSTRUCIONAL DIDÁTICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Cesar Antônio Mantovani

**Bagé
2020**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

S211p Sanches, Vinícius Rodrigues

Projeto de um sistema de dosagem e pesagem para um
módulo instrucional didático / Vinícius Rodrigues
Sanches.

132 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)--
Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA DE PRODUÇÃO,
2020.

"Orientação: Cesar Antônio Mantovani".

1. Automação industrial. 2. Dosagem. 3. Pesagem. 4.
Módulo instrucional didático. I. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal do Pampa

VINICIUS DE OLIVEIRA SANCHES

**PROJETO DE UM SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM PARA UM MÓDULO
INSTRUCIONAL DIDÁTICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 07 de dezembro de 2020.

Banca examinadora:

Prof. Me. Cesar Antônio Mantovani
Orientador
UNIPAMPA

Prof. Me. Vanderlei Eckhardt
UNIPAMPA

Prof. Me. Rui Rosa de Moraes Junior
UNIPAMPA



Assinado eletronicamente por **VANDERLEI ECKHARDT, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 15/12/2020, às 16:16, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **CESAR ANTONIO MANTOVANI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 15/12/2020, às 16:24, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **RUI ROSA DE MORAIS JUNIOR, Técnico de Laboratório Área**, em 15/12/2020, às 16:39, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0427943** e o código CRC **3603D6E9**.

Referência: Processo nº 23100.017901/2020-60 SEI nº 0427943

RESUMO

A maioria dos centros de formação na área de tecnologia utilizam estratégias de ensino como módulos didáticos para apoiar o processo de aprendizagem. O Laboratório de Fabricação da Universidade Federal do Pampa – campus Bagé - possui um Módulo Instrucional Didático, desenvolvido por discentes do curso de Engenharia de Produção, que simula uma linha de inspeção industrial que contém algumas funcionalidades de automação. Esse trabalho baseia-se no princípio de que o mesmo pode ser aprimorado pela introdução de novas funcionalidades capazes de simular um sistema automático de dosagem e pesagem que possui ampla utilização no setor industrial. Ao idealizar um sistema automatizado, pretende-se aproximá-lo da realidade das indústrias atuais. Portanto, a proposta do trabalho é projetar um sistema de dosagem e pesagem de matéria-prima, de forma a incorporá-lo ao Módulo Instrucional Didático existente e assim ampliar as suas funcionalidades. A finalidade é explorar as temáticas de automação e permitir aos discentes, durante seu ciclo de formação, visualizarem os conhecimentos teóricos e práticos de um cenário industrial. Para atingir os objetivos utilizou-se uma metodologia de processo de desenvolvimento de produto. Como resultados deste trabalho, apresenta-se o desenvolvimento do projeto e as fases da metodologia adotada. Finaliza-se com os desenhos técnicos e as especificações necessárias para a construção do sistema de dosagem e pesagem.

Palavras-chave: Automação industrial. Dosagem. Pesagem. Módulo instrucional didático.

ABSTRACT

Most of technology training centers use education strategies as didactic modules to support the learning process. The Manufacturing Laboratory of the Federal University of Pampa - Bagé campus - has a Didactic Instructional Module, developed by students of the production engineering graduation, which simulates an industrial inspection line and which has some automation resources. This work is based on the principle that can be improved by introduction of new functionalities capable of simulating an automatic weighing and dosing system, enabling wide use in the industrial sector. When idealizing an automated system, it is intended to bring it closer to the reality of today's industries. Therefore, the proposal of the work is to design a system to dose and weigh the raw material to incorporate the Didactic Instructional Module and expand functionalities. The purpose is to explore the thematic of automation and allow students, during their training cycle, to view the theoretical and practical knowledge of an industrial scenario. To achieve the objectives, a product development process methodology was used. As results of this work, the development of the project and the phases of the adopted methodology are presented. It ends with the technical drawings and the necessary information for the construction of the dosing and weighing system.

Keywords: Industrial automation. Dosing. Weighing. Didactic instructional module.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Elementos de um sistema automatizado	19
Figura 2 – A automação relativa ao volume da produção e variedade do produto..	20
Figura 3 – Conceito de automação	22
Figura 4 – Tipos de automação industrial	22
Figura 5 – Conceito de chave	23
Figura 6 – Esquema de um sistema hidráulico	24
Figura 7 – Componentes e principais métodos de projetos de comandos binário ..	26
Figura 8 – Relação entre entradas e saídas do sistema	28
Figura 9 – Componentes de um controlador lógico programável	29
Figura 10 – Diagrama da construção de um robô	31
Figura 11 – Tipos de equipamentos de transporte	32
Figura 12 – Partes do transportador helicoidal	33
Figura 13 – Sistema de dosagem	34
Figura 14 – Sistema de medição	35
Figura 15 – Célula de carga	36
Figura 16 – Processo de desenvolvimento de produto	38
Figura 17 – Principais saídas das fases da metodologia	39
Figura 18 – Lista das ferramentas, técnicas e instrumentos	40
Figura 19 – Módulo instrucional didático	41
Figura 20 – Componentes do módulo	42
Figura 21 – Funções presentes no módulo	43
Figura 22 – Fluxograma das etapas do módulo	44
Figura 23 – Diagrama esquemático eletropneumático do módulo	45
Figura 24 – Entradas e saídas utilizadas no módulo	46
Figura 25 – Modelagem do módulo	46
Figura 26 – Ciclo de vida do produto	49
Figura 27 – Etapas das fases do ciclo de vida do produto	50
Figura 28 – Clientes do produto	51
Figura 29 – Clientes ao longo do ciclo de vida do produto	52
Figura 30 – Distribuição dos clientes ao longo do ciclo de vida	52
Figura 31 – Necessidades dos clientes	53
Figura 32 – Requisitos óbvios	53

Figura 33 – Requisitos dos clientes	54
Figura 34 – Requisitos do projeto	55
Figura 35 – Função global do sistema	58
Figura 36 – Funções parciais do sistema	59
Figura 37 – Função elementar um - armazenar material	59
Figura 38 – Função elementar dois - fornecer potência	60
Figura 39 – Função elementar três - interagir com o clp	60
Figura 40 – Função elementar quatro - receber a caixa	60
Figura 41 – Função elementar cinco - transportar material	61
Figura 42 – Função elementar seis - pesar a caixa	61
Figura 43 – Função elementar sete - fechar a caixa	61
Figura 44 – Matriz morfológica	62
Figura 45 – Seleção dos princípios de solução	63
Figura 46 – Esquematização das partes do sistema	64
Figura 47 – Esquematização da calha limitadora e rosca transportadora	64
Figura 48 – Partes do sistema microeletrônico	65
Figura 49 – Alternativa um do sistema de dosagem e pesagem	67
Figura 50 – Alternativa dois do sistema de dosagem e pesagem	68
Figura 51 – Outras propostas de alternativas	68
Figura 52 – Alternativas para fechar caixa	69
Figura 53 – Conceito final do sistema por partes	70
Figura 54 – Conceito final	71
Figura 55 – Conceito final junto ao módulo	72
Figura 56 – Origem dos componentes e dispositivos	74
Figura 57 – Sistema microeletrônico	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dimensões da caixa	47
Tabela 2 – Massa das caixas	47
Tabela 3 – Especificações-meta do sistema	56
Tabela 4 – Especificações-meta em partes do sistema	57
Tabela 5 – Lista de dispositivos e materiais	73
Tabela 6 – Custos do projeto	75

LISTA DE SIGLAS

3D – Três dimensões

CAD – *Computer-Aided Design* – Desenho Assistido por Computador

CLP – Controlador Lógico Programável

CPU – Unidade Central de Processamento

DEM – Departamento de Engenharia Mecânica

GND – *Gemeinsame Normdatei* – *Graduated neutral density filter* – *ground* - Filtro graduado de densidade neutra – terra

IES – Instituições de Ensino Superior

LAFAB – Laboratório de Fabricação

LED – *Light Emitting Diode* – Diodo Emissor de Luz

PDP – Processo de Desenvolvimento de Produto

PVC – Policloreto de vinila

RGB – *Red Green Blue* – Vermelho Verde Azul

STL – *Stereo Litographic Language or Standard Template Library* – Biblioteca de Modelos Padrão

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

UFBA – Universidade Federal da Bahia

UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa

USB – *Universal Serial Bus* – Porta Serial Universal

VCC – *Voltage Common Collector* – Tensão Corrente Contínua

LISTA DE SÍMBOLOS

Ø – Diâmetro

° – Graus

R – Raio

Ω – Ohm

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos	15
1.1.1	Objetivo geral	15
1.1.2	Objetivos específicos	15
1.2	Justificativa	15
1.3	Estrutura do trabalho	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Automação	18
2.2	Automação industrial	19
2.3	Tipos de automação industrial	20
2.3.1	Automação industrial mecânica	23
2.3.2	Automação industrial eletromecânica	23
2.3.3	Automação industrial hidráulica	24
2.3.4	Automação industrial pneumática	25
2.3.5	Automação industrial eletropneumática	27
2.3.6	Automação industrial pneutrônica	28
2.3.7	Automação industrial robótica	30
2.4	Armazenagem e transporte de materiais	31
2.4.1	Armazenagem de materiais	31
2.4.2	Transporte de materiais	32
2.4.3	Transportador helicoidal	33
2.5	Sistema de dosagem e pesagem	33
2.5.1	Sistema de dosagem	34
2.5.2	Sistema de pesagem	35
3	METODOLOGIA	37
3.1	Método de pesquisa	37
3.2	Delineamento do trabalho	38
3.3	Ferramentas, técnicas e instrumentos	40
4	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	41
4.1	Módulo instrucional didático	41
4.1.1	Componentes	42

4.1.2	Funções	43
4.1.3	Funcionamento do módulo	44
4.1.4	Simulação do sistema	45
4.1.5	Controlador lógico programável	45
4.1.6	Modelagem	46
4.1.7	Caixas	47
4.2	Projeto informacional – resultados	47
4.2.1	Ciclo de vida do produto	49
4.2.2	Necessidades dos clientes	49
4.2.2.1	Clientes	51
4.2.2.2	Clientes ao longo do ciclo de vida do produto	51
4.2.2.3	Definir necessidades dos clientes	53
4.2.3	Requisitos dos clientes	54
4.2.4	Requisitos do projeto	55
4.2.5	Especificações-meta	56
4.3	Projeto conceitual – resultados	58
4.3.1	Função global	58
4.3.2	Funções parciais do sistema	58
4.3.3	Funções elementares do sistema	59
4.3.4	Princípios de solução	61
4.3.5	Partes do sistema	64
4.3.6	Sistema microeletrônico	65
4.3.7	Conceito	66
4.3.7.1	Conceitos iniciais	67
4.3.7.2	Alternativa um para o sistema de dosagem e pesagem	67
4.3.7.3	Alternativa dois para o sistema de dosagem e pesagem	67
4.3.7.4	Concepções alternativas	68
4.3.7.5	Alternativas para o mecanismo de fechar caixa	69
4.3.7.6	Conceito escolhido	69
4.3.8	Conceito final	70
4.3.9	Conceito junto ao módulo	71
4.4	Projeto detalhado – resultados	72
4.4.1	Dispositivos e materiais	73

4.4.2	Origem dos componentes e dispositivos	74
4.4.3	Custos do projeto	75
4.4.4	Esquema microeletrônico	76
4.4.5	Lógica de programação	76
4.4.6	Informações importantes	77
4.4.7	Desenhos técnicos	78
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
	REFERÊNCIAS	80
	ANEXO A – LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO	82
	APÊNDICES	83
	APÊNDICE A – ENTRADAS E SAÍDAS DO SISTEMA	84
	APÊNDICE B – LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO LINGUAGEM LADDER	86
	APÊNDICE C – DESENHOS TÉCNICOS	87

1 INTRODUÇÃO

Os módulos instrucionais didáticos são utilizados para apoiar o processo de ensino e aprendizagem de maneira efetiva, especialmente nas áreas tecnológicas. Um desses módulos está disponível no Laboratório de Fabricação da Universidade Federal do Pampa – campus Bagé, onde é utilizado como ferramenta de apoio às aulas de Fundamentos de Automação Hidráulica e Pneumática.

Esse Módulo simula uma situação real de automação na indústria e apresenta um sistema que contém elementos e mecanismos da automação mecânica, pneumática, eletrônica e pneumática. O mesmo foi desenvolvido em duas etapas. Na primeira, Heck (2017) implantou um sistema que simula uma linha de inspeção automatizada através de componentes eletropneumáticos. Na segunda etapa, Alves (2018) implementou um sistema de controle através da pneumática ao utilizar um Controlador Lógico Programável – CLP, o que aprimorou o funcionamento do mesmo.

Dentre as funcionalidades previstas no Módulo encontram-se dispositivos que simulam situações de transporte e inspeção de materiais. Esses automatismos são utilizados em um ambiente industrial. Existem outras funcionalidades presentes em um ambiente industrial que não são apresentadas no Módulo e, dentre essas funções a pesagem e dosagem no controle de matérias-primas. Tendo em vista essa realidade, acredita-se que ao incorporar um sistema automatizado que simule um processo de pesagem e dosagem ao Módulo existente, o aproximará ainda mais da realidade das indústrias de hoje e, em consequência, proporcionando ao discente uma visão próxima ao cenário das fábricas atuais.

A pesagem e dosagem de materiais é parte essencial na maioria das indústrias. Novas tecnologias, ferramentas e maquinário de controle de insumos são agentes que contribuem na produção da fábrica, portanto, faz-se necessário trabalhadores melhores capacitados para entender esses dispositivos de controle e os elementos por trás das temáticas de automação. Para o mercado receber profissionais melhores qualificados é necessário que as instituições formadoras e, dentre elas as Instituições de Ensino Superior (IES), proporcionem aos discentes uma visão próxima à realidade.

Em face desta constatação, neste trabalho apresenta-se o relato do desenvolvimento do projeto de um sistema de pesagem e dosagem que visa aprimorar o Módulo Instrucional Didático existente compatível com as funcionalidades pré-existentes no mesmo. O projeto dessas novas funcionalidades foi desenvolvido

utilizando de maneira parcial a metodologia de Processo de Desenvolvimento de Produto - PDP apresentada por Rozenfeld *et al* (2006).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral da pesquisa é projetar um sistema de dosagem e pesagem para ampliar as funcionalidades do Módulo Instrucional Didático já existente, disponível no Laboratório de Fabricação (LAFA) da Universidade Federal do Pampa – campus Bagé.

1.1.2 Objetivos específicos

Em relação aos objetivos específicos, pretende-se:

- a) Analisar e verificar o Módulo Instrucional Didático existente, a fim de estabelecer os requisitos de projeto;
- b) Elaborar o conceito do sistema com base nos requisitos do projeto;
- c) Estabelecer as especificações técnicas do sistema de dosagem e pesagem.

1.2 Justificativa

Nas aulas de laboratório, ao longo do curso de graduação de Engenharia de Produção, os módulos instrucionais são utilizados para apoiar o processo de ensino e contribuem para o desenvolvimento dos componentes curriculares. Esses dispositivos são utilizados em concomitância com o embasamento teórico durante as aulas de laboratório do componente curricular de Fundamentos de Automação Hidráulica e Pneumática e podem ser utilizados em outros componentes curriculares, demonstrações e outras atividades que possam vir a ser úteis.

Nos componentes curriculares em áreas de automação, o saber dos conteúdos e dos mecanismos muitas vezes é complexo. Para alguns é fácil de compreender e para outros nem tanto. Isso ocorre porque cada uma das áreas de automação tem dispositivos com funções distintas e necessitam da parte teórica e da prática para

entendê-las. Essa dificuldade de mesclar o teórico com o prático, para muitos torna-se um obstáculo durante a graduação e, por consequência, não adquirem os conhecimentos necessários das temáticas de automação.

O trabalho apresenta uma contribuição adicional na medida em que as temáticas venham a oportunizar conhecimento de diferentes áreas da automação. Para Silveira e Santos (2009), quando se trabalha com questões e temáticas voltadas a Engenharia e Tecnologia, é necessário que o profissional tenha o conhecimento básico de automação e dos processos de produção industrial. Esses assuntos são determinantes na análise do Módulo Instrucional Didático e no desenvolvimento da presente pesquisa.

Um profissional com conhecimento de automação pode contribuir para o processo de melhoria contínua nos processos de chão de fábrica. Para a indústria, influi diretamente no lucro e qualidade nos produtos gerados porque a automação acompanha uma vantagem competitiva ao substituir a mão de obra humana pela máquina. Os retrabalhos e erros no processo de fabricação de produtos ocasionam aumento de custo para a fábrica em virtude dos desperdícios de insumos. Dito isso, é importante dosar e pesar produtos para que não gere desperdícios. Nesse contexto, a automação soluciona e gerencia problemáticas utilizando novas técnicas e tecnologias. Portanto, questões relacionadas com a automação permeiam todo e qualquer contexto nas indústrias em virtude da sua importância.

As instituições universitárias desempenham um papel fundamental no conhecimento. Oportunizam a construção de uma aprendizagem significativa e proporcionam ao discente uma formação teórica e prática. Como estratégia de aprendizagem faz-se o uso de módulos instrucionais didáticos, ferramenta desenvolvida para ensino e fins didáticos através de uma abordagem prática de determinado processo. É importante que os centros acadêmicos cada vez mais disponibilizem ferramentas didáticas desse tipo que sejam capazes de melhorar o aprendizado vindo ao encontro do que se propõe neste trabalho.

A presente pesquisa é um passo inicial para novos projetos. Caso chegue a fase de implantação, apresentará um benefício institucional. Logo, proporcionará ganhos entre instituição e comunidade acadêmica e sociedade nela inserida.

1.3 Estrutura do trabalho

Nesta seção apresenta-se a estrutura do trabalho que se encontra organizado em capítulos. Estes iniciam-se pela Introdução, seguido pelo capítulo do Referencial Teórico e a Metodologia. Segue pelo Desenvolvimento do Projeto e as Considerações Finais. Por fim, as Referências, o Anexo e os Apêndices, nessa ordem.

No primeiro capítulo, introduz-se uma breve contextualização da temática do trabalho, os objetivos propostos, a justificativa e a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo, tem-se o referencial teórico, no qual agrupou-se os principais conceitos relacionados ao tema do trabalho como automação, automação industrial, dosagem e pesagem.

O terceiro capítulo compreende a metodologia, no que diz respeito ao método de pesquisa, o delineamento do trabalho, as ferramentas, técnicas e instrumentos utilizados na elaboração do trabalho.

O quarto capítulo apresenta os resultados da pesquisa no qual detalha-se o Desenvolvimento do Projeto delimitado pela metodologia proposta.

No quinto capítulo contempla-se as considerações finais do trabalho.

As Referências compreendem o conjunto de bibliografias citadas na presente pesquisa.

No Anexo apresenta-se a lógica de programação atual do Módulo Instrucional Didático.

Os Apêndices contêm os resultados obtidos através de técnicas aplicadas como a linguagem de programação e os desenhos técnicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Automação

Em seu processo de evolução o homem buscou meios e mecanismos com o propósito de facilitar o trabalho exigido em determinadas atividades. Silveira e Santos (2009) citam como grandes descobertas, a utilização da roda na Ásia no Quarto Milênio a.C., os moinhos de água na Inglaterra em 1086, o estribo na China, o arado para agropecuária e a agulha magnética para navegação. Estas mudanças marcaram época para a humanidade.

Nesse contexto, Silveira e Santos (2009) relatam que a cada invento, novas necessidades surgiam e o homem reinventava-se. As mudanças no modo de vida das pessoas e o desenvolvimento de novas técnicas desencadearam um processo de desenvolvimento contínuo que resultou na Revolução Industrial, no século XVIII. A invenção, por James Watt, da máquina a vapor foi o principal responsável pela migração do campo para os aglomerados urbanos, onde a automação se firmou nas indústrias.

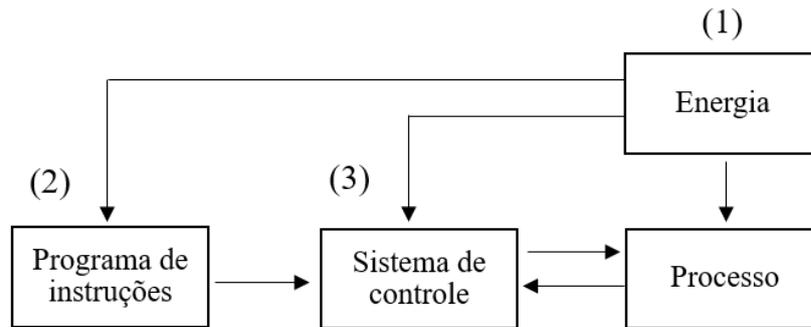
Em relação ao conceito de automação, Ribeiro (2003, p.1) destaca que “automação é a substituição do trabalho humano ou animal por máquina”. Para Quesada (2017), o conceito é mais complexo. A automação é a aplicação de técnicas e informações pelos quais os sistemas são capazes de atuar com mais eficiência. Pode-se auto adaptar e corrigir para diferentes condições por meio de sinais que recebe.

Nesse contexto, Moraes e Castrucci (2010) apresenta que a automação é um sistema apoiado por computador que aperfeiçoa complexas necessidades das indústrias e dos serviços, substituindo a mão de obra humana em prol da segurança, qualidade, rapidez e redução de custos. Para auxiliar na solução de problemas, a automação envolve a implantação de sistemas interligados e assistidos por redes de comunicação através da interface homem-máquina.

Esses sistemas automatizados, segundo Groover (2010) são divididos em 3 elementos básicos, representados na Figura 1. A energia é o primeiro elemento na capacidade de gerar e transmitir energia para um processo. O segundo é o programa de instruções em que máquinas programáveis direcionam os processos, a exemplo, do Controlador Lógico Programável. Por fim o sistema de controle, terceiro elemento,

que gerencia e executa o comportamento do maquinário. Na Figura 1, apresenta-se esses elementos que podem ser aplicados em diferentes áreas por meio de programa de instruções simultâneos ao sistema de controle que executa as instruções. A solução final de um processo ou procedimento obtém-se sem assistência humana.

Figura 1 – Elementos de um sistema automatizado



Fonte: Groover (2010, p. 58).

Utilizando-se dos elementos de um sistema automatizado, a automação firmou-se nas indústrias nos processos ditos mais pesados e nos que exigem precisão, os quais requerem um manuseio quase cirúrgico. Em vista disso, a fábrica obteve um melhor aproveitamento tanto de mão de obra quanto de insumos. A automação é utilizada nas mais diversas esferas e parte essencial da maioria das indústrias. Moraes e Castrucci (2010) citam exemplos em que a automação atua: automação da mineração, da manufatura metálica, dos processos químicos, metroviária e aeroportuária. Dessa forma, a automação conforme Groover (2010) está diretamente associada as indústrias.

2.2 Automação industrial

Prudente (2011) explica que a automação industrial se fez presente quando o sistema era responsável por exercer mais de uma tarefa por intermédio de sinais de diversas naturezas sem a intervenção humana. Alves (2010) relata que as indústrias operavam por controladores elementares e muitas pessoas eram necessárias para manter os processos em funcionamento. Com o aumento dos custos de mão de obra e equipamentos, era impossível manter as fábricas sem meios de controle automático.

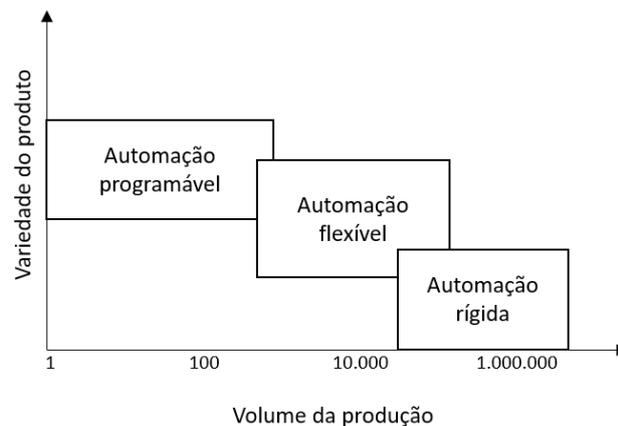
A automação industrial entra com um papel importantíssimo como agente de transformação e inovação dentro das organizações. Para Roggia e Fuentes (2016)

existem vantagens em utilizar automação nas indústrias como o aumento da produção, segurança e uniformidade do produto. Também, evita o retrabalho, redução de custos e atividades manuais. Conforme Silveira e Santos (2009) em sistemas automatizados calcula-se a ação corretiva mais apropriada para a execução da ação através de valores de entrada e saída e que se relacionam entre si. Essa flexibilidade só é possível graças ao comportamento automatizado que gera diferentes resultados ajustados e corrigidos. A temática de automação industrial abrange diferentes áreas porque depende da problemática que ela deve solucionar. Para entender as abordagens e os conceitos envolvidos no cenário industrial, a automação pode ser classificada de acordo com alguns fatores como grau de flexibilidade, os tipos de processo ou quanto aos dispositivos e mecanismos utilizados nos processos automáticos.

2.3 Tipos de automação industrial

Tratando-se do grau de flexibilidade dos sistemas automatizados de produção nas indústrias, Prudente (2011) determina que basicamente existem três tipos de automação: a do tipo programável, do tipo rígido e o do flexível. Na Figura 2, visualiza-se os tipos de sistema de automação industrial quanto as características diferentes de volumes e variedades dos produtos. As primeiras aparições de automação foram do tipo rígido, no qual as máquinas são responsáveis por fabricar um único produto (altas taxas de produção). Porém, caso as necessidades mudassem era preciso se reinventar (baixa variedade), sendo uma desvantagem para esse tipo de situação.

Figura 2 – A automação relativa ao volume da produção e variedade do produto



Fonte: Groover (2010, p. 19).

Ainda Prudente (2011) relata que com a integração de várias tecnologias como eletromecânica, informática, pneumática e hidráulica, o ser humano desenvolveu máquinas automáticas capazes de criar produtos finitos e diversificados controlados por computadores e dispositivos programáveis. Essa tipologia de automação caracteriza-se por alta variedade de produto e baixo volume de produção, denominada programável, conforme constatado na Figura 2. A automação flexível combina características das duas tipologias e possibilita que as vantagens de cada uma se complementem.

Outra classificação aceita para os sistemas de automação industrial está relacionada aos tipos de processo. Capelli (2008) classifica os níveis automatizados em indústrias de processamento contínuo e as indústrias de processamento discreto (manufaturas). Os processos de manufatura são aqueles em que há grande movimentação mecânica de partes como nas indústrias automobilísticas. Nessas linhas de montagem tem-se robôs soldadores e esteiras transportadoras. Os processos contínuos são caracterizados por pouca movimentação mecânica de partes, a exemplo da estação de tratamento de água.

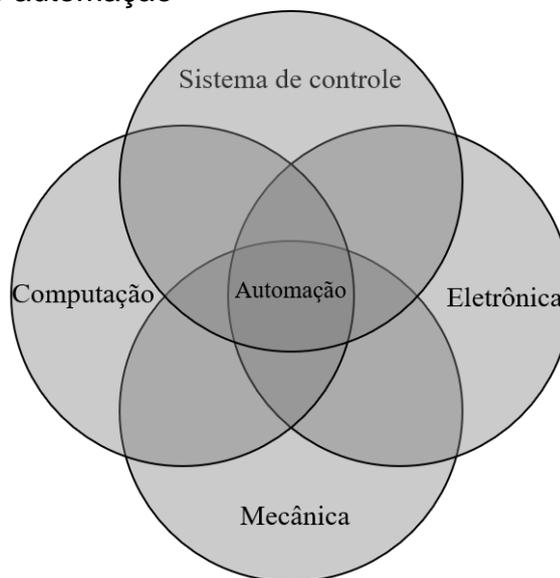
Alves (2010) cita que, no processamento contínuo, as variáveis relacionadas a essas indústrias são: tensão, densidade, velocidade, peso, força, pressão e vazão. Essas indústrias movimentam grande aporte de capital e utilizam pouca mão de obra. Como exemplo menciona-se organizações de distribuição e geração de energia elétrica, indústrias petrolíferas e químicas. Já as de processamento discreto, utilizam-se de variáveis discretas de tempo e, de maneira mais relevante, envolvem medidas em unidades produzidas, como ocorrem em indústrias automotivas que necessitam de alta demanda de mão de obra. As variáveis neste processo são temperatura, nivelamento e limite de posições.

A automação industrial pode-se dividir quanto aos dispositivos e mecanismos utilizados nos processos automáticos:

Na automação industrial, diversos mecanismos de acionamento e movimentação podem ser empregados. Alguns exemplos destes elementos são os elétricos (motores, válvulas solenoides, eletroválvulas), hidráulicos (válvulas e cilindros hidráulicos), pneumáticos (válvulas e cilindros pneumáticos) e mecânicos (polias, engrenagens e correias). Os acionamentos elétricos dependem do fornecimento de níveis de tensão e corrente adequados para produzir trabalho (Roggia e Fuentes, 2016, p. 20).

Segundo Quesada (2017) a automação é composta por elementos diversos que cooperam para um propósito específico. A Figura 3 representa as áreas e como basicamente elas relacionam-se entre si. As grandes áreas são: computação, mecânica, eletrônica e sistemas de controle. A mecânica representa a parte física. A eletrônica, o controle e o processamento de dados. A computação é responsável por modelar, analisar, simular e executar algoritmos de controle. Os sistemas de controle determinam como o sistema funciona.

Figura 3 – Conceito de automação



Fonte: Quesada (2017, p 11).

Dessa maneira, em um cenário industrial identificam-se alguns tipos de automação industrial quanto aos seus componentes, abordagens e meios de transmissão de energia, conforme Figura 4.

Figura 4 - Tipos de automação industrial

Tipos de Automação Industrial	
1.	Automação Industrial Mecânica
2.	Automação Industrial Eletromecânica
3.	Automação Industrial Hidráulica
4.	Automação Industrial Pneumática
5.	Automação Industrial Eletropneumática
6.	Automação Industrial Pneutrônica
7.	Automação Industrial Robótica

Fonte: Autor (2020).

2.3.1 Automação industrial mecânica

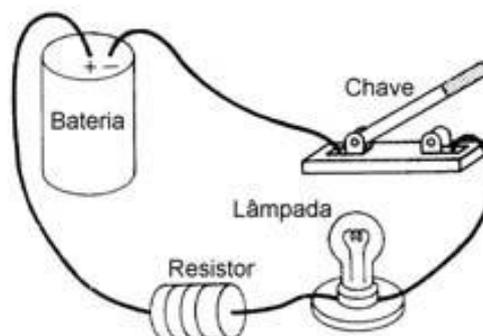
De acordo com Groover (2010) o histórico da automação relaciona-se ao desenvolvimento de dispositivos básicos mecânicos. A roda, a alavanca, o guincho, o came e o parafuso. Estes dispositivos são aperfeiçoados ao longo do tempo e utilizados desde a construção de rodas hidráulicas e moinhos de épocas passadas, até nas indústrias nos dias de hoje. Os mecanismos substituem a energia gasta e reduz a participação do homem nos processos industriais.

Segundo Capelli (2008) devido ao aumento das demandas, o meio de fabricação passou do artesanato (técnica de trabalho manual) para tarefas repetitivas que não exigem raciocínio e poder de decisão. A automação soluciona esse cenário com dispositivos mecânicos através de pouca intervenção humana.

2.3.2 Automação industrial eletromecânica

Conforme Ribeiro (2003) a automação eletromecânica é caracterizada por partes, peças e movimento mecânico. Entre os principais componentes da eletromecânica, o autor aponta a chave liga-desliga, a chave seletora, a chave automática, o relé, o disjuntor e a válvula solenoide. De forma geral, representado na Figura 5, a chave é um dispositivo eletromecânico usado para ligar, desligar ou direcionar a corrente elétrica através de um mecanismo mecânico manual ou automático. De acordo com Quesada (2010) os elementos eletromecânicos garantem proteção quando o sistema se torna descontrolado, pois desligam o sistema ao identificar falhas ou erros no processo, assegurando proteção do processo e do próprio sistema.

Figura 5 - Conceito de chave

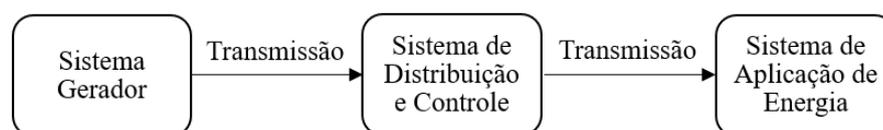


Fonte: Ribeiro (2003, p.8).

2.3.3 Automação industrial hidráulica

Conforme Stewart (2006), hidráulico associa-se a um líquido. Para Fialho (2011) hidráulica é relacionado ao transporte, conversão de energia, regulação e controle de fluido afetado pelas variáveis de pressão, temperatura, vazão e viscosidade. A partir da Figura 6 pode-se observar um sistema hidráulico composto por três características básicas: um sistema gerador (bombas, motores), um sistema de distribuição e controle (válvulas) e um sistema de aplicação de energia (atuadores).

Figura 6 – Esquema de um sistema hidráulico



Fonte: Fialho (2011, p.35).

Stewart (2006) explica que um sistema hidráulico, representado na Figura 6, pode ser uma bomba de óleo que alimenta o sistema no qual o elemento movido por fluido exerce uma força enquanto uma tubulação controla o fluxo do fluido. Dentre alguns componentes são citados tanque, bomba, motor, tubos, válvula, cilindro, filtro, entre outros, dependendo do sistema. De maneira geral, com essas características, é possível uma bomba ser usada para acionar um cilindro, uma caçamba de elevação acionada hidráulicamente, uma prensa rotativa para imprimir jornais ou até mesmo no manuseio de materiais por meio de empilhadeiras e transportadoras.

Segundo Fialho (2011) utiliza-se de sistemas hidráulicos quando é necessário a aplicação de grandes forças em pequenas áreas. O autor destaca como vantagens: fácil instalação, inversão de movimento, ajustes na variação de velocidade, proteção contra esforços excessivos e boa condutividade térmica do óleo. Já as desvantagens citam-se: elevado custo inicial, perdas por vazamento e atritos, baixo rendimento e óleo inflamável com possibilidade de incêndio. Para Stewart (2006) nas operações hidráulicas o óleo é vantajoso porque impede a oxidação, é fácil de adquirir e o volume no sistema permanece inalterado quando sofre diferença de pressão.

Dentre os dispositivos mais comuns da automação hidráulica, o atuador é o que melhor representa essa temática. Desse modo, Silveira e Santos (2009) estabelece que os atuadores são dispositivos acionadores que resultam de uma ação física ou

deslocamento controlados por sinais hidráulicos, magnéticos, pneumáticos ou elétricos. Groover (2010) complementa que, dependendo da situação, o atuador faz-se necessário porque amplia o sinal de comando do controlador. Os atuadores, ou elementos que realizam trabalho, são utilizados quando grande esforço é necessário em um processo, podendo ser classificados em elétricos, hidráulicos ou pneumáticos e, ainda, em relação à movimentação, classificam-se como lineares ou rotativos.

2.3.4 Automação industrial pneumática

Ao passar dos anos, o ser humano necessitou de ferramentas que o auxiliasse a executar suas tarefas de forma mais fácil e ágil. A automação pneumática surge como uma solução nesse sentido. De acordo com Vale (2015) a Automação Industrial Pneumática é definida como o estudo da conservação da energia do ar comprimido (sob pressão) transformado em energia mecânica através dos seus respectivos elementos de trabalho. De forma geral, a energia fornecida pela expansão do ar comprimido produz trabalho e ajuda na automação de processos industriais. Um exemplo são os atuadores pneumáticos que, de acordo com Groover (2010), usam ar comprimido como potência propulsora e necessitam baixa força resultante. Os atuadores pneumáticos podem ser lineares ou rotativos.

Nesse contexto, Vale (2015) explica que o ar comprimido é a fonte de energia da pneumática, formado por uma mistura de gases e vapor d'água. Possui as seguintes características: ausência de sabor, cor e cheiro. O ar atmosférico é compressível, expansível, difusível e elástico. Logo, são necessários alguns equipamentos para a produção, preparação e distribuição do ar comprimido desde a sua propagação da energia pneumática até utilização posterior. Estes equipamentos têm como função a secagem, compressão, armazenamento e distribuição do ar comprimido.

Outros elementos são aplicados em circuitos de automação industriais como o compressor. Essa máquina é responsável pela transformação de energia mecânica (ou elétrica) em energia pneumática (ar comprimido), através da compressão do ar atmosférico. Esta pressão é necessária para o acionamento de atuadores, válvulas, pistolas e outros elementos pneumáticos (VALE, 2015).

Existe uma diversidade de elementos quando se fala de meios pneumáticos. A pneumática também se associa a eletrônica para o acionamento e controle de

dispositivos. Neste sentido, Fialho (2011) define os componentes e principais métodos da pneumática, eletropneumática e pneutrônica, exibido na Figura 7.

Figura 7 - Componentes e principais métodos de projetos de comandos binário

	Pneumáticos	Eletropneumáticos	Pneutrônicos
Elementos de trabalho	ATUADORES PNEUMÁTICOS LINEARES E ROTATIVOS		
Elementos de comando	VÁLVULAS DIRECIONAIS		
	Acionadas por pressão piloto	Acionadas por solenoide	
Elementos de processamento de sinal	VÁLVULAS PNEUMÁTICAS 3/2 NA, 3/2 NF, OU, E	RÉLES, CHAVES E INTERRUPTORES NA e NF, ligados em série e em paralelo	CONTROLADORES PROGRAMÁVEIS microprocessadores, circuitos integrados
Elementos de sinal	VÁLVULAS PNEUMÁTICAS 3/2, NA e NF e SENSORES PNEUMÁTICOS	BOTÕES E INTERRUPTORES ELÉTRICOS SENSORES ELETRÔNICOS Sensores ópticos, magnéticos, indutivos e capacitivos	
Métodos tradicionais de projeto	INTUITIVO CASCATA, PASSO A PASSO	INTUITIVO Sequência máxima e mínima	-
Métodos apoiadores na lógica binário	DIAGRAMA DE KARNAUG (para comandos combinatórios) MÉTODO PASSO A PASSO GENERALIZADO (para comandos sequências)		

Fonte: Fialho (2011, p. 172).

Vale (2015) identifica que as vantagens para automação industrial pneumática são inúmeras: alta velocidade dos movimentos produzidos pela energia pneumática; redução de custos; ar comprimido como energia limpa; duráveis; manutenção simples; resistentes a ambientes hostis (quentes ou frios, ácidos e corrosivos); seguros e fáceis de manipular. Já as desvantagens, o ar comprimido utilizado em sistemas pneumáticos, deve estar limpo e seco logo após sua compressão e resfriamento para não sofrer desgaste prematuro nos elementos pneumáticos. O barulho incômodo é danoso ao homem, minimizado pela utilização de silenciadores de ruído. Também como desvantagem, baixas forças e velocidades de atuação altas sem muitas possibilidades de regulação e interrupções de movimento.

2.3.5 Automação industrial eletropneumática

De acordo com Fialho (2011) a eletropneumática é uma ramificação da pneumática. O acionamento das válvulas direcionais é feito através de energia elétrica, conhecidas como eletroválvulas. A função deste mecanismo é energizar sensores magnéticos de posicionamento, pressostatos, entre outros. Na eletropneumática os componentes que se destacam são os atuadores elétricos, as bombas e os sensores.

Sobre os dispositivos eletropneumáticos, Quesada (2017) explica que as eletroválvulas convertem energia elétrica em energia mecânica e aplicam-se no acionamento de bombas, válvulas e compressores. Groover (2010) complementa que os atuadores elétricos podem ser lineares por meio de deslocamento linear e rotacionais com deslocamento angular. Os motores (atuadores elétricos) são do tipo rotativos compostos por dois elementos base: o estator e o rotor. O estator é fixo e tem formato de anel, e o rotor é a parte cilíndrica que gira dentro do estator.

Diante disso, Groover (2010) cita exemplos de atuadores elétricos: os motores de passo, em que o deslocamento angulares (passo) é dirigido por pulso elétrico; os solenoides, constituído por um pistão móvel dentro de uma bobina, e ao se aplicar energia elétrica ocorre uma troca de posição normalmente utilizada para abrir e fechar válvulas; os relés, um dispositivo elétrico de liga e desliga que basicamente tem dois componentes, o braço móvel e uma bobina estacionaria, responsáveis por proteger o sistema de altas tensões.

O sensor é outro componente importante da eletropneumática. Silveira e Santos (2009) explicam que esse dispositivo é capaz de receber estímulos de outros dispositivos através da sensibilidade em que detecta fenômenos físicos, como temperatura, umidade, luz e pressão. Para Groover (2010) sensores são utilizados para medir variáveis do processo, transformando em uma variável para uma configuração numérica e útil para o sistema.

Quesada (2017) define que os sensores são dispositivos eletroeletrônicos sensíveis a alguma forma de energia, e ao receber essa energia, emitem ou bloqueiam sinais. São os agentes por monitorar o processo e emitir sinais para o controlador que serão examinados e avaliados para que realizem correção do sistema. Existem sensores variados, a exemplo dos fotodiodos (converte sinal luminoso para elétrico), os microfones (sinal sonoro para elétrico) e os termistores (sinal térmico para elétrico).

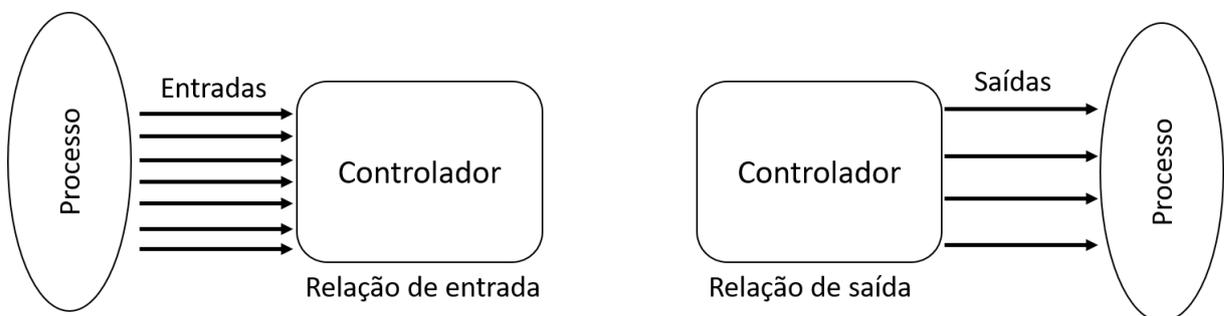
2.3.6 Automação industrial pneumatrônica

Silveira e Santos (2009) relatam que em 1950 as linhas de montagem possuíam dispositivos eletromecânicos, a exemplo dos relés nas indústrias automobilísticas responsáveis pelos controles lógicos. Esses ocasionalmente, apresentavam problemas e comprometiam os dias e horas gastos para realizar os trabalhos. Também, preenchiam muito espaço e utilizavam interconexões elétrica, o que dificultava na proteção e manutenção. Uma eventual alteração necessitava interrupção na cadeia de processo. Já em 1960 as válvulas foram substituídas por transístores, dispositivos capazes de amplificar ou trocar sinais eletrônicos.

Alves (2010) esclarece que, somente na década de 1960, teorias de análises e controle passaram a ser desenvolvidas. Simultaneamente, os instrumentos e equipamentos possibilitaram a transmissão de sinais relacionados as variáveis do processo, o que permite simplificar e elevar o grau de automação.

A fase dos controladores lógicos programáveis inicia-se em 1968 com dispositivos periféricos e minicomputadores, no qual elementos de entrada e saída obtinham vantagens técnicas no controle do processo. A Figura 8 representa as relações de entrada e saída, porque os controladores necessitam de dados para poder calcular os procedimentos a serem realizados. Em seguida nas linhas de montagem, adicionou-se microprocessadores, interfaces de operação, recursos de comunicação e suporte eletrônico capazes de armazenar instruções e funções destinadas ao controle de máquinas e processos (SILVEIRA; SANTOS, 2009).

Figura 8 – Relação entre entradas e saídas do sistema



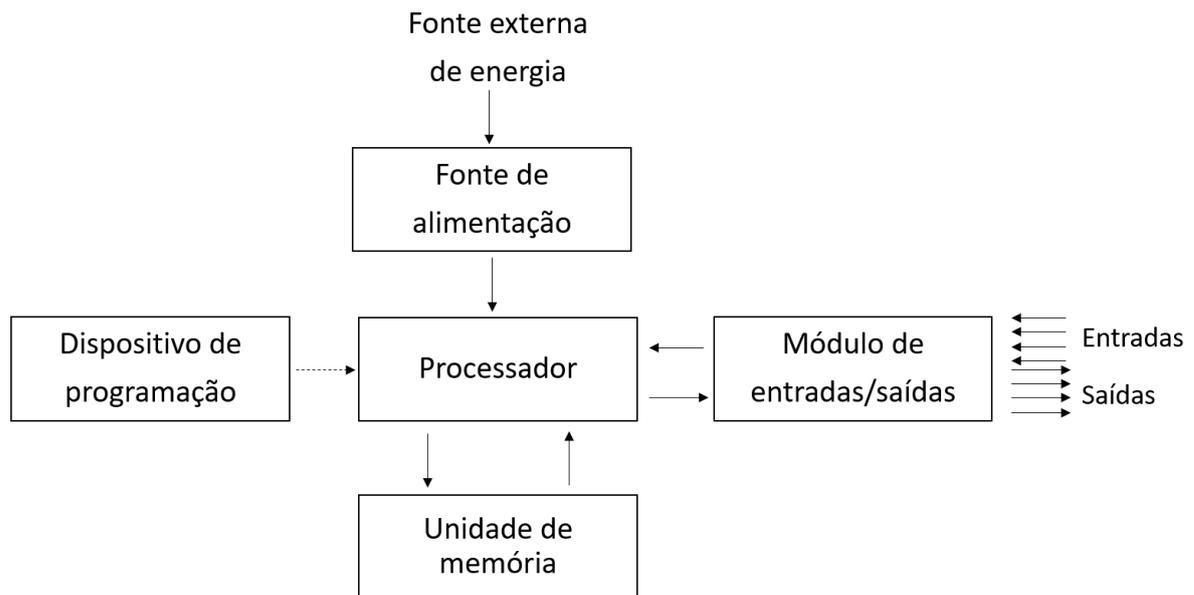
Fonte: Quesada (2010, p. 97).

Conforme Fialho (2011), os primeiros Controladores Lógicos Programáveis (CLP) proporcionaram uma diminuição de custos materiais, instalação e localização

de falhas, porque necessitam menos fiação, causando menos erros associados. Além disso, ocupam menor espaço do que contadores e temporizadores. Também possui flexibilidade por serem facilmente programáveis, permitindo sua troca em esquemas de controle.

Groover define que um Controlador Lógico Programável tem cinco componentes básicos, representado na Figura 9. O processador é a unidade central que realiza funções lógicas e de sequenciamento por meio de entradas elaboradas. A unidade memória contém os programas de lógica, sequenciamento e operações que memorizam as informações. A fonte de alimentação para acionamento do sistema. Os módulos de entrada e saída permitem conexões com os dispositivos e maquinário dos processos industriais. Por fim, o CLP é programado por dispositivos de programação como o computador que se conecta para monitorar os processos.

Figura 9 – Componentes de um controlador lógico programável



Fonte: Groover (2010, p. 215).

Quesada (2010) complementa que o CLP são dispositivos complexos e sofisticados, compostos pelo hardware, a parte física do controlador e o *software*, a parte virtual. Esses utilizam-se de meios eletroeletrônicos para elaborar funções visando estratégias de controle onde é possível determinar a linguagem da programação que será empregada e o funcionamento do mesmo. O *software* é de suma importância, pois divide-se em *software* elaborado pelo fabricante do controlador, determinando seu funcionamento e a segunda parte define como o CLP

controlará o sistema. Esse programa ou algoritmo é preparado e executado pelo usuário.

Em relação às vantagens da utilização dos CLP, Franchi e Camargo (2009) mostram que possuir características de programação torna-se uma forma mais eficaz que outros equipamentos, sendo que a flexibilidade e facilidade na alteração de seus programas o tornam reprogramável e assim pode trabalhar em lógicas distintas. Além disso, a armazenagem do programa pode ser feita em memórias, o que facilita sua replicação em outros sistemas ou em um sistema de backup. Caso ocorra algum defeito no sistema, o CLP aponta para o operador qual parte está defeituosa através de sinalizadores visuais.

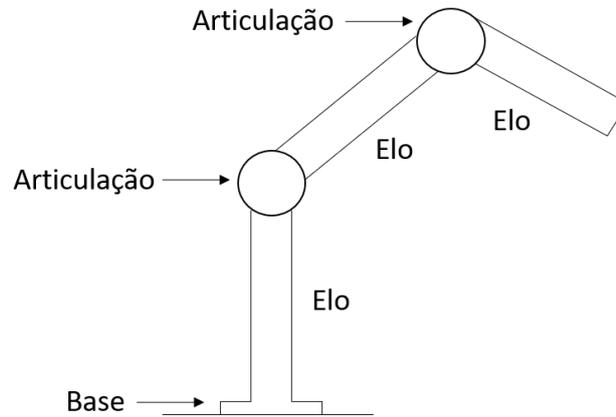
Conforme Franchi e Camargo (2009) o CLP apresenta algumas desvantagens em comparação com os relés: custos elevados, mão de obra qualificada para a manutenção, sensibilidade a interferências e ruídos elétricos, que são comuns em ambientes industriais. Entretanto, Moraes e Castrucci (2010) estabelece que os Controladores Lógicos Programáveis se fazem necessário e transforma o cenário industrial com a mínima interferência humana, ao melhorar a qualidade da informação sobre o processo, garantia do planejamento e controle da produção.

2.3.7 Automação industrial robótica

Em relação à história dos robôs industriais, Groover (2010) explica que o primeiro foi comercializado na década de 1960 e tinha a função de descarregar uma máquina de fundição de moldes. A palavra robô foi introduzida na sociedade por meio de uma obra teatral fictícia tchecoslovaca em 1920, com personagens autômatos. Já um robô industrial possui características antropomórficas (braço mecânico) e desempenha muitas tarefas nas indústrias. Ribeiro (2003, p.8) identifica que “os robôs realizam tarefas de usinagem, como furar, soldar, pegar e colocar, montar, inspecionar e pintar. Os primeiros robôs eram grandes, hoje eles podem ser pequeníssimos”.

Groover (2010) informa que a robótica tem capacidade ilimitada na indústria e utiliza-se de controle coordenado de múltiplos eixos, articulações ou juntas robóticas através de computadores digitais com controladores, conforme o diagrama na Figura 10. A presença de um robô industrial apresenta vantagem comercial e tecnológica em relação a outras organizações que não possuem e substitui pessoas em ambientes de trabalhos perigosos e desconfortáveis.

Figura 10 – Diagrama da construção de um robô



Fonte: Groover (2010, p. 174).

2.4 Armazenagem e transporte de materiais

Ao estudar as questões relacionadas a movimentação, estuda-se a temática de armazenagem de insumos, ou seja, transporte está diretamente ligado ao armazenamento de materiais.

2.4.1 Armazenagem de materiais

Groover (2010) comenta que o manuseio de materiais é importante porque o controle de armazenamento e o deslocamento de insumos é responsável direto pelo custo de produção total. Existe uma grande variedade de equipamentos de transporte e distribuição de produtos com características e funções distintas. Esses proporcionam segurança, precisão e eficiência ao sistema, sem danos aos materiais. Para os equipamentos de transporte menciona-se veículos industriais, transportadoras, guindastes e guinchos.

Em relação ao sistema de armazenamento, estudos realizados no Departamento de Engenharia Mecânica (DEM) da Universidade Federal da Bahia – UFBA (2020) indicam que na armazenagem de produtos a granel os meios mais utilizados são as pilhas ao céu aberto, silos (aéreos ou subterrâneos) ou baias de armazenamento. Groover complementa que nas indústrias utilizam-se de estantes, prateleiras e gavetas. Já os equipamentos de unitização (contêiner), que são modos de agrupar volumes, citam-se os paletes, caixas, cestas, barris, caçambas e os tambores.

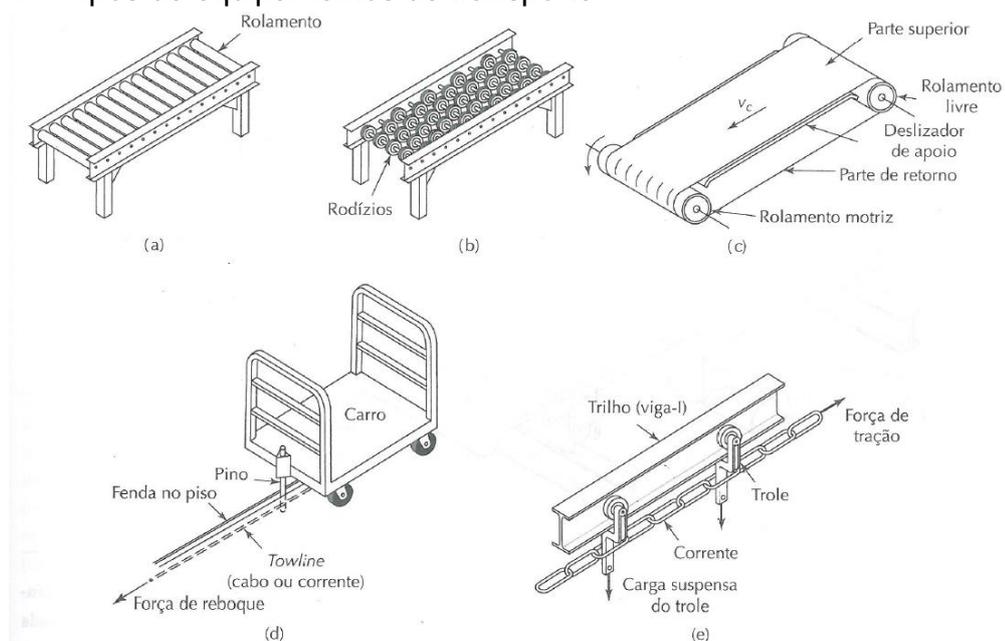
2.4.2 Transporte de materiais

Nas pesquisas realizadas pelo Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Bahia (2020) constatou-se que o transporte de materiais ocorre no interior ou no exterior da fábrica, e para solucionar situações voltadas a armazenagem e transporte de matéria-prima deve-se atender a três requisitos:

1. Tipos de materiais a serem transportados, suas propriedades e a proporção em que cada material se apresenta;
2. Layout da distribuição dos materiais conhecendo-se os pontos de descarga e pontos de entrada do material;
3. A vazão do material (Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Bahia, 2020).

Nesse sentido deve-se planejar com cuidado o layout da fábrica e atender todos os requisitos delimitados por alguns aspectos como localização, segurança, questões legais e legislação. Referente ao movimento, a Figura 11, conforme Groover (2010), apresenta os tipos de equipamentos de transporte: (a) transportador de roletes, (b) transportador de rodízios, (c) transportador de correntes, (d) transportador *towline*, (e) transportador aéreo.

Figura 11 – Tipos de equipamentos de transporte

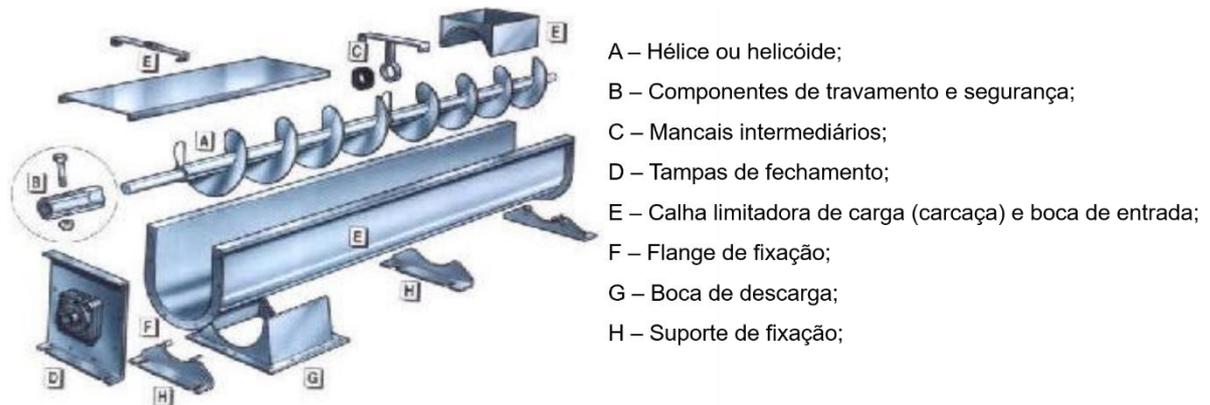


Fonte: Groover (2010, p. 239).

2.4.3 Transportador helicoidal

Dentre os transportadores mecânicos, o transportador helicoidal difere-se dos outros por apresentar movimento relativo entre o material e estrutura. Existem diferentes tipos desse mecanismo de acordo com a função do material nele transportado. Por exemplo, ao dispor de pequenos furos em distâncias pré-determinadas, o transportador pode funcionar como um misturador ou separador de matéria-prima (Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Bahia, 2020). A Figura 12 apresenta a maioria dos componentes presentes em um transportador helicoidal básico.

Figura 12 – Partes do transportador helicoidal



Fonte: Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Bahia (2020).

2.5 Sistema de dosagem e pesagem

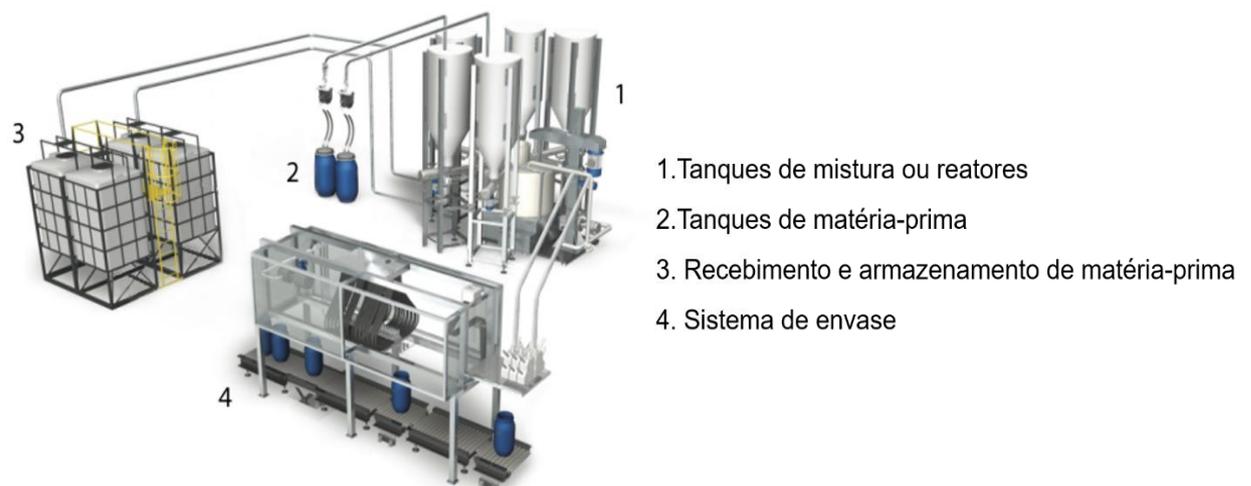
Antes de conceituar os sistemas dosagem e pesagem, precisa-se das definições de pesar e dosar conforme a língua portuguesa para entender as temáticas envolvidas. A denotação do termo dosar é estabelecer a dose ou a quantidade de uma substância; misturar ou combinar nas proporções devidas. A denotação do termo pesar é pôr na balança para determinar o peso de (algo, alguém ou si mesmo). A partir destas terminologias, adentra-se nas questões relacionados aos sistemas de dosagem e pesagem.

2.5.1 Sistema de dosagem

Silveira (2015) explica que um sistema de dosagem industrial é um conjunto de equipamentos com a finalidade de manipular matérias-primas (líquidos e sólidos) ou produzir produtos químicos. Assim, nesse tipo de indústria, identifica-se processos variados com grandezas como temperatura, clima ou tipo de matéria-prima, a exemplo das fábricas alimentícias. Portanto, não existe um projeto único para todas as indústrias. Todavia, alternativas e tecnologias estão sempre em desenvolvimento e são combinadas para solucionar segmentos específicos da indústria.

Nesse sentido, na Figura 13 apresenta-se um sistema de dosagem para exemplificar um tipo de projeto industrial. (1) Tanques de mistura ou reatores responsáveis pelos processos da produção. (2) Tanques de matéria-prima para armazenar insumos. (3) Recebimento e armazenamento de matéria-prima com a função de transporte e armazenagem da composição do produto. (4) Sistema de envase no qual a embalagem é aplicada conforme o pedido do cliente. Silveira (2015) demonstra que o projeto de cada componente integra todos os processos e como consequência, é eficiente e economiza espaço (compacto). Alguns instrumentos de medição, às vezes, são adicionados ao sistema de controle para arquivo dos dados.

Figura 13 – Sistema de dosagem



Fonte: Silveira (2015).

Dessa maneira, estudos do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Bahia (2020) sobre o funcionamento básico de dosagem na indústria constam que:

A dosagem depende da movimentação controlada do produto que está em um reservatório até o compartimento no qual será pesado, onde se encontra o sensor que lê o peso. O sensor transfere a informação para o controlador e este, por sua vez, realiza os comandos de quando acrescentar matéria-prima até atingir o peso desejado e então parar o sistema (Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Bahia, 2020).

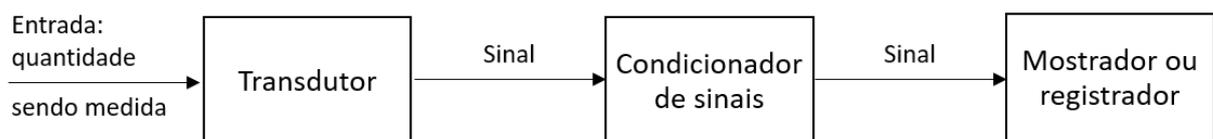
Nessa perspectiva, segundo Silveira (2015), cada projeto tem suas características e deve-se analisar os componentes e elementos envolvidos no sistema para evitar custos desnecessários. Ressalta-se que é mais importante atuar na causa raiz do que no problema e, antes de automatizar o sistema, faz-se necessário um projeto de engenharia com clareza nas questões relacionadas às necessidades e requisitos do cliente. Dessa maneira são grandes os benefícios do sistema de dosagem na automação industrial como ganhos em produção, eficiência e análise de dados.

2.5.2 Sistema de pesagem

Conforme Fialho (2012) a história da instrumentação é recente e surgiu pela necessidade de o maquinário atender a grandes produções de forma precisa e processos rápidos. Logo, por meio da pesquisa científica das áreas de tecnologia, surgiram métodos de medição de força que possibilitou determinar a deformação quando o peso atua sobre o mecanismo.

De forma geral, Bolton (2002) define que um sistema de medição é composto por três elementos básicos: o transdutor, o condicionador de sinais e o mostrador, conforme a Figura 14. Basicamente um elemento de detecção (transdutor) fornece um sinal quantificado que passa pelo condicionador de sinais e é transformado em algo que possa ser indicado. O mostrador ou indicador viabiliza a leitura do sinal.

Figura 14 – Sistema de medição



Fonte: Bolton (2002, p.13).

De acordo com Bolton (2002) um transdutor converte energia de uma natureza para outra, tratando-se de temáticas relacionadas a medições. Roggia e Fuentes (2016) delimitam que um sensor é um dispositivo conectado à variável de processo e tem a função de medir suas alterações. São elementos que provocam alterações nas propriedades de acordo com as mudanças nas condições do processo. Por conseguinte, o dispositivo que realiza a operação de pesagem é um sensor chamado célula de carga.

Para Fialho (2012) a célula de carga trata-se de uma barra, com perfil projetado para sofrer deformação conforme o peso atua sobre ela, sendo que a medição dessa deformação é feita por um extensômetro. A célula de carga, conforme Figura 15, também conhecida como um transdutor de força, tem a função de transformar uma grandeza física (força) em um sinal elétrico. Essa é utilizada em balanças comerciais e em soluções na pesagem industrial. Portanto, esse dispositivo é aplicado no controle de processos automatizados industriais. As unidades são medidas em grama, quilograma ou tonelada.

Figura 15 – Célula de Carga



Fonte: Embracal - Empresa Brasileira de Calibração (2020).

Deste modo, Thomazini e Albuquerque (2011) descrevem que a célula de carga funciona a partir do extensômetro (*strain-gage*) que, submetido por uma deformação da peça, traduz-se em variação de resistência ôhmica. Essa variação decorre do estreitamento da seção transversal do extensômetro.

3 METODOLOGIA

Nesse capítulo apresenta-se a metodologia utilizada para a elaboração deste trabalho que se divide em método de pesquisa, delineamento da pesquisa, ferramentas, técnicas e instrumentos aplicados.

3.1 Método de pesquisa

Em relação à natureza, a pesquisa qualifica-se como aplicada, pois relaciona-se a solução de um problema real. Esse tipo de pesquisa realiza-se em áreas quando o objetivo é investigar hipóteses, no qual planeja-se criar condições para interferir no aparecimento ou na modificação dos fatos, para explicar o que ocorre com os fenômenos.

Quanto a forma de abordar o problema, a pesquisa caracteriza-se como do tipo combinada, em que considera que o pesquisador utiliza aspectos das pesquisas qualitativas e quantitativas em todos ou em algumas das etapas do processo de pesquisa. A combinação possibilita que as vantagens de cada pesquisa se complementem suavizando suas desvantagens permitindo resultados melhores do que cada uma isoladamente. Assim, essa estratégia utiliza-se de todos os métodos e técnicas disponíveis proporcionando uma pesquisa mais ampla e completa (MIGUEL *et al*, 2012).

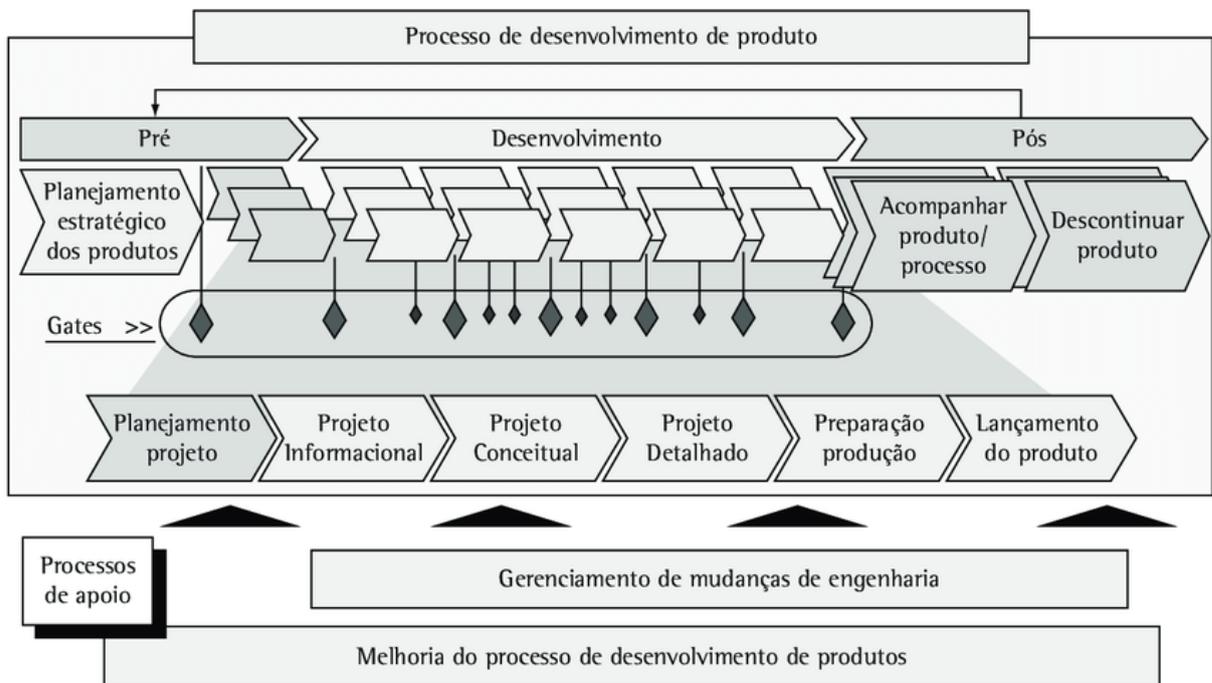
Do ponto de vista de seus objetivos, a pesquisa caracteriza-se por ser exploratória uma vez que se analisam e correlacionam-se fatos ou fenômenos para aumentar a percepção em relação ao problema e estimula o processo criativo sobre o fenômeno de interesse. Num primeiro momento investigou-se as características funcionais do objeto estudado, bem como os processos de automação industrial utilizados.

Quanto aos procedimentos, esta pesquisa caracteriza-se por utilizar a metodologia de Processo de Desenvolvimento de Produto - PDP descrita por Rozenfeld *et al* (2006). Com base nessa metodologia desenvolveu-se o projeto do sistema de dosagem e pesagem que permitirá complementar o Módulo Instrucional Didático, foco deste trabalho.

3.2 Delineamento do trabalho

Na elaboração deste trabalho utilizou-se de forma parcial uma metodologia proposta por Rozenfeld *et al* (2006). Esse modelo delimita os seguintes macroprocessos: pré, desenvolvimento e pós. No caso desta pesquisa restringe-se ao macroprocesso de desenvolvimento composto pelas fases: projeto informacional, conceitual e detalhado. A sequência das fases e representação do modelo são apresentadas na Figura 16.

Figura 16 – Processo de desenvolvimento de produto



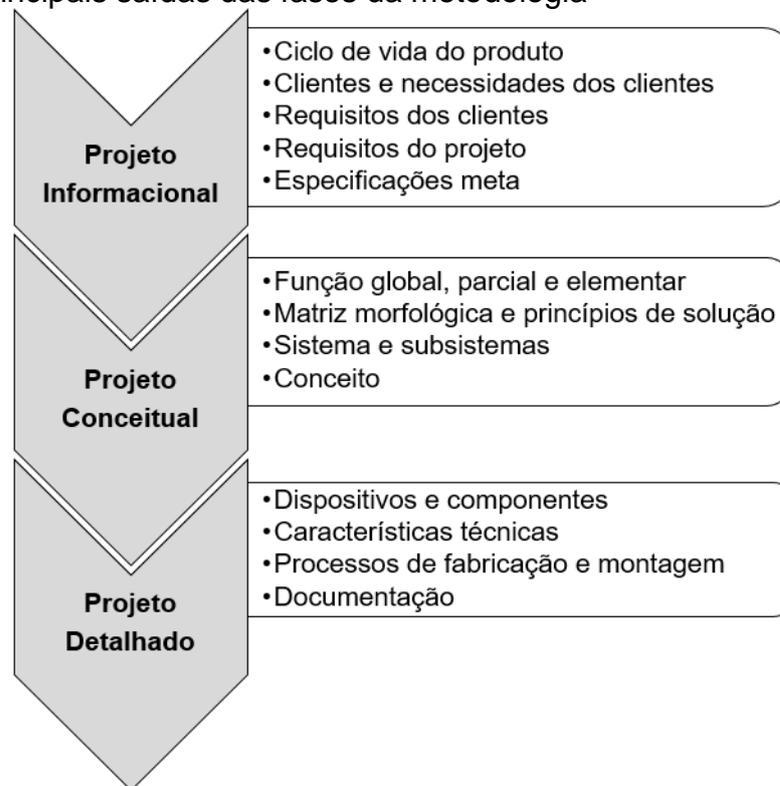
Fonte: Rozenfeld et al (2006).

Essa pesquisa divide-se em quatro fases para o desenvolvimento do projeto. A primeira fase consistiu-se em um estudo inicial para analisar e verificar aspectos do Módulo Instrucional Didático existente, a fim de estabelecer um diagnóstico das informações necessárias para as etapas do projeto informacional. Dentre esses aspectos destaca-se: os componentes, funcionalidades, dimensões e outras características construtivas relacionadas ao Módulo.

Na segunda fase elaborou-se as especificações meta do produto utilizando-se dos requisitos estabelecidos na fase projeto informacional. Nesta fase, elabora-se o

ciclo de vida do produto e requisitos óbvios. Posteriormente, analisa-se as necessidades e vontades do cliente para então formular os requisitos do cliente com aspectos quantitativos e qualitativos. Se possível, os requisitos necessitam indicadores numéricos. A próxima parte envolve identificar e relacionar os requisitos dispostos de forma numérica. Feitas as relações, esta etapa finaliza-se por elaborar a lista final de requisito do projeto e elaborar as especificações-meta, com o objetivo de ajudar às próximas fases da pesquisa. A Figura 17 demonstra as principais saídas que compõe as fases do projeto informacional, conceitual e detalhado.

Figura 17 – Principais saídas das fases da metodologia



Fonte: Autor (2020).

Na terceira fase, para a concepção do conceito, o projeto conceitual delimita que é necessário identificar a função global, estabelecer a estrutura das funções e desenvolver as estruturas de funcionamento. Para cada função elementar, propõe-se a matriz morfológica na intenção de identificar os princípios de solução para cada uma das subdivisões do sistema. Posteriormente, dividiu-se o sistema de dosagem e pesagem em partes para começar a detalhar o projeto e apresentar algumas características. Por fim, elabora-se o conceito do sistema utilizando todas as informações coletadas até o momento. O objetivo é desenhar em CAD 3D (*Computer-*

Aided Design 3D), um sistema de dosagem e pesagem, com base nas especificações-meta e nas informações desenvolvidas até o projeto conceitual.

A quarta fase, que compreende o projeto detalhado, configura-se pelas especificações técnicas e configuração final do sistema. Essa fase é composta pela elaboração dos desenhos técnicos das peças e montagem, e o esquema microeletrônico do sistema. Por fim, a Lógica do *software TwidoSuite* para o Controlador Lógico Programável (CLP). A fase do projeto detalhado parte do pressuposto que todas as características e informações dessa fase são importantes para a construção e manufatura do sistema de dosagem e pesagem.

A documentação do projeto representa-se pelo documento final do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Este, apresenta todas a informações relacionadas ao sistema de dosagem e pesagem e o Módulo Instrucional Didático. O documento é importante para a consulta e manter todos os registros das fases e das etapas.

3.3 Ferramentas, técnicas e instrumentos

Para cada uma das etapas da presente pesquisa foram utilizadas técnicas específicas tais como: pesquisa bibliográfica, brainstorming, listas de verificação, entre outras. A Figura 18 elenca algumas dessas ferramentas, técnicas e instrumentos utilizados na elaboração e construção deste trabalho.

Figura 18 – Lista das ferramentas, técnicas e instrumentos

Entrada	Função	Saída
Pesquisa Bibliográfica	Informar	Informações, dados
<i>Check-list</i>	Organizar	Listas
<i>Brainstorming</i>	Elaborar e discutir	Ideias
Controle de tarefas	Organizar	Organização
Soldagem de conectores	Energizar módulo	Funcionamento módulo
<i>FluidSIM</i>	Visualizar sistemas	Fins didáticos e controle
TwidoSuite	Programar e controlar	Funcionamento módulo
<i>Microsoft Word</i>	Elaborar texto	Trabalho de Conclusão
<i>Microsoft Power Point</i>	Criar design	Apresentação, imagens
Arduino	Programar	Algoritmo
<i>Solid Works</i>	Modelagem	Conceito e desenho técnico
Desenho Técnico	Desenhar	Conceito
Multímetro	Medir e definir indicadores	Segurança
Balança	Pesar	Massa
Paquímetro, trena e régua	Medir	Dimensões

Fonte: Autor (2020).

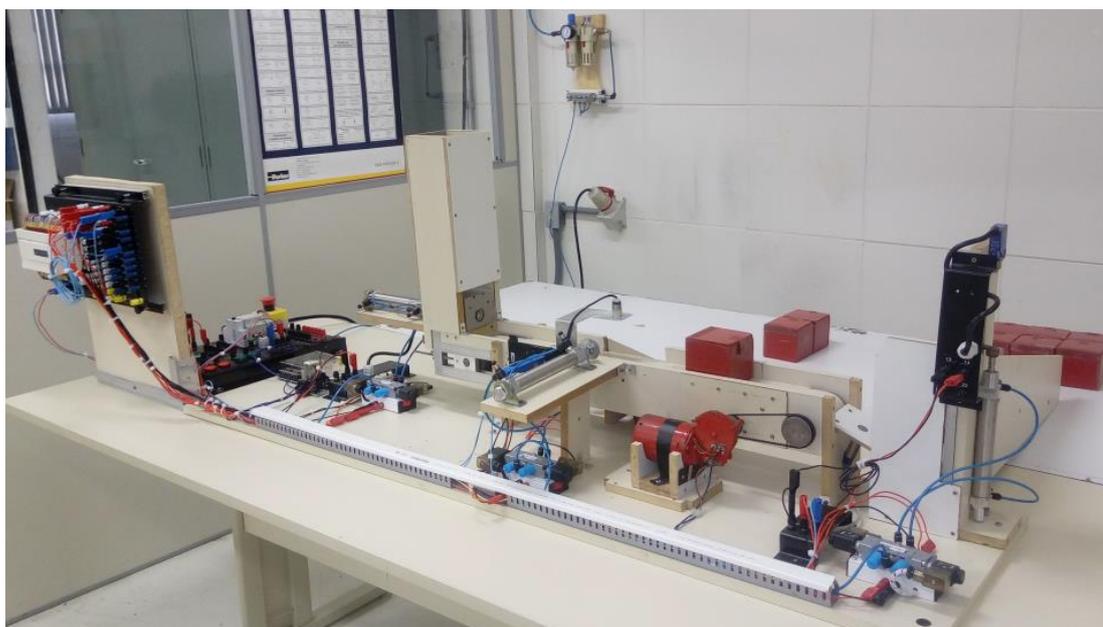
4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Este capítulo é dedicado a apresentação dos resultados obtidos no desenvolvimento do projeto do sistema de dosagem e pesagem para o Módulo Instrucional Didático segundo a metodologia proposta. Os resultados são apresentados em quatro capítulos que estão vinculados as quatro fases apresentadas no delineamento da pesquisa.

4.1 Módulo instrucional didático

O Módulo localiza-se no Laboratório de Fabricação da Universidade Federal do Pampa – campus Bagé e é utilizado como ferramenta de apoio as aulas do componente curricular Fundamentos de Automação Hidráulica e Pneumática. A idealização, construção e utilização deste Módulo parte da integração de discentes, técnicos e docentes que têm como objetivo a melhoria do ensino através de práticas didáticas. Utilizou-se dos trabalhos de conclusão de curso dos discentes Heck (2017), Alves (2018) e Fracasso (2019), para nortear o diagnóstico relacionado a todas as questões que permeiam o Módulo. A Figura 19 apresenta o Módulo Instrucional Didático.

Figura 19 – Módulo instrucional didático



Fonte: Alves (2017).0

Com o sistema em funcionamento identificou-se os componentes, as funções do Módulo, o fluxograma do funcionamento, a simulação do sistema, os comandos do Controlador Lógico Programável, a modelagem em *software SolidWorks* e as medições das caixas.

4.1.1 Componentes

O Módulo contém elementos e mecanismos da automação mecânica, elétrica, eletromecânica, pneumática, eletropneumática e pneurônica representado na Figura 20. Também apresenta outros dispositivos relacionados a automação.

Figura 20 – Componentes do módulo instrucional didático

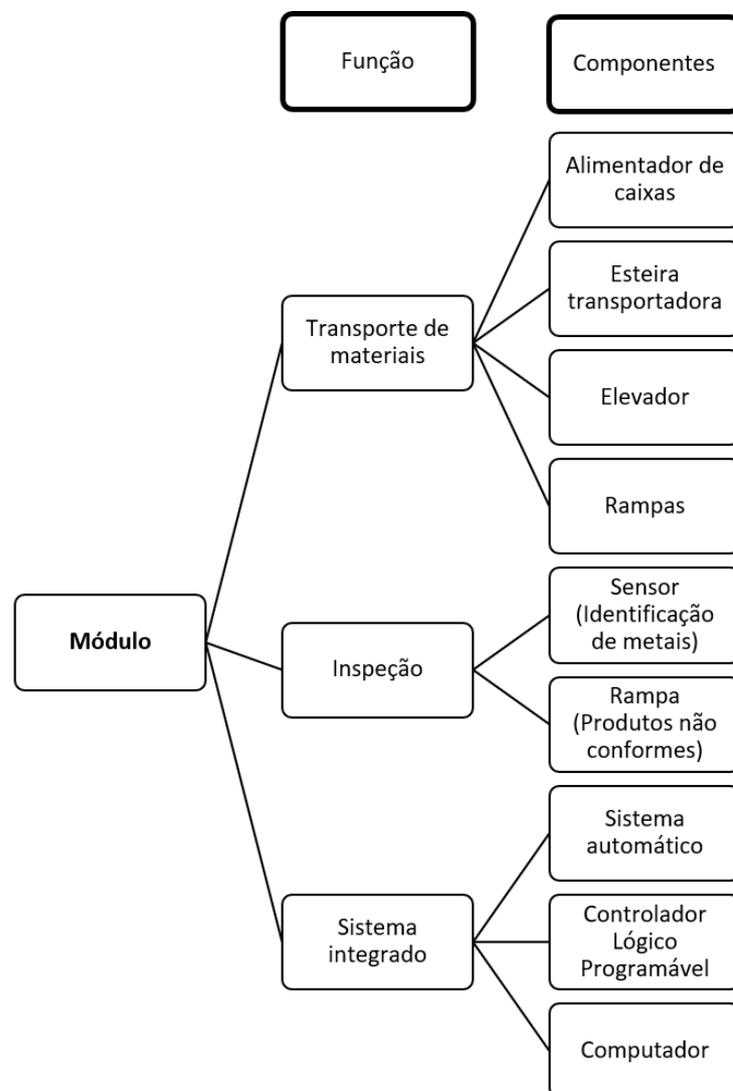
Automação Industrial	Componentes
Mecânica	Sistema de segurança
	Parafusos
	Esticador da esteira transportadora
Elétrica	Quadros e fontes para distribuição elétrica 24 volts
	Cabos para conexões elétricas (fios, conectores)
Eletromecânica	Dispositivos de contato eletromecânico (fim de curso)
	Botões de contato elétrico
Pneumática	Compressor de ar
	Unidade de conservação de ar
	Tubulações e conexões de linhas de ar comprimido
	Atuadores pneumáticos de duplo efeito
Eletropneumática	Válvulas direcionais eletropneumáticas (solenoides)
	Relés
	Motor
	Sensor indutivo
	Sensor capacitivo
	Sensor óptico
Pneurônica	Controlador Lógico Programável
Outros dispositivos	Alimentador (caixas)
	Rampas
	Rampa com roletes
	Esteira transportadora
	Elevador com movimento vertical
	Correia dentada
	Computador

Fonte: Autor (2020).

4.1.2 Funções

O Módulo simula uma situação real de automação na indústria e apresenta componentes em três funções representadas na Figura 21. Esse Módulo dispõe de um sistema automático que utiliza elementos e mecanismos da automação mecânica, pneumática, eletrônica e pneu-trônica. Estes componentes simulam situações de transporte e inspeção de materiais e contém um sistema integrado.

Figura 21 – Funções presentes no módulo

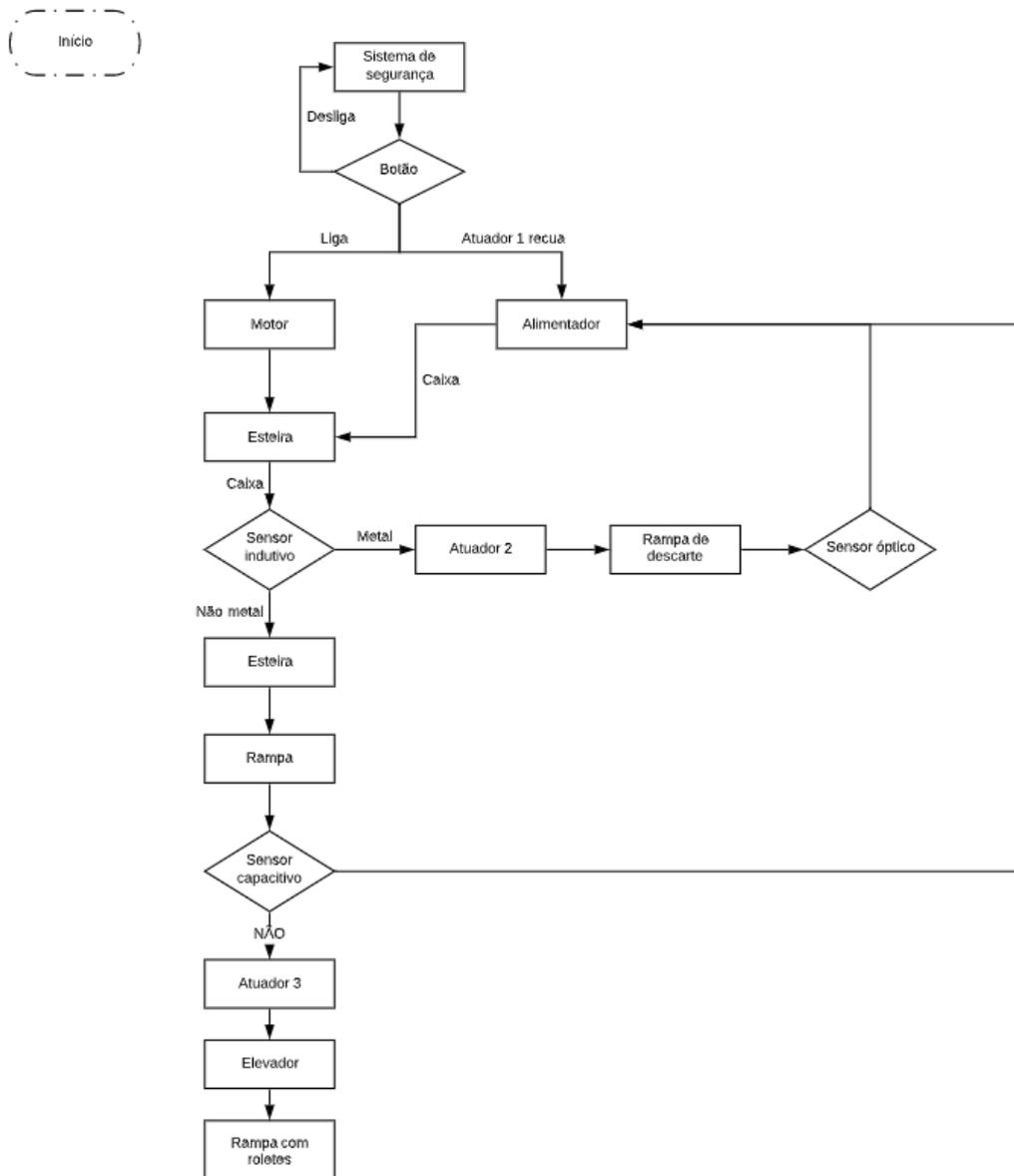


Fonte: Autor (2020).

4.1.3 Funcionamento do módulo

O fluxograma demonstrado na Figura 22 contempla as principais etapas do funcionamento do Módulo. Em relação ao seu funcionamento, objetos de testes (caixas) descem por um sistema alimentador conforme o atuador libera as caixas na esteira transportadora. Uma linha de inspeção (sensor) verifica os objetos quanto a presença de metal. Ao final do processo, um outro atuador eleva os objetos para uma rampa com roletes destinados as caixas aprovadas. Peças reprovadas são eliminadas automaticamente do sistema através de uma rampa para descarte.

Figura 22 – Fluxograma das etapas do módulo

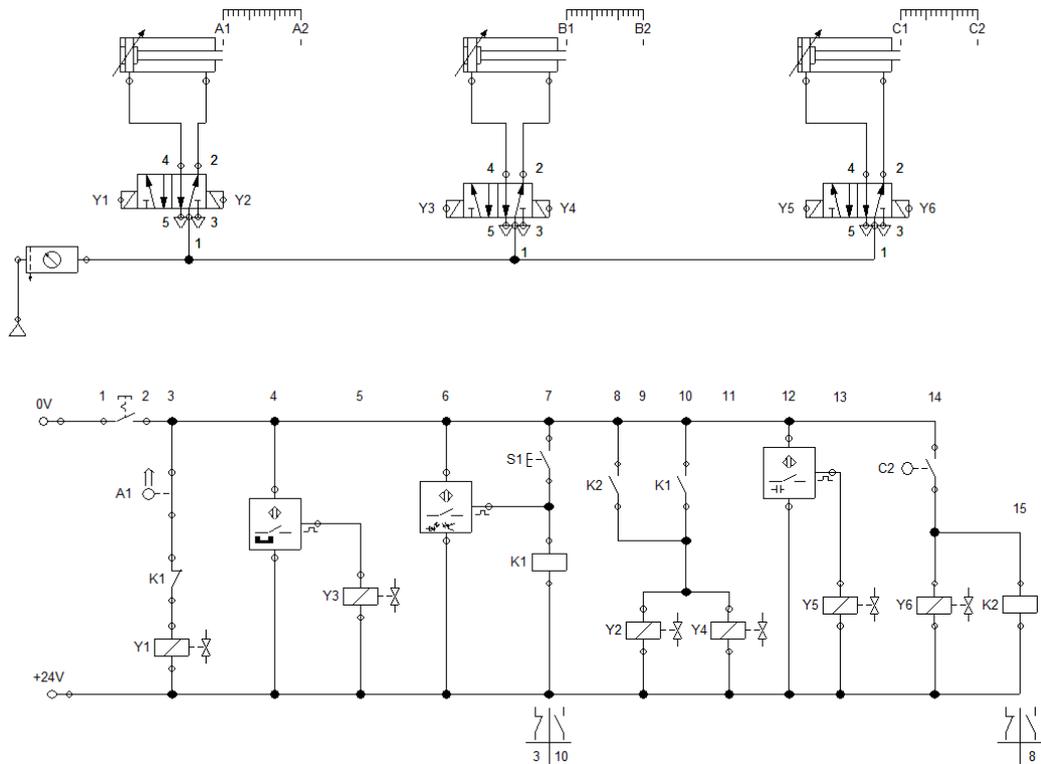


Fonte: Autor (2020).

4.1.4 Simulação do sistema

Na simulação do sistema utilizou-se o *software FluidSIM* e representa-se pelo diagrama esquemático do funcionamento do Módulo Instrucional Didático apresentado na Figura 23, proposto por Alves (2017). Destaca-se pela ligação dos componentes elétricos com os elementos pneumáticos do Módulo.

Figura 23 - Diagrama esquemático eletropneumático do módulo



Fonte: Alves (2017).

4.1.5 Controlador lógico programável

O Controlador Lógico Programável (CLP) é a inteligência do sistema. Esses dispositivos controlam todas as entradas e saídas e as suas relações, conforme Figura 24. O modelo do CLP disposto no laboratório é o TWIDO TWDLCAA40DF, da marca *Schneider Electric*. Em relação à lógica atual da programação, apresentado no ANEXO A, utiliza-se de linguagem *ladder* e elaborado no *software TwidoSuite*.

Figura 24 - Entradas e saídas utilizadas no módulo

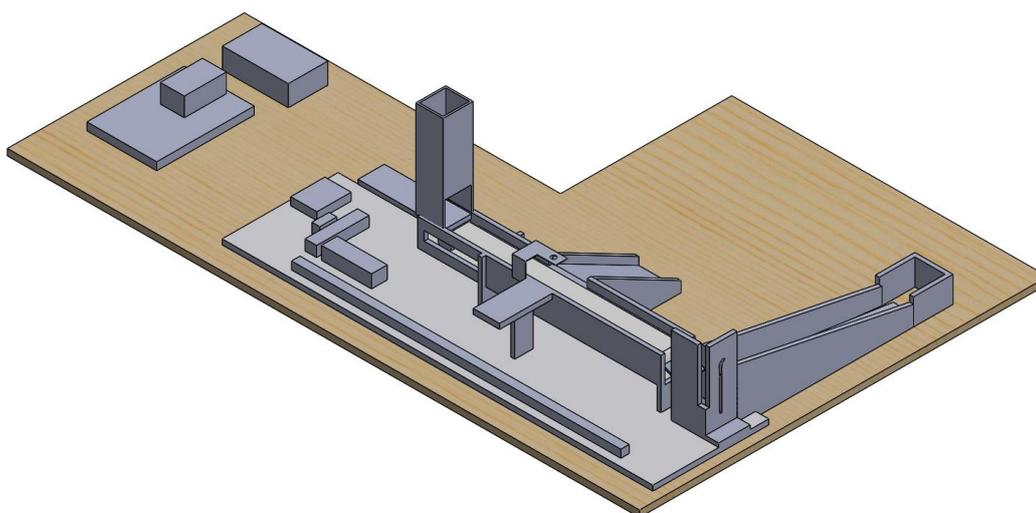
Entrada / Saída	Componente	Função
I0.0	Partida da Correia	Botão de partida
I0.1	Sensor Óptico	Sensor de descarte
I0.2	Fim de Curso C2	Fim de curso superior de carregamento
I0.3	Fim de curso A1	Fim de curso de alimentação da caixa
I0.4	Sensor Magnético	Expulsa caixa de material magnético
I0.5	Sensor Capacitivo	Alimenta novas caixas
I0.6	Botão de Emergência	Desliga correia
Q0.0	Eletroválvula	Liga motor
Q0.2	Eletroválvula C2	Recua cilindro 3
Q0.3	Eletroválvula A1	Avança cilindro 1
Q0.4	Eletroválvula B1	Avança cilindro 2
Q0.5	Eletroválvula C2	Avança cilindro 3
Q0.6	Eletroválvula A2 E B2	Recua cilindros 1 e 2

Fonte: Alves (2017).

4.1.6 Modelagem

A modelagem da parte física do Módulo realizou-se no *software SolidWorks* demonstrado na Figura 25. Identificou-se as dimensões e apresentou-se os principais elementos.

Figura 25 – Modelagem do módulo



Fonte: Autor (2020).

4.1.7 Caixas

Utilizou-se um paquímetro (resolução de 0,05 mm) para dimensionar o comprimento, largura e altura de cada caixa do Módulo, apresentado na Tabela 1. Ao total, são nove caixas: três azuis, três vermelhas e três verdes.

Tabela 1 - Dimensões da caixa

Caixas	Comprimento	Largura	Altura
Caixa azul 1	87,55 mm	89,15 mm	85,05 mm
Caixa azul 1	89,15 mm	89,30 mm	89,40 mm
Caixa azul 1	88,65 mm	88,80 mm	85,00 mm
Caixa vermelha 2	88,50 mm	87,60 mm	85,85 mm
Caixa vermelha 2	87,40 mm	87,30 mm	82,60 mm
Caixa vermelha 2	88,45 mm	88,55 mm	85,00 mm
Caixa verde 3	88,50 mm	88,05 mm	83,00 mm
Caixa verde 3	88,90 mm	88,95 mm	84,85 mm
Caixa verde 3	89,15 mm	87,00 mm	84,65 mm

Fonte: Autor (2020).

Verificou-se que as caixas não são padronizadas e a altura é menor que as outras dimensões. A tampa tem uma espessura menor que as laterais e a base da caixa, que compreende o comprimento e largura respectivamente.

Posteriormente, pesou-se três vezes cada caixa para determinar a massa, a fim de encontrar um padrão, como demonstrado na Tabela 2. Identificou-se que as caixas possuem diferentes massas.

Tabela 2 – Massa das caixas

Caixas	Massa 1	Massa 2	Massa 3
Caixa azul 1	202,60 g	202,62 g	202,59 g
Caixa azul 1	199,64 g	199,65 g	199,63 g
Caixa azul 1	219,14 g	219,13 g	219,11 g
Caixa vermelha 2	196,90 g	196,87 g	196,87 g
Caixa vermelha 2	182,54 g	182,55 g	182,56 g
Caixa vermelha 2	221,29 g	221,28 g	221,26 g
Caixa verde 3	196,78 g	196,79 g	196,78 g
Caixa verde 3	196,66 g	196,65 g	196,65 g
Caixa verde 3	217,67 g	217,66 g	217,67 g

Fonte: Autor (2020).

Nesse momento, analisou-se o Módulo, suas características e todas as informações necessárias para as próximas etapas da pesquisa. Ressalta-se que o diagnóstico foi essencial para o andamento da pesquisa pois todos os aspectos coletados foram imprescindíveis em algumas partes do projeto.

A partir do levantamento de informações propõe-se a questão: qual finalidade o projeto precisa satisfazer? Essa pergunta relaciona-se com a necessidade do cliente e que, no caso dessa pesquisa, é complementar o Módulo Instrucional Didático. Portanto, a questão essencial deve ser: qual funcionalidade o Módulo pode apresentar para melhorar o processo de ensino ao simular um cenário industrial?

O Módulo apresenta funcionalidades encontradas em um ambiente industrial que simulam situações de transporte e inspeção de materiais. Existem outras funcionalidades presentes na indústria que não são apresentadas no Módulo e que podem proporcionar uma visão prática e concreta. Tendo em vista esta realidade, acredita-se que ao incorporar ao Módulo existente, um sistema automatizado que simule um processo de dosagem e pesagem no controle de matérias-primas, isso aproximará ainda mais do que é encontrado nas indústrias atuais.

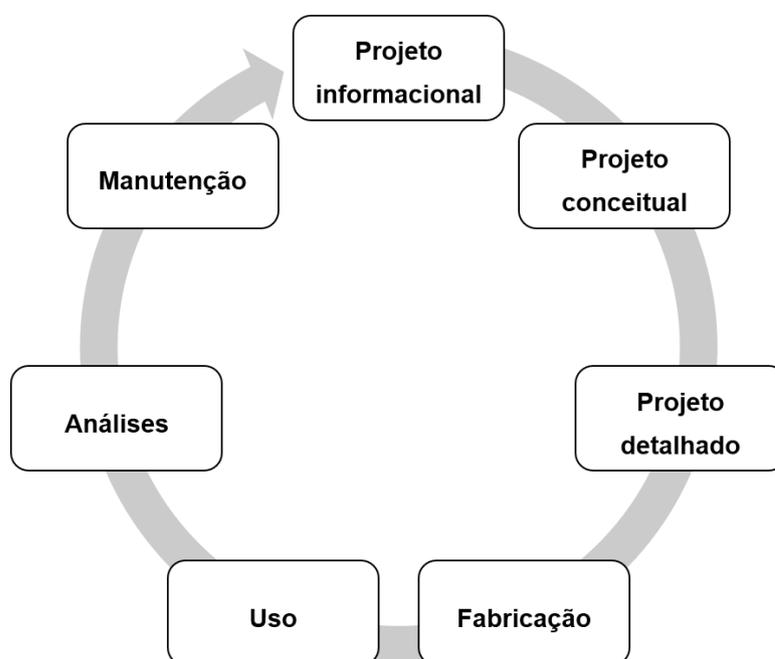
Determinada a finalidade do projeto e o diagnóstico do Módulo, que é ponto direcional desta pesquisa, as próximas seções constituem-se nas fases delimitadas pela metodologia adotada: o projeto Informacional, o projeto conceitual e o projeto detalhado. Em relação aos resultados, parte-se do pressuposto de cada etapa configura uma entrada e uma saída. Nesse sentido, cada etapa das fases do projeto, conseqüentemente, são parte dos resultados desta pesquisa.

4.2 Projeto informacional - resultados

4.2.1 Ciclo de vida do produto

Nesta etapa identificou-se todas as fases desde o planejamento até a utilização e manutenção do mesmo. As fases do ciclo de vida do sistema de dosagem e pesagem estão apresentadas na Figura 26. Por se tratar de um módulo instrucional didático o ciclo de vida deste projeto é diferente do que desenvolver um produto comercial e, portanto, não terá as fases de compra, venda e desativação do produto.

Figura 26 – Ciclo de vida do produto



Fonte: Autor (2020).

A Figura 27 representa as etapas de cada fase do ciclo de vida do produto. Destaca-se que os projetos informacional e conceitual têm uma quantidade de etapas maior que as fases posteriores a elas. Isso ocorre porque as primeiras fases configuram etapas para obter informações, enquanto as mais avançadas exigem etapas mais específicas e técnicas.

A divisão dessas etapas foi importante para organizar e planejar o projeto, na intenção de evitar retrabalhados e garantir a solução final, o sistema de dosagem e pesagem para complementar o Módulo Instrucional Didático.

Figura 27 – Etapas das fases do ciclo de vida do produto

FASES	ETAPAS
Projeto informacional	<ul style="list-style-type: none"> - Detalhar o ciclo de vida do produto - Definir os clientes - Definir os clientes ao longo do ciclo de vida - Identificar as necessidades dos clientes - Identificar os requisitos óbvios - Identificar os requisitos do cliente - Definir os requisitos do projeto - Definir os especificações-meta do sistema
Projeto conceitual	<ul style="list-style-type: none"> - Definir a função global - Definir as funções parciais - Definir as funções elementares - Desenvolver a matriz morfológica - Selecionar os princípios de solução - Analisar sistemas e subsistemas - Definir conceito
Projeto detalhado	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar dispositivos, componentes e materiais - Definir características técnicas - Planejar processos de fabricação e montagem - Elaborar documentação
Construção	<ul style="list-style-type: none"> - Confeccionar o sistema de dosagem e pesagem - Verificar erros - Juntar ao Módulo Instrucional Didático
Uso	<ul style="list-style-type: none"> - Testar o Módulo - Utilizar como ferramenta de ensino
Análises	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar e avaliar - Verificar efetividade
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> - Definir os procedimentos de manutenção do produto - Implementar os procedimentos de manutenção

Fonte: Autor (2020).

Definidas as etapas, o próximo passo foi adentrar em questões voltadas ao cliente e identificar suas necessidades e os requisitos.

4.2.2 Necessidades dos clientes

Para identificar as necessidades dos clientes são necessárias que as fases do ciclo de vida estejam estabelecidas e organizadas. Definidas essas fases precisaram-se encontrar quem são os clientes do produto e distribuí-los ao longo do ciclo de vida do produto. Por fim, constatar as necessidades dos clientes.

4.2.2.1 Clientes

Os clientes internos são aqueles que participam ou integram o projeto. Identificou-se o autor, os técnicos e os docentes que ajudaram no planejamento e construção do Módulo. Os clientes intermediários são responsáveis pela compra, venda e distribuição do produto. Neste trabalho, o sistema desenvolvido tem o objetivo de ser utilizado para fins didático e não a comercialização do sistema. Portanto, não se identificou clientes intermediários.

Os clientes externos são aqueles que utilizarão e manterão o produto. Definiu-se os discentes, os técnicos e os docentes da Unipampa - campus Bagé ou pessoas que possam beneficiar-se com o projeto. A Figura 28 representa os clientes internos, intermediários e externos do projeto.

Figura 28 - Clientes do produto

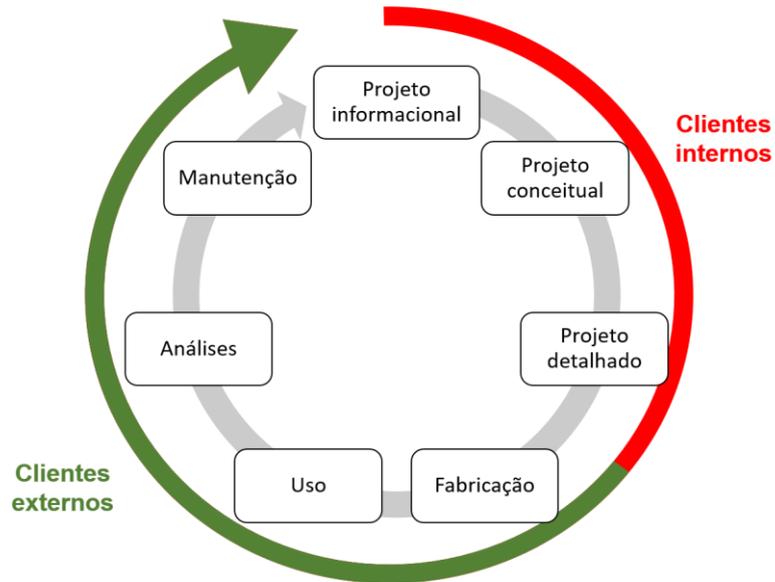
INTERNOS	INTERMEDIÁRIOS	EXTERNOS
Autor Técnicos Docentes	-	Técnicos Docentes Discentes

Fonte: Autor (2020).

4.2.2.2 Clientes ao longo do ciclo de vida do produto

Definidos os clientes do produto, a próxima etapa é alocá-los ao longo de cada etapa do ciclo de vida do produto, delimitado na Figura 29.

Figura 29 – Clientes ao longo do ciclo de vida do produto



Fonte: Autor (2020).

A Figura 30 esclarece a distribuição dos clientes ao longo do ciclo de vida do produto e o tempo que cada fase precisará para ser completada. O total do ciclo de vida do produto foi difícil de identificar porque tem mecanismos que podem sofrer desgastes e poderão ser trocados de forma imediata. Outros dispositivos podem durar alguns anos sem precisar de manutenção.

Figura 30 - Distribuição dos clientes ao longo do ciclo de vida

FASES DO CICLO DE VIDA	CLIENTES			TEMPO
	INTERNOS	INTERMEDIÁRIOS	EXTERNOS	
Projeto informacional	Autor Técnicos Docentes	-	-	30 dias
Projeto conceitual	Autor Técnicos Docentes	-	-	30 dias
Projeto detalhado	Autor Técnicos Docentes			30 dias
Fabricação	Técnicos Docentes	-	-	60 dias
Uso	Técnicos Docentes	-	Unipampa Docentes Discentes	7 dias
Análise	Técnicos Docentes Discentes		Técnicos Docentes Discentes	7 dias
Manutenção	Técnicos Docentes	-	Unipampa Docentes Discentes	Ciclo 30 dias
TOTAL				-

Fonte: Autor (2020).

4.2.2.3 Definir necessidades dos clientes

As necessidades dos clientes constataram-se através de *brainstorming*, análise das características do Módulo e consultas às pesquisas referentes aos Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) pelos discentes Heck (2017), Alves (2018) e Fracasso (2019). Salieta-se que foram determinantes para identificar as necessidades e compreender as temáticas apresentadas no Módulo. As necessidades são representadas na Figura 31.

Figura 31 – Necessidades dos clientes

Necessidades dos clientes	
1.	Ser compatível com o módulo
2.	Ser automático
3.	Ter funções didáticas
4.	Ter aparência didática
5.	Ser de fácil montagem, manuseio e manutenção
6.	Ser econômico
7.	Ser seguro
8.	Utilizar materiais de descarte para estrutura

Fonte: Autor (2020).

Para determinar as necessidades dos clientes também foram considerados os requisitos óbvios do produto e que, obrigatoriamente, fazem parte do Módulo, ou seja, são indispensáveis no projeto do Módulo. Entender essas necessidades garante a eficiência do projeto. Os requisitos óbvios foram listados na Figura 32.

Figura 32 – Requisitos óbvios

Requisitos óbvios	
1.	Utilizar fonte 24 V
2.	Utilizar CLP
3.	Utilizar tensão corrente contínua
4.	Identificar cores
5.	Identificar cor por material
6.	Dimensões da caixa
7.	Ser compatível com o sistema (pneumático)
8.	Local do novo módulo
9.	Entrada na esteira
10.	Fechar caixa

Fonte: Autor (2020).

4.2.3 Requisitos dos clientes

Requisitos é algo fundamental para satisfazer a necessidade ou a expectativa das partes interessadas do projeto, ou seja, uma condição atendida pelo projeto. Utilizou-se coleta e análise de dados, pesquisa bibliográfica e *brainstorming* e as próprias necessidades do cliente para elencar os requisitos dispostos na Figura 33.

Figura 33 - Requisitos dos clientes

Fases	Requisitos dos clientes
Projeto Informacional Conceitual Detalhado	Ter baixo número de componentes
	Ter aparência didática
	Ter aparência atrativa
	Ter funções didáticas
	Ser didático
	Atender às normas de segurança
	Simular o cenário industrial
	Visualizar o produto ou processo
	Ser de baixa potência
	Ser um sistema automático
	Ter componentes padronizados
	Ser compacto
	Ter mecanismos de regulagens
Fabricação	Ser de fabricação simples
	Ser de fácil montagem
	Ter baixo custo de aquisição
	Ter baixo custo de montagem
	Ter componentes fáceis de adquirir
	Ser resistente
	Utilizar materiais de descarte para estrutura
Uso	Ter baixa probabilidade de falhas
	Ser rápida
	Ser eficiente
	Ser seguro
	Ser preciso na dosagem
	Ter alta resistência ao uso
	Ser de fácil operação
	Ter baixo custo de operação
	Ter baixa probabilidade de falhas
	Possibilitar alguns tipos de produtos
Permitir doses variadas	
Análises	Ser de fácil monitoramento
Manutenção	Ser de fácil manutenção
	Ser durável
	Ter baixo custo de manutenção

Fonte: Autor (2020).

4.2.4 Requisitos do projeto

Estabeleceu-se os requisitos do projeto através da parametrização dos requisitos dos clientes, de acordo com os atributos específicos e pela análise de suas características físicas capazes de serem parametrizados. Ou seja, os requisitos de forma qualitativa transformarem-se em quantitativos, representados pela Figura 34.

Figura 34 - Requisitos do projeto

Requisito do projeto		Unidade
Sistema de dosagem e pesagem		
1	Componentes padronizados	número
2	Componentes automáticos	número
3	Potência	W
4	Mecanismos de segurança	número
5	Componentes de risco	número
6	Tensão	V
7	Dimensões da caixa	mm
8	Número de cores	número
9	Custos	R\$
10	Dimensões sistema total	mm
11	Frequência de manutenção	número
Armazenagem		
12	Dimensões	mm
13	Volume do recipiente (capacidade)	mm ³
14	Dimensões da entrada	mm ²
15	Dimensões da saída	mm ²
16	Ângulo de repouso	graus
17	Granulometria	Mesh
18	Peso específico	t/m ³
Dosagem		
19	Dimensões	mm
20	Falha no processo	%
21	Precisão	g
22	Comprimento do transportador	mm
23	Passo	mm
24	Velocidade dos eixos	rpm
25	Ângulo de inclinação	graus
26	Diâmetro tubo	mm
27	Dimensões da saída	mm ²
28	Diâmetro helicóide	mm
29	Diâmetro do eixo	mm
Pesagem		
30	Dimensões	mm
31	Tempo	s
32	Precisão	g
33	Falha no processo	%
34	Peso	g

Fonte: Autor (2020).

4.2.5 Especificações-meta

Para o estabelecimento das especificações-meta do sistema foi necessário a definição de metas com valores quantitativos para cada requisito do projeto. Essas especificações basearam-se nos conhecimentos adquiridos ao longo do projeto e brainstorming com técnicos, docentes e discentes das questões que envolveram o projeto. As especificações-meta do sistema foram divididas entre o Módulo e as partes que compõe o sistema de dosagem e pesagem apresentadas em duas tabelas. A Tabela 3 relaciona as especificações do sistema de dosagem e pesagem como um todo.

Tabela 3 – Especificações-meta do sistema

	Requisito	Meta	Sensor	Saídas indesejáveis
Sistema de dosagem e pesagem				
1.	Componentes padronizados	90% no mercado	Projeto	Falta de componentes
2.	Componentes automáticos	70% automático	Projeto	Menor que 70%
3.	Potência	Menor que 4 W	Tabela	Maior que 5 W-
4.	Mecanismos de segurança	Maior ou igual a 3	Projeto	Menor ou igual a 2
5.	Componentes de risco	Nenhum	Projeto	Maior ou igual a 2
6.	Tensão de operação	5V (Arduino) 24V (CLP)	Multímetro	Maior que a meta
7.	Dimensão das caixas	Menor que 90 x 90 x 90 mm	Paquímetro	Dimensões superiores
8.	Número de cores	3	Projeto	Menor que 3
9.	Custo de montagem	Custo ≤ R\$ 100,00	Planilha	Custo ≥ 200,00
10.	Custo de aquisição	Custo ≤ R\$ 300,00	Planilha	Custo ≥ 400,00
11.	Custo de manutenção	Custo ≤ R\$ 50,00	Planilha	Custo ≥ R\$ 100,00
12.	Frequência de manutenção	1 vez no mês	Registro de falhas	1 vez na semana
13.	Dimensões sistema total	Menor que 400 x 600 x 800 mm	Trena	Dimensões superiores

Fonte: Autor (2020).

A Tabela 4 representa as especificações-meta divididas em partes que compõem o sistema. Dividiu-se em armazenagem, dosagem e pesagem.

Tabela 4 – Especificações-meta em partes do sistema

	Requisito	Meta	Sensor	Saídas indesejáveis
Armazenagem				
14.	Dimensões	Menor que (120 x 120 x 500) mm	Régua	Dimensões superiores
15.	Volume	3 l	Fórmula	Maior que 5 l
16.	Área da entrada	14400 mm ²	Régua	Dimensões superiores
17.	Área da saída	144 mm ²	Régua	Dimensões superiores
18.	Ângulo de repouso	Menor que 30°	Tabela	Maior que 30°
19.	Granulometria	Granular Menor que 0,5 mm	Tabela	Maior que 0,5 mm
20.	Peso específico	Maior que 0,4 t/m ³	Tabela	Menor que 0,8 t/m ³
Dosagem				
21.	Dimensões	Menor que (500 x 200 x 50) mm	Régua	Dimensões superiores
22.	Falha no processo	1 cada 30 min	Registro de falhas	Mais falhas que a meta
23.	Precisão	1 g	Testes	Maior que 1 g
24.	Comprimento transportador	Menor que 300 mm	Tabela	Maior que 300 mm
25.	Velocidade dos eixos do motor	Menor que 60 rpm	Tabela	Maior que 60 rpm
26.	Peso específico dos materiais	Entre 0,4 t/m ³ e 0,8 t/m ³	Tabela	Maior que 0,8 t/m ³ Menor que 0,4 t/m ³
27.	Ângulo de inclinação	0°	Tabela	Maior que 0°
28.	Diâmetro do tubo	Menor que 42 mm	Tabela	Maior que 42 mm
29.	Diâmetro da hélice	Menor que o diâmetro do tubo	Tabela	Menor que o diâmetro do tubo
30.	Dimensão saída	Menor que o diâmetro do tubo	Tabela	Menor que o diâmetro do tubo
31.	Diâmetro do eixo	Menor que 15 mm	Paquímetro	Maior que 8 mm
Pesagem				
32.	Dimensões	Menor que 80 x 80 x 20 mm	Régua	Dimensões superiores
33.	Tempo	Menor que 1 min	Cronômetro	Maior que 1 min
34.	Precisão	1 g	Testes	Maior que 1 g
35.	Falha no processo	1 a cada 50 processos	Registo de falhas	5 falhas ou mais
36.	Peso	Menor que 350 g	Registro	Maior que 350 g

Fonte: Autor (2020).

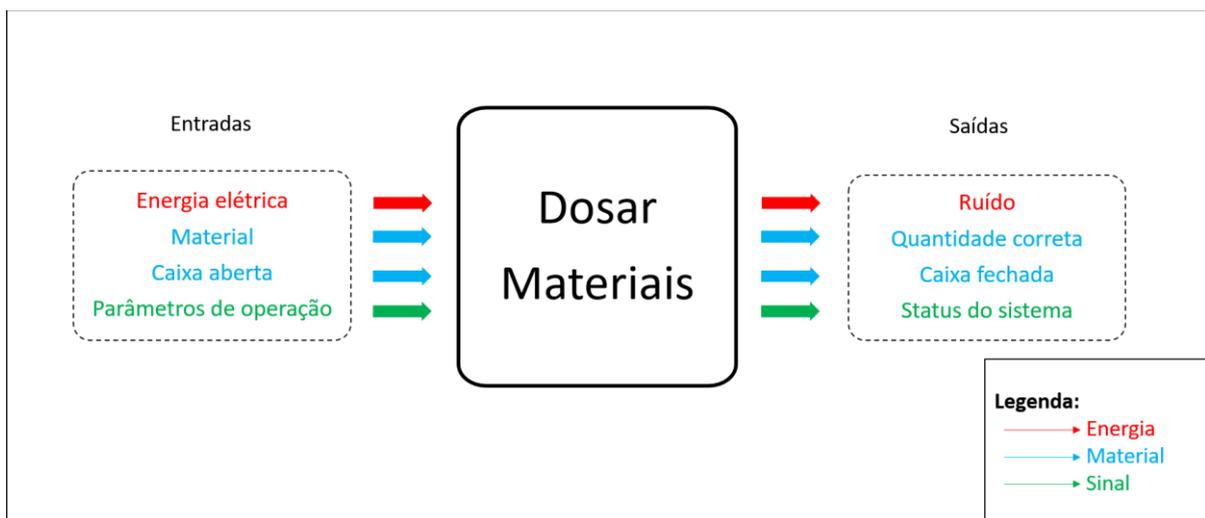
4.3 Projeto conceitual - resultados

No projeto conceitual buscou-se informações através da criatividade e princípios de solução em cada parte do sistema do projeto para determinar a concepção. Estabeleceu-se a estrutura funcional do sistema de dosagem e pesagem a partir da sua função global.

4.3.1 Função global

A função global do sistema é dosar materiais. A Figura 35 ilustra o esquema da função global que compreende as entradas e saídas do sistema de dosagem e pesagem.

Figura 35 - Função global do sistema

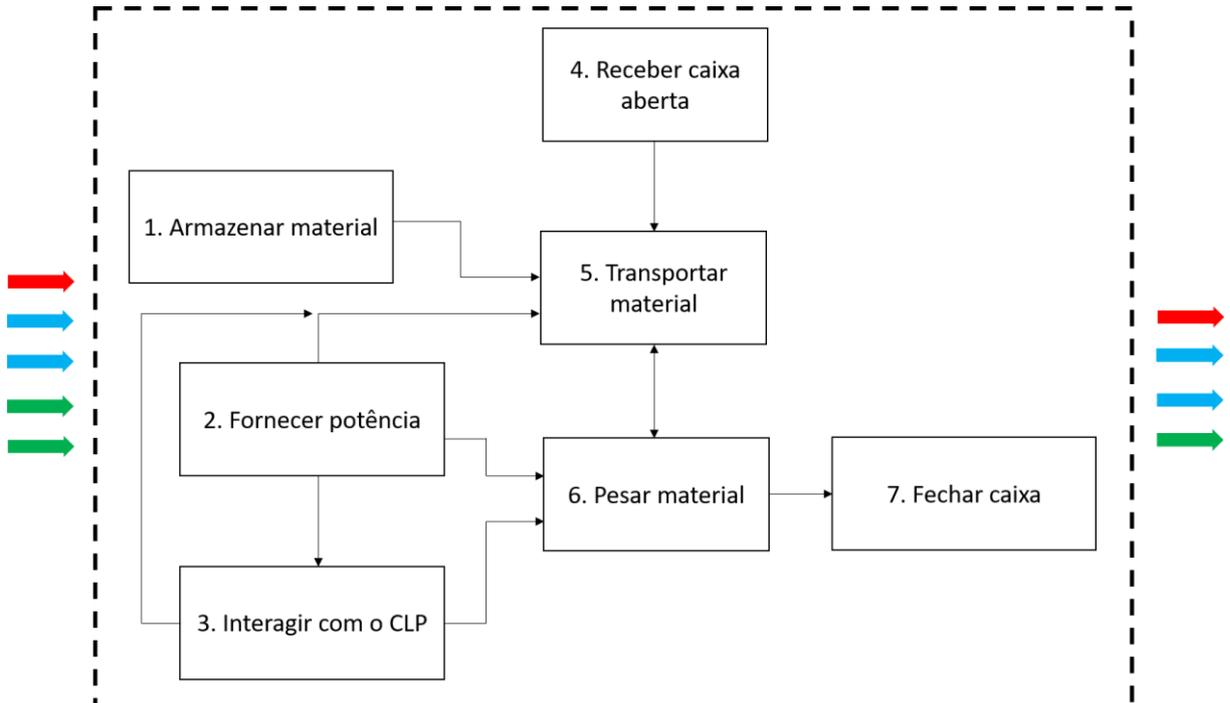


Fonte: Autor (2020).

4.3.2 Funções parciais do sistema

O desdobramento da função global obteve-se através da definição das funções parciais do sistema. Esse sistema é composto de entradas, saídas e uma sequência de etapas oriundas da função global. Essas etapas tiveram como objetivo facilitar a visualização das ações que o sistema possivelmente realizará. A Figura 36 contempla as funções parciais do sistema.

Figura 36 - Funções parciais do sistema



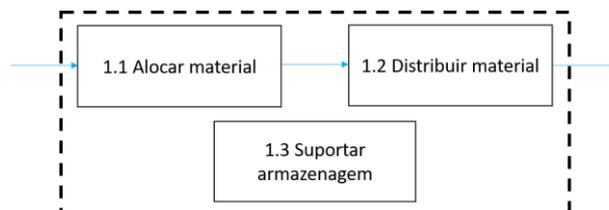
Fonte: Autor (2020).

4.3.3 Funções elementares do sistema

As funções elementares consistem em subdividir as funções parciais do sistema em diversas outras, com a finalidade de identificar com um maior grau de detalhamento cada uma das etapas com as entradas e as saídas do sistema.

Na primeira função elementar precisa-se alocar o material em maior quantidade e distribuí-lo de forma uniforme através da vazão relacionada ao diâmetro de saída da armazenagem, conforme Figura 37.

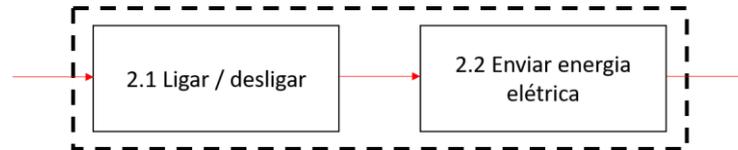
Figura 37 – Função elementar um - armazenar material



Fonte: Autor (2020).

Na segunda função elementar o processo precisa ser alimentado por energia elétrica com algum dispositivo de segurança para ligar e desligar e posteriormente enviar energia para o sistema de acordo com a Figura 38.

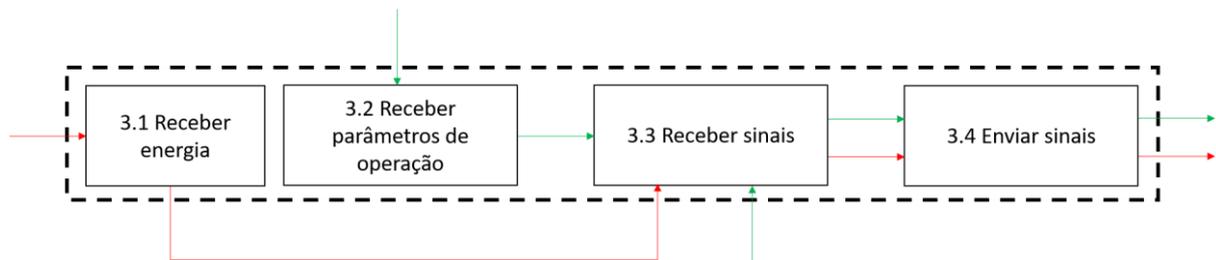
Figura 38 – Função elementar dois - fornecer potência



Fonte: Autor (2020).

A terceira função elementar é fazer com que o sistema inteiro interaja com o controlador lógico programável através da energia, parâmetros de operação e recebimento e envio de sinais como demonstrado na Figura 39.

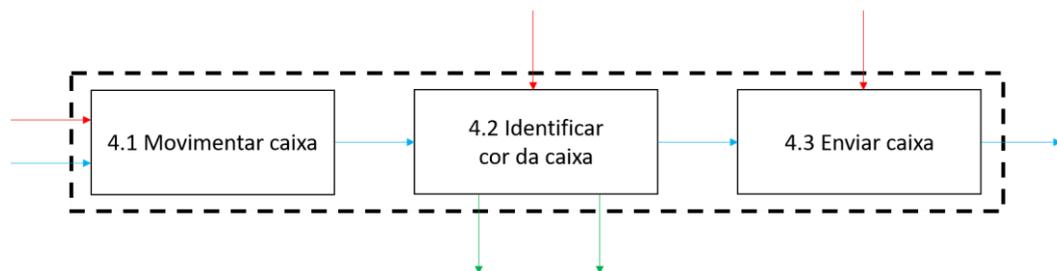
Figura 39 – Função elementar três - interagir com o clp



Fonte: Autor (2020).

Na quarta função elementar, representado na Figura 40, é necessário um sistema capaz de movimentar a caixa para o local de identificação de cor e posteriormente liberá-la para o sistema.

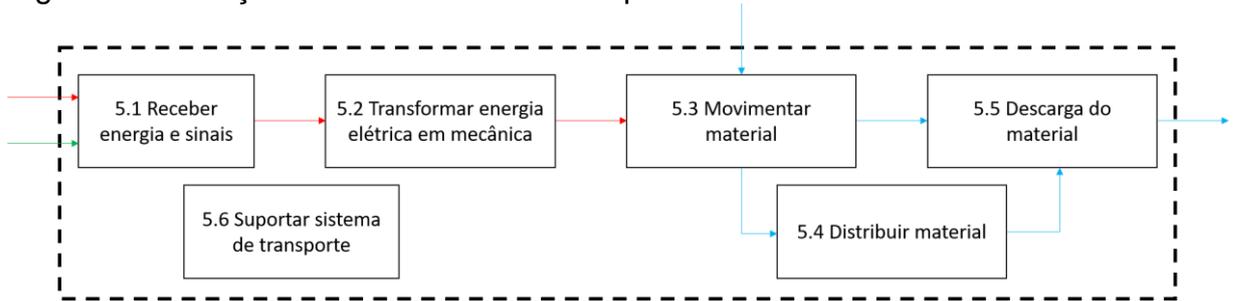
Figura 40 – Função elementar quatro - receber a caixa



Fonte: Autor (2020).

A quinta função elementar necessita que a cor seja identificada e cada material será transportado conforme a cor determinada como demonstrado na Figura 41. O transporte de material só será interrompido caso a caixa atinja o peso determinado pelos parâmetros de operação do sistema.

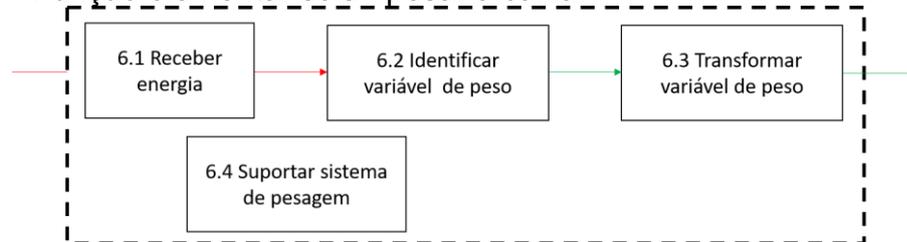
Figura 41 – Função elementar cinco - transportar material



Fonte: Autor (2020).

A função elementar seis (pesar a caixa), conforme Figura 42 identifica a variação de peso e a transforma de modo que a leitura possa ser feita pelo sistema.

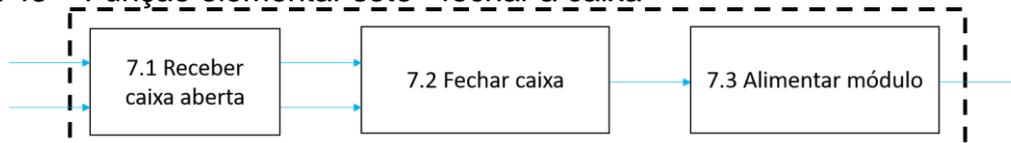
Figura 42 – Função elementar seis - pesar a caixa



Fonte: Autor (2020).

A função elementar descrita na Figura 43, demonstra o sistema de fechar a caixa após o final do processo.

Figura 43 – Função elementar sete - fechar a caixa



Fonte: Autor (2020).

4.3.4 Princípios de solução

Na busca de princípios de solução para as funções elementares, oriundas das funções parciais estabelecidas a partir da função global, utilizou-se a matriz morfológica, demonstrada na Figura 44, como ferramenta para elencar três princípios de soluções possíveis para cada função.

Figura 44 – Matriz morfológica

Princípios de solução			
Função	Solução 1	Solução 2	Solução 3
1. Armazenar material			
1.1 Alocar material	Silo	Prisma	Paralelepípedo
1.2 Distribuir material	Tubo	Funil	Pirâmide
1.3 Suportar armazenagem	Projetar estrutura	Componentes pré fabricados	Estrutura do Módulo
2. Fornecer potência			
2.1 Ligar / desligar	Fonte de alimentação	Botão	Chave liga/desliga
2.2 Enviar energia elétrica	Computador	Sistema de segurança do Módulo	Fonte de alimentação
3. Interagir com o CLP			
3.1 Receber energia	Módulo CLP	Sistema de segurança do Módulo	Computador
3.2 Receber parâmetros de operação	Arduino	Módulo relé	Computador
3.3 Receber sinais	Arduino	Módulo relé	Computador
3.4 Enviar sinais	Arduino	Módulo relé	Computador
4. Receber caixa			
4.1 Movimentar caixa	Manual	Atuador	Por gravidade (Módulo)
4.2 Identificar cor da caixa	Sensor de cor (Arduino)	Sensor de cor (CLP)	Sensor óptico de identificação de cor
4.3 Enviar caixa	Manual	Atuador (Módulo)	Estático
5. Transportar material			
5.1 Receber energia e sinais	CLP	Arduino	Computador
5.2 Transformar energia elétrica em mecânica	Motor de passo	Motor de passo com módulo	Servomotor
5.3 Movimentar material	Dosador de canecas	Dosador de gavetas	Dosador de rosca helicoidal
5.4 Distribuir material	Tubo	Calha	Tubo + calha
5.5 Descarga do material	Boca de descarga	Tubo	Corte
5.6 Suportar sistema de transporte	Suporte de fixação	Mesa	Estrutura
6. Pesar material			
6.1 Receber energia	CLP	Arduino	Computador
6.2 Identificar variável de peso	<i>Strain gauge</i>	Célula de carga	Balança
6.3 Transformar variável de peso	Balança	Arduino	Módulo HX711
6.4 Suportar sistema de pesagem	Esteira (Módulo)	Torre do Módulo	Sistema
7. Fechar caixa			
7.1 Receber caixa aberta	Atuador	Esteira	Estático
7.2 Fechar caixa	Mecanismo mecânico	Mecanismo automático	Manual
7.3 Alimentar Módulo	Atuador	Esteira	Manual

Fonte: Autor (2020).

Utilizando-se da matriz morfológica selecionou-se a melhor solução para a estrutura funcional do produto, a partir de critérios técnicos e econômicos, definidos nas especificações-meta no projeto informacional, representado pela Figura 45.

Figura 45 – Seleção dos princípios de solução

Função Elementar	Solução Escolhida	Justificativa	Atende especificação
1. Armazenar material			
1.1 Alocar material	Silo ou paralelepípedo	Grande capacidade e boa estética	1,5,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20
1.2 Distribuir material	Funil ou pirâmide	Distribuir material de forma uniforme	1,5,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20
2. Fornecer potência			
2.1 Ligar / desligar	Fonte de alimentação	Utilizar o próprio sistema	1,2,5,6,9,12
2.2 Enviar energia elétrica	Sistema de segurança do Módulo	Utilizar o próprio sistema	2,4,5,6,9,12
3. Interagir com o CLP			
3.1 Receber energia	Sistema de segurança do Módulo	Segurança, botão de emergência	1,2,4,5,6,12
3.2 Receber parâmetros de operação	Computador	Fácil operação e diagnóstico	1,2,4,5,6,12
3.3 Receber sinais	Arduino	Fácil operação e diagnóstico	1,2,4,5,6,10,12
3.4 Enviar sinais	Módulo relé	Baixo custo e segurança	1,2,4,5,6,10,12
4. Receber caixa			
4.1 Movimentar caixa	Manual	Tempo de projeto e solução rápida	5,7,9,10,13
4.2 Identificar cor da caixa	Sensor de cor (Arduino)	Custo baixo e praticidade	1,2,5,6,7,8,10,12,13,23
4.3 Enviar caixa	Estático	Ficar parado até a pesagem	5,9,13
5. Transportar material			
5.1 Receber energia e sinais	Arduino	Utilizar o próprio sistema	1,2,4,6,10,12,22,25
5.2 Transformar energia elétrica em mecânica	Motor de passo com módulo	Custo baixo	1,2,4,6,9,10,12,13,23,25,26,27,28,29,30,31
5.3 Movimentar material	Dosador de rosca helicoidal simples	Pelo ângulo de inclinação ser 0° é opção mais indicada	5,9,10,11,12,13,21,19,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31
5.4 Descarga do material	Corte	Prático e baixo custo	5,7,9,11,12,13,17,23,27,28,30
5.5 Suportar sistema de transporte	Estrutura	Projetar a estruturar do sistema	1,5,9,10,11,12,13,14,15,16,17,20,22,24,27,29
6. Pesar material			
6.1 Receber energia	Arduino	Custo baixo e facilidade pelo Arduino	1,2,4,5,6,10,12
6.2 Identificar variável de peso	Célula de carga	Dispositivo mais utilizado para micro pesagem	1,2,5,6,10,12,13,33,34,35,36
6.3 Transformar variável de peso	Arduino	Custo baixo e facilidade pelo Arduino	1,2,4,5,6,10,12,33,34,35,36
6.4 Suportar sistema de pesagem	Módulo e sistema	Utilizar a estrutura do próprio Módulo	1,2,5,10,12,13,32,36
7. Fechar caixa			
7.1 Receber caixa aberta	Estático e Atuador	Após pesagem estática, atuador direciona para o Módulo	1,2,5,6,9,10,11,12,13,27
7.2 Fechar caixa	Mecanismo mecânico	Sem desgaste, solução fácil	1,2,5,9,10,11,12,13
7.3 Alimentar Módulo	Esteira	A esteira alimentará o Módulo por inércia	2,5,7,9,11,12,13

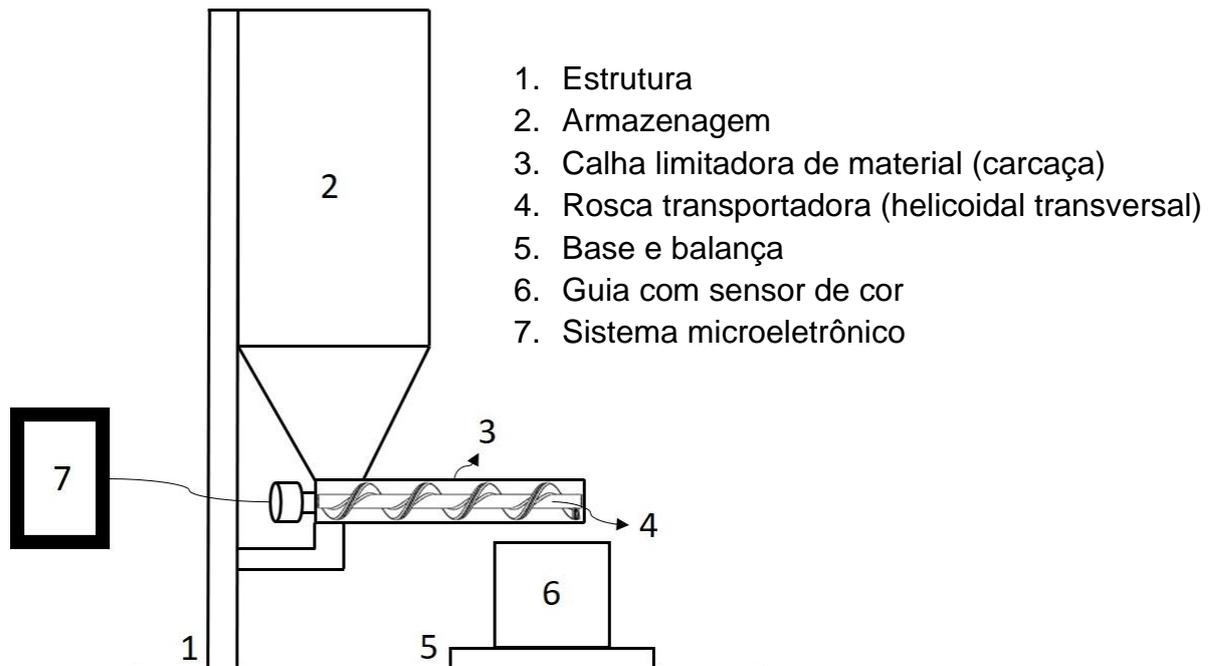
Fonte: Autor (2020).

Estabelecida a solução de cada função elementar, dividiu-se o projeto em sistema e subsistemas. Busca-se possíveis soluções para começar o detalhamento das partes e identificar como os elementos interagem entre si.

4.3.5 Partes do sistema

O sistema de dosagem e pesagem foi dividido em partes e é representado na Figura 46.

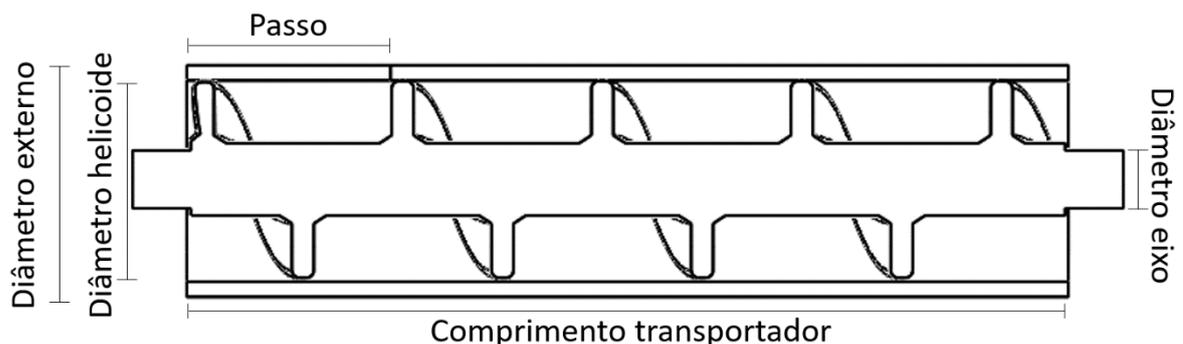
Figura 46 – Esquematização das partes do sistema



Fonte: Autor (2020).

O mecanismo de fechar caixa não foi representado pois encontra-se na estrutura do sistema de dosagem e pesagem. Para a calha limitadora divide-se em helicoides (rosca transportadora) e carcaça como demonstrado na Figura 47. As representações das dimensões apresentadas na figura foram importantes para a definição do conceito e elaboração do desenho técnico do mesmo.

Figura 47 – Esquematização da calha limitadora e rosca transportadora

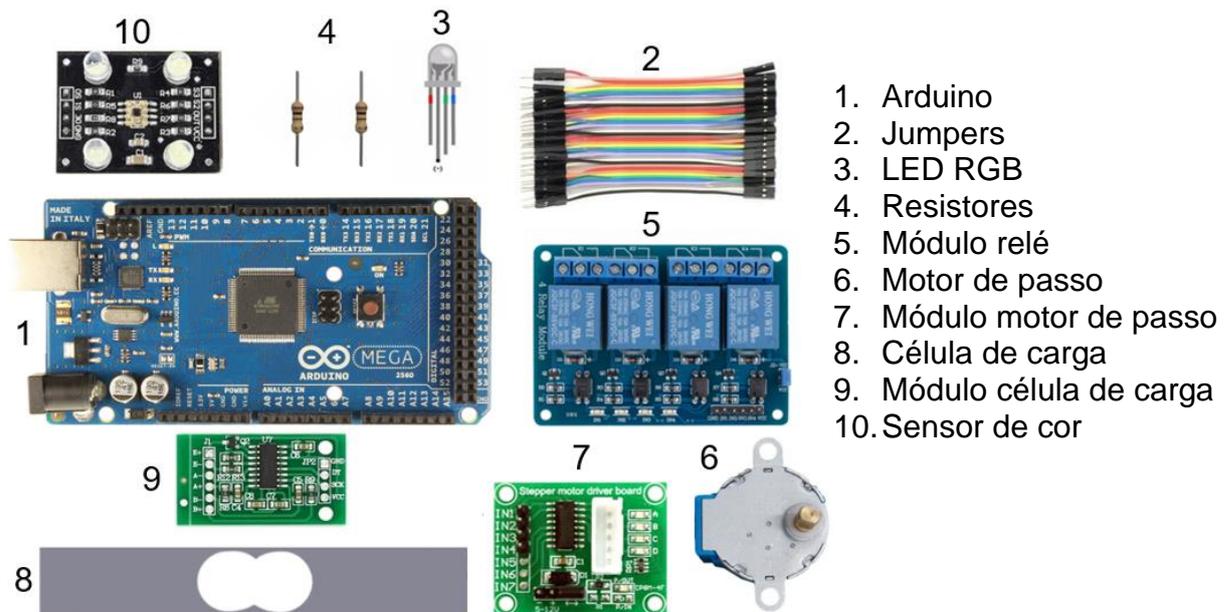


Fonte: Autor (2020).

4.3.6 Sistema microeletrônico

Em relação ao sistema microeletrônico, a Figura 48 apresenta todos os componentes que integram a parte microeletrônica.

Figura 48 – Partes do sistema microeletrônico



1. Arduino
2. Jumpers
3. LED RGB
4. Resistores
5. Módulo relé
6. Motor de passo
7. Módulo motor de passo
8. Célula de carga
9. Módulo célula de carga
10. Sensor de cor

Fonte: Autor (2020).

A escolha do Arduino Mega deu-se em função do mesmo apresentar diversos recursos de hardware, tais como pinagem digital (32 portas), analógica (16 portas) e serial (4 portas) permitindo a conexão de componentes variados e ampla capacidade de processamento de informações (256 kb, sendo o dobro de memória que o Arduino Uno). Os jumpers (filamentos metálicos recobertos com camada plástica) são utilizados nas conexões do Arduino com dispositivos como o sensor de cor, a célula de carga e o módulo motor de passo.

O LED RGB tem a função de sinalizar as três cores das caixas contidas no Módulo. Os resistores agem como limitadores de corrente elétrica. Para o sistema, pensou-se para limitar a energia que passa pelo LED. O módulo relé possui 4 relés, o que proporciona a interação com diferentes componentes elétricos. Ressalta-se que o módulo relé possui diodo para proteção do sistema; transistor, para aumentar ou trocar sinais elétricos; LEDs, para visualizar a troca de posição do relé, caracterizando questões didáticas distintas em um único componente.

Para a dosagem de produtos, o motor de passo com módulo, foi escolhido porque os dois atuando em conjunto possibilita o controle de rotações, torque e sentido (horário anti-horário) com precisão. Destaca-se que motores são amplamente utilizados em projetos de automação.

Em relação à pesagem do sistema, escolheu-se a célula de carga como mecanismo capaz de converter uma força em impulso elétrico. Tratando-se de um dispositivo padrão, é facilmente encontrado em qualquer balança simples de cozinha. A célula de carga atuando em conjunto com o módulo proporciona ao sistema receber parâmetros com precisão para enviar ao Arduino.

O sensor de cor possui a função de identificar a cor de um elemento que for exposto a ele. No caso desse projeto, as três cores das caixas: vermelho, azul e verde.

4.3.7 Conceito

Para definir o conceito do sistema de dosagem e pesagem analisou-se, de forma simplificada, questões como:

- a) Tipos de materiais a serem transportados e suas propriedades;
- b) Coeficiente de acomodação e a proporção em que cada material se apresenta;
- c) A vazão e granulometria das matérias-primas;
- d) Layout da armazenagem e distribuição dos materiais conhecendo os pontos de entrada e descarga do material;
- e) Capacidade (volume);
- f) Especificações-meta;
- g) Etapas do desenvolvimento do sistema;
- h) Funcionalidades de cada dispositivo;
- i) Dispositivos e mecanismos capazes de atender ao projeto;
- j) Tempo do projeto e o ciclo de vida;
- k) Necessidades dos clientes e requisitos óbvios;
- l) Requisitos dos clientes e requisitos de projeto;
- m) Especificações-meta do projeto;
- n) Princípios de solução do projeto;
- o) Módulo Instrucional Didático existente.

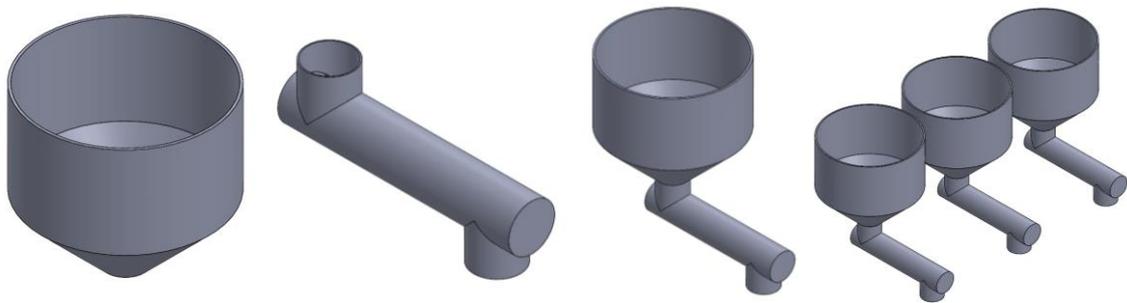
4.3.7.1 Conceitos iniciais

As atividades desta fase compõem-se pela busca, criação, representação e seleção de soluções para elaborar o sistema de dosagem e pesagem e complementar o Módulo Instrucional Didático. Nesse sentido, definiu-se a concepção do sistema considerando o leiaute e a forma do produto, ou seja, quais características físicas e funcionais o sistema deve apresentar. Na modelagem, utilizou-se do *software SolidWorks* como ferramenta na elaboração dos conceitos.

4.3.7.2 Alternativa um para o sistema de dosagem e pesagem

Essa concepção baseia-se no cenário industrial atual mais comum: a utilização de silos. Os elementos circulares dessa concepção apresentam esse elemento. Em termos didáticos, ela apresenta dificuldade de visualização dos processos e movimento dos materiais. Esta contém elementos fixos e baixo número de componentes. A Figura 49 ilustra essa alternativa.

Figura 49 – Alternativa um do sistema de dosagem e pesagem

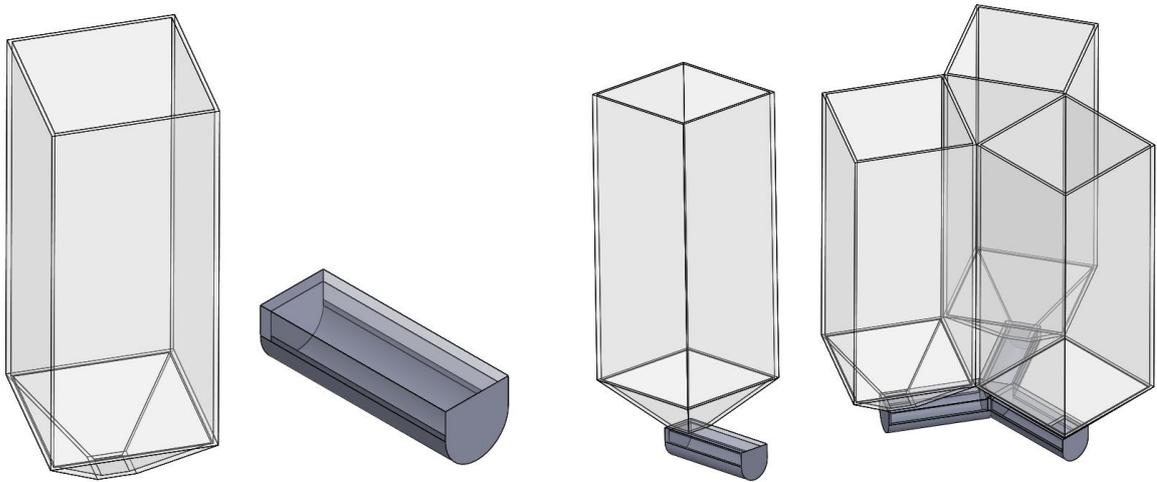


Fonte: Autor (2020).

4.3.7.3 Alternativa dois para o sistema de dosagem e pesagem

A segunda concepção apresenta blocos retangulares assemelhados ao Módulo Instrucional Didático. Essa alternativa, didaticamente, permite visualizar os processos envolvidos e a movimentação de matéria-prima por conter elementos transparentes nos componentes. Esta, consiste em um sistema baseado em montagens, permitindo, ao final do projeto para a manufatura do mesmo, pequenos ajustes e alterações. A Figura 50 exhibe essa concepção.

Figura 50 – Alternativa dois do sistema de dosagem e pesagem

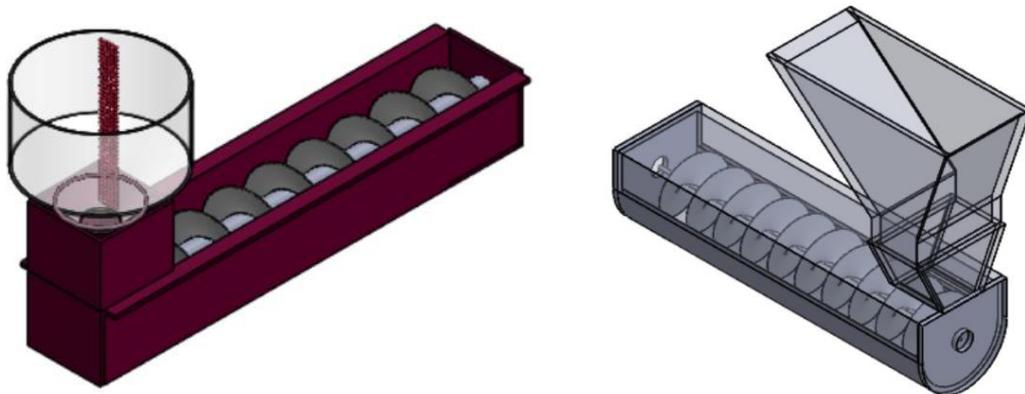


Fonte: Autor (2020).

4.3.7.4 Concepções alternativas

Em relação às concepções das alternativas, combinou-se as mesmas para identificar outras soluções que serviram para auxiliar na escolha do conceito final do sistema. A Figura 51 demonstra dois dos resultados dessa combinação.

Figura 51 – Outras propostas de alternativas



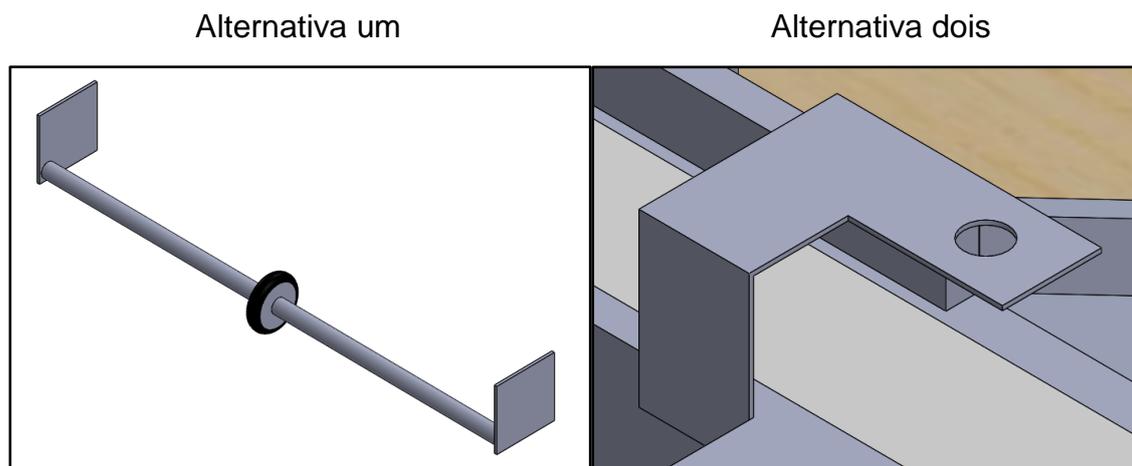
Fonte: Autor (2020).

4.3.7.5 Alternativas para o mecanismo de fechar caixa

Para o mecanismo de fechar caixa, idealizou-se duas alternativas. Na primeira utiliza-se uma haste para o fechamento, presa a estrutura de sustentação das células de armazenamento, do sistema, vinculado ao movimento de avanço do atuador pneumático do Módulo.

Na segunda, sugeriu-se utilizar a própria estrutura do sensor indutivo para fechar a caixa. Funciona por meio da inércia atribuída ao movimento da esteira e ao tocar na chapa da estrutura do sensor, a caixa fecha. Entretanto, a longo prazo, as caixas sofreriam danos e aumentaria a quantidade de manutenções na mesma. A representação das alternativas, modeladas em *SolidWorks*, é demonstrada na Figura 52.

Figura 52 – Alternativas para fechar caixa



Fonte: Autor (2020).

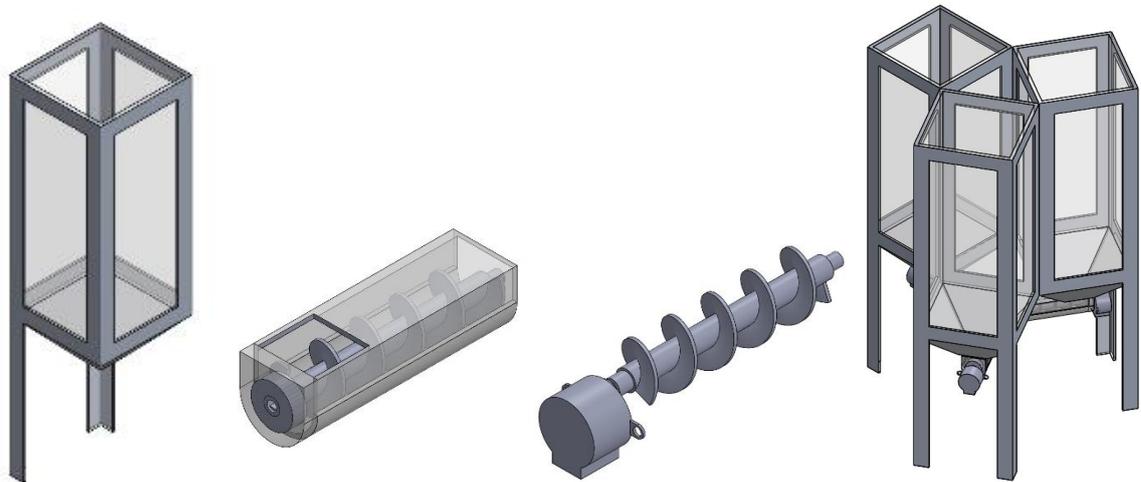
4.3.7.6 Conceito escolhido

Com relação ao mecanismo de fechar caixa, a alternativa um (haste com rolamento) mostrou-se mais atrativa por não causar danos na caixa como a alternativa dois (estrutura do sensor). Acrescenta-se a isso o fato desta alternativa dois utilizar o sensor indutivo que é uma peça importante do Módulo. Contatou-se, através de método empírico junto ao Módulo no Laboratório de Fabricação da Unipampa, que é possível fechar a caixa com um toque frontal na tampa aberta com angulação de 45°, aproximadamente. Esse movimento, juntamente com a inércia atribuída da resultante

na esteira na caixa e em conjunto com o lacre em velcro, faz a caixa fechar. Dito isso, utilizou-se dessa informação para simplificar o mecanismo e utilizar um rolamento, revestido de borracha, preso a uma haste fixada à estrutura de sustentação das células de armazenamento.

Para o sistema de dosagem e pesagem, optou-se pela alternativa dois, por apresentar melhor aspectos e características didática. Assim, possibilita-se ampla visibilidade tanto dos componentes como dos processos e movimento dos materiais. O conceito final do sistema por partes escolhido é exibido na Figura 53.

Figura 53 – Conceito final do sistema por partes

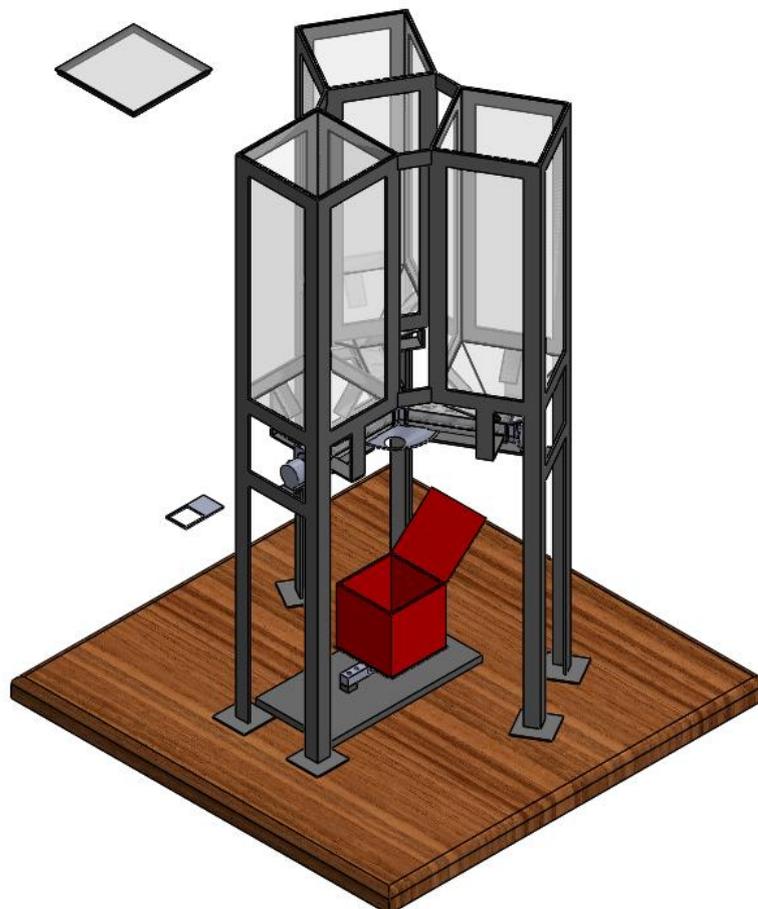


Fonte: Autor (2020).

4.3.8 Conceito final

Para o conceito final optou-se por atribuir os elementos que compõem o sistema de dosagem e pesagem, antes de colocá-lo junto ao Módulo. A presença da caixa foi utilizada como parâmetro para identificar as proporções em que os elementos se encontram. A definição da textura, das cores e da estética aproximou o conceito da realidade. Portanto, essa etapa caracteriza-se por apresentar a maioria dos elementos, a proporção e a estética. O conceito final é ilustrado na Figura 54.

Figura 54 – Conceito final



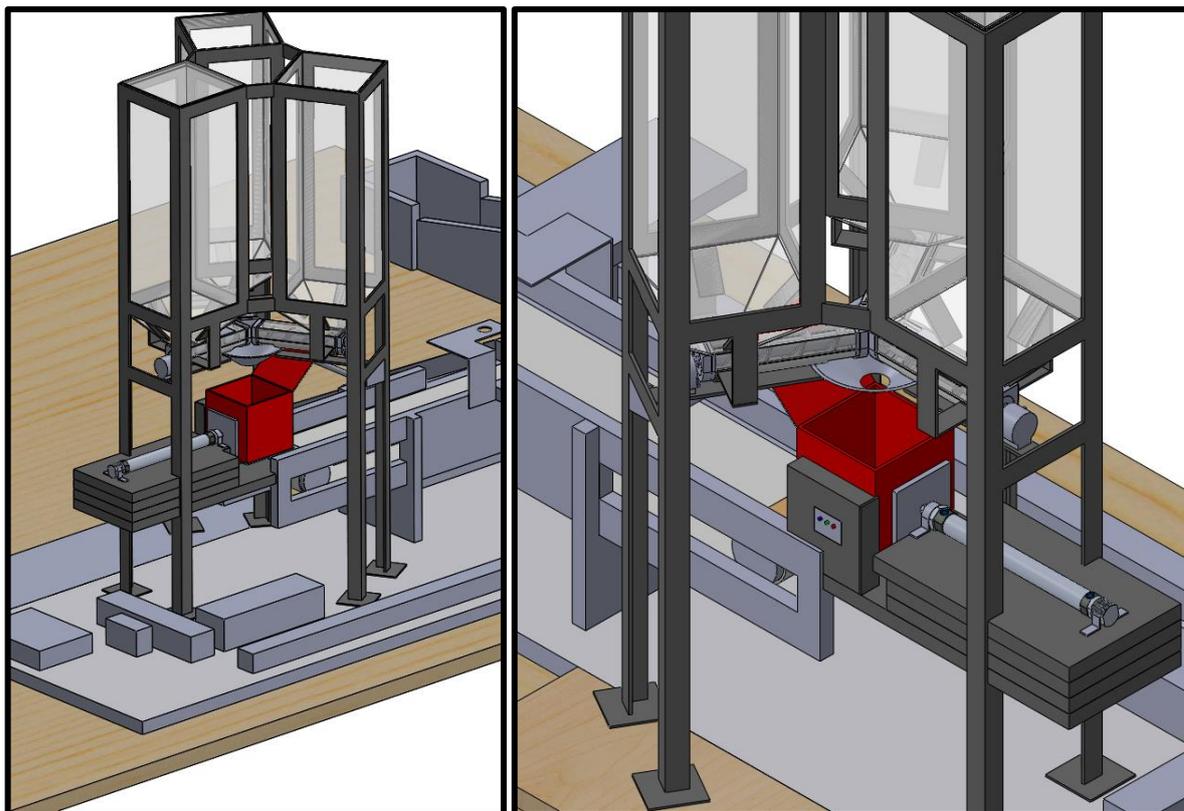
Fonte: Autor (2020).

4.3.9 Conceito junto ao módulo

Para finalizar o projeto conceitual inseriu-se o sistema de dosagem e pesagem junto ao Módulo Instrucional Didático. O conceito apresenta os componentes que deverão ser fabricados para o pleno funcionamento entre o sistema e o Módulo, transformando-o em um único sistema integrado.

Ressalta-se que a modelagem em *SolidWorks* do Módulo Instrucional Didático foi feita de maneira a identificar as principais medidas e componentes do sistema de dosagem e pesagem. O Módulo apresenta muitos componentes específicos e de difícil representação. Assim, utilizou-se de blocos simplificados para dimensionar os elementos que compõem o Módulo. A Figura 55 demonstra o conceito final junto ao Módulo.

Figura 55 – Conceito final junto ao módulo



Fonte: Autor (2020).

4.4 Projeto detalhado - resultados

Após determinar a concepção na fase anterior, essa etapa do projeto caracterizou-se pela finalização das especificações, de acordo com critérios técnicos, econômicos e informações relevantes de processos e montagem. O uso de programas, ferramentas e técnicas foram indispensáveis nesta fase do projeto para auxiliar na representação das características e dimensões, orientados à produção. O projeto pressupõe que durante as fases erros acontecem e, por isso, é necessário que as etapas estejam bem definidas e organizadas seguindo um sequenciamento lógico. Assim, inclui-se a possibilidade de voltar às outras fases do projeto para correção e alterações. Neste momento, finaliza-se todas as especificações do sistema de dosagem e pesagem para o Módulo Instrucional Didático.

4.4.1 Dispositivos e materiais

Identificou-se a lista de todos os dispositivos e materiais utilizados para a construção do projeto, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Lista de dispositivos e materiais

Dispositivos e materiais	Quantidade	Características técnicas
Arduino	1 unidade	Mega 2560 R3 com cabo USB
Placa de ensaio	1 unidade	Protoboard – 830 pontos
Jumper Macho Fêmea	30 unidades	Tamanhos variados
Jumper Macho Macho	30 unidades	Tamanhos variados
Ferro de solda	1 unidade	Potência 50W – 220 V
Tubo de solda	1 unidade	Estanho – 10 g – 1 mm
Led alto brilho RGB	1 unidade	5 mm – 4 terminais – Ânodo comum – ¼W – 5%
Resistores	3 unidades	100 Ω (2 unidades) – 160 Ω (1 unidade)
Módulo relé	1 unidade	4 canais – 5v – 10 ^a
Motor de passo	3 unidades	28BYJ-48
Módulo motor de passo	3 unidades	Driver ULN2003
Célula de carga	1 unidade	10 kg
Módulo célula de carga	1 unidade	HX711
Sensor de cor	1 unidade	TCS230
PVC	1 unidade	Ø = 32 mm ² - Comprimento = 400 mm
Helicoide	3 unidades	Impressão 3D – modelo em STL
Rolamentos	7 unidades	608 2RS C3 – HCH – (8 x 22 x 7) mm
Placa de alumínio	1 unidade	Material de descarte (900 x 600 x 1,5) mm
Haste de alumínio	1 unidade	Ø = 32 mm ²
Placa de poliestireno	5 unidades	Standard transparente (500 x 325 x 2) mm
Madeira	1 unidade	Material de descarte (80 x 80 x 17,5) mm
Madeira	1 unidade	Material de descarte (700 x 150 x 20) mm
Madeira	1 unidade	Material de descarte (700 x 500 x 15) mm
Madeira	1 unidade	Material de descarte (100 x 100 x 7) mm
Parafusos	-	Conforme necessidades na montagem
Arruela	-	Conforme necessidades na montagem
Porca	-	Conforme necessidades na montagem
Cantoneira	-	Conforme necessidades na montagem
CLP – Módulo	1 unidade	Schneider Electric – modelo TWIDO TWDLCAA40DF
CPU – Módulo	1 unidade	Computador disponibilizado pelo laboratório
Atuador – Módulo	1 unidade	Cilindro pneumático de dupla ação
Válvula – Módulo	1 unidade	Válvula solenoide duplo comando 5/2 vias 24 VCC
Cabos elétricos	50 unidades	Cabo com pino banana – conforme necessidade
Cola	1 unidade	Cola de poliuretano
Módulo Instrucional Didático	-	Sensores (1 indutivo, 1 óptico, 1 capacitivo) 2 Cilindros pneumáticos de dupla ação Motor oriundo de descarte e relé Madeira (estrutura) e elementos de fixação 2 Válvulas solenoide duplo comando 5/2 vias Rampas, roletes, esteira, esticador, elevador, correia 2 Chaves fim de curso Fontes, mecanismo de emergência e botões Caixas (3 vermelhas, 3 azuis e 3 verdes) Compressor de ar, tubulações e conexões de linhas

Fonte: Autor (2020).

4.4.2 Origem dos componentes e dispositivos

Determinou-se os componentes e os dispositivos que serão comprados, adquiridos, projetados, modelados ou oriundos de descarte. A origem dos componentes é listada na Figura 56.

Figura 56 – Origem dos componentes e dispositivos

Dispostivos e materiais	Origem
Arduino	Comprado
Placa de ensaio	Comprado
Jumper Macho Fêmea	Comprado
Jumper Macho Macho	Comprado
Ferro de solda	Comprado
Tubo de solda	Comprado
Led alto brilho RGB	Comprado
Resistores	Comprado
Módulo relé	Comprado
Motor de passo	Comprado
Módulo motor de passo	Comprado
Célula de carga	Adquirido
Módulo célula de carga	Comprado
Sensor de cor	Comprado
PVC	Descarte
Helicoide	Projetado, modelado e adquirido
Rolamentos	Comprado
Placa de alumínio	Descarte
Placa de poliestireno	Comprado
Madeira	Descarte
Parafusos	Adquirido
Arruela	Adquirido
Porca	Adquirido
Cantoneira	Adquirido
CLP – Módulo	Adquirido
CPU – Módulo	Adquirido
Atuador – Módulo	Adquirido
Válvula – Módulo	Adquirido
Cabos elétricos	Adquirido
Cola multiuso	Comprado
Módulo Instrucional Didático	Adquirido

Fonte: Autor (2020).

Destaca-se que a helicoidal foi projetada em *software* no formato .stl para a prototipagem em material plástico. A célula de carga, obteve-se ao desmontar uma balança de cozinha quebrada. Ressalta-se que os componentes que fazem parte do Módulo constam como adquiridos.

4.4.3 Custos do projeto

Os custos do projeto foram representados na Tabela 6. Identificou-se os custos para o projeto e os custos do Módulo Instrucional Didático.

Tabela 6 – Custos do projeto

Dispositivos e materiais	Quantidade	Preço do projeto	Preço Módulo
Arduino	1 unidade	R\$ 75,00	R\$ 75,00
Placa de ensaio	1 unidade	R\$ 10,00	R\$ 10,00
Jumper Macho Fêmea	30 unidades	R\$ 12,00	R\$ 12,00
Jumper Macho Macho	30 unidades	R\$ 12,00	R\$ 12,00
Ferro de solda	1 unidade	R\$ 35,00	R\$ 35,00
Tubo de solda	1 unidade	R\$ 5,00	R\$ 5,00
Led alto brilho RGB	1 unidades	R\$ 1,00	R\$ 1,00
Resistores	3 unidades	R\$ 0,60	R\$ 0,60
Módulo relé	1 unidade	R\$ 15,00	R\$ 15,00
Motor de passo	3 unidades	R\$ 10,00	R\$ 10,00
Módulo motor de passo	3 unidades	R\$ 5,00	R\$ 5,00
Célula de carga	1 unidade	R\$ 0,00	R\$ 30,00
Módulo célula de carga	1 unidade	R\$ 7,00	R\$ 7,00
Sensor de cor	1 unidade	R\$ 22,00	R\$ 22,00
PVC	1 unidade	R\$ 0,00	R\$ 5,00
Helicoide	3 unidades	R\$ 0,00	R\$ 42,00
Rolamentos	7 unidades	R\$ 40,00	R\$ 40,00
Placa de alumínio	1 unidades	R\$ 0,00	R\$ 50,00
Placa de poliestireno	6 unidades	R\$ 60,00	R\$ 60,00
Madeira	1 unidade	R\$ 0,00	R\$ 100,00
Parafusos	-	R\$ 0,00	R\$ 2,00
Arruela	-	R\$ 0,00	R\$ 2,00
Porca	-	R\$ 0,00	R\$ 2,00
Cantoneira	-	R\$ 0,00	R\$ 4,00
CLP – Módulo	1 unidade	R\$ 0,00	R\$ 1500,00
CPU – Módulo	1 unidade	R\$ 0,00	R\$ 2000,00
Atuador – Módulo	1 unidades	R\$ 0,00	R\$ 130,00
Válvula – Módulo	1 unidades	R\$ 0,00	R\$ 150,00
Cabos elétricos	50 unidades	R\$ 0,00	R\$ 100,00
Cola multiuso	1 unidade	R\$ 15,00	R\$ 15,00
Módulo Instrucional Didático	-	R\$ 0,00	R\$ 1500,00
Compresso de ar	1 unidade	R\$ 0,00	R\$ 1000,00
TOTAL	-	R\$ 324,60	R\$ 7.441,60

Fonte: Autor (2020).

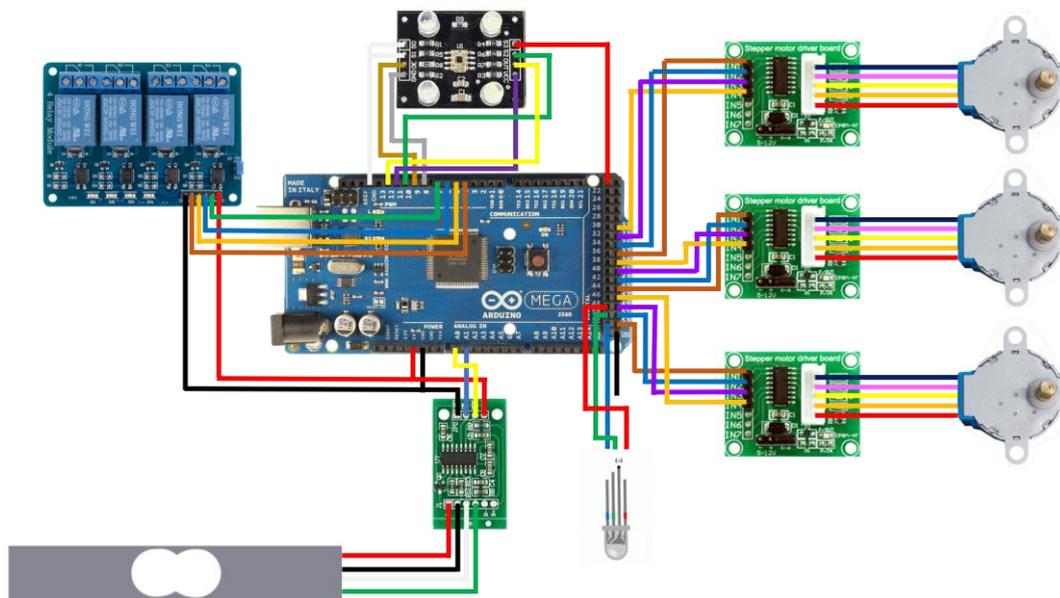
Constatou-se que para o projeto, o Arduino é o dispositivo mais caro por apresentar mais componentes integrados. Para o Módulo, os dispositivos mais caros são o computador (CPU), o CLP e o compressor de ar. Os componentes presentes no Módulo foram cedidos a custo zero e estabeleceu-se o valor de mil e quinhentos

reais para o conjunto desses elementos (estrutura, válvulas, atuadores, sensores, motor, tubulações, fim de curso, fontes e conexão de linhas).

4.4.4 Esquema microeletrônico

Com o sistema idealizado, definiu-se o esquema microeletrônico composto pelos dispositivos e respectivas ligações, conforme Figura 57. A representação das entradas e saídas de cada componentes encontra-se no Apêndice A. Destaca-se pela utilização de três motores de passo com módulo, para cada uma das cores das caixas. Basicamente o sensor de cor identifica a cor da caixa e envia a informação para Arduino, que liga o motor de passo corresponde ao silo do material pré-definido pela cor. A célula de carga é responsável por delimitar a quantidade correta de massa e avisar que a pesagem está completa, a partir dos parâmetros do módulo da célula de carga e do Arduino. O LED indica a cor conforme identificação do sensor. O módulo relé é responsável por interagir com o CLP.

Figura 57 – Sistema microeletrônico



Fonte: Autor (2020).

4.4.5 Lógica de programação

Na elaboração da lógica de programação em linguagem *ladder* faz-se uso do software *TwidoSuite*. Pré-identificadas as entradas e saídas do controlador, necessita-

se, para implementação do sistema de dosagem e pesagem, alterar algumas informações na lógica de programação proposta por Alves (2018), conforme ANEXO A, atualmente utilizada no Módulo Instrucional Didático. As mudanças na lógica são apresentadas no APÊNDICE B.

Em relação à configuração do Módulo, atualmente o cilindro 1 mantém-se avançado e o fim de curso A1 localiza-se atrás da torre de alimentação. Para o projeto, propõe-se inverter o fim de curso A1 e deixar o atuador recuado, e só avançar a partir do momento que o Arduino enviar o sinal de caixa pesada para o módulo relé. Compreende-se pela entrada I0.7 do CLP.

Propõe-se a remoção da linha um (*rung* 1) da lógica proposta por Alves (2018) que contém as entradas responsáveis por retornar o cilindro 1 e cilindro 2 (saída Q0.6). Para o botão de partida mantém-se a função de iniciar o motor da correia. O sensor óptico mantém o retorno do atuador 2 e a volta do funcionamento da esteira. Remove-se o retorno do cilindro 1 (*rung* 1). Para o sensor indutivo, mantém-se o avanço do cilindro 2 e difere-se do apresentado no Anexo A, por remover o recuo do cilindro 2.

O fim de curso, que agora compreende-se pelo recuo do cilindro 1, permite que após cada caixa pesada o atuador volte a sua posição original, possibilitando a entrada manual de uma nova caixa.

Adiciona-se uma linha de comando para acionamento de contagem de caixa vermelhas atribuído ao relé 2 (I0.8). O mesmo padrão serve para as entradas I0.9 (verde) e I0.10 (azul) e os relés 3 e 4, respectivamente. A ideia é propor uma nova funcionalidade para a contagem de cores ou simplesmente armazenar a quantidade de caixas pesadas.

Para as demais linhas de programação mantém-se as entradas e saídas já utilizadas. Em relação ao sensor de descarte propõe-se adicionar um dispositivo sonoro, visual ou de contagem ao final do processo.

4.4.6 Informações importantes

Não utilizar a saída Q0.1 do Controlador Lógico Programável pois tem características diferentes de tensão de alimentação dos sensores.

Indica-se reparos nas caixas em relações as dimensões para padronizar os elementos. Em relação às massas de cada uma, propõe-se zerar a balança após a

identificação da cor da caixa, pois cada caixa tem massas diferentes. O velcro das caixas é outro ponto a ser analisado pois com o tempo os velcros sofrem desgaste.

A tensão de saída do CLP é 24 V enquanto o do Arduino 5 V, por isso a necessidade do módulo relé.

Para a construção do sistema de dosagem e pesagem é necessário a remoção do alimentador de caixas (torre).

Alguns elementos de fixação não foram apresentados pois serão utilizados conforme necessidade do projeto.

4.4.7 Desenhos Técnicos

Nos desenhos técnicos, constantes no Apêndice C, apresenta-se detalhes como cotas, vistas, selo, escala, dimensões, unidade, tipo do material, processo de fabricação e código da peça. Os desenhos contêm todas as informações específicas para a manufatura das peças do sistema de dosagem e pesagem, as quais permitem ao fabricante visão clara de cada peça e montagem que contempla a presente pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresenta o projeto de um sistema automático de dosagem e pesagem de matéria-prima para ser incorporado ao Módulo Instrucional Didático já existente, a fim de ampliar suas funções. Essa pesquisa é um passo inicial para novos trabalhos e apresentará um benefício institucional para as partes interessadas. Acredita-se que, ao incorporar o sistema projetado no Módulo existente, permitirá a simulação de novas funcionalidade assemelhadas ao cenário industrial, ampliando a capacidade de ensino.

Quanto aos objetivos específicos, a análise do Módulo foi fundamental na identificação e definição dos requisitos por se tratar do objeto a ser investigado. Em relação ao conceito, elaborou-se em *software* específico largamente utilizado em empresas voltadas a manufatura de peças. As especificações técnicas tornaram-se um desafio por necessitar capacitação na utilização do programa *SolidWorks* para elaboração dos desenhos técnicos.

As fases do projeto delimitadas na metodologia foram atendidas ao elaborar o projeto informacional, o projeto conceitual e o projeto detalhado.

O trabalho apresenta uma contribuição adicional na medida que suas temáticas oportunizam conhecimento em diferentes áreas. As questões surgidas na elaboração do projeto, relacionadas a engenharia elétrica, mecânica e de *software*, tornaram a pesquisa multidisciplinar.

Quanto às dificuldades encontradas citam-se a troca da metodologia para adequar-se à realidade da pandemia que afetou a construção do projeto e a implementação do sistema. Por ter muitos requisitos constatou-se um número elevado de restrições a serem seguidos no desenvolvimento do projeto. Na geração dos desenhos técnicos, contatou-se uma perda de informações ao converter os arquivos entre os programas.

Para projeto futuro, propõe-se a construção do sistema de dosagem e pesagem e anexá-la ao Módulo. Também, a integração dos componentes que formam o sistema microeletrônico. Por fim, desenvolver e implementar novas funcionalidades ao Módulo, utilizando ou CLP ou Arduino.

Conclui-se que esta pesquisa atingiu os seus objetivos ao projetar um sistema automático com funções didáticas para a dosagem e pesagem de matérias-primas compatível com o Módulo Instrucional Didático.

REFERÊNCIAS

- ALVES, José Luiz Loureiro. **Instrumentação, controle e automação de processos**. 2 ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2010.
- ALVES, Juliano Silva. **Aplicação de clp na automatização de um módulo instrucional didático para ensino e aprendizagem de automação industrial**. Trabalho de Conclusão de Curso. Bagé: UNIPAMPA, 2018.
- BOLTON, W. **Instrumentação & Controle**. São Paulo: Hemus, 2002.
- CAPELLI, Alexandre. **Automação Industrial** – Controle do movimento e processos contínuos. 2º edição, São Paulo: Editora Érica, 2008.
- DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA – UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. **Transporte de Granéis Transportadores Contínuos para Granéis Sólidos**. Capítulo 4 - Movimentação e Armazenagem de Materiais (M.A.M). Disponível em: <http://www.transportedegraneis.ufba.br/>. Acesso em: 10 nov. 2019.
- _____. **Transporte de Granéis Transportadores Contínuos para Granéis Sólidos. Capítulo 9 - Transportador Helicoidal (TH)**. Disponível em: <http://www.transportedegraneis.ufba.br/>. Acesso em: 10 nov. 2019.
- Embracal - Empresa Brasileira de Calibração. **Célula de carga**. Disponível em: <http://www.embracal.com/celula-carga-comprar>. Acesso em: 12 nov. 2019.
- GROOVER, Mikell P. **Automação industrial e processos de manufatura**. 3 ed. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- FIALHO, Arivelto Bustamante. **Automação hidráulica: projetos, dimensionamento e análise de circuitos**. 6 ed. São Paulo: Érica, 2011.
- _____. **Automação pneumática: projetos, dimensionamento e análise de circuitos**. 7. ed. São Paulo: Érica, 2011.
- _____. **Instrumentação Industrial: Conceitos, Aplicações e Análises**. 7. ed. São Paulo: Érica, 2012.
- FRACASSO, Cristiano. **Desenvolvimento de um sistema para identificação e descarga automatizada de produtos em um módulo instrucional didático**. 82 p. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé, Bagé, 2019.
- HECK, Guilherme de Souza. **Desenvolvimento de um módulo didático para ensino de automação industrial**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé, Bagé, 2017.
- MIGUEL, Paulo A. C.; FLEURY, Afonso; MELLO, Carlos H. P.; NAKANO, Davi N.; TURRIONI, João B.; HO, Linda L.; MORABITO, Reinaldo; MARTINS, Roberto A.;

SOUZA, Rui; COSTA, Sérgio E. G. de C.; PUREZA, Vitória. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

MORAES, Cícero Couto de. Castrucci, Plínio de Lauro. **Engenharia de automação industrial**. 2.ed. [Reimpr.]. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

PRUDENTE, Francesco. **Automação industrial PLC** - teorias e aplicações: curso básico. 2º edição, Rio de Janeiro: Editora LTC, 2011.

QUESADA, Ricardo Carvalho. **Controle e automação de processos industriais**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017.

RIBEIRO, Marco Antônio. **Fundamentos da Automação**. Tek Treinamento & Consultoria Ltda. Salvador, 2003.

ROGGIA, L.; FUENTES, R. C. **Automação Industrial**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, Rede e-Tec Brasil, 2016.

Rozenfeld, H.; Forcellini, F. A.; Amaral, D. C.; Toledo, J. C. de; Silva, S. L. da; Alliprandini, D. H.; and Scalice, R. K., 2006. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **Sistemas de Dosagem Industrial: O que são e como funcionam?**, 2015. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/sistema-dosagem-quimica-industrial-automacao-software/>. Acesso em: 27 out. 2019.

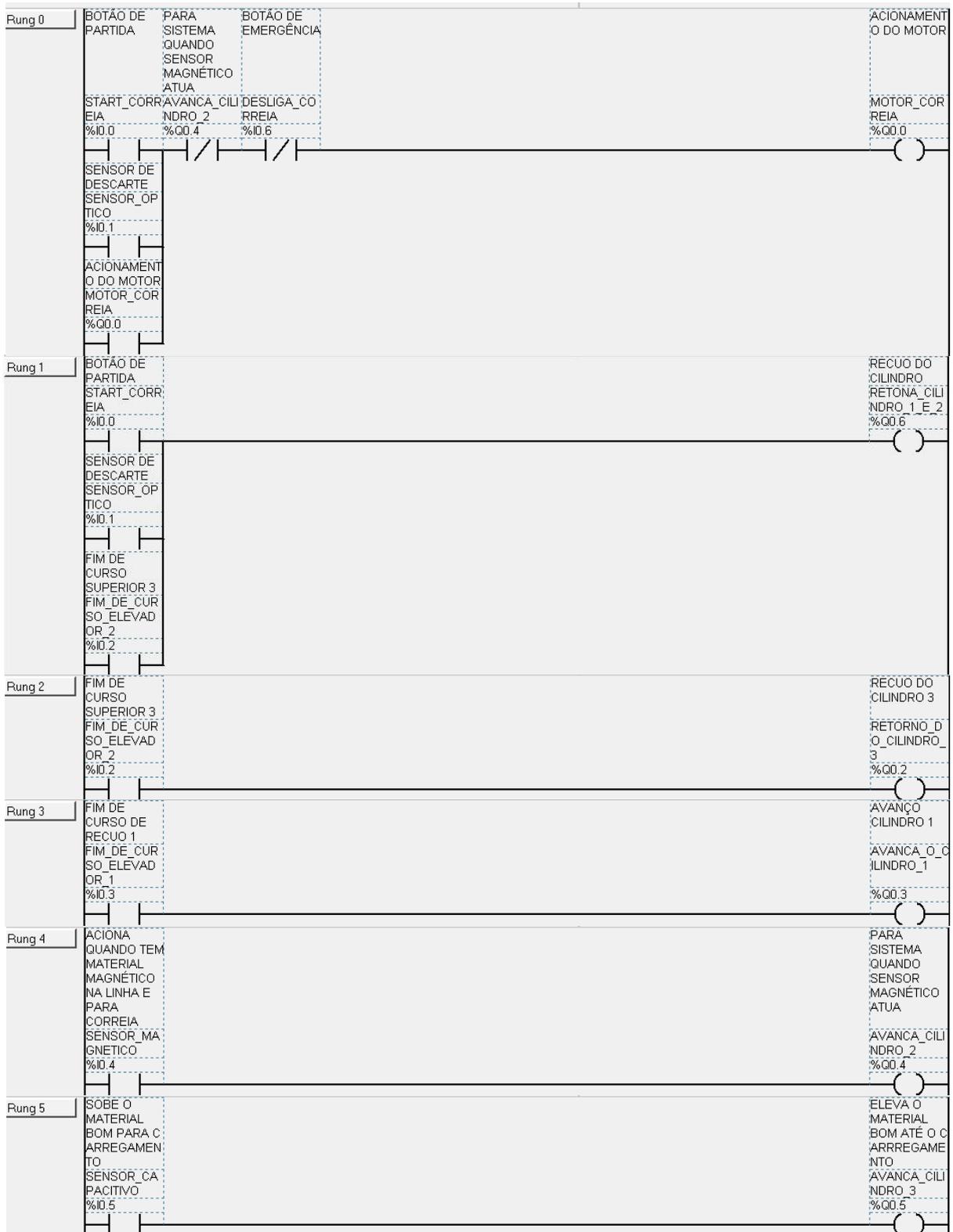
SILVEIRA, Paulo Rogério da; SANTOS, Winderson E. dos. **Automação e Controle Discreto**. 9º ed. São Paulo: Editora Érica, 2009.

STEWART, Harry L. **Pneumática & hidráulica**. 3. ed. São Paulo, SP: Humus, 2006. 481 p.

THOMAZINI, Daniel. ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga de. **Sensores Industriais** - Fundamentos e Aplicações. 7 ed. rev. e atual. São Paulo: Érica, 2011.

VALE, Alan Rafael Menezes do. **Noções de Automação Industrial**. Belém: IFPA. Cuiabá: UFMT. e-Tec. 2015.

ANEXO A - LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO



Fonte: Alves (2018).

APÊNDICES

Os apêndices foram elaborados por meio dos resultados estabelecidos em algumas das etapas do projeto. Nesse sentido, este capítulo compreende questões relacionadas às saídas das etapas do projeto e do desenvolvimento do sistema de pesagem e dosagem. A estrutura do apêndice é dividida em três partes:

- A. Entradas e saídas do sistema microeletrônico;
- B. Lógica de programação linguagem *ladder*;
- C. Desenhos técnicos.

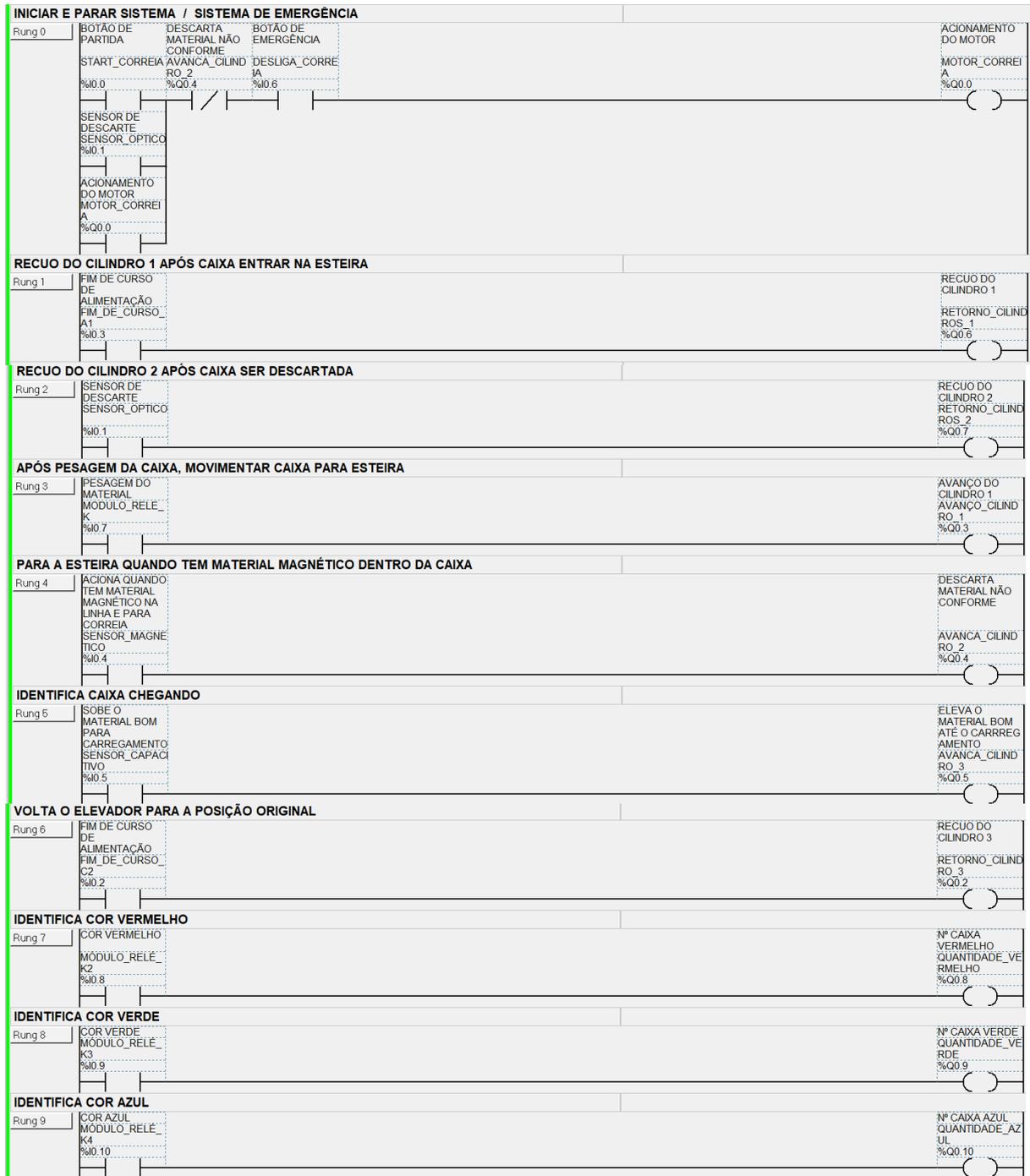
No primeiro apêndice apresenta-se as entradas e saídas do sistema microeletrônico. No segundo, compreende-se a lógica de programação em linguagem *ladder* utilizada no *software TwidoSuite*. Já o terceiro, compreende-se pelos desenhos técnicos e as especificações do projeto, necessários para a construção das peças e as montagens do sistema de dosagem e pesagem.

APÊNDICE A – ENTRADAS E SAÍDAS DO SISTEMA

Dispositivo	Entrada	Saída	Dispositivo
Arduino	A0	SCK	Módulo célula de carga
Arduino	A1	DT	Módulo célula de carga
Arduino	GND	GND	Módulo célula de carga
Arduino	VCC	VCC	Módulo célula de carga
Célula carga	Fio 1 - Vermelho	E +	Módulo célula de carga
Célula carga	Fio 2 - Preto	E -	Módulo célula de carga
Célula carga	Fio 3 - Branco	A -	Módulo célula de carga
Célula carga	Fio 4 - Verde	A +	Módulo célula de carga
Arduino	D 48	1/4	Led RGB
Arduino	D 50	3/4	Led RGB
Arduino	D 52	4/4	Led RGB
Arduino	GND	2/4	Led RGB
Arduino	D 53	IN1	Módulo motor 1
Arduino	D 51	IN2	Módulo motor 1
Arduino	D 49	IN3	Módulo motor 1
Arduino	D 47	IN4	Módulo motor 1
Arduino	GND	(-)	Módulo motor 1
Arduino	5V	5V	Módulo motor 1
Módulo motor 1	Fio 1 - Azul	B1	Motor 1
Módulo motor 1	Fio 2 - Rosa	B2	Motor 1
Módulo motor 1	Fio 3 - Amarelo	B3	Motor 1
Módulo motor 1	Fio 4 – Laranja	B4	Motor 1
Módulo motor 1	Fio 5- Vermelho	Comum	Motor 1
Arduino	D 45	IN1	Módulo motor 2
Arduino	D 43	IN2	Módulo motor 2
Arduino	D 41	IN3	Módulo motor 2
Arduino	D 39	IN4	Módulo motor 2
Arduino	GND	(-)	Módulo motor 2
Arduino	5V	5V	Módulo motor 2
Módulo motor 2	Fio 1 - Azul	B1	Motor 2
Módulo motor 2	Fio 2 - Rosa	B2	Motor 2
Módulo motor 2	Fio 3 - Amarelo	B3	Motor 2
Módulo motor 2	Fio 4 – Laranja	B4	Motor 2
Módulo motor 2	Fio 5- Vermelho	Comum	Motor 2
Arduino	D 37	IN1	Módulo motor 3
Arduino	D 35	IN2	Módulo motor 3
Arduino	D 33	IN3	Módulo motor 3
Arduino	D 31	IN4	Módulo motor 3
Arduino	GND	(-)	Módulo motor 3
Arduino	5V	5V	Módulo motor 3
Módulo motor 3	Fio 1 - Azul	B1	Motor 3
Módulo motor 3	Fio 2 - Rosa	B2	Motor 3
Módulo motor 3	Fio 3 - Amarelo	B3	Motor 3

Módulo motor 3	Fio 4 – Laranja	B4	Motor 3
Módulo motor 3	Fio 5- Vermelho	Comum	Motor 3
Arduino	D 8	S0	Sensor de cor
Arduino	D 9	S1	Sensor de cor
Arduino	D 10	OUT	Sensor de cor
Arduino	D 11	S3	Sensor de cor
Arduino	D 12	S2	Sensor de cor
Arduino	Vcc	Vcc	Sensor de cor
Arduino	GND	GND	Sensor de cor
Arduino	GND	OE	Sensor de cor
Arduino	GND	GND	Módulo relé
Arduino	D 7	IN1	Módulo relé
Arduino	D 6	IN2	Módulo relé
Arduino	D 5	IN3	Módulo relé
Arduino	D 4	IN4	Módulo relé
Arduino	5V	VCC	Módulo relé
Módulo relé 1	K1	Comum	CLP
Módulo relé 1	NO 1	I0.7	CLP
Módulo relé 2	K2	Comum	CLP
Módulo relé 2	NO 2	I0.8	CLP
Módulo relé 3	K3	Comum	CLP
Módulo relé 3	NO 3	I0.9	CLP
Módulo relé 4	K4	Comum	CLP
Módulo relé 4	NO 4	I0.10	CLP
CLP	I0.0-Q0.4 -I0.6-I0.1-Q0.0	Q0.0	CLP
CLP	I0.3	Q0.6	CLP
CLP	I0.1	Q0.7	CLP
CLP	I0.7	Q0.3	CLP
CLP	I0.4	Q0.4	CLP
CLP	I0.5	Q0.5	CLP
CLP	I0.2	Q0.2	CLP
CLP	I0.8	I0.8	CLP
CLP	I0.9	I0.9	CLP
CLP	I0.10	I0.10	CLP

APÊNDICE B – LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO LINGUAGEM LADDER



APÊNDICE C – DESENHOS TÉCNICOS

Os desenhos técnicos apresentam as cotas, vistas e o selo contendo as especificações para a construção das peças e montagem.

Antes de iniciar os desenhos, elaborou-se um modelo de folha (*template*) utilizado como padrão para os demais desenhos. No selo, cita-se as seguintes informações:

1. Logo da universidade
2. Projetado
3. Desenhado
4. Verificado
5. Aprovado
6. Emissão inicial
7. Escala
8. Unidade
9. Projeto
10. Área
11. Título e subtítulo
12. Especificações
13. Número da peça ou montagem
14. Folha
15. Revisão

M 01 - 01 (ESTRUTURA)
P 01 - 01 - 01 - CANTONEIRA LATERAL MAIOR
P 01 - 01 - 02 - CANTONEIRA LATERAL MENOR
P 01 - 01 - 03 - CHAPA LATERAL
P 01 - 01 - 04 - CHAPA FIXAÇÃO
P 01 - 01 - 05 - CHAPA APOIO ARMAZENAGEM
P 01 - 01 - 06 - APOIO DOSAGEM
P 01 - 01 - 07 - BASE MOTOR E FUNIL
P 01 - 01 - 08 - CHAPA SUSTENTAÇÃO

M 02 - 01 (ARMAZENAGEM - SILO)
P 02 - 01 - 01 - CHAPA LATERAL
P 02 - 01 - 02 - CHAPA INFERIOR

M 02 - 02 (TAMPA - ARMAZENAGEM)
P 02 - 02 - 01 - CHAPA SUPERIOR TAMPA
P 02 - 02 - 02 - CHAPA LATERAL TAMPA

M 03 - 01 (DOSAGEM – TAMPA CARCAÇA SUPERIOR)
P 03 - 01 - 01 - CARCAÇA SUPERIOR TAMPA
P 03 - 01 - 02 - CHAPA LATERAL CARCAÇA

M 03 - 02 (DOSAGEM - TAMPA LATERAL CARCAÇA)
P 03 - 02 - 01 - PROTEÇÃO TAMPA CARCAÇA
P 03 - 02 - 02 - CHAPA TAMPA CARCAÇA

P 03 - 03 - 01 - DOSAGEM - CARCAÇA INFERIOR
P 03 - 04 - 01 - DOSAGEM - CARCAÇA TRASEIRA E DIANTEIRA

P 04 - 01 - 01 - HELICOIDAL TRANVERSAL
P 04 - 02 - 01 - REGULADOR DE DESCARGA
P 04 - 03 - 01 - FUNIL DE DESCARGA

M 05 - 01 (PESAGEM - BASE DE APOIO ATUADOR E BALANÇA)
P 05 - 01 - 01 - BASE APOIO BALANÇA
P 05 - 01 - 02 - ESTRUTURA SENSOR DE COR
P 05 - 01 - 03 - CHAPA GUIA PARA CAIXA
P 05 - 01 - 04 - BASE APOIO 2
P 05 - 01 - 05 - BASE ATUADOR
P 05 - 01 - 06 - CHAPA SUPERIOR BALANÇA

M 05 - 02 (PESAGEM - BALANÇA – BASE SUPERIOR)
P 05 - 02 - 01 - PLATAFORMA SUPERIOR BALANÇA
P 05 - 02 - 02 - CHAPA INFERIOR BALANÇA

M 06 - 01 (OUTROS)
P 06 - 01 - 01 - BASE APOIO
P 06 - 02 - 01 - RAMPAS DE ENTRADA

M 07 - 01 (SISTEMA MICROELETRÔNICO)
P 07 - 01 - 01 - ARDUINO
P 07 - 01 - 02 - JUMPERS
P 07 - 01 - 03 - LED RGB
P 07 - 01 - 04 - RESISTORES
P 07 - 01 - 05 - MÓDULO RELÉ
P 07 - 01 - 06 - MOTOR DE PASSO
P 07 - 01 - 07 - MÓDULO MOTOR DE PASSO
P 07 - 01 - 08 - CÉLULA DE CARGA
P 07 - 01 - 09 - MÓDULO CÉLULA DE CARGA
P 07 - 01 - 10 - SENSOR DE COR

M 08 - 01 (MECANISMO FECHAR CAIXA)
P 08 - 01 - 01 - HASTE FECHAR CAIXA
P 08 - 01 - 02 - CHAPA LATERAL
P 08 - 01 - 03 - ROLAMENTO E RODA

A

B

C

D

E

F



PROJETO
SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
**TÍTULO DO DESENHO
SUBTÍTULO DO DESENHO**

PROJETADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

DESENHADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
**MATERIAL
PROCESSO**

VERIFICADO

APROVADO

EMIÇÃO INICIAL
07/12/2020

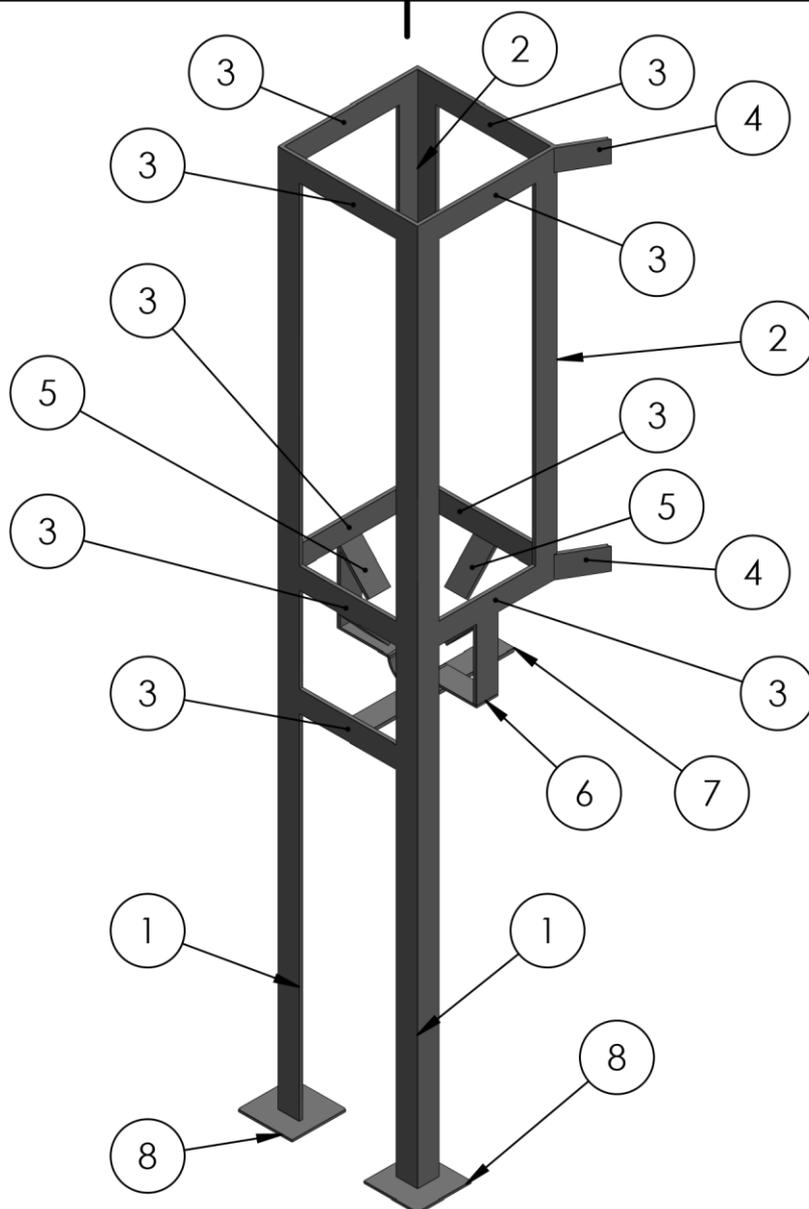
ESCALA
1:1

UNIDADE
mm

NÚMERO
P XX - XX - XX

FOLHA
X DE X

REVISÃO
XX



	PEÇA	QUANTIDADE
1	P 01 - 01 - 01	2
2	P 01 - 01 - 02	2
3	P 01 - 01 - 03	9
4	P 01 - 01 - 04	2
5	P 01 - 01 - 05	4
6	P 01 - 01 - 06	1
7	P 01 - 01 - 07	1
8	P 01 - 01 - 08	2



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
MONTAGEM
ESTRUTURA

PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES
DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL ALUMÍNIO
PROCESSO SOLDAGEM

VERIFICADO APROVADO

EMIÇÃO INICIAL
07/12/2020

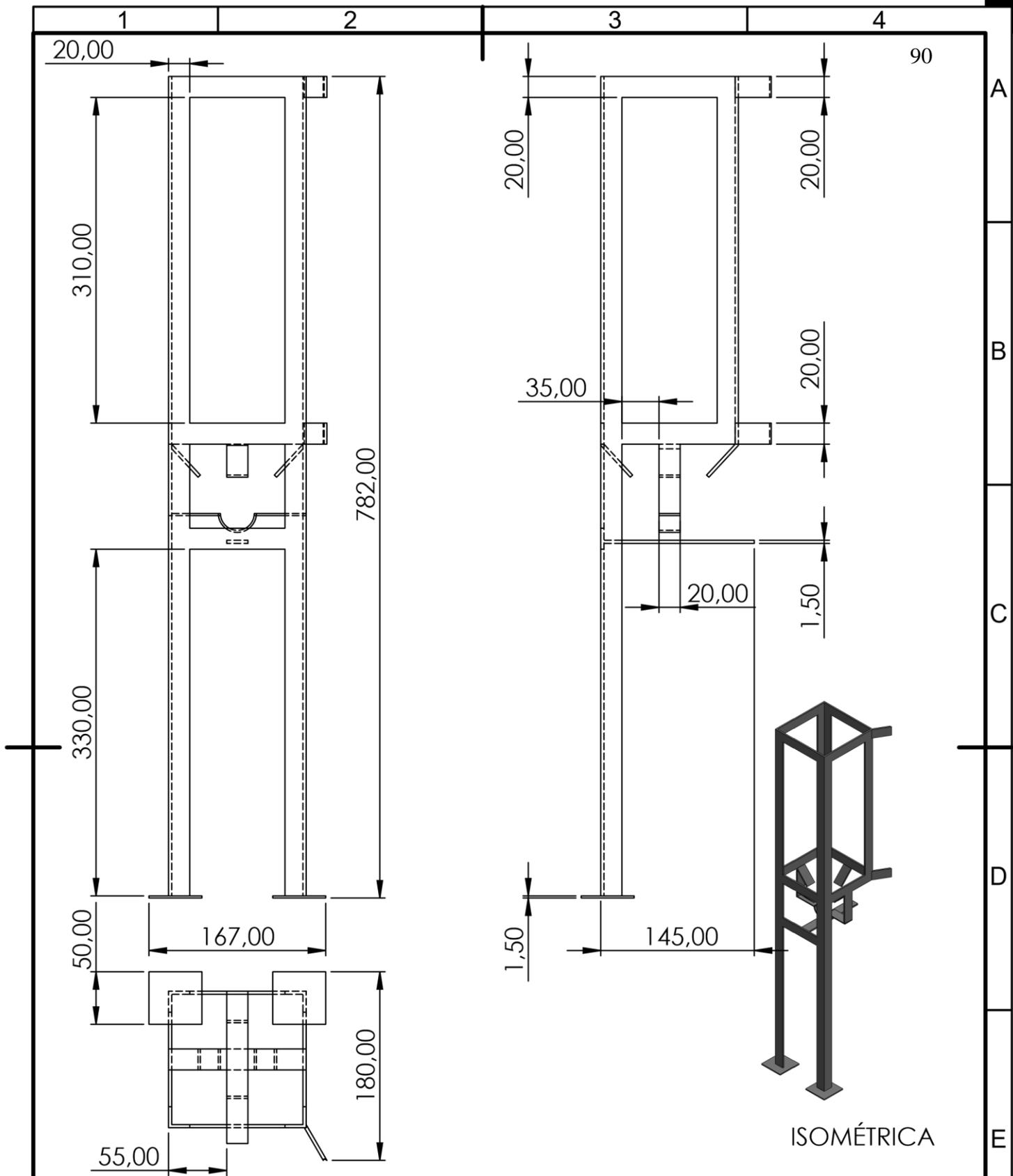
ESCALA
1:5

UNIDADE
mm

NUMERO
M 01 - 01

FOLHA
1 DE 10

REVISAO
02



 <p>Universidade Federal do Pampa</p>		PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM			
		ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL			
		TÍTULO/SUBTÍTULO MONTAGEM ESTRUTURA			
PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES		DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES		ESPECIFICAÇÕES MATERIAL ALUMÍNIO PROCESSO SOLDAGEM	
VERIFICADO		APROVADO			
EMISSÃO INICIAL	ESCALA	UNIDADE	NÚMERO	FOLHA	REVISÃO
07/12/2020	1:5	mm	M 01 - 01	2 DE 10	02

1

2

3

4

91

A

B

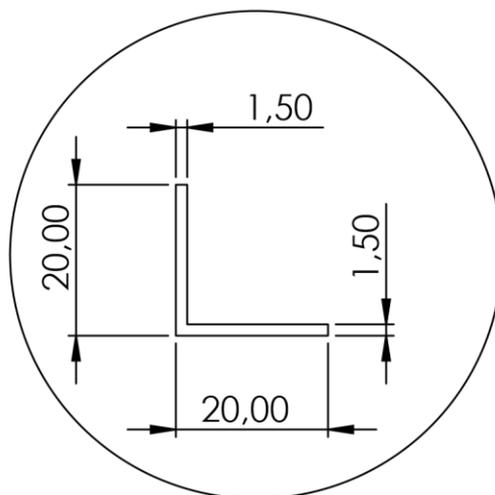
C

D

E

F

780,00

A
ESCALA 1 : 1

ISOMÉTRICA



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

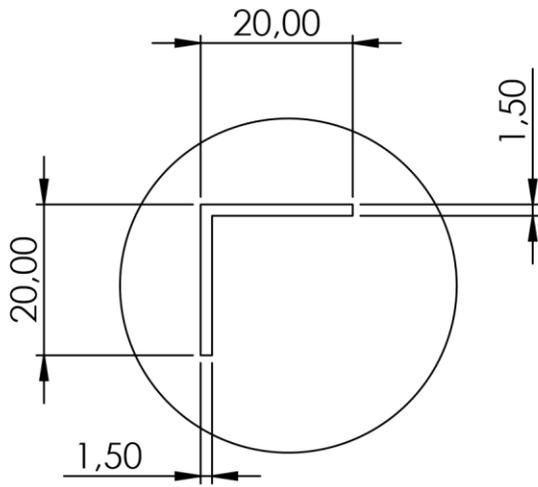
ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
PEÇA
CÂNTONEIRA LATERAL MAIORPROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES
DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHESESPECIFICAÇÕES
MATERIAL ALUMÍNIO
PROCESSO CORTE E DOBRA

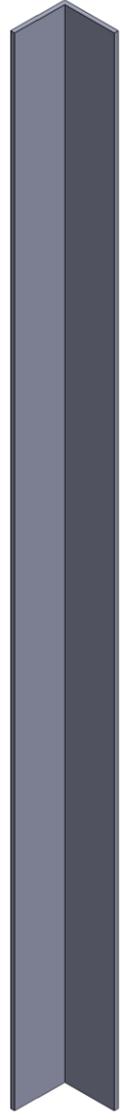
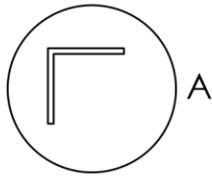
VERIFICADO APROVADO

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020ESCALA
1:5UNIDADE
mmNUMERO
P 01 - 01 - 01FOLHA
3 DE 10REVISÃO
02

350,00



A
ESCALA 1 : 1



ISOMÉTRICA

92

A
B
C
D
E



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
PEÇA CANTONEIRA LATERAL MENOR

PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL ALUMÍNIO
PROCESSO DOBRA E CORTE

VERIFICADO

APROVADO

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

ESCALA
1:2

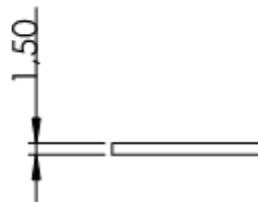
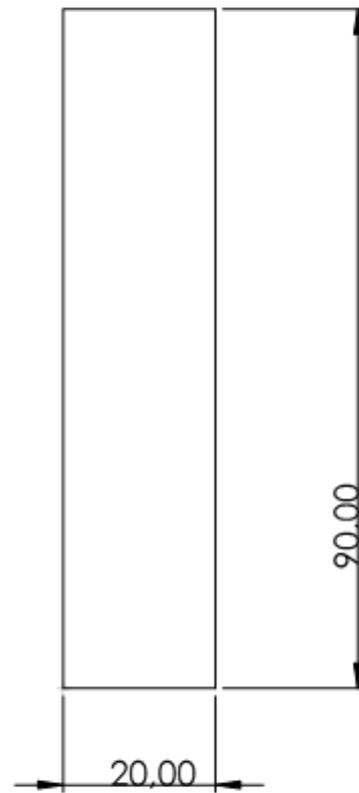
UNIDADE
mm

NÚMERO
P 01 - 01 - 02

FOLHA
4 DE 10

REVISÃO
02

F



ISOMÉTRICA



unipampa
Universidade Federal do Pampa

PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
PEÇA
CHÂPA LATERAL

PROJETADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

DESENHADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL ALUMÍNIO
PROCESSO CORTE

VERIFICADO

APROVADO

EMIÇÃO INICIAL
07/12/2020

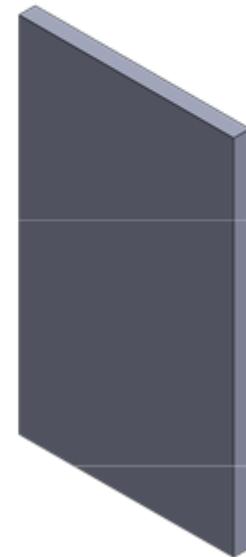
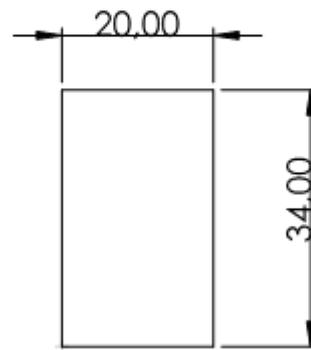
ESCALA
1:1

UNIDADE
mm

NÚMERO
P 01 - 01 - 03

FOLHA
5 DE 10

REVISÃO
02



ISOMÉTRICA



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
PEÇA
CHAPA FIXAÇÃO

PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

VERIFICADO

APROVADO

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL ALUMÍNIO
PROCESSO CORTE

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

ESCALA
1:1

UNIDADE
mm

NÚMERO
P 01 - 01 - 04

FOLHA
6 DE 10

REVISÃO
02

1

2

3

4

95

A

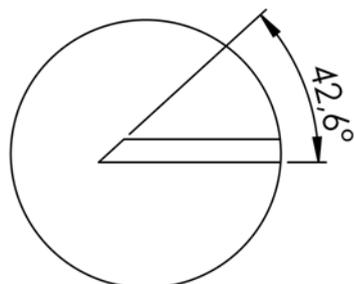
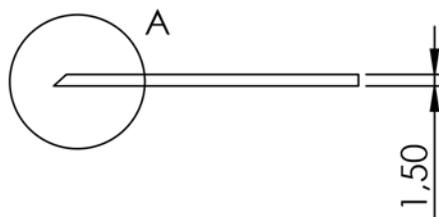
B

C

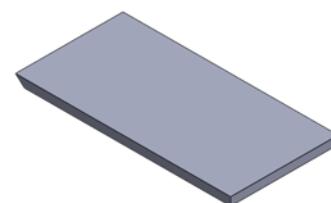
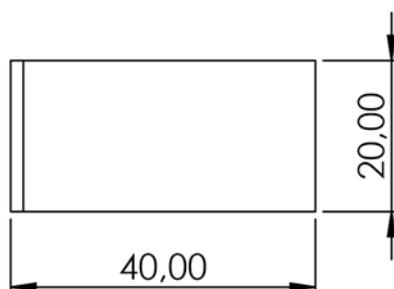
D

E

F



A
ESCALA 2 : 1



ISOMÉTRICA



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
PEÇA
CHÂPA APOIO ARMAZENAGEM

PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES
DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL ALUMÍNIO
PROCESSO CORTE

VERIFICADO APROVADO

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

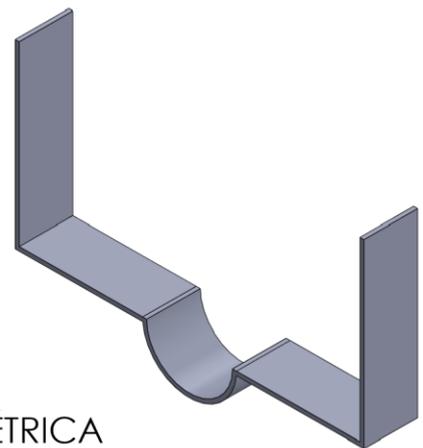
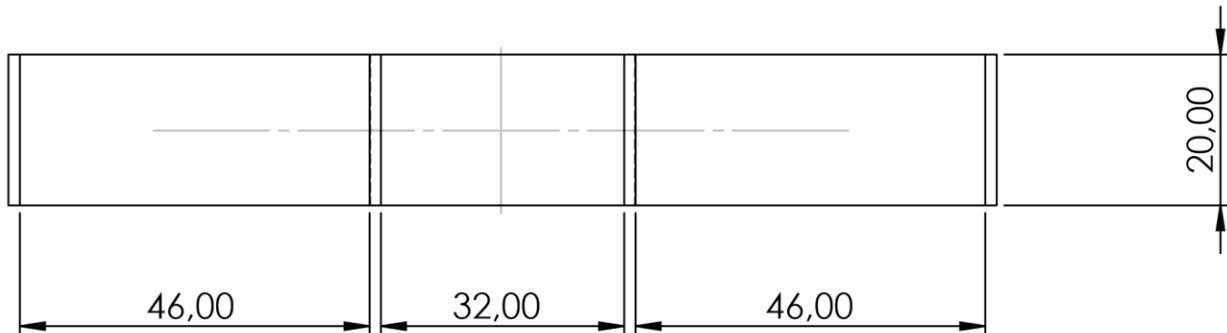
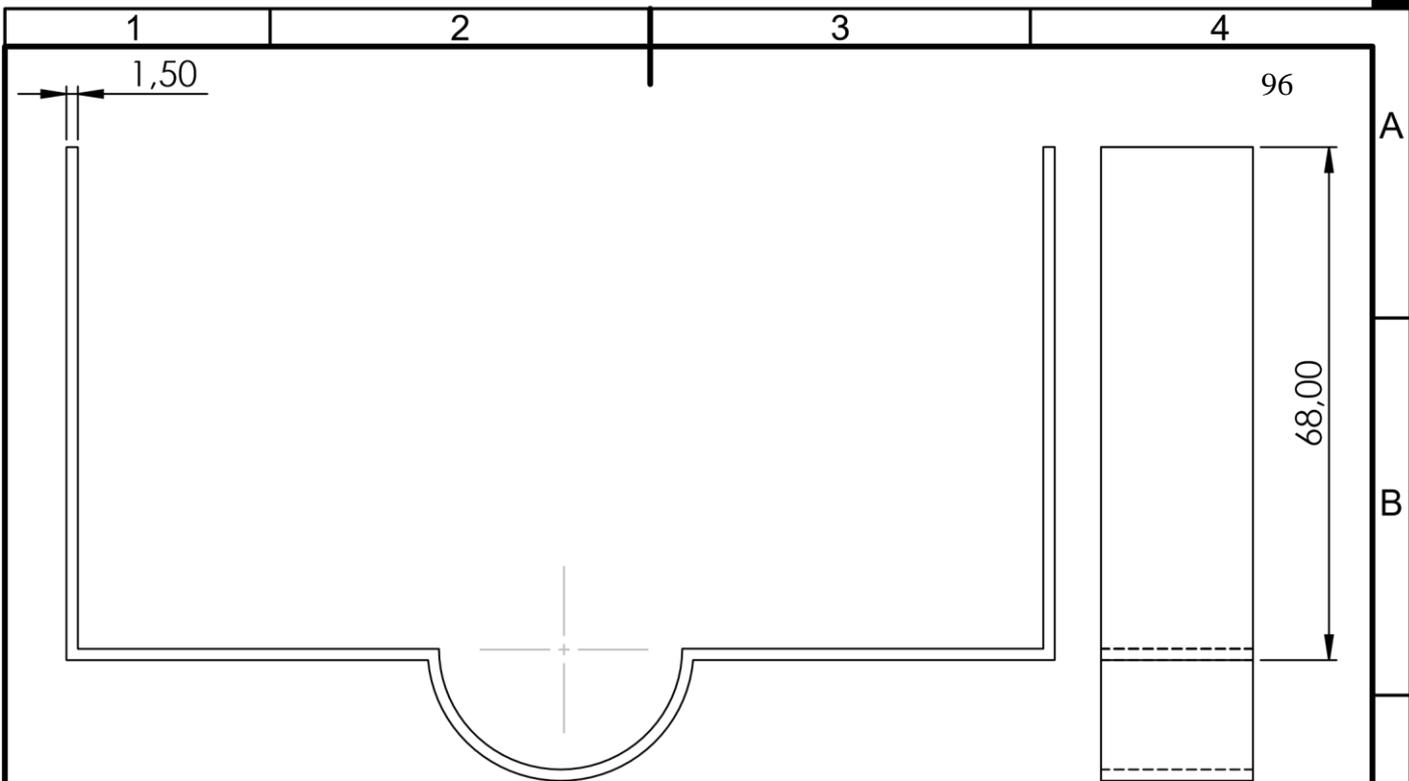
ESCALA
1:1

UNIDADE
mm

NÚMERO
P 01 - 01 - 05

FOLHA
7 DE 10

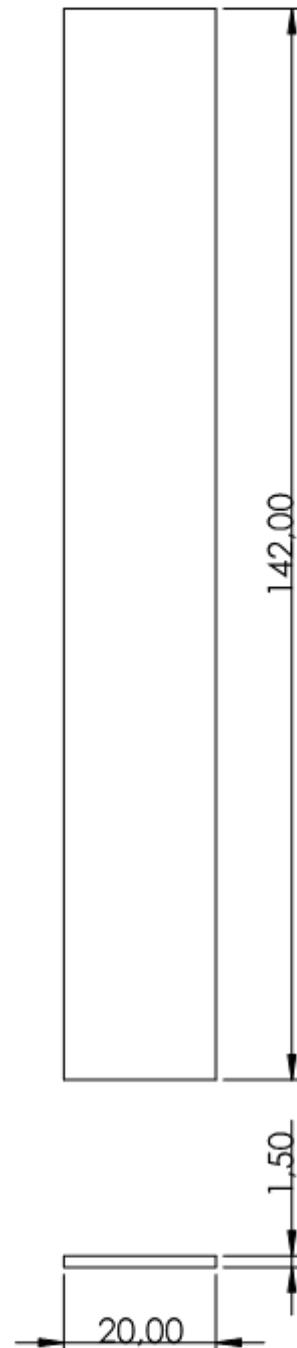
REVISÃO
02



ISOMÉTRICA
ESCALA 1:2



 Universidade Federal do Pampa	PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM				
	ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL				
	TÍTULO/SUBTÍTULO PEÇA APOIO DOSAGEM				
PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	ESPECIFICAÇÕES MATERIAL ALUMÍNIO PROCESSO CORTE E DOBRA			
VERIFICADO	APROVADO				
EMISSÃO INICIAL 07/12/2020	ESCALA 1:1	UNIDADE mm	NÚMERO P 01 - 01 - 06	FOLHA 8 DE 10	REVISÃO 02



ISOMÉTRICA



Universidade Federal do Pampa

PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES
VERIFICADO	APROVADO

PROJETO	SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM
---------	------------------------------

ÁREA	AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL
------	----------------------

TÍTULO/SUBTÍTULO	PEÇA BASE MOTOR E FUNIL
------------------	----------------------------

ESPECIFICAÇÕES	MATERIAL ALUMÍNIO PROCESSO CORTE
----------------	-------------------------------------

EMISSÃO INICIAL	07/12/2020
-----------------	------------

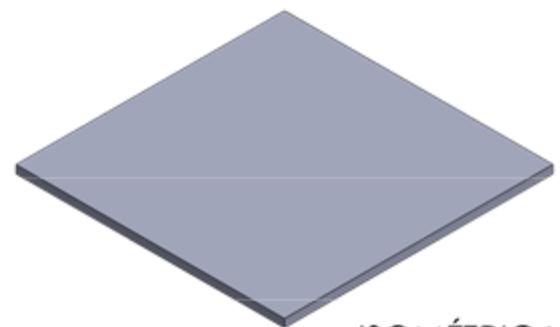
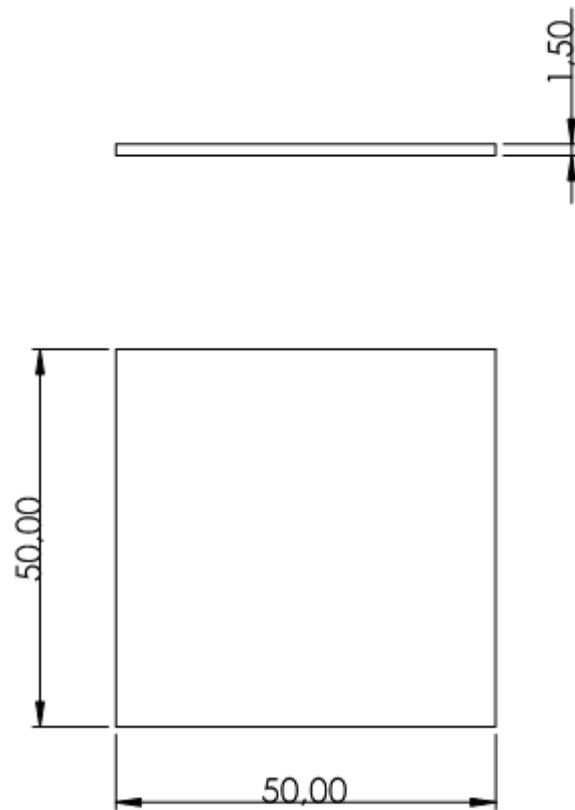
ESCALA	1:1
--------	-----

UNIDADE	mm
---------	----

NÚMERO	P 01 - 01 - 07
--------	----------------

FOLHA	9 DE 10
-------	---------

REVISÃO	02
---------	----



ISOMÉTRICA



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
PEÇA
CHAPA SUSTENTAÇÃO

PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

VERIFICADO

APROVADO

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL ALUMÍNIO
PROCESSO CORTE

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

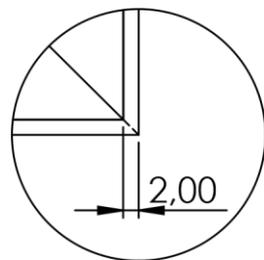
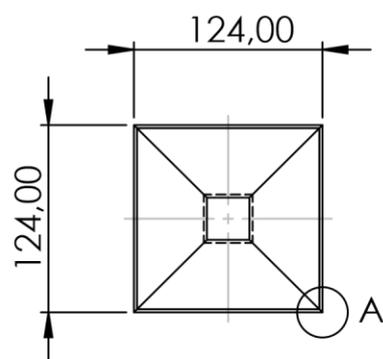
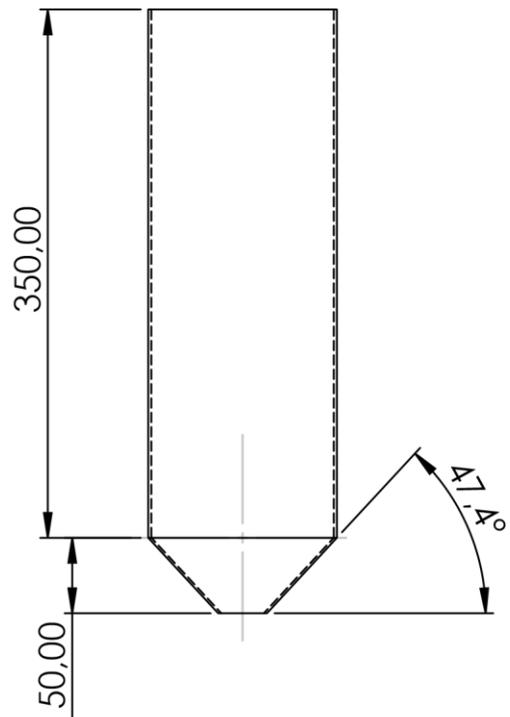
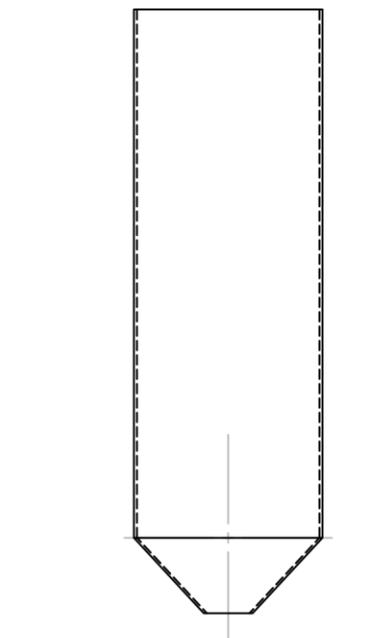
ESCALA
1:1

UNIDADE
mm

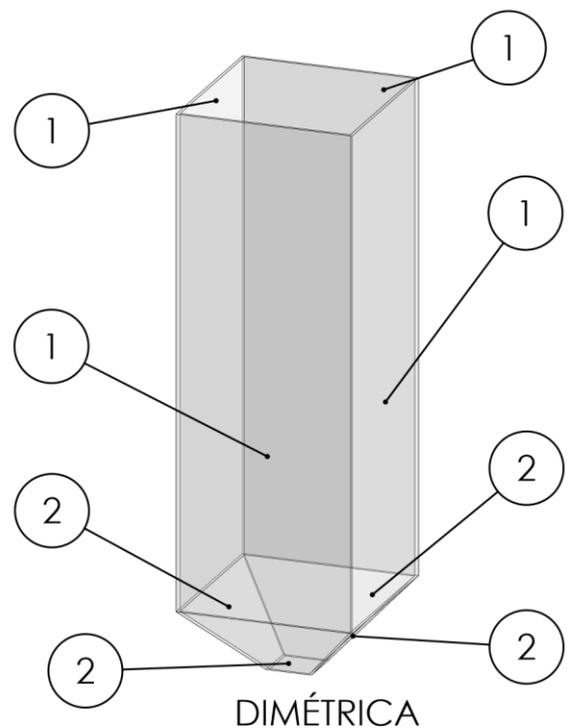
NÚMERO
P 01 - 01 - 08

FOLHA
10 DE 10

REVISÃO
02



A
ESCALA 1:1



	PEÇA	QUANTIDADE
1	P 02 - 01 - 01	4
2	P 02 - 01 - 02	4



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
MONTAGEM
ARMAZENAGEM

PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL POLIESTIRENO STANDARD TRANSPARENTE
PROCESSO COLAGEM

VERIFICADO APROVADO

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

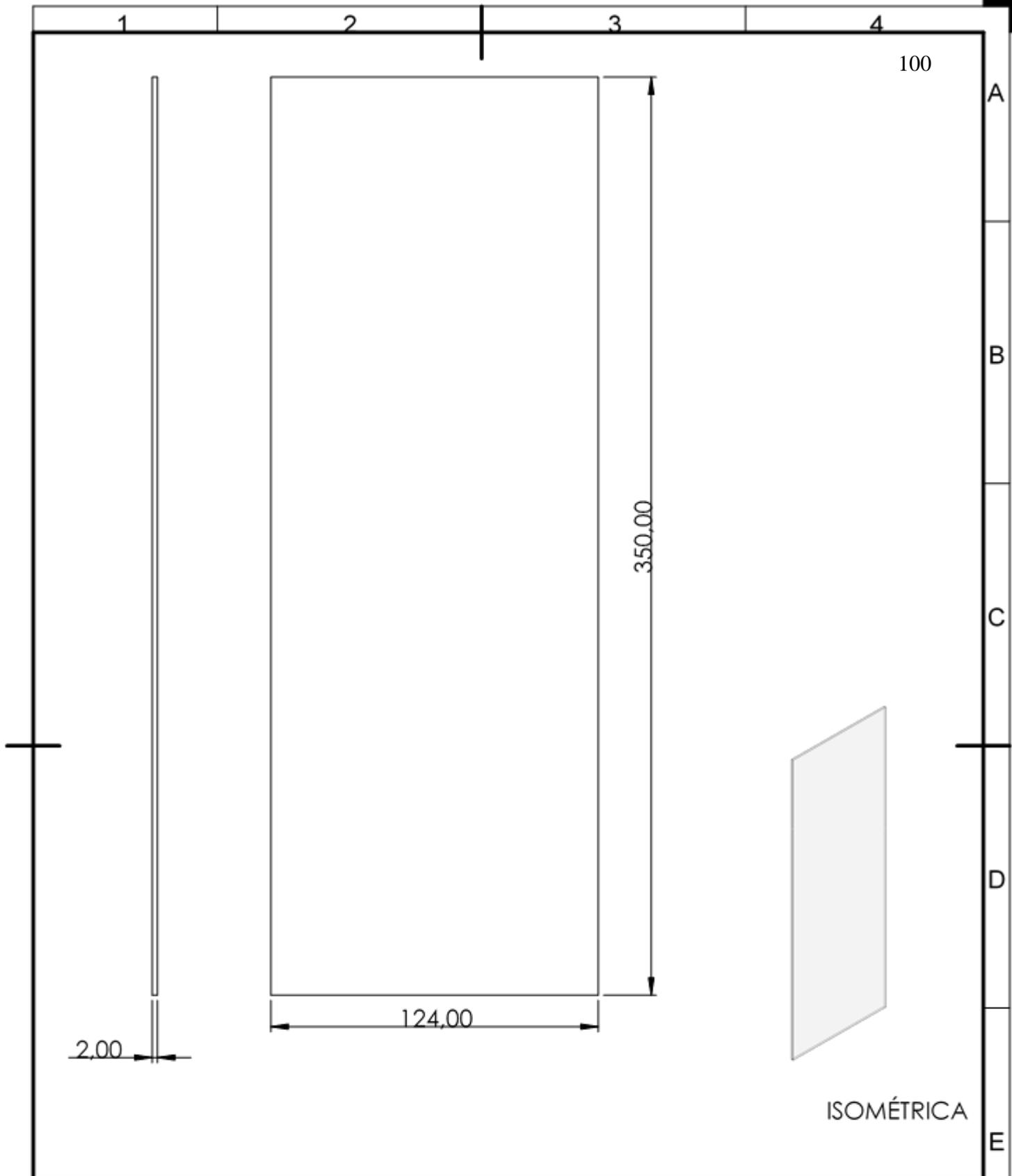
ESCALA
1:5

UNIDADE
mm

NÚMERO
M 02 - 01

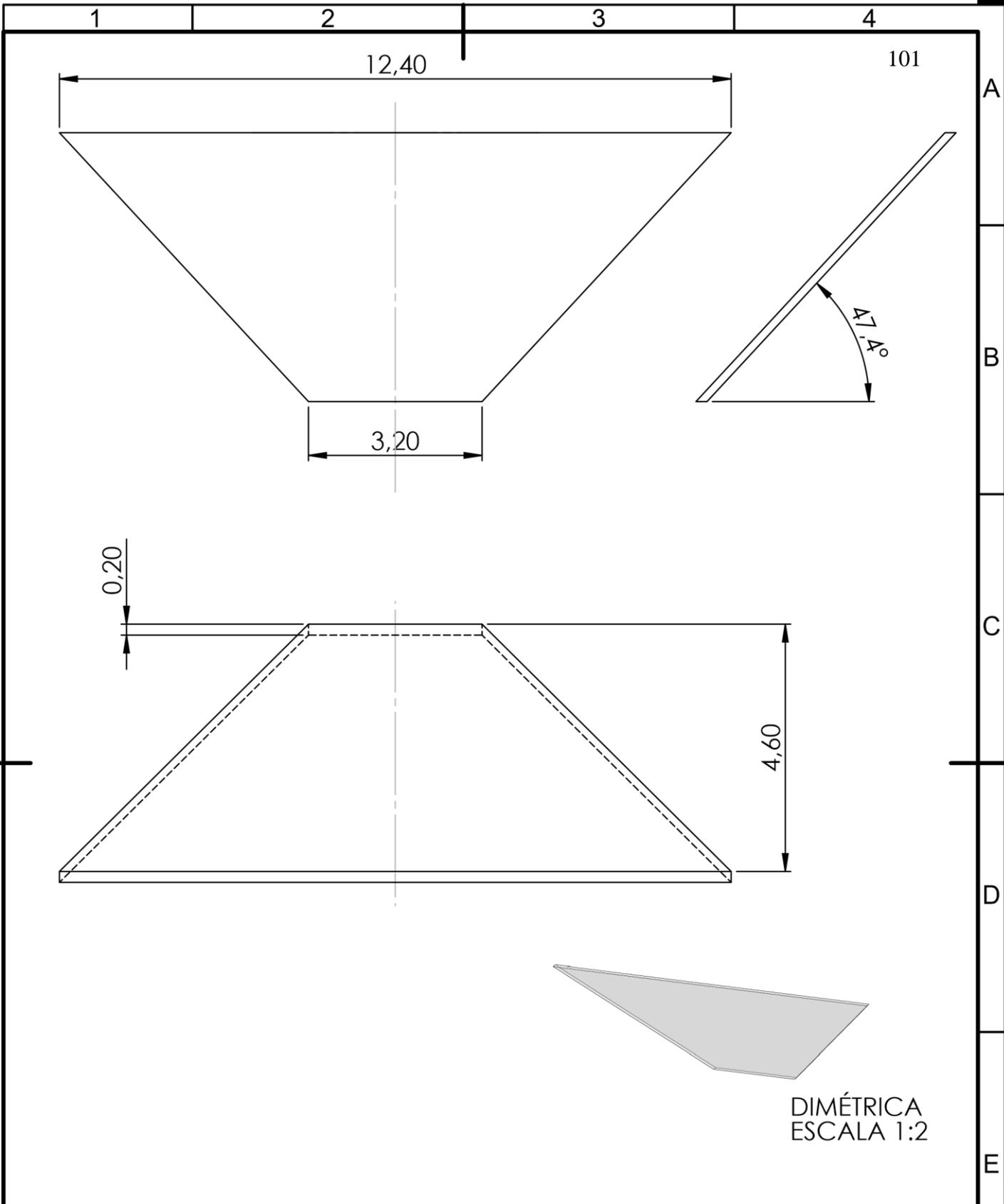
FOLHA
1 DE 3

REVISÃO
02



ISOMÉTRICA

		PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM			
		ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL			
		TÍTULO/SUBTÍTULO PEÇA CHAPA LATERAL			
PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES		DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES		ESPECIFICAÇÕES MATERIAL POLIESTIRENO STANDARD TRANSPARENTE PROCESSO CORTE	
VERIFICADO		APROVADO		F	
EMISSÃO INICIAL 07/12/2020	ESCALA 1:2	UNIDADE mm	NÚMERO P 02 - 01 - 01	FOLHA 2 DE 3	REVISÃO 02



 <p>unipampa Universidade Federal do Pampa</p>	PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM				
	ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL				
	TÍTULO/SUBTÍTULO PEÇA CHÂPA INFERIOR				
PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	ESPECIFICAÇÕES MATERIAL POLIESTIRENO STANDARD TRANSPARENTE PROCESSO CORTE			
VERIFICADO	APROVADO				
EMISSÃO INICIAL 07/12/2020	ESCALA 1:1	UNIDADE mm	NÚMERO P 02 - 01 - 02	FOLHA 3 DE 3	REVISÃO 02

1

2

3

4

102

A

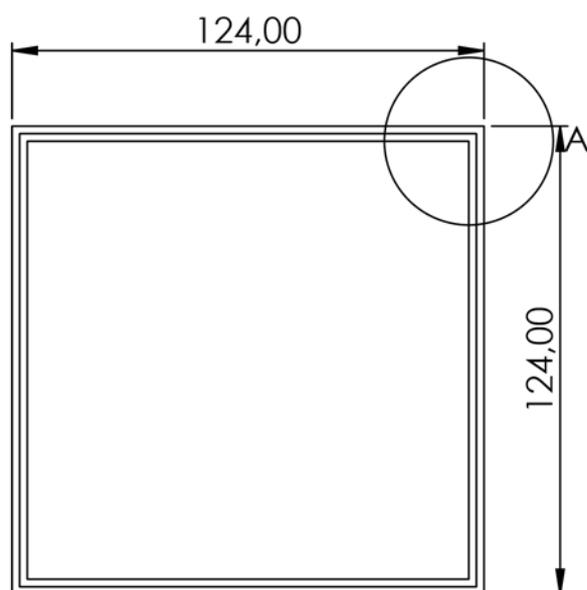
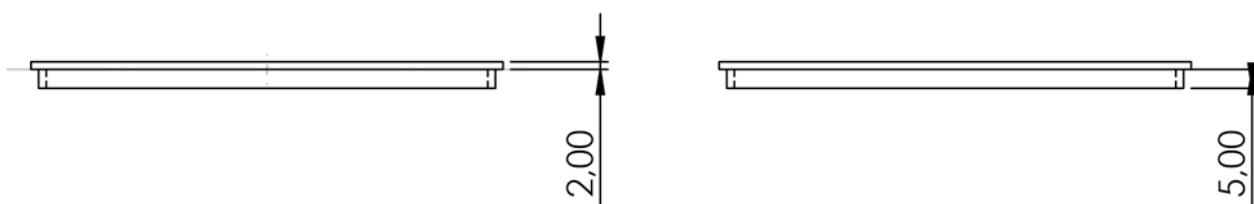
B

C

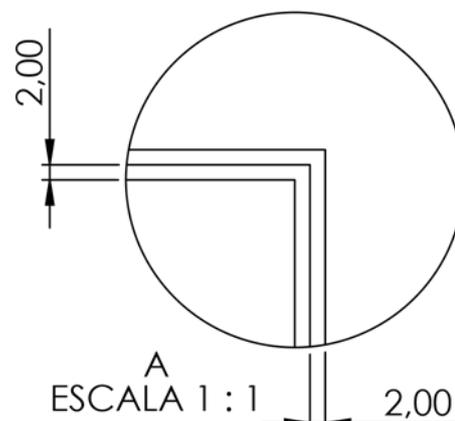
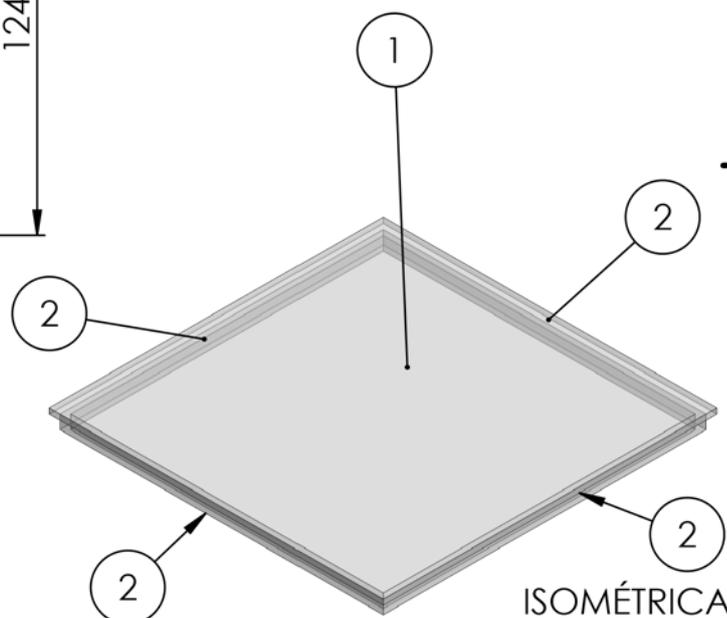
D

E

F



VISTA INFERIOR

A
ESCALA 1 : 1

ISOMÉTRICA

	PEÇA	QUANTIDADE
1	P 02 - 01 - 01	1
2	P 02 - 01 - 02	4



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
MONTAGEM
TAMPA ARMAZENAGEM

PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES
DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL POLIESTIRENO STANDARD TRANSPARENTE
PROCESSO COLAGEM

VERIFICADO APROVADO

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

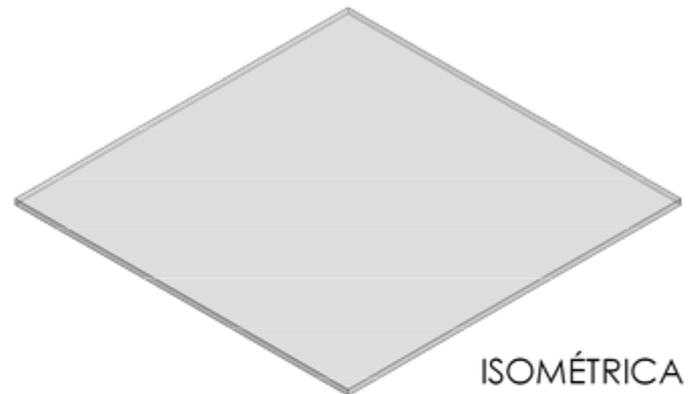
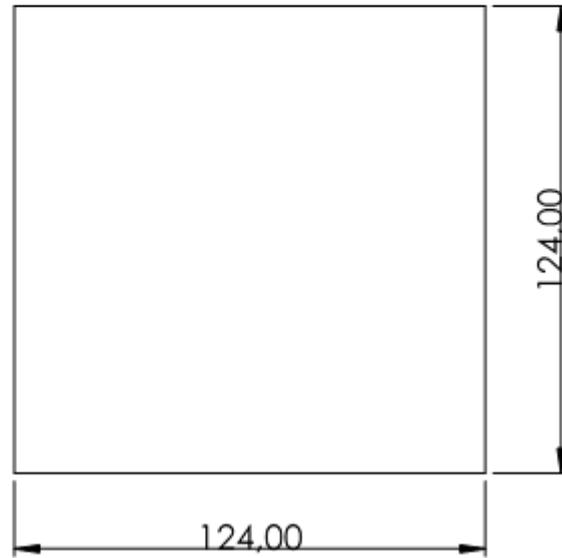
ESCALA
1:2

UNIDADE
mm

NÚMERO
M 02 - 02

FOLHA
1 DE 3

REVISÃO
02



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
PEÇA
CHÂPA SUPERIOR TAMPA

PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL POLIESTIRENO STANDARD TRANSPARENTE
PROCESSO CORTE

VERIFICADO

APROVADO

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

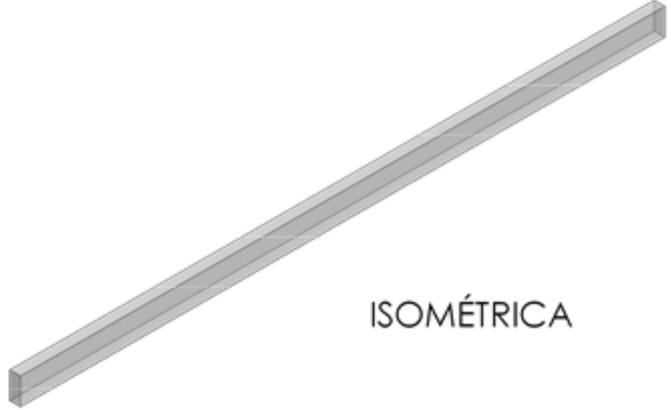
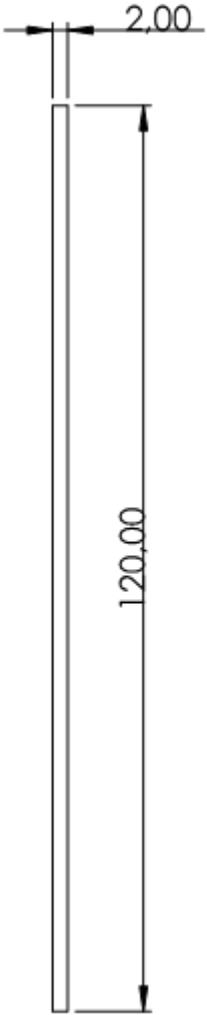
ESCALA
1:1

UNIDADE
mm

NÚMERO
P 02 - 02 - 01

FOLHA
2 DE 3

REVISÃO
02



 <p>unipampa Universidade Federal do Pampa</p>	PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM				
	ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL				
	TÍTULO/SUBTÍTULO PEÇA CHAPA LATERAL TAMPA				
PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	ESPECIFICAÇÕES MATERIAL POLIESTIRENO STANDARD TRANSPARENTE PROCESSO COLAGEM			
VERIFICADO	APROVADO				
EMISSÃO INICIAL 07/12/2020	ESCALA 1:1	UNIDADE mm	NÚMERO P 02 - 02 - 02	FOLHA 3 DE 3	REVISÃO 02

1

2

3

4

105

A

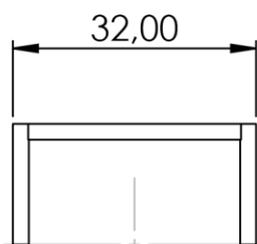
B

C

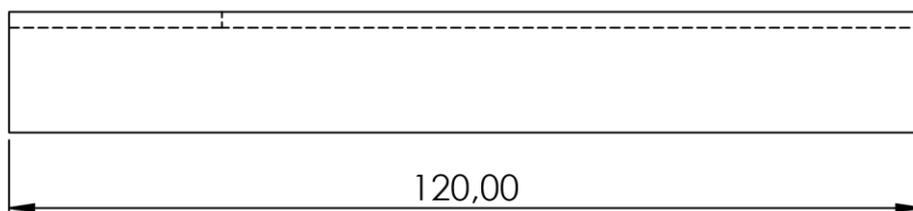
D

E

F

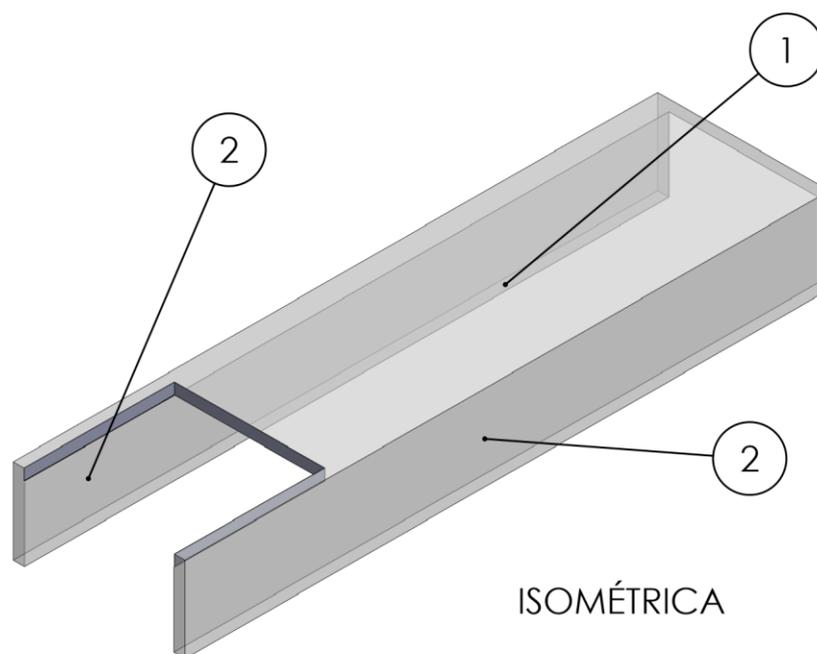


28,00



120,00

28,00



ISOMÉTRICA

2,00

	PEÇA	QUANTIDADE
1	P 03 - 01 - 01	1
2	P 03 - 01 - 02	2



PROJETO
SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
MONTAGEM
CARÇA SUPERIOR

PROJETADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

DESENHADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL POLIESTIRENO STANDARD TRANSPARENTE
PROCESSO COLAGEM

VERIFICADO

APROVADO

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

ESCALA
1:1

UNIDADE
mm

NÚMERO
M 03 - 01

FOLHA
1 DE 3

REVISÃO
02

1

2

3

4

106

A

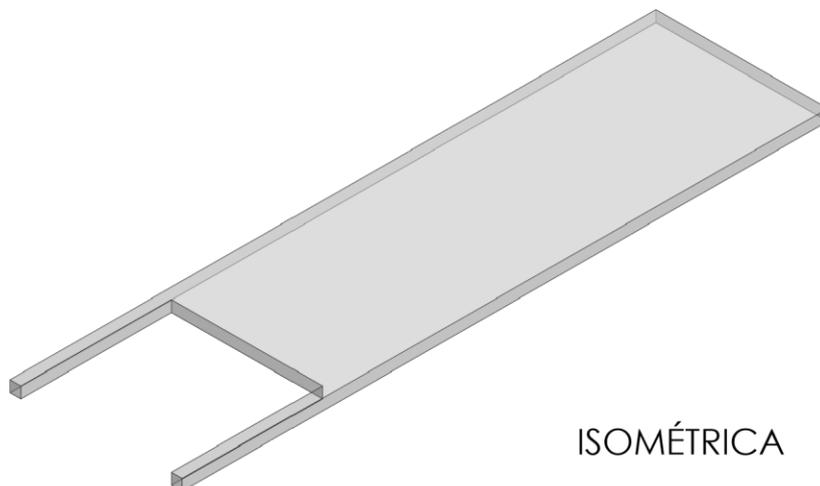
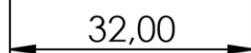
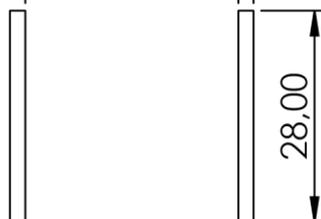
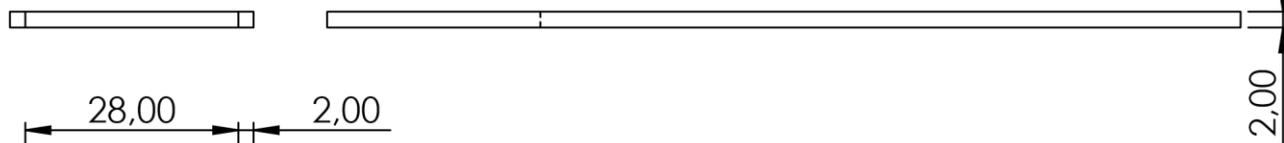
B

C

D

E

F



ISOMÉTRICA



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
PEÇA
CÁRÇA SUPERIOR TAMPA

PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES
DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL POLIESTIRENO STANDARD TRANSPARENTE
PROCESSO CORTE

VERIFICADO APROVADO

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

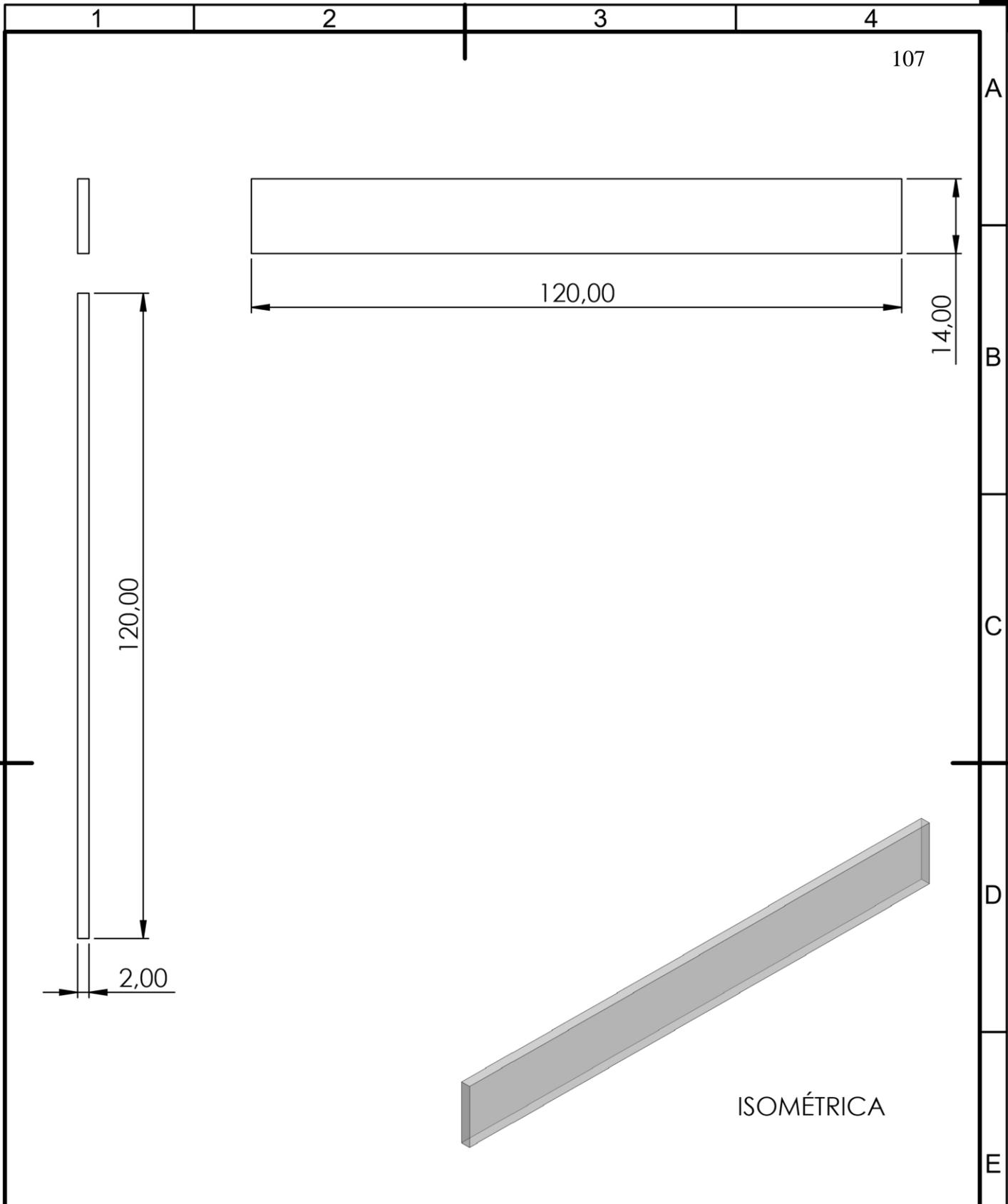
ESCALA
1:1

UNIDADE
mm

NÚMERO
P 03 - 01 - 01

FOLHA
2 DE 3

REVISÃO
02



 <p>Universidade Federal do Pampa</p>	PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM				
	ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL				
	TÍTULO/SUBTÍTULO PEÇA CHAPA LATERAL CARÇAÇA				
PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	ESPECIFICAÇÕES MATERIAL POLIESTIRENO STANDARD TRANSPARENTE PROCESSO CORTE			
VERIFICADO	APROVADO				
EMISSÃO INICIAL 07/12/2020	ESCALA 1:1	UNIDADE mm	NÚMERO P 03 - 01 - 02	FOLHA 3 DE 3	REVISÃO 02

1

2

3

4

108

A

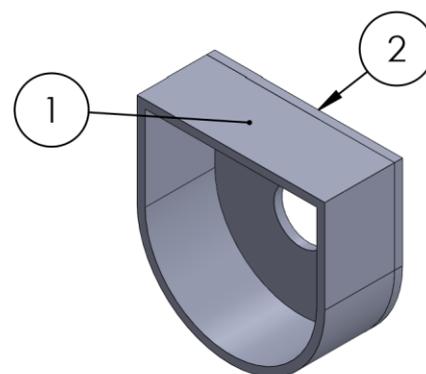
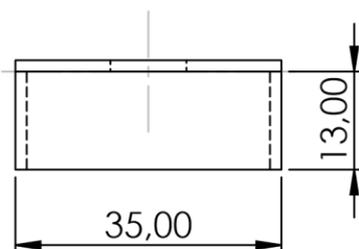
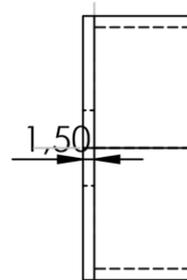
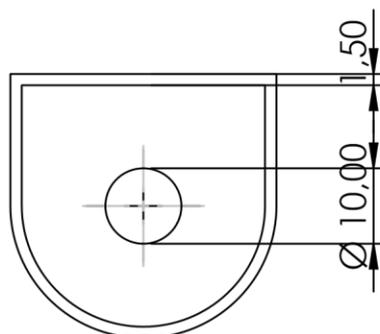
B

C

D

E

F



ISOMÉTRICA

	PEÇA	QUANTIDADE
1	P 03 - 02 - 01	1
2	P 03 - 02 - 02	1



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
MONTAGEM
TAMPA LATERAL CARÇAÇA

PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES
DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES
VERIFICADO APROVADO

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL ALUMÍNIO
PROCESSO SOLDAGEM

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

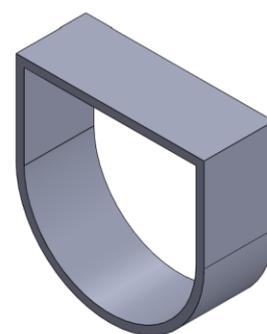
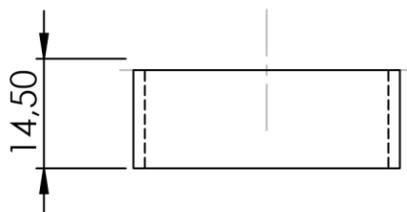
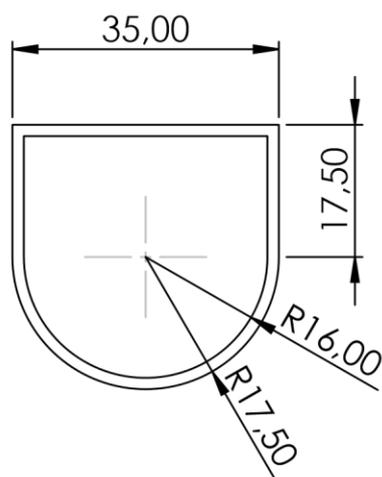
ESCALA
1:1

UNIDADE
mm

NÚMERO
M 03 - 02

FOLHA
1 DE 3

REVISÃO
02



ISOMÉTRICA



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
PEÇA
PRÓTEÇÃO TAMPA CARÇAÇA

PROJETADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

DESENHADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL ALUMÍNIO
PROCESSODE CORTE

VERIFICADO

APROVADO

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

ESCALA
1:1

UNIDADE
mm

NÚMERO
P 03 - 02 - 01

FOLHA
2 DE 3

REVISÃO
02

1

2

3

4

110

A

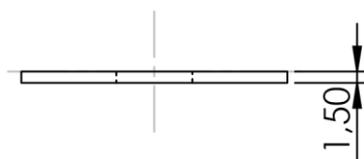
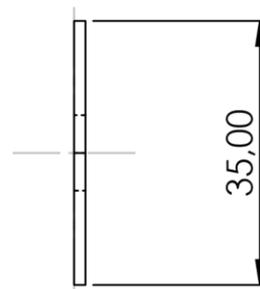
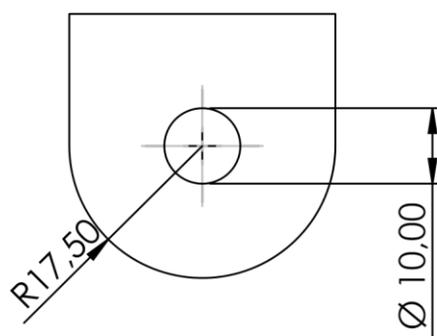
B

C

D

E

F



ISOMÉTRICA



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
PEÇA
CHÂPA TAMPA CARÇAÇA

PROJETADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

DESENHADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL ALUMÍNIO
PROCESSO CORTE E FURAÇÃO

VERIFICADO

APROVADO

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

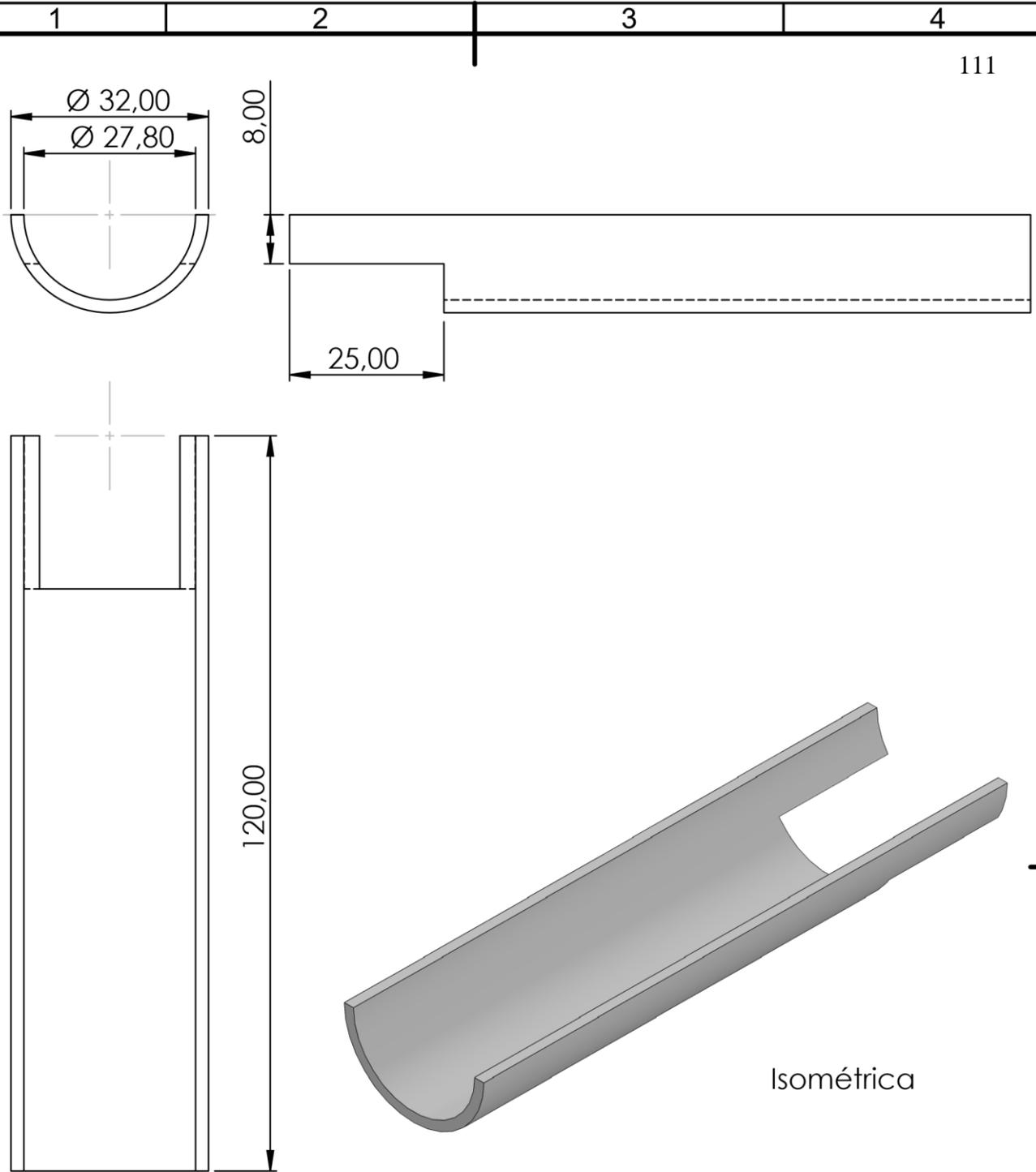
ESCALA
1:1

UNIDADE
mm

NÚMERO
P 03 - 02 - 02

FOLHA
3 DE 3

REVISÃO
02



111

Isométrica



 Universidade Federal do Pampa		PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM			
		ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL			
		TÍTULO/SUBTÍTULO PEÇA CARÇAÇA INFERIOR			
PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES		DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES		ESPECIFICAÇÕES MATERIAL PVC PROCESSO CORTE	
VERIFICADO		APROVADO			
EMISSÃO INICIAL 07/12/2020	ESCALA 1:1	UNIDADE mm	NUMERO P 03 - 03 - 01	FOLHA 1 DE 1	REVISÃO 02

1

2

3

4

112

A

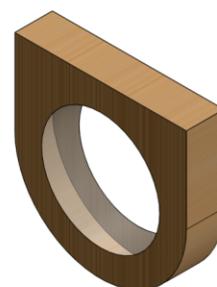
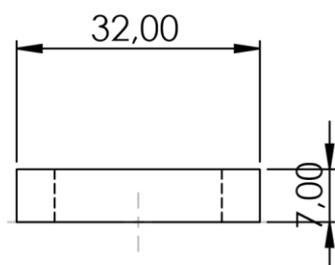
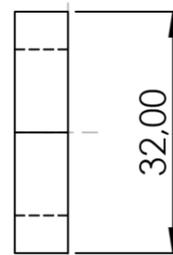
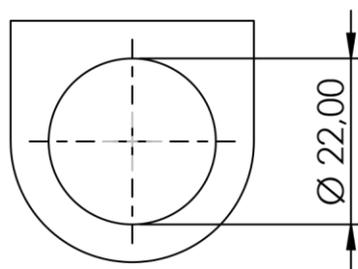
B

C

D

E

F



ISOMÉTRICA



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
PEÇA
CARÇAÇA TRASEIRA E DIANTEIRA

PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES
DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES
VERIFICADO APROVADO

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL
PROCESSO CORTE E FURO

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

ESCALA
1:1

UNIDADE
mm

NÚMERO
P 03 - 04 - 01

FOLHA
1 DE 1

REVISÃO
02

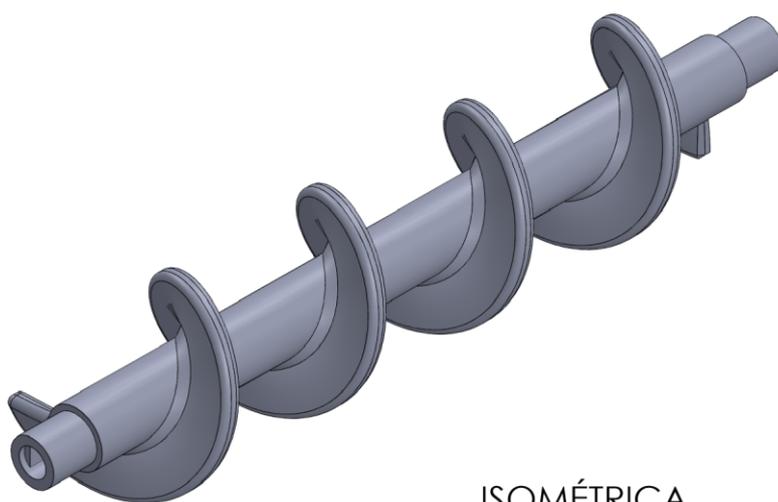
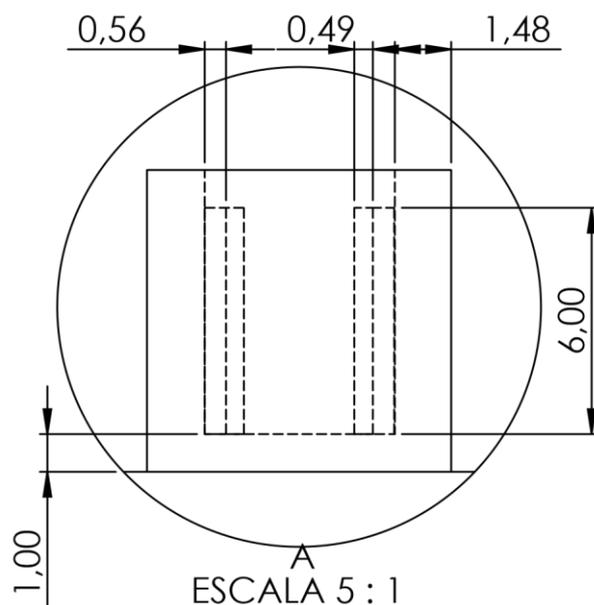
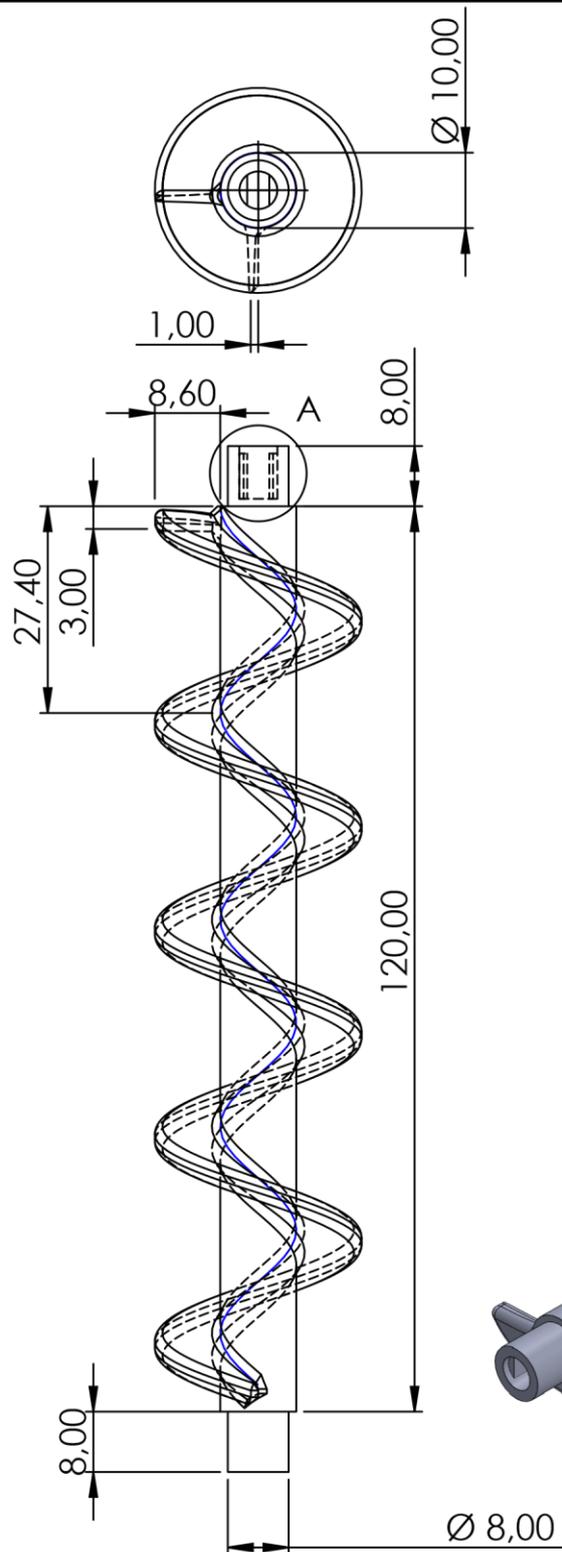
1

2

3

4

113



ISOMÉTRICA



Universidade Federal do Pampa

PROJETADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHESDESENHADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

VERIFICADO

APROVADO

PROJETO

SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO

ROSCA TRANSPORTADORA
HELICOIDAL TRANSVERSAL

ESPECIFICAÇÕES

MATERIAL ABS
PROCESSO PROTOTIPAGEM

EMISSÃO INICIAL

07/12/2020

ESCALA

1:1

UNIDADE

mm

NUMERO

P 04 - 01 - 01

FOLHA

1 DE 1

REVISÃO

02

1

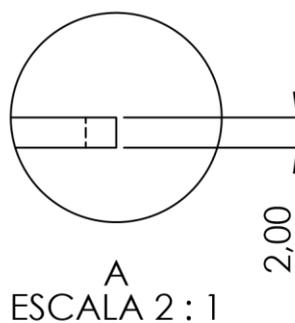
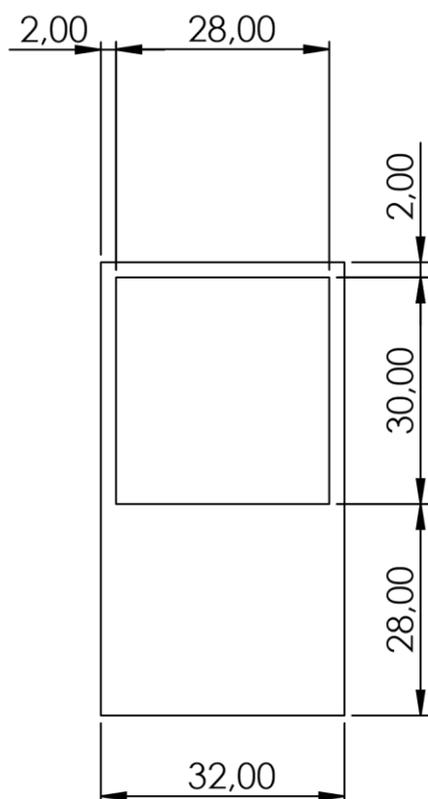
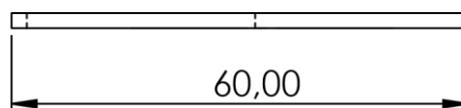
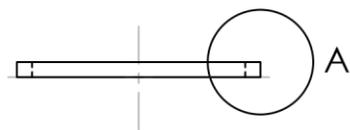
2

3

4

114

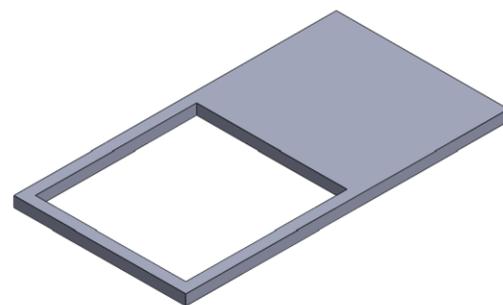
A



B

C

D



ISOMÉTRICA

E



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
PEÇA
REGULADOR DE DESCARGA

PROJETADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

DESENHADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL ALUMÍNIO
PROCESSO CORTE

VERIFICADO

APROVADO

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

ESCALA
1:1

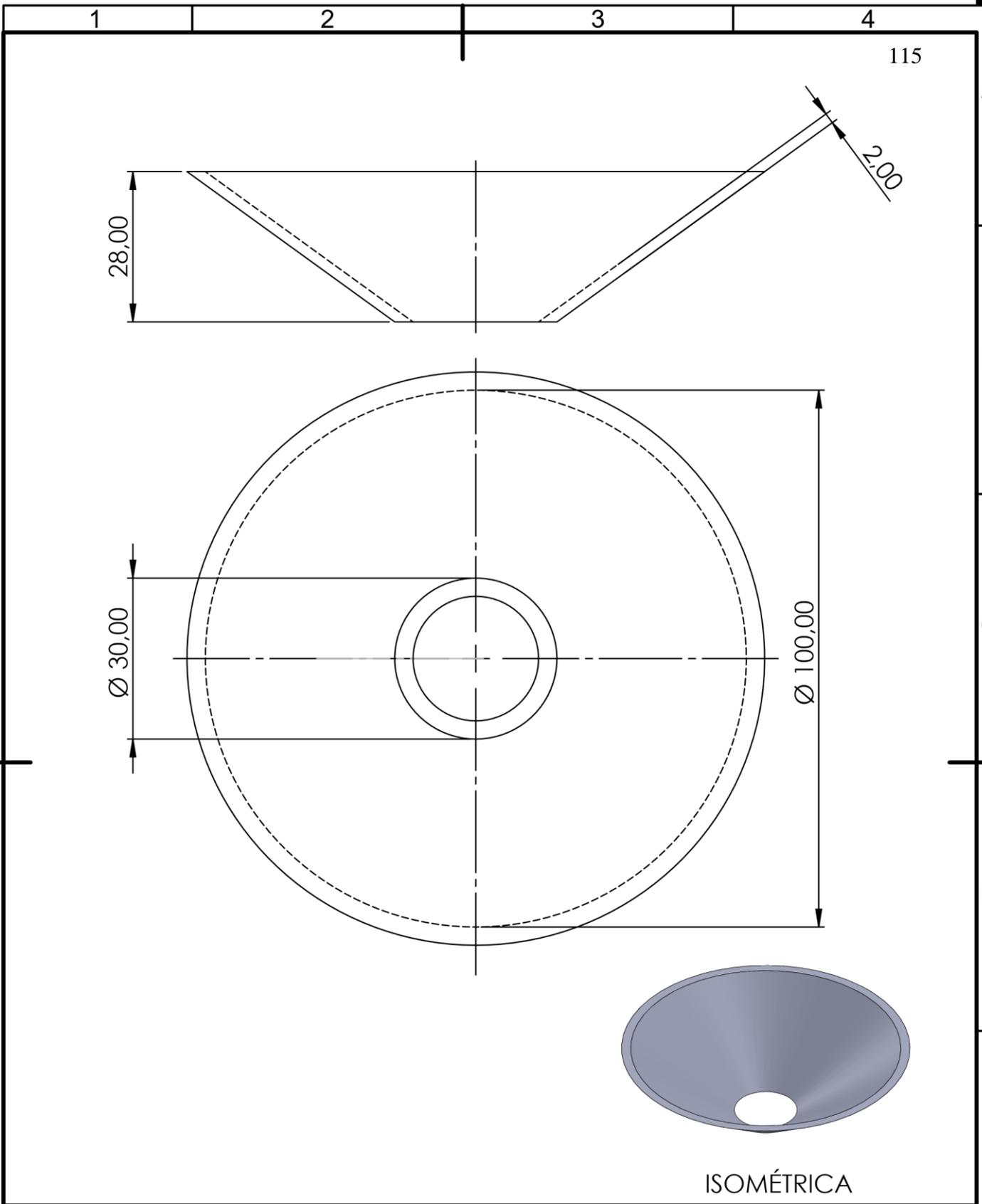
UNIDADE
mm

NÚMERO
P 04 - 02 - 01

FOLHA
1 DE 1

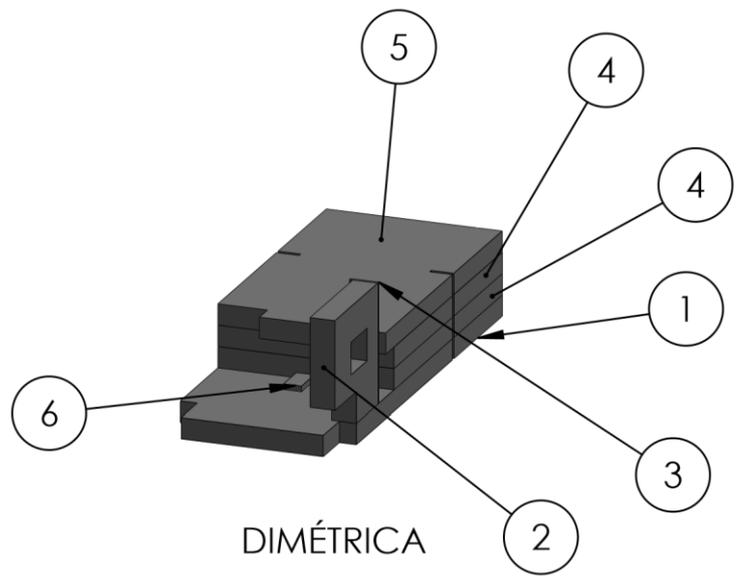
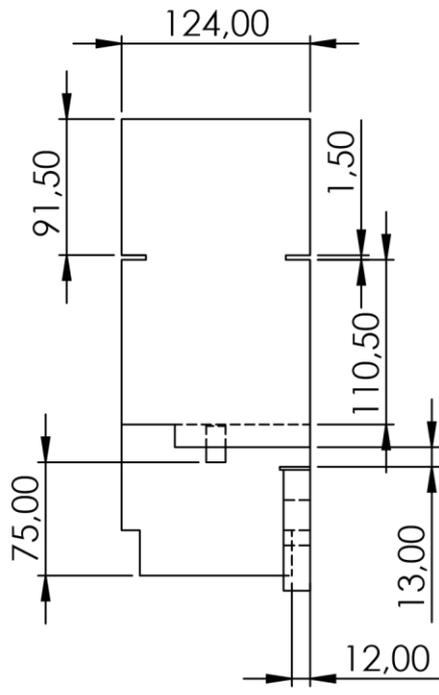
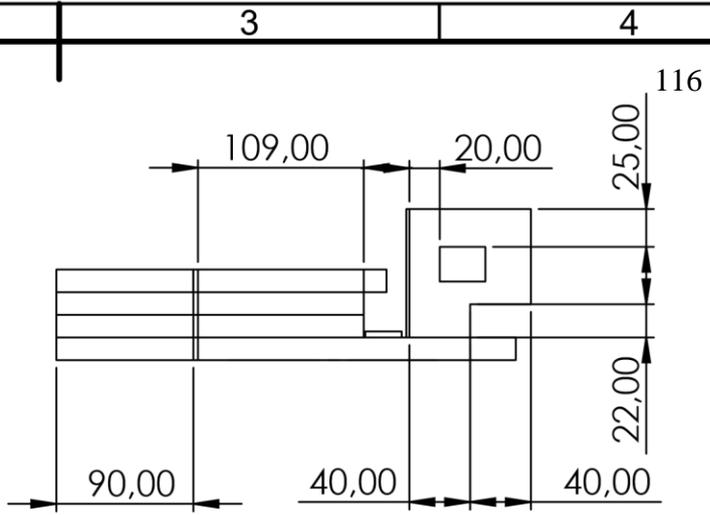
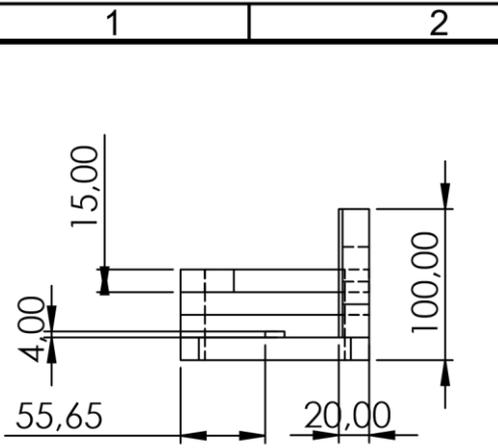
REVISÃO
01

F



ISOMÉTRICA

 <p>unipampa Universidade Federal do Pampa</p>			PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM		
			ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL		
			TÍTULO/SUBTÍTULO PEÇA FUNIL DE DESCARGA		
PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	ESPECIFICAÇÕES MATERIAL METAL OU PLÁSTICO PROCESSO CORTE			
VERIFICADO	APROVADO				
EMISSÃO INICIAL 07/12/2020	ESCALA 1:1	UNIDADE mm	NÚMERO P 04 - 03 - 01	FOLHA 1 DE 1	REVISÃO 02



	PEÇA	QUANTIDADE
1	P 05 - 01 - 01	1
2	P 05 - 01 - 02	1
3	P 05 - 01 - 03	1
4	P 05 - 01 - 04	1
5	P 05 - 01 - 05	2
6	P 05 - 01 - 06	1



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
MONTAGEM
BASE DE APOIO ATUADOR E BALANÇA

PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES
DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL MADEIRA
PROCESSO CORTE E COLAGEM

VERIFICADO APROVADO

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

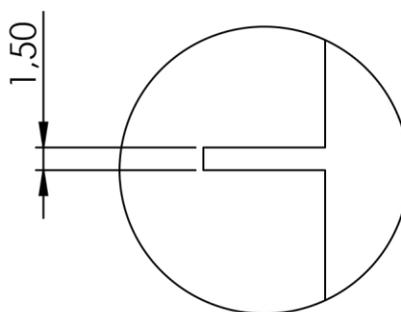
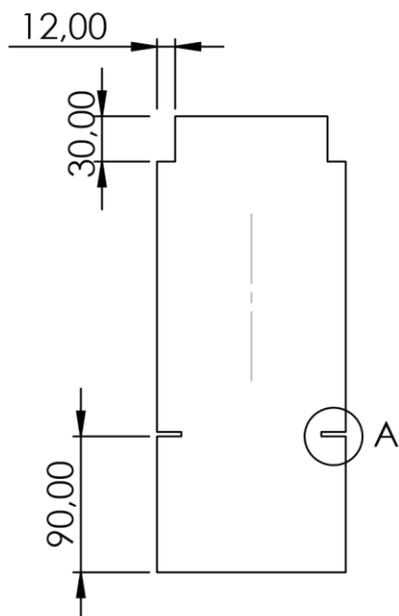
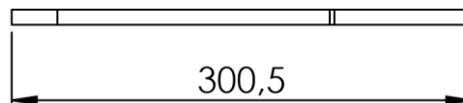
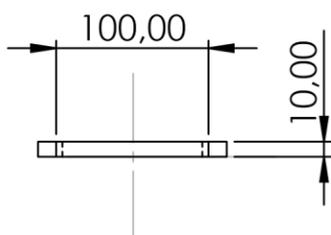
ESCALA
1:5

UNIDADE
mm

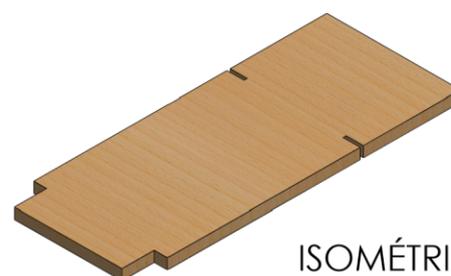
NUMERO
M 05 - 01

FOLHA
1 DE 7

REVISÃO
02



A
ESCALA 1 : 1



ISOMÉTRICA



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
PEÇA
BASE APOIO BALANÇA

PROJETADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

DESENHADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL MADEIRA
PROCESSO CORTE

VERIFICADO

APROVADO

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

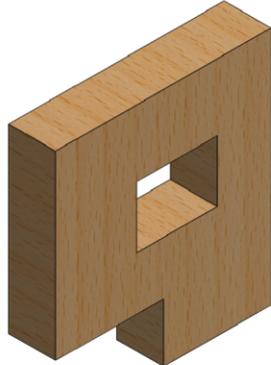
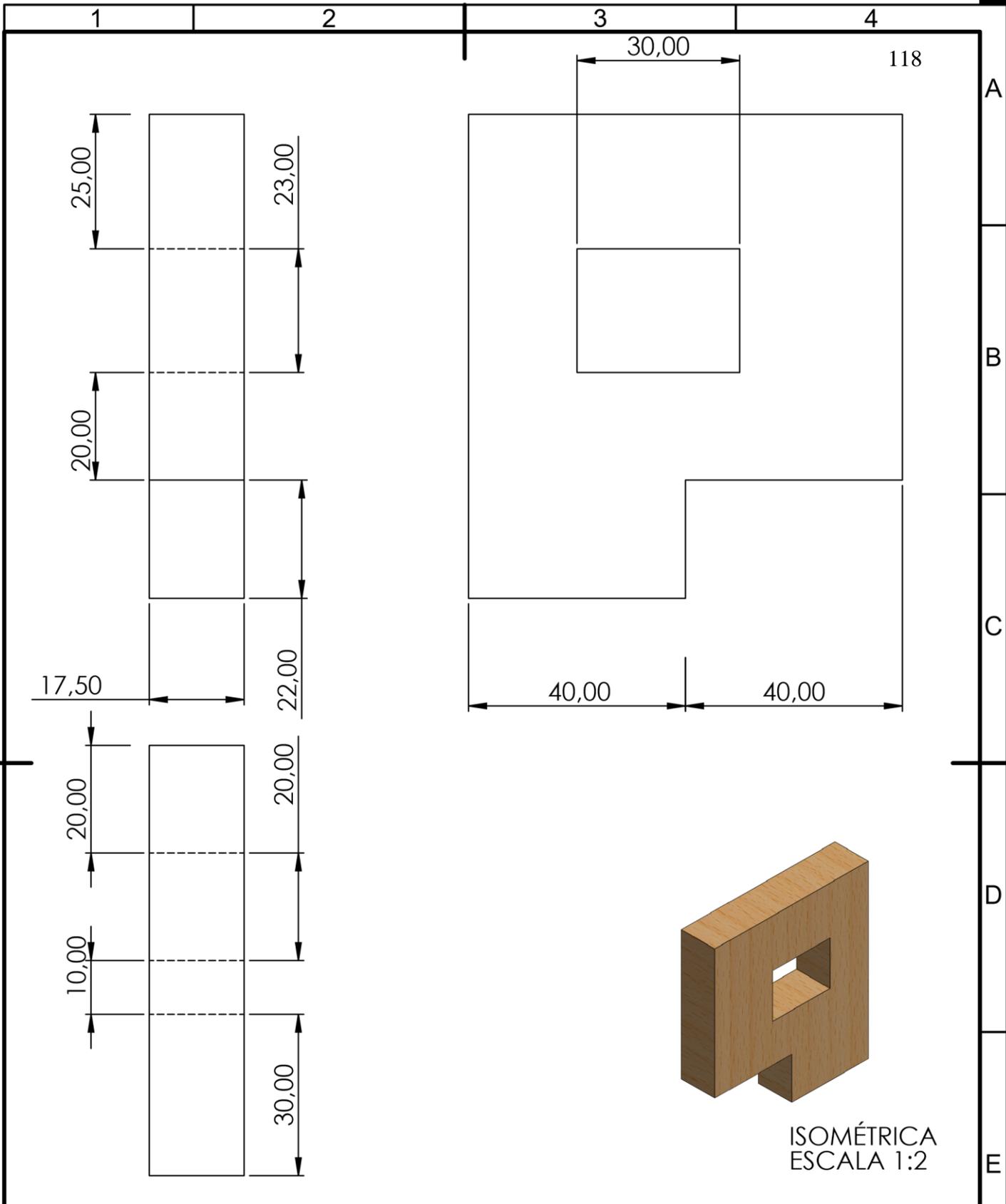
ESCALA
1:5

UNIDADE
mm

NÚMERO
P 05 - 01 - 01

FOLHA
2 DE 7

REVISÃO
02



ISOMÉTRICA
ESCALA 1:2

 <p>unipampa Universidade Federal do Pampa</p>	PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM				
	ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL				
	TÍTULO/SUBTÍTULO PEÇA ESTRUTURA SENSOR DE COR				
PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	ESPECIFICAÇÕES MATERIAL MADEIRA PROCESSO CORTE			
VERIFICADO	APROVADO				
EMISSÃO INICIAL 07/12/2020	ESCALA 1:1	UNIDADE mm	NÚMERO P 05 - 01 - 02	FOLHA 3 DE 7	REVISÃO 02

1

2

3

4

119

A

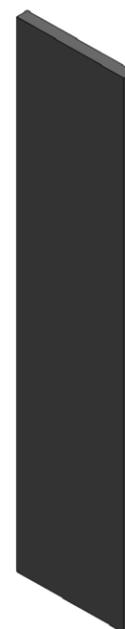
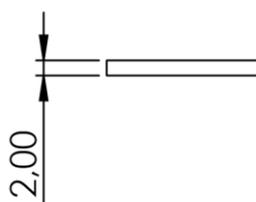
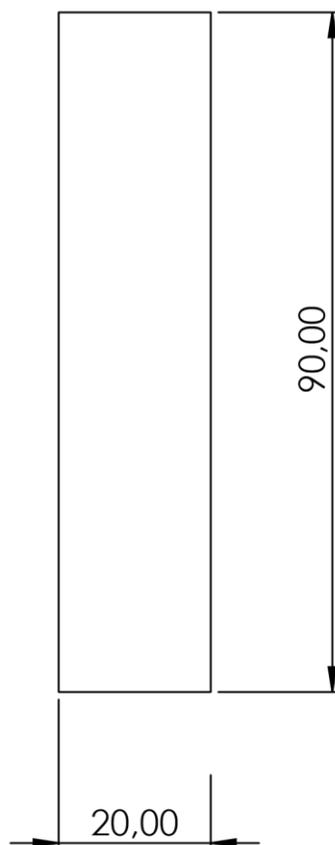
B

C

D

E

F



ISOMÉTRICA



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
PEÇA
CHÂPA GUIA PARA CAIXA

PROJETADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

DESENHADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL ALUMÍNIO
PROCESSO CORTE

VERIFICADO

APROVADO

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

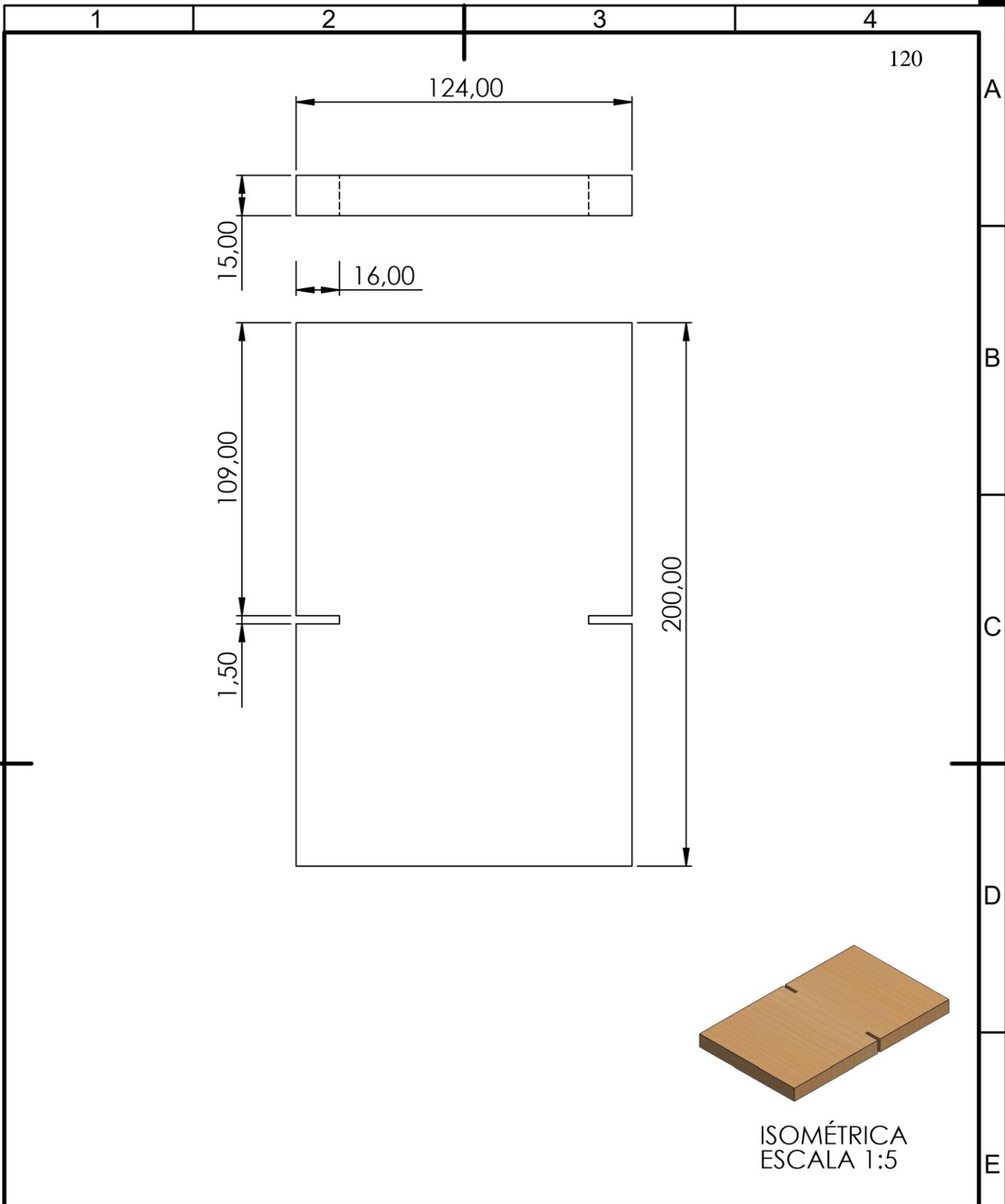
ESCALA
1:1

UNIDADE
mm

NÚMERO
P 05 - 01 - 03

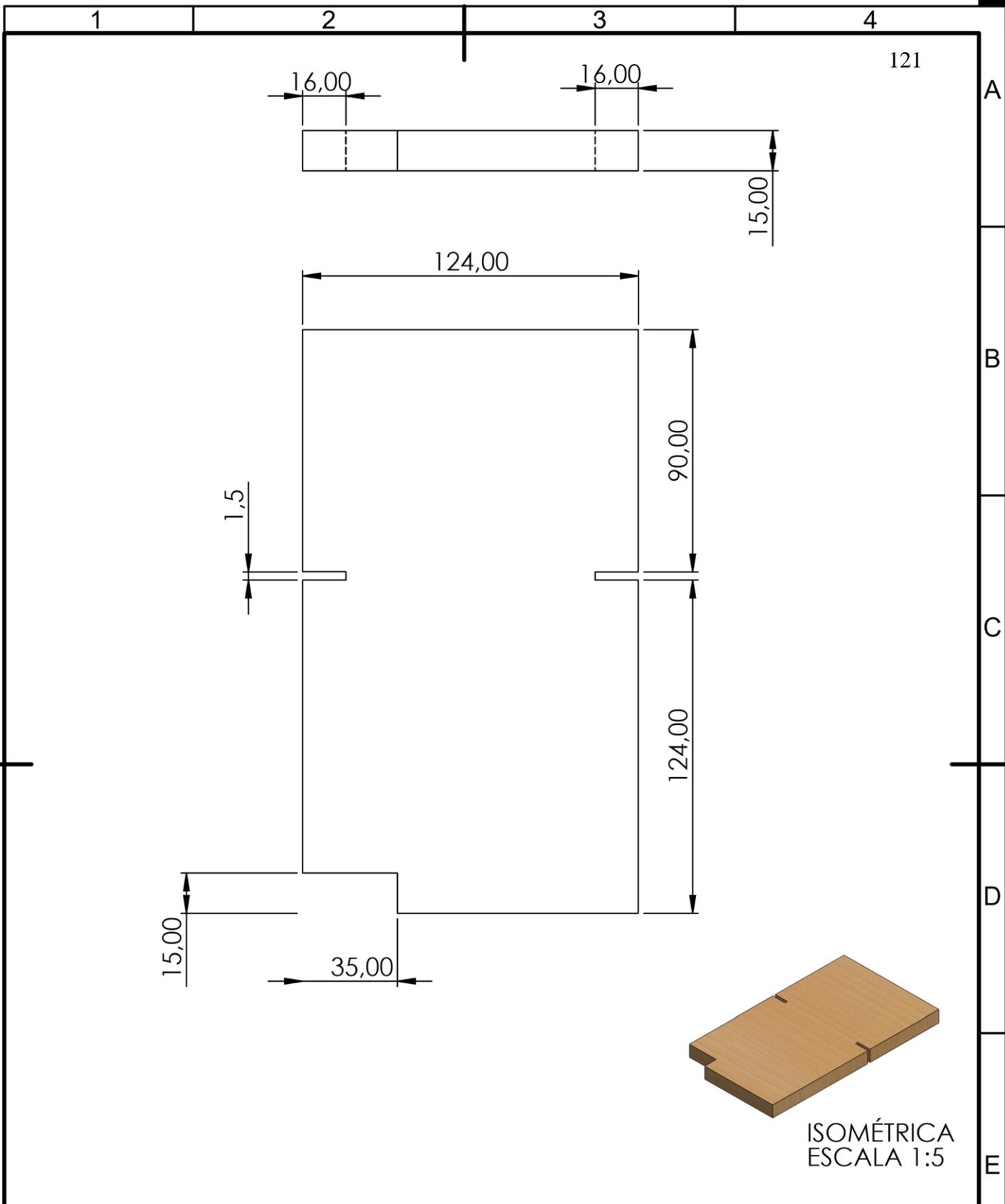
FOLHA
4 DE 7

REVISÃO
02

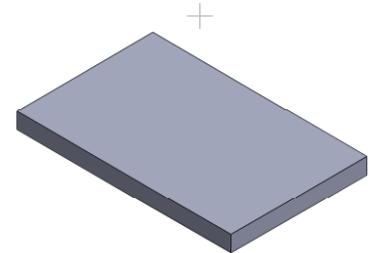
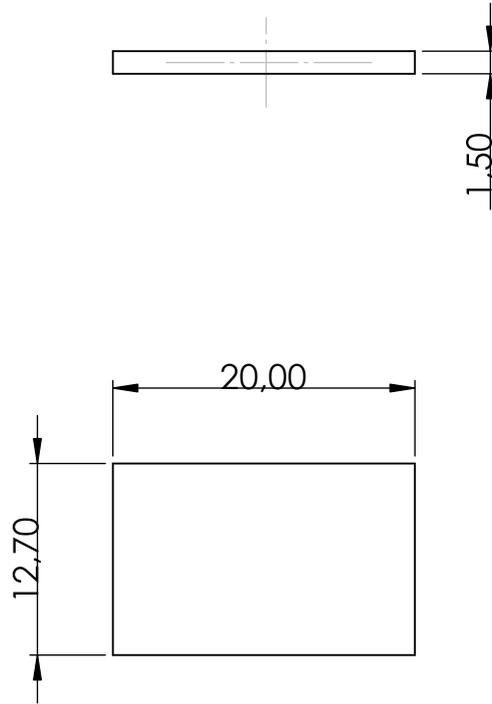


ISOMÉTRICA
ESCALA 1:5

 Universidade Federal do Pampa	PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM				
	ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL				
	TÍTULO/SUBTÍTULO PEÇA BASE DE APOIO 2				
PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	ESPECIFICAÇÕES MATERIAL MADEIRA PROCESSO CORTE			
VERIFICADO	APROVADO				
EMISSÃO INICIAL 07/12/2020	ESCALA 1:2	UNIDADE mm	NUMERO P 05 - 01 - 04	FOLHA 5 DE 7	REVISÃO 02



 <p>Universidade Federal do Pampa</p>	PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM				
	ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL				
	TÍTULO/SUBTÍTULO PEÇA BASE ATUADOR				
PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	ESPECIFICAÇÕES MATERIAL MADEIRA PROCESSO CORTE			
VERIFICADO	APROVADO				
EMISSÃO INICIAL 07/12/2020	ESCALA 1:2	UNIDADE mm	NÚMERO P 05 - 01 - 05	FOLHA 6 DE 7	REVISÃO 02



ISOMÉTRICA

 Universidade Federal do Pampa	PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM				
	ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL				
	TÍTULO/SUBTÍTULO PEÇA CHÂPA SUPERIOR E INFERIOR BALANÇA				
PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	ESPECIFICAÇÕES MATERIAL MADEIRA PROCESSO CORTE			
VERIFICADO	APROVADO				
EMISSÃO INICIAL 07/12/2020	ESCALA 2:1	UNIDADE mm	NÚMERO P 05 - 01 - 06 / P 05 - 02 - 02	FOLHA 7 DE 7	REVISÃO 02

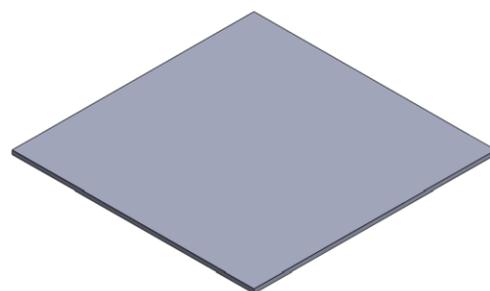
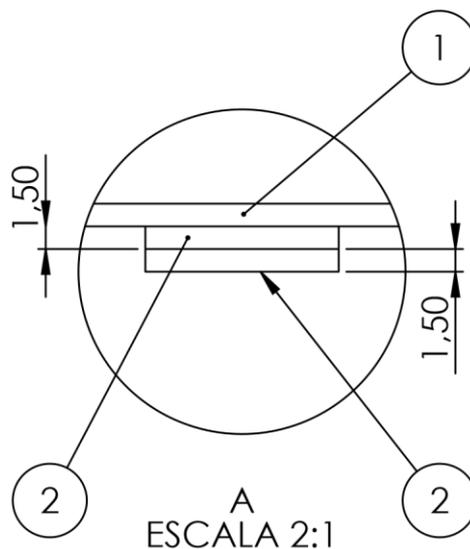
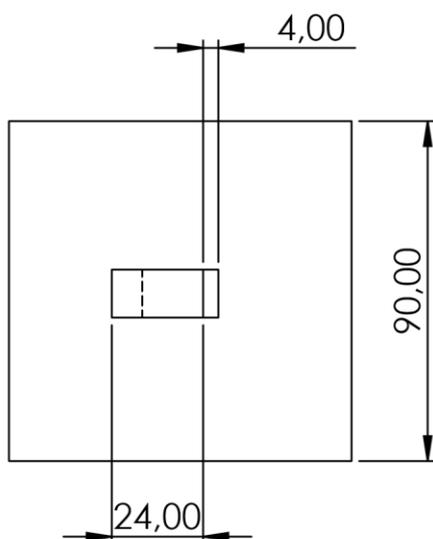
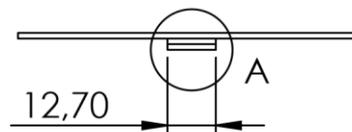
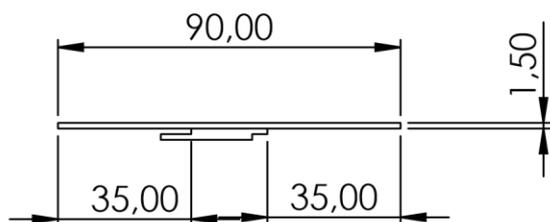
1

2

3

4

123



ISOMÉTRICA

	PEÇA	QUANTIDADE
1	P 05 - 02 - 01	1
2	P 05 - 02 - 02	2



PROJETADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

DESENHADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

VERIFICADO

APROVADO

PROJETO

SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO

MONTAGEM
BALANÇA - BASE SUPERIOR

ESPECIFICAÇÕES

MATERIAL ALUMÍNIO
PROCESSO COLAGEM

EMIÇÃO INICIAL
07/12/2020

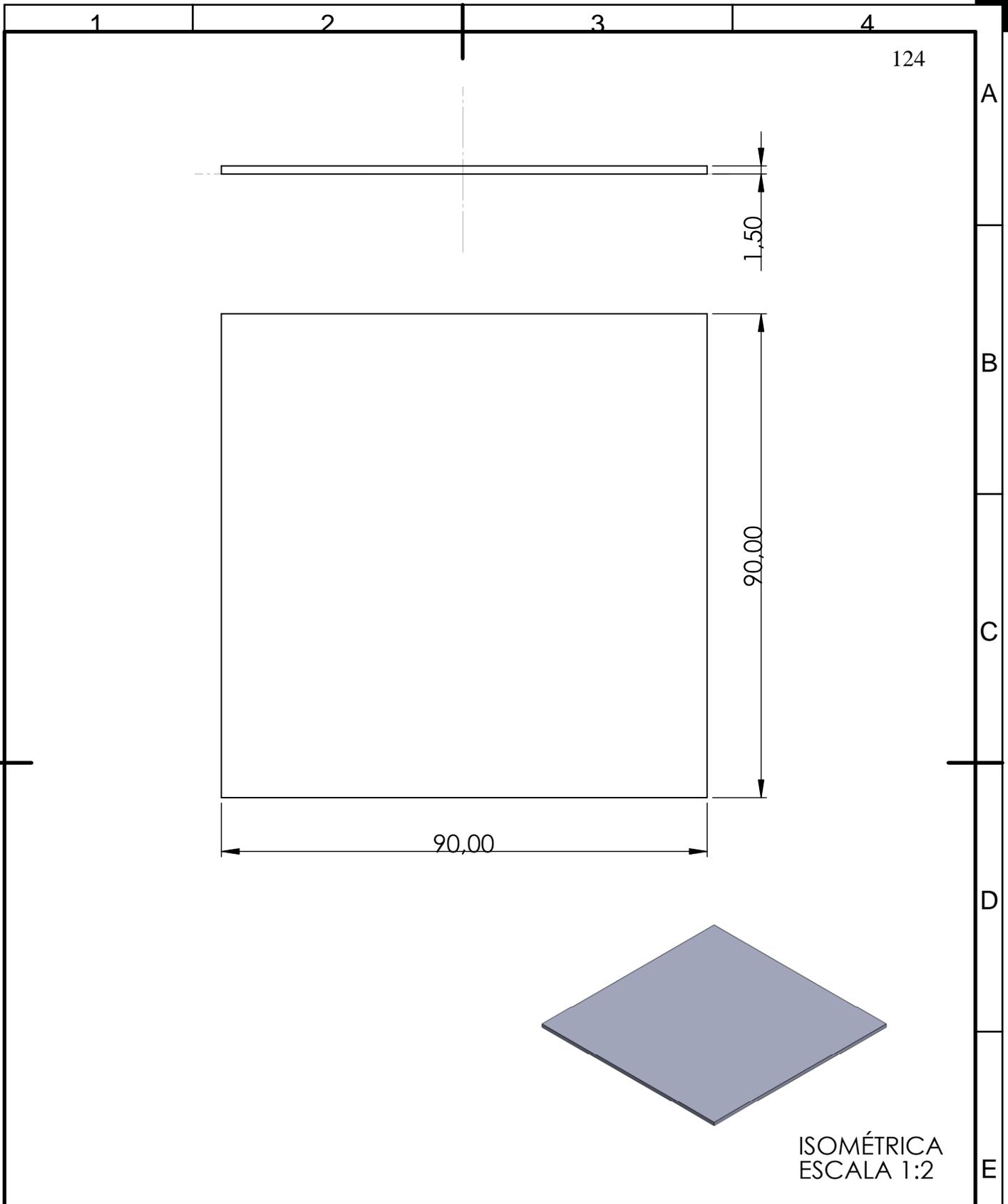
ESCALA
1:2

UNIDADE
mm

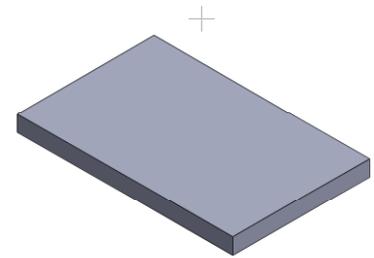
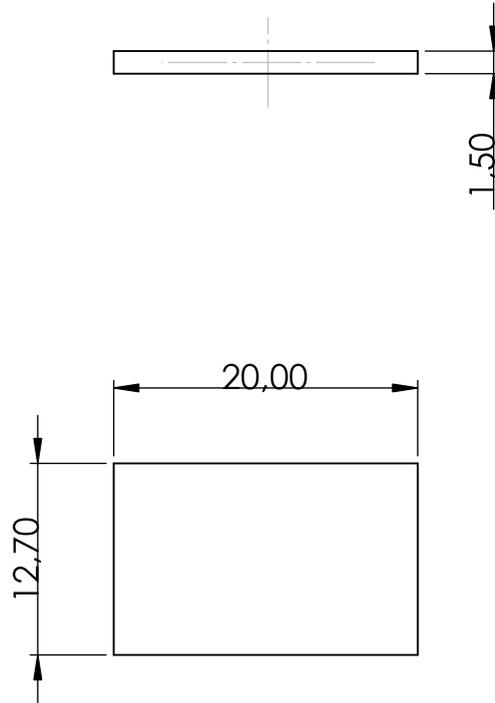
NÚMERO
M 05 - 02

FOLHA
1 DE 3

REVISÃO
02



 <p>unipampa Universidade Federal do Pampa</p>			PROJETO		SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM
			ÁREA		AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL
			TÍTULO/SUBTÍTULO		PEÇA PLATAFORMA SUPERIOR BALANÇA
PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	ESPECIFICAÇÕES MATERIAL ALUMÍNIO PROCESSO CORTE			
VERIFICADO	APROVADO				
EMISSÃO INICIAL 07/12/2020	ESCALA 1:1	UNIDADE mm	NÚMERO P 05 - 02 - 01	FOLHA 2 DE 3	REVISÃO 02



ISOMÉTRICA



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

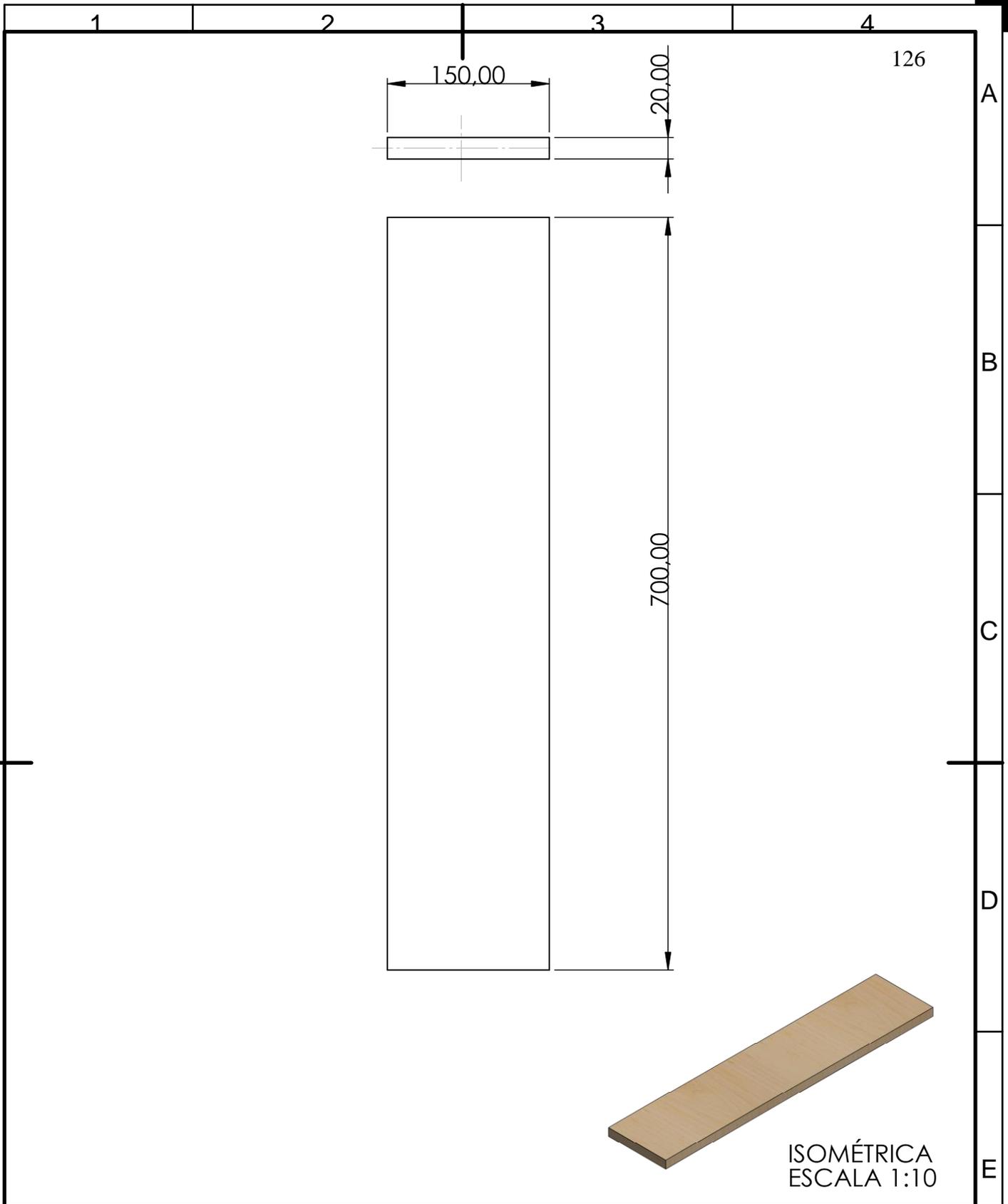
TÍTULO/SUBTÍTULO
PEÇA
CHÂPA SUPERIOR E INFERIOR BALANÇA

PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL MADEIRA
PROCESSO CORTE

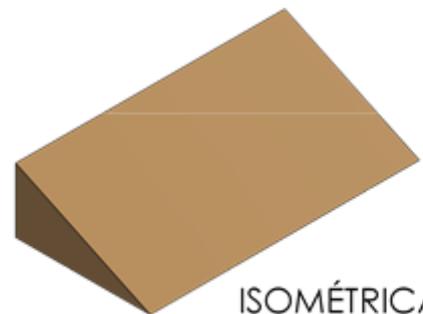
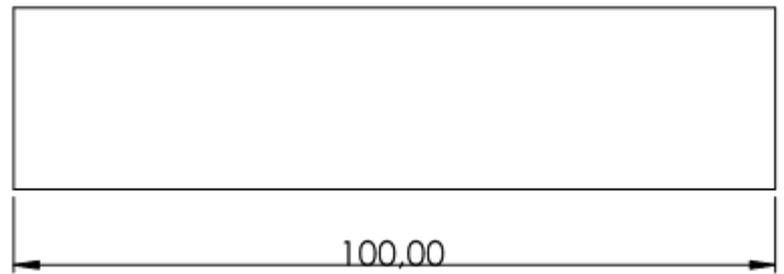
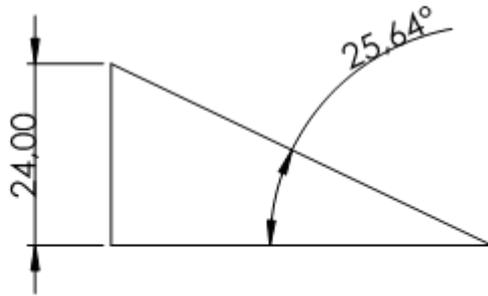
VERIFICADO APROVADO

EMISSÃO INICIAL 07/12/2020	ESCALA 2:1	UNIDADE mm	NÚMERO P 05 - 01 - 06 / P 05 - 02 - 02	FOLHA 3 DE 3	REVISÃO 02
-------------------------------	---------------	---------------	---	-----------------	---------------



ISOMÉTRICA
ESCALA 1:10

 Universidade Federal do Pampa			PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM		
			ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL		
			TÍTULO/SUBTÍTULO PEÇA BASE DE APOIO		
PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	ESPECIFICAÇÕES MATERIAL MADEIRA PROCESSO CORTE			
VERIFICADO	APROVADO				
EMISSÃO INICIAL 07/12/2020	ESCALA 1:2	UNIDADE mm	NÚMERO P 06 - 01 - 01	FOLHA 1 DE 1	REVISÃO 02



ISOMÉTRICA



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
PEÇA
RAMPA DE ENTRADA

PROJETADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

DESENHADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL MADEIRA
PROCESSO CORTE

VERIFICADO

APROVADO

EMISSÃO INICIAL
07/12/2020

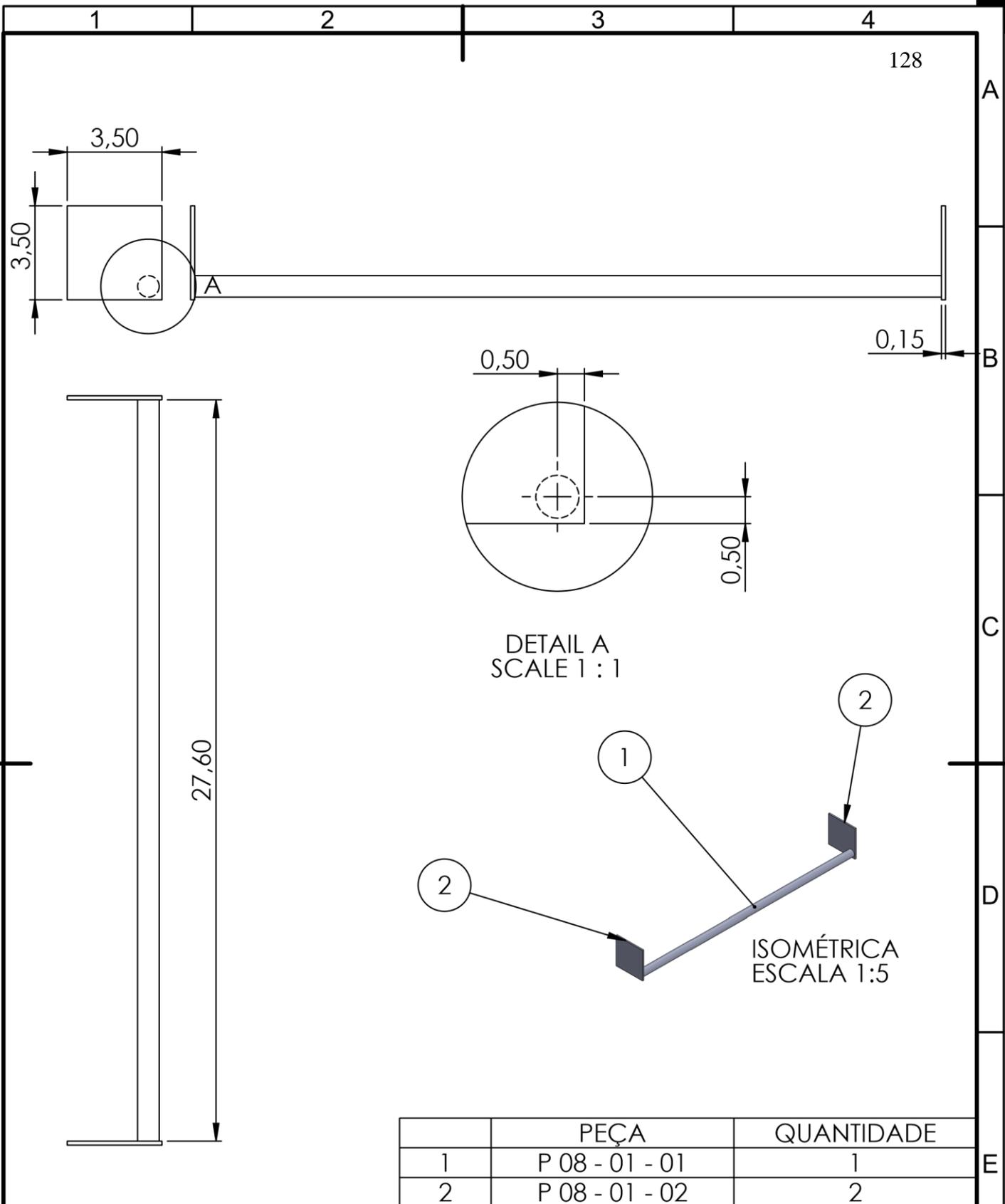
ESCALA
1:1

UNIDADE
mm

NÚMERO
P 06 - 02 - 01

FOLHA
1 DE 1

REVISÃO
02



 Universidade Federal do Pampa	PROJETO		SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM		
	ÁREA		AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL		
	TÍTULO/SUBTÍTULO		MONTAGEM MECANISMO FECHAR CAIXA		
PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	ESPECIFICAÇÕES MATERIAL ALUMÍNIO PROCESSO SOLDAGEM			
VERIFICADO	APROVADO				
EMISSÃO INICIAL 07/12/2020	ESCALA 1:2	UNIDADE mm	NÚMERO M 08 - 01	FOLHA 1 DE 3	REVISÃO 02

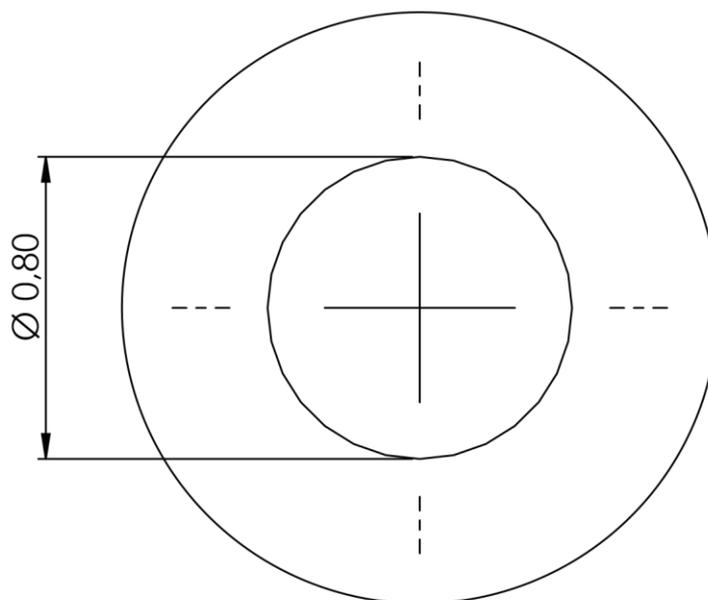
1

2

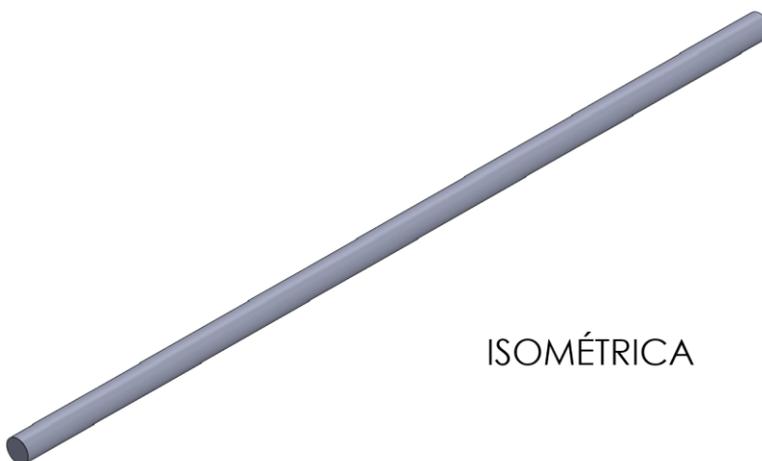
3

4

129



A
ESCALA 5 : 1



ISOMÉTRICA



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
PEÇA
HASTE FECHAR CAIXA

PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES
DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
MATERIAL ALUMÍNIO
PROCESSO CORTE

VERIFICADO APROVADO

EMIÇÃO INICIAL
07/12/2020

ESCALA
1:2

UNIDADE
mm

NUMERO
P 08 - 01 - 01

FOLHA
2 DE 3

REVISÃO
02

1

2

3

4

130

A

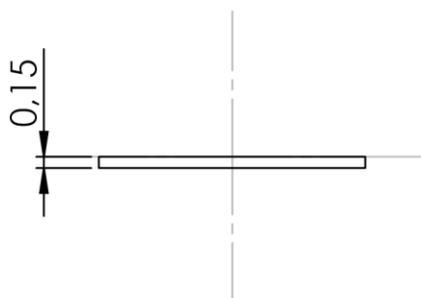
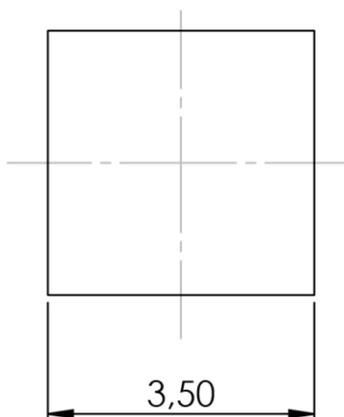
B

C

D

E

F



ISOMÉTRICA



PROJETO	SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM
---------	------------------------------

ÁREA	AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL
------	----------------------

TÍTULO/SUBTÍTULO	PEÇA CHAPA LATERAL
------------------	-----------------------

PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES	DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES
---	---

ESPECIFICAÇÕES	MATERIAL ALUMÍNIO PROCESSO CORTE
----------------	-------------------------------------

VERIFICADO	APROVADO
------------	----------

EMISSÃO INICIAL	07/12/2020
-----------------	------------

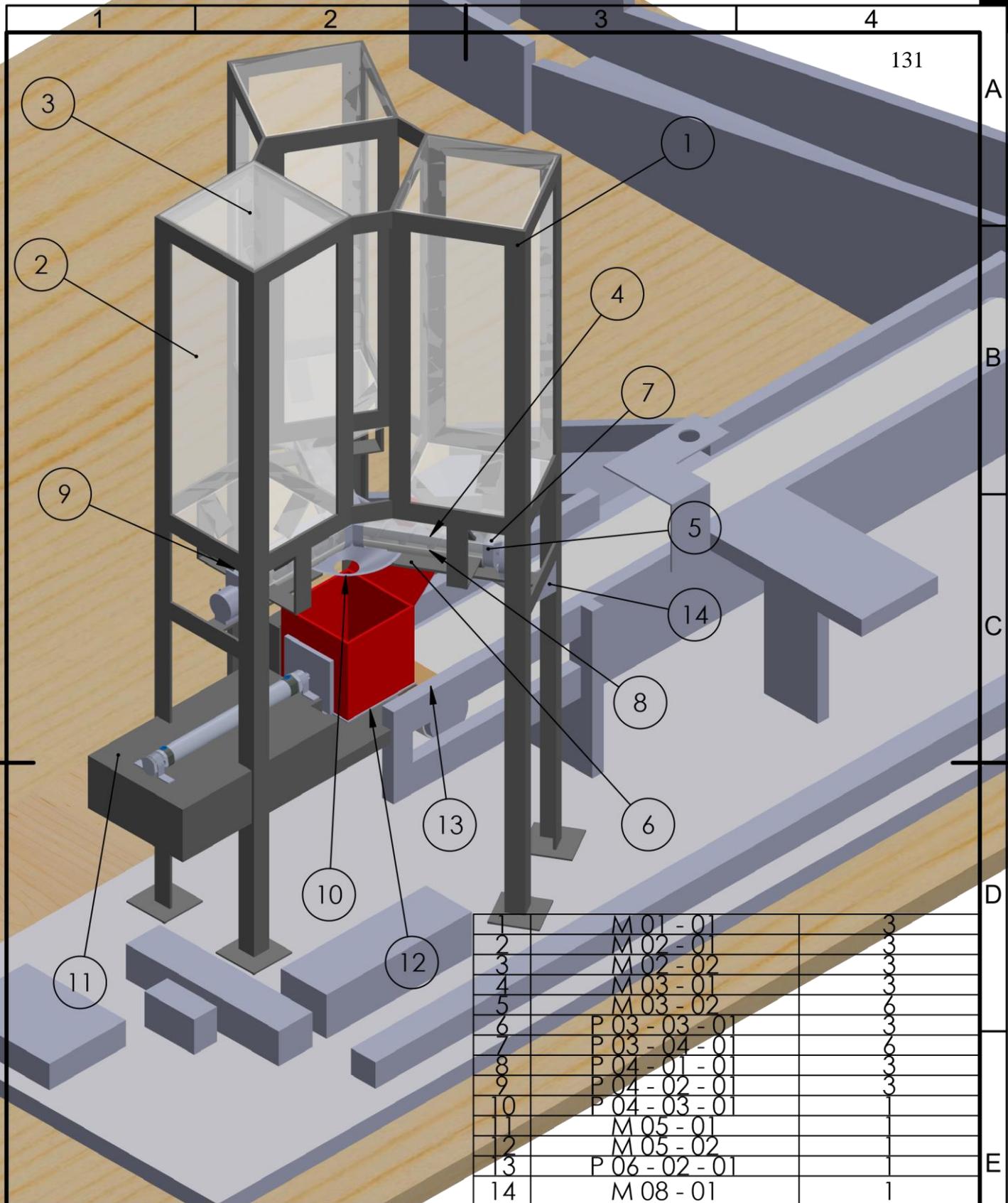
ESCALA	1:1
--------	-----

UNIDADE	mm
---------	----

NÚMERO	P 08 - 01 - 02
--------	----------------

FOLHA	3 DE 3
-------	--------

REVISÃO	02
---------	----



1	M 01 - 01	3
2	M 02 - 01	3
3	M 02 - 02	3
4	M 03 - 01	3
5	M 03 - 02	6
6	P 03 - 03 - 01	3
7	P 03 - 04 - 01	6
8	P 04 - 01 - 01	3
9	P 04 - 02 - 01	3
10	P 04 - 03 - 01	3
11	M 05 - 01	1
12	M 05 - 02	1
13	P 06 - 02 - 01	1
14	M 08 - 01	1



PROJETADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

VERIFICADO

DESENHADO
VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

APROVADO

PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
MONTAGEM
SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ESPECIFICAÇÕES
PROCESSO COLAGEM SOLDAGEM
ENCAIXE FIXAÇÃO DE ELEMENTOS

EMIÇÃO INICIAL
07/12/2020

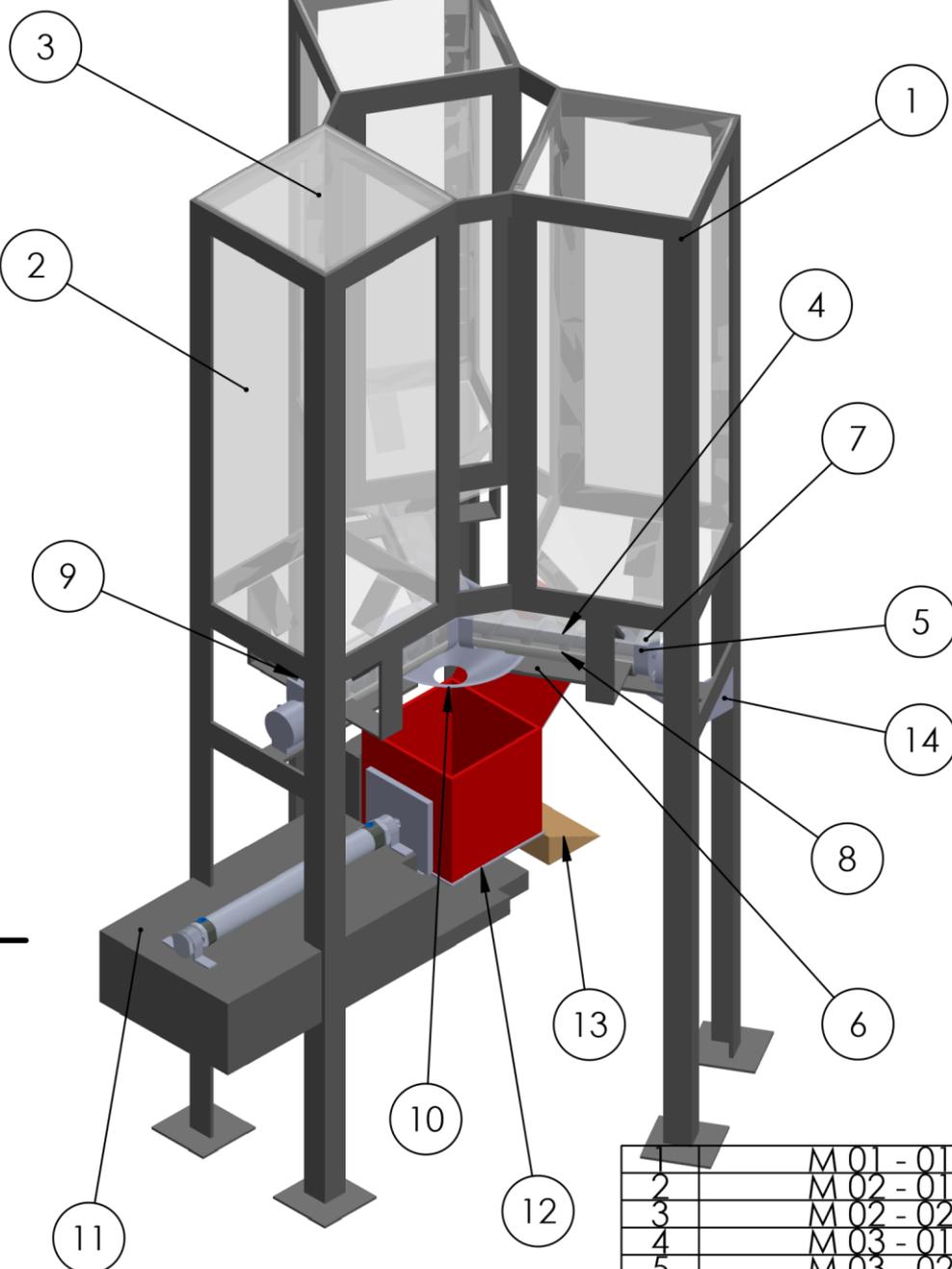
ESCALA
1:5

UNIDADE
mm

NUMERO
M 09 - 01

FOLHA
1 DE 1

REVISÃO
2



1	M 01 - 01	3
2	M 02 - 01	3
3	M 02 - 02	3
4	M 03 - 01	3
5	M 03 - 02	3
6	P 03 - 03 - 01	3
7	P 03 - 04 - 01	3
8	P 04 - 01 - 01	3
9	P 04 - 02 - 01	3
10	P 04 - 03 - 01	3
11	M 05 - 01	1
12	M 05 - 02	1
13	P 06 - 02 - 01	1
14	M 08 - 01	1



PROJETO SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

ÁREA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TÍTULO/SUBTÍTULO
MONTAGEM
SISTEMA DE DOSAGEM E PESAGEM

PROJETADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES
DESENHADO VINÍCIUS RODRIGUES SANCHES

ESPECIFICAÇÕES
PROCESSO COLAGEM SOLDAGEM
ENCAIXE FIXAÇÃO DE ELEMENTOS

VERIFICADO APROVADO

EMIÇÃO INICIAL
07/12/2020

ESCALA
1:5

UNIDADE
mm

NUMERO
M 09 - 01

FOLHA
1 DE 1

REVISÃO
2