



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE PALMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

DIEGO DE CARVALHO CUNHA BANDEIRA

AUTOMATIZAÇÃO DE REPOSITOR DE RAÇÃO PARA MÚLTIPLOS CANIS

Palmas/TO

2019

DIEGO DE CARVALHO CUNHA BANDEIRA

AUTOMATIZAÇÃO DE REPOSITOR DE RAÇÃO PARA MÚLTIPLOS CANIS

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Elétrica para obtenção do título de bacharel e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientadora: M^a. Gisele Souza Parmezzani Marinho

Palmas/TO
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- B214a Bandeira, Diego de Carvalho Cunha .
 Automatização de Repositor de Ração para Múltiplos Canis. / Diego de
 Carvalho Cunha Bandeira. – Palmas, TO, 2019.
 82 f.
- Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Elétrica, 2019.
Orientadora : Gisele Souza Parmezani Marinho
1. Engenharia Elétrica Aplicada a Industria. 2. Automação Industrial. 3.
Controlador Lógico Programavel. 4. Interface Homem/Maquina. I. Título
- CDD 621.3**
-

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

DIEGO DE CARVALHO CUNHA BANDEIRA

AUTOMATIZAÇÃO DE REPOSITOR DE RAÇÃO PARA MÚLTIPLOS CANIS

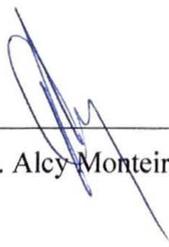
Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Elétrica para obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 07 / 08 / 2019

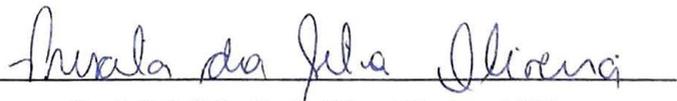
Banca Examinadora



Prof. M^a. Gisele Souza Parmezzani Marinho, UFT.



Prof. M^c. Alcy Monteiro Júnior, UFT.



Prof. Dr^a. Priscila da Silva Oliveira, UFT.

Palmas-TO, 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por estarem sempre dispostos a ajudar nesse longo caminho de graduação, sem eles não seria possível a conclusão deste curso. Não posso deixar de agradecer aos amigos que estiveram sempre por perto trilhando esse caminho árduo da engenharia, aos professores que são os guias nessa caminhada compartilhando conhecimento e suas experiências. É claro aqueles que tiveram uma passagem breve, mas ainda assim tiveram sua contribuição.

RESUMO

Em vista do vasto campo de atuação do curso de engenharia elétrica, sempre preconizando de que se trata de um curso onde se trabalha diretamente com as inovações tecnológicas, o presente trabalho traz um dos mais importantes componentes da indústria hoje, o CLP (Controlador Lógico Programável), é uma das formas mais avançadas de sistemas de monitoramento e controle as IHMs (Interface Homem/Máquina), responsável por fazer essa intermediação por meio digital e remoto do operador e as máquinas na indústria. Tudo isso aplicado ao mercado de animais de estimação que, devido à sua expansão a busca por serviços de hotéis e creches, teve um grande crescimento. Para acompanhar essa demanda, desenvolveu-se um estudo no ramo da engenharia e automação para criação de um alimentador de ração automatizado para os canis, utilizando um CLP que é responsável por gerir todo o sistema. Esse sistema permite que um operador de sua sala consiga monitorar o nível do reservatório, controlar a quantidade de ração a ser repostada ou se necessário não fazer a reposição, sendo tudo controlado a partir de um sistema de supervisório que controla o CLP. Assim, todo o processo torna-se otimizado e garantindo uma alimentação saudável e com menos desperdícios, além de reduzir a quantidade de funcionários, pois a intervenção é necessária apenas quando o reservatório de ração estiver em níveis baixos.

Palavras-chaves: Automação, Canil, CLP, Supervisório.

ABSTRACT

Given the wide field of activity of the electrical engineering course, always advocating that it is a course where one works directly with technological innovations, the present work brings one of the most important components of the industry today, the PLC (Programmable Logic Controller), one of the most advanced forms of HMI (Human Machine Interface) monitoring and control systems, responsible for doing digital and remote intermediation between operator and machines in the industry. All this applied to the pet market which, due to its expansion the search for hotel and day care services, had a great growth. To keep up with this demand, an engineering and automation study was developed to create an automated kennel feeder using a PLC that is responsible for managing the entire system. This system allows an operator in his room to be able to monitor the reservoir level, control the amount of feed to be replenished or if necessary not to be replenished, all being controlled from a supervisory system that controls the PLC. Thus, the whole process becomes optimized and ensures a healthy and less wasteful diet, as well as reducing the number of employees, as intervention is required only when the feed reservoir is at low levels.

Key-words: PLC, Supervisory, Automation, Kennel.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - População de Animais no Brasil.	13
Figura 2 - Faturamento no Mercado mundial em 2017.	14
Figura 3 - Faturamento do Mercado Brasileiro em 2017.	14
Figura 4 - Elementos de um Sistema Autônomo.	21
Figura 5 - Sistema de Controle em Malha Fechada.	23
Figura 6 - Sistema em Malha Aberta.	23
Figura 7 - Diagrama de Funcionamento do Controlador Lógico Programável.	24
Figura 8 - Linguagem de Programação em Lista de Instruções.	26
Figura 9 - Linguagem de Programação LADDER.	26
Figura 10 - Linguagem <i>Grafcet</i>	27
Figura 11 - Exemplo de <i>Section</i> e <i>Rung</i>	28
Figura 12 - Sensor Ultrassônico.	32
Figura 13 - Elemento Atuador de Simples Ação.	33
Figura 14 - Exemplo de Circuito Pneumático.	33
Figura 15 - Expositor de Ração a Granel.	35
Figura 16 - <i>Layout</i> do Reservatório.	36
Figura 17 - Diagrama de Ação do Usuário.	37
Figura 18 - Tela Inicial do Supervisório.	38
Figura 19 - Tela Monitoramento de Todos os Canis.	39
Figura 20 - Canil 1 Ativo.	39
Figura 21 - Canil 1 Tela para Tipo de Dosagem.	40
Figura 22 - Parametrização das Dosagens Padrões.	41
Figura 23 - <i>Section</i> 1.	42
Figura 24 - <i>Section</i> 3.	43
Figura 25 - <i>Section</i> 4.	43
Figura 26 - <i>Section</i> 5.	45
Figura 27 - <i>Section</i> 6.	45
Figura 28 - <i>Section</i> 7.	47
Figura 29 - <i>Section</i> 8.	48
Figura 30 - <i>Section</i> 9.	49
Figura 31 - Bancada para Teste do Sensor de Nível.	52
Figura 32 - Bancada para Teste.	53
Figura 33 - Diagrama Pneumático.	57

Figura 34 - Diagrama Elétrico.....	58
Figura 35 - Algoritmo Parte 01.....	59
Figura 36 - Algoritmo Parte 02.....	60
Figura 37 - Algoritmo Parte 03.....	61
Figura 38 - Algoritmo Parte 04.....	62
Figura 39 - Algoritmo Parte 05.....	63
Figura 40 - Algoritmo Parte 06.....	64
Figura 41 - Algoritmo Parte 07.....	65
Figura 42 - Algoritmo Parte 08.....	66
Figura 43 - Algoritmo Parte 09.....	67
Figura 44 - Algoritmo Parte 10.....	68
Figura 45 - Algoritmo Parte 11.....	69
Figura 46 - Algoritmo Parte 12.....	70
Figura 47 - Algoritmo Parte 13.....	71
Figura 48 - Algoritmo Parte 14.....	72
Figura 49 - Algoritmo Parte 14.....	73
Figura 50 - Algoritmo Parte 15.....	74
Figura 51 - Válvula 5/2 Vias.	75
Figura 52 - Derivador de Fluxo Pneumático.	75
Figura 53 - Cilindro Pneumático de Simples Ação com Retorno por Mola.	76
Figura 54 - Mangueira para Condução de Ar Comprimido.	76
Figura 55 - Compressor Pneumático.	77
Figura 56 - Limitador de Fluxo Pneumático.	77
Figura 57 - Regulador de Pressão.....	78
Figura 58 - Modulo Potenciômetro e Multímetro.	78
Figura 59 - Fonte de Tensão Contínua.	79
Figura 60 - CLP <i>Schneider</i> e Módulos de Extinção Analógicos.....	79
Figura 61 - Fonte de Tensão CC de 24 V.....	80
Figura 62 - Disjuntor Bipolar.	80
Figura 63 - Sensor Ultrassônico.	81
Figura 64 - Televisão.....	81
Figura 65 - Perspectiva Frontal Célula de Carga e Cilindro Pneumático.....	82
Figura 66 - Perspectiva Lateral Célula de Carga e Cilindro Pneumático.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dosagem de Ração para Cães Filhotes por Dia.	18
Tabela 2 - Dosagem de Ração para Cães Adultos por Dia.....	18
Tabela 3 - Identificação do Porte no Algoritmo.	44
Tabela 4 - Valores de Tensão Correspondentes a Escala 0 a 100.	46
Tabela 5 -Tabela com Proporções Totais.	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABINPET	Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação.
CLP	Controlador Logico Programável.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
IHM	Interface Homem/Máquina
IP	Internet Protocol
Master/Slave	Mestre/Escravo
PET CARE	Mercado de equipamentos, produtos de beleza e higiene e acessórios para animais
PET FOOD	Mercado de produtos alimentícios para animais
PET SERV	Mercado de serviços para animais
PET VET	Mercado de Veterinárias
Pets shops	Lojas voltadas para animais de estimação
PLC	Programmable Logic Controller.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
1.1	Problema da Pesquisa	15
1.1.1	Hipótese.....	15
1.1.2	Delimitação do Escopo	15
1.1.3	Justificativa	16
1.2	Objetivo	16
1.2.1	Objetivo Geral.....	16
1.2.2	Objetivos Específicos.....	16
1.3	Metodologia	16
1.3.1	Metodologia da Pesquisa.....	16
1.3.2	Procedimentos Metodológicos	17
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	Alimentação dos Cachorros	18
2.2	Conceitos	19
2.3	Automação	20
2.3.1	Energia para o Sistema.....	21
2.3.2	Programas de Instruções	21
2.3.3	Sistema de Controle	22
2.4	Controle	24
2.4.1	<i>Twido Suite</i>	25
2.5	Sistema de Supervisório	29
2.5.1	<i>Elipse Scada</i>	30
2.6	Dispositivos da Montagem	31
3.	DETALHAMENTO DO PROJETO DE AUTOMATIZAÇÃO	34
3.1	Escolha do CLP e Supervisório	34
3.2	Estrutura e Funcionamento do Projeto	34
4.	RESULTADOS	38

4.1	Supervisório	38
4.2	Algoritmo	41
4.3	Componentes do Projeto	50
4.3.1	Sensores	50
4.3.2	Estrutura Física.....	51
4.3.3	Montagem Pneumática.....	51
4.3.4	Montagem Elétrica	51
4.4	Testes Realizados	52
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
	REFERÊNCIAS	55
	Anexo I	57
	Anexo II	58
	Anexo III	59
	ANEXO IV	75
	ANEXO V	82

1. INTRODUÇÃO

Atualmente um dos poucos ramos do mercado, que não foram atingidos pela crise, são os mercados voltados para animais de estimação. Esse setor peculiar tem crescido de tal forma que não se pode deixá-lo passar despercebido. Crescimento esse que também é promissor no Brasil.

Segundo a ABINPET (2018), Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação, o setor *pet* é uma área do agronegócio voltado para criação, comercialização e produção para animais de estimação. Sendo que um animal de estimação é todo aquele que é criado com objetivo de conviver com as pessoas em um ambiente de harmonia.

Os animais mais comuns nos lares são os cães, gatos, ave canoras e ornamentais, peixes ornamentais, e pequenos mamíferos e reptéis. E já é de conhecimento comum que os animais de estimação são ótimos para terapias e em caso de pessoas que costumam morar sozinhas, a companhia deles é indispensável para muitas delas (ABINPET, 2018).

Uma pesquisa realizada pelo IBGE (2013), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, mostrou que em 2013 o Brasil estava em segundo lugar no mundo em população de cães, gatos e aves canoras e ornamentais e em quarto lugar no total de animais domésticos como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - População de Animais no Brasil.



Fonte: Adaptado de ABINPET 2018.

A Figura 1 subdivide os animais de estimação e suas respectivas populações no Brasil. Como pode ser visto tem-se uma população considerável de animais domésticos.

É expressivo também o crescimento econômico no país, sendo o terceiro com maior crescimento no faturamento em 2017 com 5,1% perdendo apenas para Estado Unidos (41%) e Reino Unido (5,3%) (ABINPET, 2018). A Figura 2 ilustra esse percentual.

Figura 2 - Faturamento no Mercado mundial em 2017.



Fonte: Adaptado de ABINPET 2018.

Observando o mercado interno temos que esse setor é subdividido em outros 4 ramos: *pet vet* que consiste no mercado de veterinárias; *pet care* que contempla equipamentos, produtos de beleza e higiene animal e acessórios; *pet food* que tem todo o mercado de rações e alimentos; e *pet serv* que atende aos serviços como hotéis, adestramento e creches (ABINPET, 2018). Tendo crescimento expressivo em todos esses seguimentos como mostra a Figura 3 a seguir.

Figura 3 - Faturamento do Mercado Brasileiro em 2017.



Fonte: Adaptado de ABINPET 2018.

Fica visível o quão promissor é esse mercado no mundo e no Brasil. E analisando os pets shops, lojas especializadas em animais de estimação, em sua maioria atendem em

quase que todas as subdivisões do setor pet. E de acordo com o IBGE (2016) se tem mais animais domesticos do que filhos na composição das famílias brasileiras.

E como toda família muitas vezes nas viagens de férias os bichinhos não podem acompanhar seus donos, entrando em cena os hotéis para cachorro são frequentemente procurados. Outro serviço que tem crescido muito é o de creche como mencionado anteriormente, atualmente tem-se mais animais de estimação do que criança e muitos desses animais não podem ficar por longos períodos de tempo sozinhos e como muitos donos trabalham durante o dia todo as creches tem sido uma alternativa (PETHOUSE, 2018).

1.1 Problema da Pesquisa

Devido à crescente demanda do mercado hoteleiro para animal de estimação, as empresas precisam hoje investir em seus estabelecimentos expandindo o corpo de funcionários, local para estoque de ração e aumento físico do local. Isso gera custos e no Brasil temos hoje uma alta carga tributária. Para se manter vários funcionários é necessário arcar com despesas altas, e a cada funcionário novo é necessário também proporcionar um treinamento a ele, para que esse possa trabalhar de forma correta e contribuir para o crescimento da empresa.

1.1.1 Hipótese

Desenvolveu-se um sistema automatizado para reposição de ração em canis, procurando melhorar e automatizar este processo, sendo possível monitorar se há ração no reservatório, se tem ração nos recipientes dos animais, com controle de horários para reposição e dosagem da ração. Tudo isso por meio de uma interface do sistema de supervisório que pode ficar em um escritório afastado do canil.

1.1.2 Delimitação do Escopo

Este trabalho consiste no desenvolvimento de um sistema de supervisório a partir de um CLP. Com esse trabalho é possível ter noção de como um sistema de reposição de ração funcionaria, possibilitando uma instalação e montagem do sistema em um trabalho futuro. Neste trabalho será dada ênfase no sistema de supervisório onde é possível ver todo o funcionamento do alimentador.

1.1.3 Justificativa

Temos hoje uma tendência em todo o mundo e que cresce exponencialmente que é a automação, assim ao se fazer um investimento em um equipamento automatizado antes da concorrência é possível se ter um retorno mais rápido a um preço melhor. O país ainda está no início da automação, principalmente na região do Tocantins, assim com o sistema automatizado é possível ter um diferencial referente às outras empresas.

Hoje já existem alguns alimentadores automáticos, porém quando não são pequenos são para granjeiros de grande porte, sendo que para esse último é necessário se ter um investimento muito elevado e esse proporciona serviços desnecessários para um canil como a identificação individualizada por RFID do animal para que esse receba uma dose diferente de ração, a medição de gordura corporal e vitaminas. Propõem-se então um sistema de reposição de ração com monitoramento, direcionado para canis de hotéis e creches para animais de estimação mais precisamente para cachorros. Tendo o benefício da redução de custos com funcionários, reduzindo também desperdícios com ração, visto que o alimentador pode proporcionar medidas mais precisas e distribuindo-as melhor durante o dia.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolvimento de um sistema automatizado para reposição de ração em canis de hotéis e creches para cachorro.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Reposição automática de ração para canil;
2. Controle na dosagem da ração.
3. Controle da quantidade de vezes que essa ração irá ser colocada à disposição do animal.
4. Monitoramento do sistema.
5. Intervenção de forma remota do sistema.

1.3 Metodologia

1.3.1 Metodologia da Pesquisa

Utilizou-se o método hipotético-dedutivo devido à necessidade de escolha de um entre vários tipos de controladores e a necessidade de selecionar os tipos de sensores e componentes que serão mais adequados para operação do alimentador.

a. Sob o ponto de vista de sua natureza

Se trata de uma pesquisa básica estratégica por se tratar de um trabalho teórico que posteriormente pode ser aplicado.

b. Sob o ponto de vista da forma de abordagem do problema

Pesquisa qualitativa.

c. Sob o ponto de vista de seus objetivos

Pesquisa exploratória como se partiu da ideia de apresentar uma alternativa aos métodos já existentes no mercado, porém com um direcionamento para um público mais restrito.

1.3.2 Procedimentos Metodológicos

Estudo de caso por se tratar de um equipamento destinado a um grupo restrito e uma pesquisa ação devido a intervenção direta nas variáveis, pois desenvolve-se um algoritmo onde as variáveis serão modificadas de acordo com sua resposta.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Alimentação dos Cachorros

Um dos cuidados importantes que é necessário se ter durante a estadia do animal é com sua alimentação, normalmente esses animais já possuem um hábito alimentar que o dono estabeleceu e os hotéis e creches precisam respeitar isso. Mas há também algumas marcas de produtos alimentícios, que oferecem tabelas nutricionais para alimentação de cães e gatos (BIOVET VAXXINOVA, 2019). A ABINPET tem um manual completo com todo o detalhamento de como deve ser produzida a ração e a quantidade de nutrientes ideais para cada tipo de animal doméstico.

Para estabelecer uma dosagem de ração é necessário atentar-se a alguns quesitos como idade, peso e porte do animal. A Pedigree, marca conceituada no mercado brasileiro, em sua linha para filhotes (ração Pedigree Equilíbrio Natural) indica que a alimentação deve ser feita de acordo com a Tabela 1 (PEDIGREE, 2019).

Tabela 1 - Dosagem de Ração para Cães Filhotes por Dia.

Idade (meses)		2	3	4	6	9	12
Porte	Peso (kg)	Quantidade (g)					
Mini	1-5	30-90	35-115	40-130	40-135	Adulto	Adulto
Pequeno	5-10	90-155	115-200	133-220	135-230	155-225	Adulto
Médio	10-25	155-295	200-385	220-430	230-450	225-450	220-440
Grande	25-45	295-370	385-525	430-620	450-695	450-700	440-695
Gigante	>45	370 ou +	525 ou +	620 ou +	695 ou +	700 ou +	695 ou +

Fonte: Adaptado de Pedigree 2019.

Essas quantias disponíveis na tabela 1, mostram a quantidade de ração em grama recomendado para cachorros filhotes durante o dia e essa dosagem deve ser dividida entre 2 ou 3 vezes ao dia. Já na linha adulta da Pedigree Equilíbrio Natural, temos as medidas na Tabela 2 (PEDIGREE, 2019).

Tabela 2 - Dosagem de Ração para Cães Adultos por Dia.

Porte	Peso (kg)	Quantidade (g)
Mini	1-5	30-95
Pequeno	5-10	95-155
Médio	10-25	155-315
Grande	25-45	315-485
Gigante	>45	485 ou +

Fonte: Adaptado de Pedigree 2019.

O mesmo vale para as doses dos cães adultos, dividir a quantidade de ração diária em 2 ou 3 vezes ao dia (PEDIGREE, 2019). Os cálculos para dosagem de ração deste trabalho utilizam como base os dados das tabelas 1 e 2.

Com o propósito de facilitar o manejo dos animais podendo haver redução no corpo de funcionários ou reduzindo a carga de trabalho desses, a automatização do sistema de alimentação dos canis se torna atraente. Além disso, é possível proporcionar a redução nos desperdícios visto que o próprio sistema faz a pesagem do alimento e monitorar a alimentação do animal sem precisar ir no canil, contribuindo assim para melhorar os serviços de *pet serv.*

2.2 Conceitos

Para melhor se entender o conjunto do trabalho, alguns termos devem ser apresentados como por exemplo os processos automatizados. Processos são um conjunto de passos ou ações que tem como objetivo atingir uma meta ao qual foi estipulado. Os processos automatizados são aqueles que o próprio sistema faz o monitoramento e correção do processo (FUENTES; ROGGIA, 2016).

As variáveis de processo, também chamada de variável controlada, são as grandezas que são possíveis de ser alteradas (FUENTES; ROGGIA, 2016). O controle de processo que de acordo com Fuente e Roggia (2016).

[...] técnica de manter variáveis de um processo (como temperatura e pressão) em valores predeterminados a partir de um procedimento que calcula correções proporcionais a uma ou mais variáveis que são medidas em tempo real por um determinado equipamento.

Os sensores, são equipamentos responsáveis pelo monitoramento do sistema fazendo as leituras das variáveis controladas em campo, enviam as informações em forma de sinais elétricos para um controlador. Muitos modelos de sensores funcionam como variação de tensão ou corrente o que por vezes acontece é que essa variação é tão pequena que não é possível ser percebida pelo controlador, entrando em ação os transdutores que são responsáveis por entregar os sinais legíveis aos controladores (TRABACHINI, 2013).

O cérebro do sistema, o controlador lógico programável (CLP) é a tradução para *Programmable Logic Controller* ou *PLC*, sigla essa utilizadas por muitas literaturas, pois a sigla CLP se tornou uma marca registrada no Brasil sendo então restrito o seu uso (SANTOS; SILVEIRA, 1999).

Um CLP é caracterizado por operar em ambiente industriais sobre influência adversas, sua forma primária de programação é derivada dos diagramas elétricos de relé e durante o seu funcionamento o equipamento deve executar ciclos de rotinas de trabalho (SANTOS; SILVEIRA, 1999).

Os responsáveis para fazer a alteração do sistema, atuam na mudança das variáveis manipuladas, são chamados e atuadores. E o conjunto de instruções lógicas fornecidas ao CLP para execução das ações no sistema controlado, são chamados de programas (FUENTES; ROGGIA, 2016).

Outro conceito importante é o de vazão, conceito esse utilizado para se ter uma ideia de quando de produto será retirado de um tanque ou reservatório. Vazão é o volume de um determinado material, fluido ou, sólido que passa por uma determinada área por tempo (SENAI, 2013).

Equação (1) rege a vazão:

$$Q = \frac{V [m^3]}{t [s]} \quad (1)$$

Tendo que “Q” é a vazão, “V” volume e “t” o tempo. Como determinado volume de algo tem um peso específico é possível assim saber quanto do elemento saiu do reservatório.

2.3 Automação

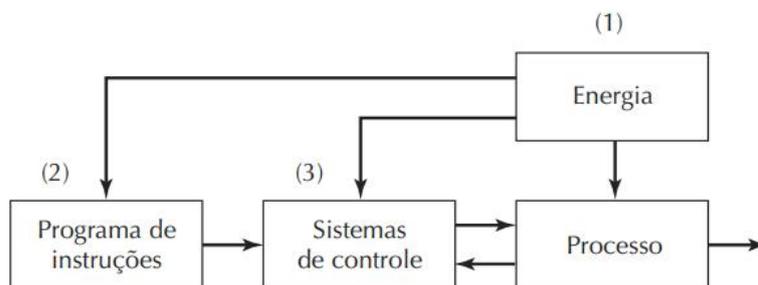
Desde os primórdios a sociedade estuda alternativas para as atividades pesadas como a criação da roda que se tornou um facilitador para o ramo do transporte ou, os braços mecânicos atualmente ferramenta de alta precisão e velocidade em uma linha de produção (FUENTES; ROGGIA, 2016).

Automação é a forma como um processo ou procedimento é atingido a partir de uma tecnologia sem intervenção humana. Essa tecnologia consiste de um programa de instrução (*software*) juntamente com um sistema de controle (*hardware*), combinados é possível expandir e melhorar a qualidade de uma linha de produção (GROOVER, 2014).

Com o objetivo de ampliar e acelerar as linhas de produção das indústrias, a automação ganhou força a partir da primeira revolução industrial, onde entrou os motores a vapor e os mais simples sistemas autônomos o controlador de velocidade desenvolvido por James Watt (FUENTES; ROGGIA, 2016).

Para Groover (2014) os sistemas de automação são divididos em 3 elementos básicos: energia, elemento fundamental para o pleno funcionamento de todo o sistema, um programa de instrução e o sistema de controle. A interação desses 3 elementos estão ilustrados na Figura 4.

Figura 4 - Elementos de um Sistema Autônomo.



Fonte: Groover, 2014.

2.3.1 Energia para o Sistema

Tendo como elemento primário a energia elétrica é possível se ter uma gama de outras energias como por exemplo a energia mecânica e energia térmica, energia essa denominada de energia para o processo. Energia para o processo é a energia aplicada para conduzir os processos de produção como carga e descarga de uma unidade de trabalho, transporte de material, soldagem, moldagem, usinagem, perfurações e entre outras gamas de aplicações que em sua maioria se dá a partir da conversão de energia elétrica em outras energias (GROOVER, 2014).

Além da conversão de energia se tem também a aplicação da energia elétrica em tráfego de dado denominada de energia para automação. Para que o sistema autônomo opere é necessária energia elétrica, pois se trata de computadores operando para controlar os processos. O tráfego de dados é feito a partir de sinais elétricos como por exemplo, as leituras de um sensor que são enviados para o controlador em forma de variações elétricas e conseqüentemente o controlador também vai enviar um sinal elétrico de acordo com sua programação (GROOVER, 2014).

2.3.2 Programas de Instruções

Todas as ações de um processo são conseqüência de uma instrução do controlador e essa instrução é feita a partir do processamento dos dados que esse recebera por conseqüência de um comando do usuário ou alguma variação no meio (GROOVER, 2014).

O processo faz parte do que é chama de programa de ciclo de trabalho que consiste de um conjunto de rotinas que são executadas em um determinado período. Em sistemas mais simples se tem ciclos de trabalhos constituídos de uma etapa onde a variável do processo não mudão, já para os mais complexos podem ser compostos por “n” etapas

podendo ter mais de uma variável de processo, sendo essa modificada em cada etapa. Esse ciclo é equivalente a uma função periódica onde ao final de um conjunto de processos o ciclo se repete (GROOVER, 2014).

O programa de ciclo de trabalho possui 2 características definidas que é a quantidade de etapas e a sequência de processamento delas e a mudança da variável de processo para cada etapa. Sendo que temos essas sequencias repetidas sem ser feitos alterações nas variáveis de processo formando o ciclo de trabalho. Porém, em muitas atividades automatizadas, durante os ciclos existem as tomadas de decisão pelo controlador. Quando há esse tipo de atuação, ocorrendo a mudança da variável de processo referente a mesma etapa do ciclo anterior, se tem o que é chamado de tomada de decisões no ciclo de trabalho programado (GROOVER, 2014).

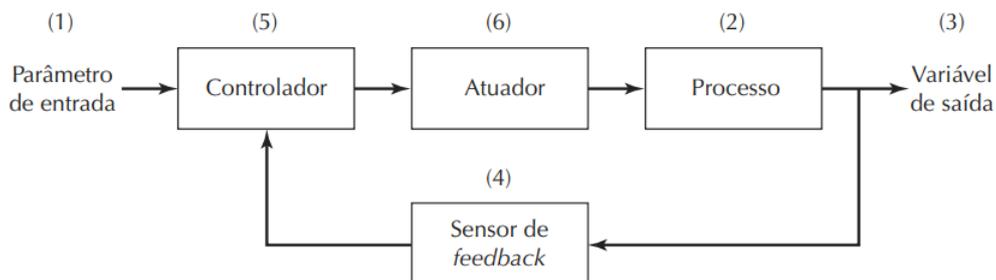
Esse tipo de sistema é o mais seguro, pois dentro das próprias rotinas existem sub-rotinas responsáveis por lidar com a variação do meio. Essa variação pode ser um possível defeito e por segurança é criada uma rotina para isso, para sistema que lidam com variações durante o processo onde o controlador pode lidar com situações diferentes a cada ciclo de trabalho ou até mesmo quando há a necessidade da intervenção do operador um exemplo seria a necessidade de adicionar as características de um objeto para que o processo automatizado seja iniciado (GROOVER, 2014).

2.3.3 Sistema de Controle

Responsável por receber os programas de instruções e fazer a execução dos processos automatizados. Mais comumente se tem 2 tipos de controle: o controle em malha aberta e o em malha fechada (GROOVER, 2014).

Sistemas em malha fechada também conhecido por sistemas de controle por realimentação, como o nome já sugere existe uma coleta do resultado na saída. Esse resultado é registrado e comparado ao valor de entrada. Um sistema de controle em malha fechada é formado por 6 elementos básicos como ilustrado na Figura 5 (GROOVER, 2014).

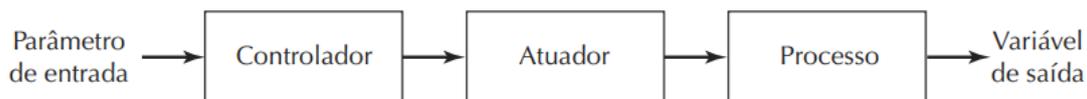
Figura 5 - Sistema de Controle em Malha Fechada.



Fonte: Groover, 2014.

Um exemplo simples de controle por realimentação é o ajuste da temperatura de um forno. Como parâmetro de entrada se tem a temperatura ajustada (a temperatura que se quer atingir no forno), o sensor de realimentação faz a leitura “atual” (variável de saída) e o controlador faz a comparação das duas. De acordo com o resultado da comparação o controlador seguira as instruções programadas e dará as ordens aos atuadores que irão interferir no processo. Esse tipo de controle possui uma precisão e eficiência muito maior se comparado ao controle de malha aberta, pois o sistema de malha aberta não se tem uma realimentação da saída, assim não tem como saber como que está o resultado na saída. Ainda com o exemplo do forno, mas agora em malha aberta o usuário entra com um valor de temperatura o controlador manda o comando para o atuador que executa o comando no processo, mas o controlador não sabe o que de fato está acontecendo dentro do forno, pois não há uma realimentação para ele comparar, esse sistema consiste de 4 elementos como na Figura 6 (GROOVER, 2014).

Figura 6 - Sistema em Malha Aberta.



Fonte: Groover, 2014.

Quando se compara um sistema com o outro é necessário fazer o julgamento de qual será o melhor sistema a ser adotado, pois o sistema em malha fechada é mais preciso e eficiente, mas em contrapartida é mais caro se faz necessário mais equipamentos e dispositivos mais robustos, diferente do em malha aberta que são mais simples o que consequentemente o torna mais barato. Existem processos que exigem precisão e eficiência na execução logo se faz necessário o em malha com realimentação, mas se o processo for simples onde não existe tanta necessidade exatidão da resposta é mais

adequado adotar-se a em malha aberta, pois seria um gasto desnecessário adotando o outro sistema (GROOVER, 2014).

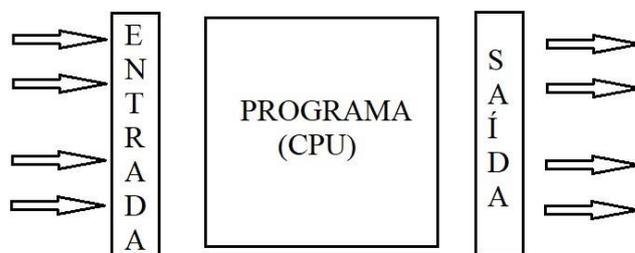
2.4 Controle

A escolha de um CLP e não de um microprocessador para o controle do sistema é bem explicado por Trabachini (2013, p. 11):

A automação do sistema foi desenvolvida, a princípio, com um sistema de placas microprocessadas, onde dois módulos sendo um de controle e outro de comando que eram interligados [...] o seu sistema de pesagem atingiu precisão de 0,29g, porém muitas falhas em sua execução em campo sendo este sistema desqualificado. Um novo sistema de automação foi desenvolvido com o uso de um controlador lógico programável e nesse caso, o sistema de pesagem atingiu a precisão de 0,06g, e não apresentou falhas [...].

O princípio de funcionamento do controlador como mostra a Figura 7 consiste em um programa, que são as instruções de controle do sistema que o CLP deve executar, e dois tipos de variáveis, as de entrada que são os sinais de sensores, botoeiras entre outros recebidos pelo CLP e as de saída que são sinais enviado do CLP para intervenção no sistema acoplado ao controlador ou para um painel de sinalização do local (SANTOS; SILVEIRA, 1999).

Figura 7 - Diagrama de Funcionamento do Controlador Lógico Programável.



Fonte: Próprio autor.

Para se ter o monitoramento do sistema são utilizados os sensores, que são equipamentos de campo utilizados para fazer leituras locais, sendo enviados sinais elétricos para o controlador. Nesse meio caminho pode haver a necessidade de se utilizar um transdutor, equipamento responsável pela conversão de um sinal elétrico em outro, pois pode acontecer do controlador não entender o sinal enviado pelo sensor, assim se faz uso de um transdutor (TRABACHINI, 2013).

Depois que o CLP recebe o sinal esse sinal é lido e o algoritmo irá enviar os comandos para a saída do controlador. E nessas saídas são conectados os atuadores que são eles os responsáveis pela ação no sistema (TRABACHINI, 2013).

Um exemplo de CLP é o *Schneider* TWDLCAE40DRF que possui um total de 40 saídas e entradas digitais, capacidade de controlar mais 7 módulos de expansão dentre analógicos e digitais, com *software* de programação próprio o *Twido Suite*. *Software* esse programado em LADDER (linguagem de programação em escada), que permite simulações para teste de algoritmo, permitindo também conexão sem fio e que está disponível no site da *Schneider* com versão gratuita (SCHNEIDER ELECTRIC, 2019).

Como o CLP da *Schneider* não possui entradas e saídas analógicas se faz necessário o uso de módulos de expansão e um exemplo deles o TM2AMM3HT que possui 2 entradas e 1 saída ambas analógicas e que trabalham dentro das faixas de 4 a 20mA ou 0 a 10V (SCHNEIDER ELECTRIC, 2019).

Uma alternativa aos *Schneider* são os *Siemens* e um dos modelos difundidos no mercado brasileiro é o Simatic S7-300 que segundo *Siemens* (2019):

O S7-300 é um sistema modular amplamente utilizado em aplicações centralizadas ou distribuídas de pequeno a médio porte. [...] Com uma arquitetura modular o SIMATIC S7-300 provê economia de espaço, flexibilidade de configuração e rápida expansão. O CLP S7-300 não necessita de racks com números predefinidos de slots para ser montado, o conjunto de módulos é encaixado e aparafusado sobre um trilho DIN padrão, os módulos são interligados uns aos outros através de um bus modular que fica embutido no trilho.

O aplicativo para programação dos *Siemens* é o Tia Portal, *software* disponibilizado para marca, porém não apresenta versão gratuita. Esse *software* tem como linguagem principal o LADDER, porém permite programa em linguagem textual. E no próprio Tia Portal é possível configurar as IHMs da *Siemens* (SIEMENS, 2019).

2.4.1 *Twido Suite*

Software desenvolvido pela *Schneider Electric* trata-se de um ambiente virtual onde é possível criar, configurar e manter instruções de comando para CLPs da linha *Twido*. Dando diretrizes para o CLP de quando se lê entradas, “escreve” nas saídas ou resolver lógicas com base nas instruções do programa (SCHNEIDER ELECTRIC, 2011).

Abrindo possibilidade de ser programado em 3 linguagem diferente, a linguagem de lista de instruções que consiste de uma sequência de instruções booleanas, ilustrada na Figura 8 (SCHNEIDER ELECTRIC, 2011).

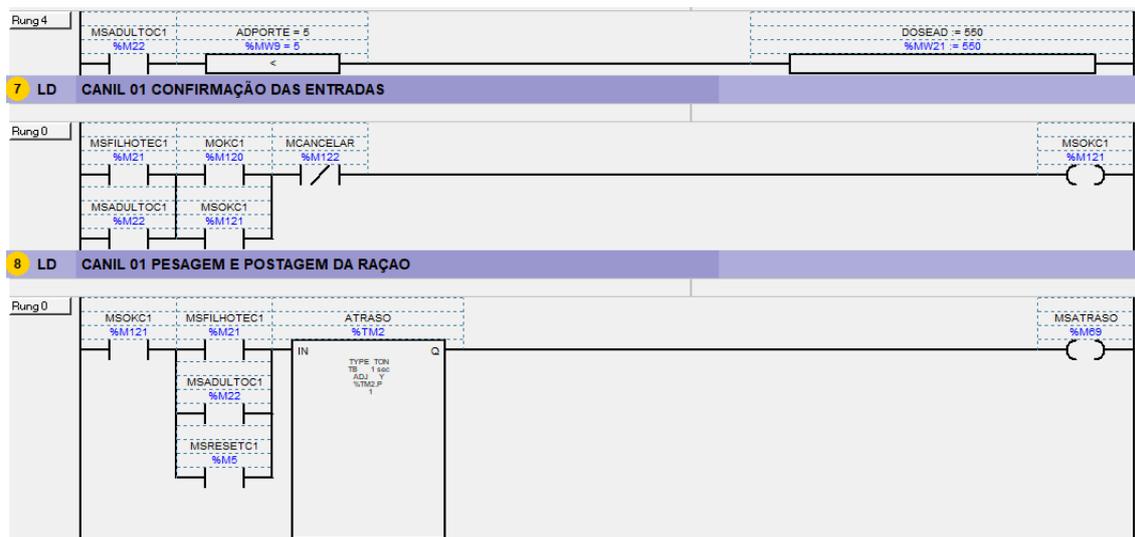
Figura 8 - Linguagem de Programação em Lista de Instruções.

0	BLK	%C8
1	LDF	%I0.1
2	R	
3	LD	%I0.2
4	AND	%M0
5	CU	
6	OUT_BLK	
7	LD	%M1
8	AND	%Q0.4
9	ST	
10	END_BLK	

Fonte: Adaptado de SCHNEIDER Electric, 2011.

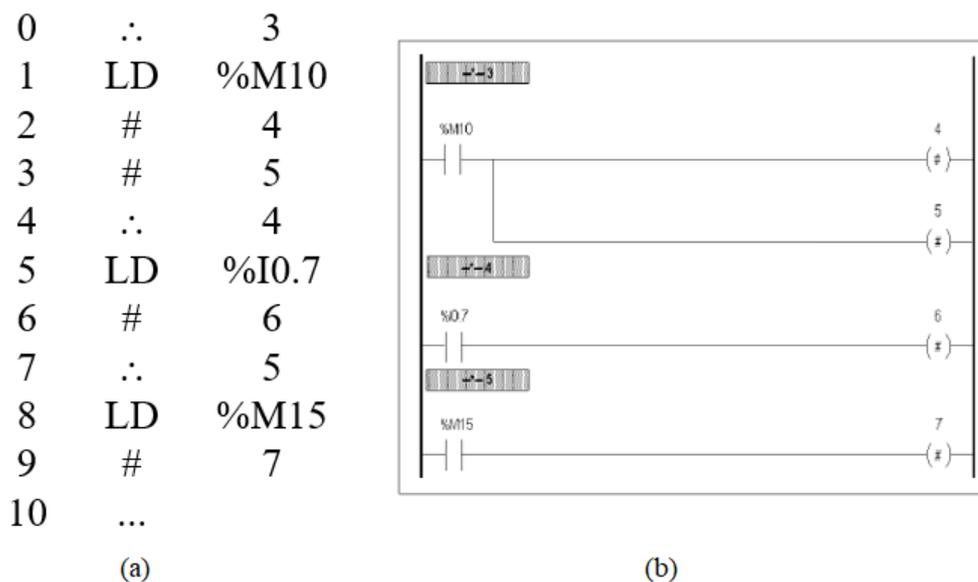
A linguagem de programação em escada, LADDER, é uma linguagem de programação gráfica derivada de diagramas de circuitos de relés apresentando uma vasta quantidade de elementos gráficos como bobinas, blocos temporizadores e contadores, chaves entre outros todos representando instruções lógicas. A Figura 9 traz um exemplo da programação em LADDER do *Twido Suite* (SCHNEIDER ELECTRIC, 2011).

Figura 9 - Linguagem de Programação LADDER.



Fonte: Próprio Autor.

E por último a linguagem *Grafcet* que segundo *Schneider Electric* (2011), segue a metodologia de subdividir sistemas de controles sequenciais em um conjunto sequencial de etapas, como ilustrado na Figura 10 que exemplifica a aplicação do *Grafcet* na linguagem em lista de instrução e LADDER, respectivamente (SCHNEIDER ELECTRIC, 2011).

Figura 10 - Linguagem *Grafcet*.

(a) - *Grafcet* Aplicado a Linguagem em Lista; (b) – *Grafcet* Aplicado ao LADDER.

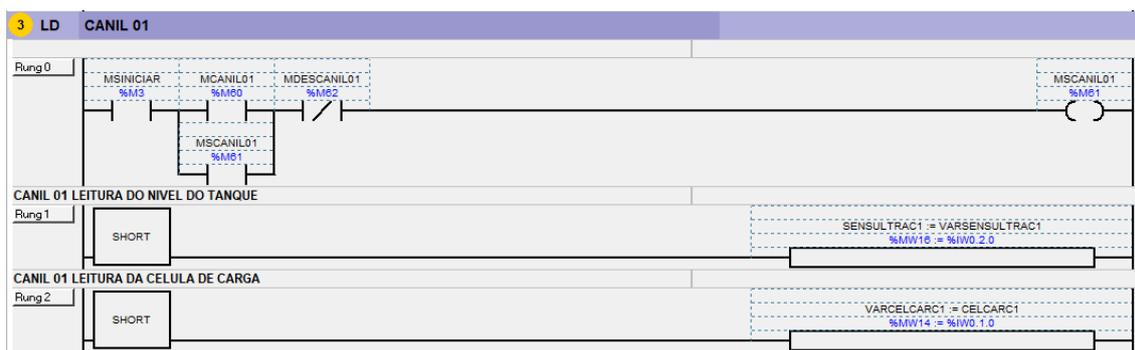
Fonte: Adaptado de SCHNEIDER Electric 2011.

Das 3 linguagens apresentada a LADDER é a mais utilizada atualmente e é a linguagem utilizada para programação deste trabalho. Assim será dada atenção para essa linguagem de programação.

Para estabelecer a comunicação entre o *software* e o CLP é necessário ser feita uma conexão física a partir de um cabo que conecta o computador diretamente ao CLP ou uma conexão via *wifi*, sendo feita uma configuração de IP (protocolo de *internet*) compatível com a rede que pode ser criada por um roteador comum (SCHNEIDER ELECTRIC, 2011).

Antes de iniciar a programação é necessário identificar qual é o modelo do CLP se esse utiliza algum tipo de módulo de expansão, isso definirá a quantidade de variáveis de entrada e saídas físicas que será possível programar. Um exemplo é o CLP utilizado neste trabalho o TWDLCAE40DRF e 2 expansões de modelo TM2AMM3HT ao configurar o *Twido Suite* para esses 3 componentes, ele entenderá que o programador terá apenas 28 entradas (24 digitais e 4 analógicas) e 18 saídas (16 digitais e 2 analógicas).

Ao iniciar a programação em LADDER o *software* apresenta o que é chamado de *section* que é equivalente a um diretório possibilitando fazer a programação de funções separadamente e a *rung* que são subdiretórios, as duas ilustradas na Figura11. Isso proporciona uma melhor organização do programa facilitando o entendimento tanto para o programador quanto aos interessados no algoritmo (SCHNEIDER ELECTRIC, 2011).

Figura 11 - Exemplo de *Section e Rung*.

Fonte: Próprio Autor.

Como pode ser visto na Figura 11, tem-se uma *section* com 3 *rung*. Ainda observando a Figura 11 é possível ver endereços como %M3 ou %MW16, essa é a forma como um endereço é identificado pelo algoritmo. Se tem 3 tipos de entradas e saídas, as físicas digitais representadas pelas letras I (entrada) e Q (saída), as analógicas representadas pelas letras IW (entrada analógica) e QW (saída analógica) e as memórias iniciadas pela letra M (SCHNEIDER ELECTRIC, 2011).

Os endereços de entradas e saídas físicos digitais são compostos por 2 elementos (o símbolo % está presente em todos os endereços) sendo o primeiro que corresponde ao tipo de endereço (entrada I ou saída Q) e o segundo um número correspondente a porta de entrada ou saída do CLP. Para o modelo utilizado neste trabalho se tem entradas de 0.0 até 0.23 (sintaxe correspondente %I0.0 a %I0.23) e saídas de 0.0 até 0.15 (sintaxe correspondente %Q0.0 a %Q0.15). Essas entradas e saídas possuem formato booleano, o que significa que o sinal possui 2 variações, 0 ou 1 (SCHNEIDER ELECTRIC, 2011).

Já os endereços de entrada e saída físicos analógicos, como o próprio nome sugere, esses podem escrever ou ler valores variados. Sua sintaxe é composta por 4 elementos o primeiro I (entrada) ou Q (saída), seguido da letra W que representa o formato de uma informação em *word*. O formato *word* permite o armazenamento de informações além de 0 e 1, sendo possível ler as informações variadas na entrada do CLP ou escreve-los nas saídas analógicas. O terceiro elemento é um número que corresponde ao endereço do modulo e por último um número correspondente a porta desse modulo. Nesse trabalho utilizou-se 2 módulos de expansão, logo o endereço %IW1.0 corresponde a entrada analógica (IW) do primeiro modulo (1) porta 0 (0) e o endereço %QW2.0 corresponde a saída analógica (QW) do segundo modulo (2) porta 0 (0) (SCHNEIDER ELECTRIC, 2011).

Os módulos utilizados possuem uma sensibilidade, em suas entradas e saídas analógicas, a tensão (0 a 10V) e a corrente (4 a 20mA) o que significa que os módulos fazem leituras de corrente e tensão nessas duas escalas e escreve em sua saída dentro também dessas escalas (SCHNEIDER ELECTRIC, 2019).

Quanto as memórias a abordagem é um pouco diferente, pois, as memórias existem apenas no algoritmo. Normalmente utilizadas para armazenar valores de leituras, contagens de estágios ou tempo, memorizar um estado, há uma gama de aplicações para elas. Num total existem, na versão V2.3 do *Twido Suite*, 4 diferentes tipos de memórias, mas se atentará apenas as 2 primeiras por serem as únicas utilizadas. Os endereços iniciados apenas pela letra M são endereços de memória booleanas logo só é possível armazenar nesses endereços valores 1 ou 0, já os iniciados por MW são endereços do tipo *word* como falado anteriormente esse tipo de formato armazena valores além de 0 e 1. Por exemplo, o endereço %M20 corresponde a uma memória booleana com endereço do registrador 20 e o endereço %MW13 corresponde a uma memória *word* com endereço do registrador 13. Possuindo um total de 256 endereços de memórias digitais e 3 mil endereços memórias analógicas disponíveis para uso (SCHNEIDER ELECTRIC, 2011).

O *software* consegue fazer a verificação de toda a programação procurando onde existem possíveis erros de sintaxe e é possível também ser feito uma simulação possibilitando a antecipação de possíveis erros na programação (SCHNEIDER ELECTRIC, 2011).

2.5 Sistema de Supervisório

Na indústria existe a necessidade de se ter o monitoramento de todos os processos, isso é um fator de qualidade e segurança para o local. E há a necessidade também de centralizar todas essas informações, o mais comum é a utilização de painéis de sinalização, é um sistema mais “barato”, porém, em contrapartida tem-se salas de controle extensas devido a quantidade de sinalizadores, dificultando o trabalho do operador. Para facilidade e melhorar a interação homem/máquina criou-se o sistema de supervisório, que condensa um painel grande a uma tela com todas as informações necessárias (CARNEIRO, 2007).

O supervisório é um software destinado a promover a interface homem/máquina, onde proporciona uma supervisão plena de seu processo através de telas devidamente configuradas. Possui telas que representam o processo, onde estas podem ser animadas em função das informações recebidas pelo CLP, controlador, etc. Por exemplo: no acionamento de uma bomba, a

representação na tela mudará de cor informando que está ligada, um determinado nível varia no campo, a representação na tela mudará de altura informando a alteração de nível. O que o supervisor fez foi ler e escrever na memória do CLP ou controlador para a atualização das telas (CARNEIRO, 2007).

Essa interação acontece a partir de uma IHM (Interface Homem/Máquina), é ela a responsável por substituir os grandes painéis de controle e sinalização. Num todo, existem as IHMs específicas dos fabricantes de CLPs e os softwares de supervisão (CARNEIRO, 2007).

As específicas apresentam as vantagens por serem totalmente integradas ao sistema e, em sua maioria, apresentam uma adaptação melhor aos ambientes industriais, mas quando se trata de dispositivos de outras marcas, há a possibilidade da IHM ser incompatível a eles. Já os softwares de supervisão instalados em computadores têm uma melhor adaptação a diferentes tipos de sensores e dispositivos de outras marcas, mas como se trata de uma utilização industrial, um computador comum não seria uma boa escolha, gerando custo maior ao ter que fazer aquisição de um computador industrial (CARNEIRO, 2007).

2.5.1 *Eclipse Scada*

O *Eclipse Scada* é um aplicativo para desenvolvimento de sistemas de supervisão e controle de processos da empresa *Eclipse Software*. Ferramenta que apresenta compatibilidade com variadas marcas de CLPs o que o torna mais versátil e eficiente. Esse *software* está disponível em português no site da empresa com sua versão de demonstração gratuita disponível para *download*. Essa versão possui limitações como o número máximo de tela e *tags*, limitando a aplicação do *software* (ELIPSE SOFTWARE, 2005).

Como discutido no tópico 2.4 o responsável pelo controle dos sistemas são os CLPs e esses são monitorados e controlados por aplicativos como o *Eclipse Scada* e dentre outros *softwares* de supervisão.

Para utilização do *software* se faz necessário a instalação e configuração dos *drives*, pois são os *drives* os responsáveis pela identificação de qual CLP o *Eclipse* irá se comunicar. Essa configuração proporciona a implementação do protocolo *Modbus Master/Slave*, permitindo que o *Eclipse Scada* atue como mestre na rede (ELIPSE SOFTWARE, 2007).

Segunda *Elipse Software* (2007) o protocolo *Modbus* foi criado pela *Schneider Electric*, em 1979, porém atualmente se tornou um protocolo aberto utilizada por várias fabricantes do setor. Esse protocolo é “[...] baseado em mensagens de comando e resposta, [...] que possibilita comunicação cliente/servidor entre equipamentos conectados a diferentes tipos de redes”.

Se faz necessário as configurações de todos os drives, pois como falado são os responsáveis por fazer a comunicação entre CLP e supervisório. Essa parametrização permite que *Elipse Scada* saiba que tipo de variável (booleana ou *word*) será recebida ou o tipo que pode ser enviado ao CLP estabelecendo uma conexão estável (ELIPSE SOFTWARE, 2007).

Após configuração dos *drives* é feito as configurações das *tags* que como o próprio nome sugere são etiquetas que identificam no supervisório uma determinada função no algoritmo que controla o CLP. Exemplo, no algoritmo LADDER é colocado um botão para acionamento de um motor, ao criar esse botão no supervisório é associado a ele uma *tag* e nessa tem as informações necessárias para que o botão exerça sua função de forma ao qual foi programado no algoritmo. Fica ressaltado que esse botão deve ser programado como uma memória, pois, só é possível configurar as *tags* do *Elipse Scada* com memória do CLP (ELIPSE SOFTWARE, 2007).

Sua comunicação entre supervisório e CLP pode ser feita de 2 formas sendo a primeira pela porta serial onde é feito as configurações e conectado um cabo na porta serial do computador e levado até ao CLP e a segunda forma a comunicação *ethernet* onde é feita uma comunicação a partir de um protocolo de *internet* (IP) em uma rede que pode ser criada por exemplo por um roteador, esses dois métodos são os mais usados (ELIPSE SOFTWARE, 2007).

2.6 Dispositivos da Montagem

Saindo dos controladores e indo para a parte dos componentes do projeto, temos um dos principais componentes utilizados para medir níveis de tanques os sensores ultrassônicos.

Com eles é possível mensurar o volume do reservatório e acompanhar as variações que ocorrem ali. Posicionando o sensor ao topo do reservatório, um pulso ultrassônico é emitido pelo sensor e o tempo que esse pulso leva para ir e voltar é proporcional à distância da posição do sensor até o produto que está no tanque, essa informação é

processada pelo CLP e assim entendida a situação do reservatório (SENAI, 2013). A Figura 12 ilustra esse processo.

Figura 12 - Sensor Ultrassônico.



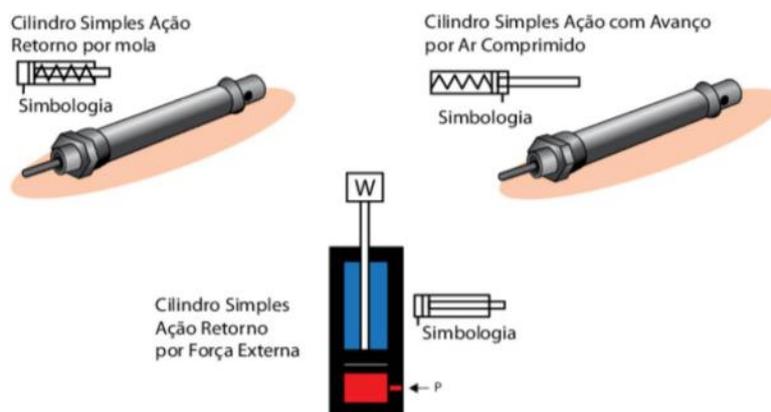
Fonte: Próprio autor.

Para o controle da quantidade de produto que sai desse tanque é necessário outro dispositivo, que é um bastante utilizado, a célula de carga. Esse sensor consiste de um resistor fixado na superfície de um metal o qual sofrerá algum tipo de tração, essa ação provocará uma variação resistiva que será recebida por um circuito comparador tendo então uma resposta a respeito do peso do objeto (SENAI, 2013).

Para a parte mecânica do projeto temos uma possibilidade que são os sistemas pneumáticos, que consistem em componentes que são acionados por ar comprimido. Sistema esse bastante utilizado na industrial automatizada (SENAI, 2013).

Dentro da pneumática temos vários elementos como os atuadores, comandos, processamento de sinal e de sinal. Os atuadores são subdivididos em outras categorias, mas o utilizado neste projeto é o atuador pneumático de simples ação que consiste de um dispositivo que trabalha em apenas uma direção, possui apenas uma conexão para entrada de ar ao ser acionado seu retorno se dá por uma mola ou força externa (SENAI, 2013). A Figura 13 exemplifica esse elemento.

Figura 13 - Elemento Atuador de Simples Ação.



Fonte: SENAI, 2013.

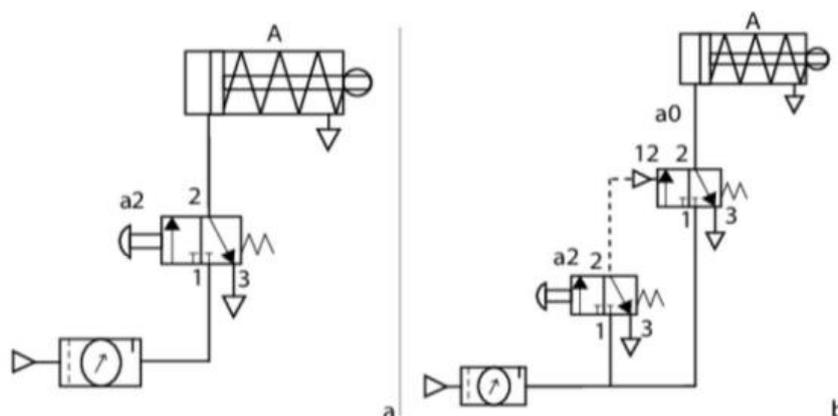
Os elementos de comandos mais conhecidos como válvulas direcionais, são elas as responsáveis por ditar a direção que os elementos de atuação irão tomar, sendo um dos elementos mais importantes, pois são responsáveis por acionar e orientar os atuadores (SENAI, 2013).

Os processadores de sinais são os elementos responsáveis por receber o sinal e dar uma resposta final desejada dentre eles temos as válvulas de simultaneidade, alternadoras, contadores e temporizadores (SENAI, 2013).

Responsáveis por acionar os elementos de comando, para serem acionados os elementos de sinais necessitam de um agente interno ou externo para faz este exercer sua função no circuito pneumático (SENAI, 2013).

Cada elemento tem sua importância num circuito pneumático, sendo indispensáveis para um bom funcionamento de um sistema automatizado, a Figura 14 exemplifica um circuito pneumático simples.

Figura 14 - Exemplo de Circuito Pneumático.



Fonte: SENAI, 2013

3. DETRALHAMENTO DO PROJETO DE AUTOMATIZAÇÃO

3.1 Escolha do CLP e Supervisório

Durante o processo de elaboração do projeto trabalhou-se com dois CLPs distintos ambos com seus próprios *software* para programação. Um *Siemens* que possui IHM própria e *Schneider* com sistema de supervisório a partir do *software Elipse Scada*.

Inicialmente projetou-se utilizando o *Siemens*, devido a sua interface de programação mais elaborada e por ter uma IHM própria, isso seria um facilitador para o projeto. Porém, durante o processo percebeu-se que trabalhando com as IHMs disponibilizadas pela *Siemens* para a aplicação deste projeto não seria tão atraente. Isso devido primeiramente ao seu tamanho e que por mais que se tenha uma tela sensível ao toque (*touch screen*), o que deixa mais interessante, de contrapartida tem o seu tamanho que são reduzidos e com custo muito elevado. E essas IHMs são desenvolvidas para serem instaladas em chão de fábrica, a ideia a ser implementado o sistema de supervisório em um escritório.

Partindo então para o *Schneider* onde se utilizou o *software* supervisório *Elipse Scada*, observou-se então que se trabalhando com um aplicativo “externo” se tem uma versatilidade maior, pois é possível se ter um sistema de supervisório a partir de um computador com baixo custo comparado as IHMs disponibilizadas pela *Siemens* e esses *softwares* permitem criar sistemas de supervisórios para CLPs de outras marcas além do *Schneider* ou *Siemens*. Outra contribuição é que o *Elipse Scada* disponibiliza uma versão de demonstração gratuita sendo essa versão o suficiente para esta aplicação.

3.2 Estrutura e Funcionamento do Projeto

O alimentador será individualizado um para cada canil, porém todos sendo operados pelos mesmos CLP. Composto por um tanque com monitoramento de nível a partir de um sensor ultrassônico localizado na parte superior e escotilha acionada por um cilindro pneumático, como mecanismo de bateladas. O sistema de dosagem baseia-se no tempo em que a escotilha fica aberta, pois sabendo-se a vazão é possível mensurar a quantidade de ração que será postada ao cão.

Ao abrir a escotilha, por onde a ração passará, essa caíra em um recipiente onde a célula de carga está instalada sendo feito então a pesagem da ração. Atingido então a medida de ração programada pelo usuário um outro cilindro pneumático é acionado e agora sim essa ração estará acessível ao cão.

Atualmente no mercado varejista de produtos rurais ou para animais de estimação utilizam os expositores de ração para venda de ração a granel, esse projeto se baseia nesses expositores. A Figura 15 ilustra um exemplo desse expositor.

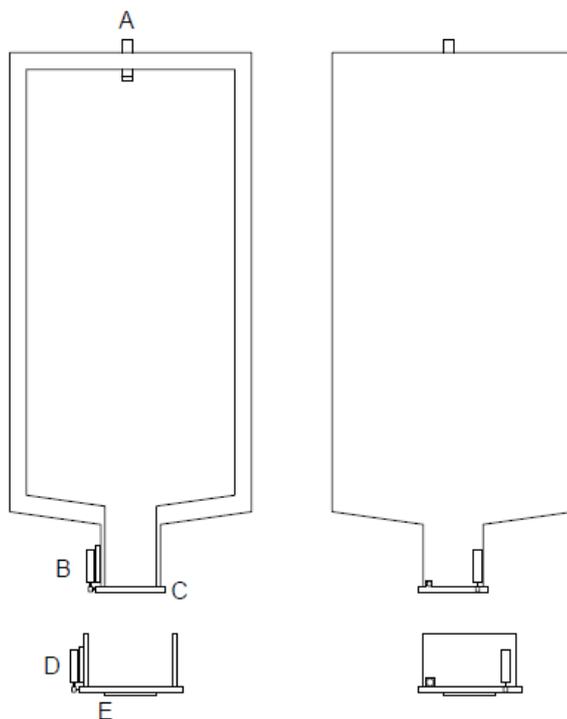
Figura 15 - Expositor de Ração a Granel.



Fonte: <https://www.montarpetshop.com.br/equipamentos-para-loja/kit-dispenser--flex-racao-grande-duplo-10-de-37-litros-plast-pet/>.

Separando esses expositores um para cada canil é possível ser feito uma adaptação colocando em sua parte superior um sensor ultrassônico, acoplado um cilindro pneumático em “maçaneta” que abre a escotilha, logo abaixo da saída do expositor colocar o recipiente com a célula de carga para pesagem e posteriormente uma “rampa” para que a ração seja conduzida até o pote onde o animal irá poder consumir a ração. A Figura 16 mostra como seria o equipamento.

Figura 16 - Layout do Reservatório.



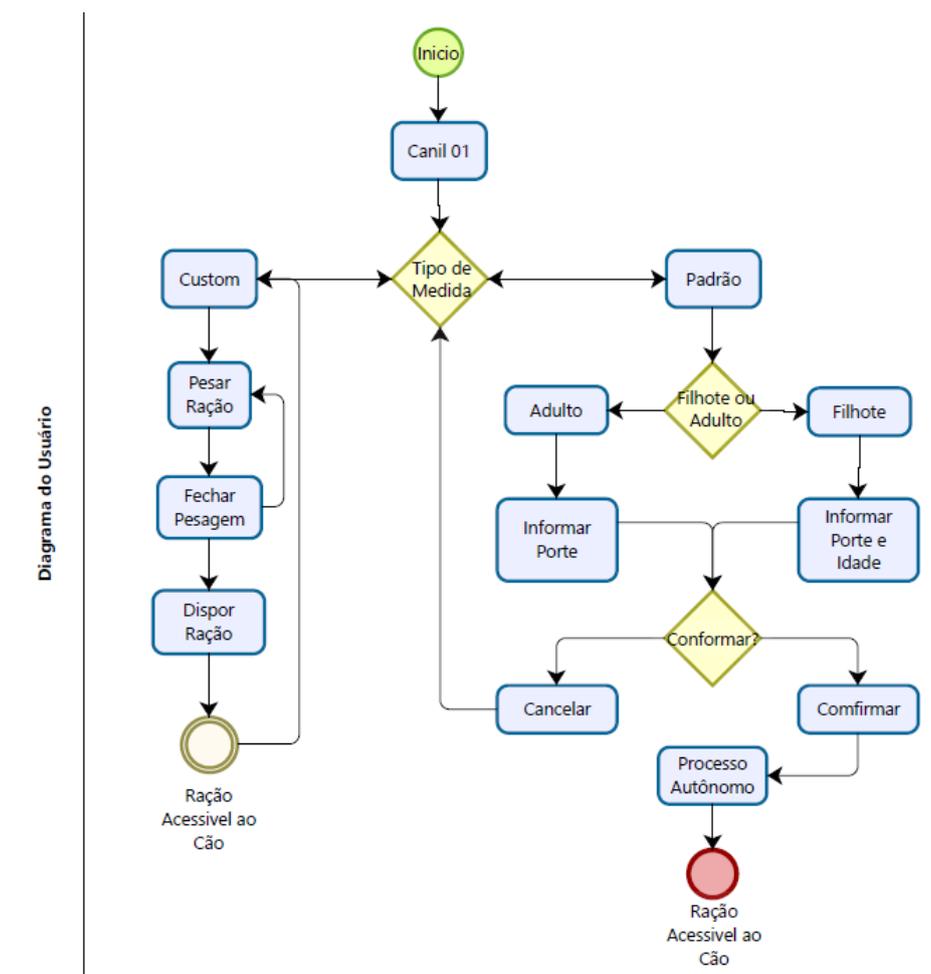
Fonte: Próprio Autor.

Para a imagem mais a esquerda uma perspectiva frontal e mais a direita lateral, no Anexo V traz imagens mais detalhadas do alimentador. Temos que:

- A: Sensor ultrassônico;
- B: Cilindro pneumático 1;
- C: Escotilha do reservatório;
- D: Cilindro pneumático 2;
- E: Célula de carga junto a escotilha 2.

A lógica do algoritmo consiste primeiro na escolha do tipo de dosagem padrão ou não, posteriormente entradas sequenciais das informações básicas do cão como se é adulto ou filhote, porte e idade. A Figura 17 traz o diagrama de blocos com a hierarquia de comando ao qual o usuário deve configurar o alimentador do canil sendo desenvolvido a partir do aplicativo *Bizagi Modeler*.

Figura 17 - Diagrama de Ação do Usuário.



Fonte: Próprio autor.

Como falado anteriormente todo o sistema autônomo é baseado nas dosagens do tópico 2.1 deste trabalho.

4. RESULTADOS

4.1 Supervisório

Como discutido no tópico 2.5.1, o *Elipse Scada* por ser o *software* de demonstração a disponibilidades de *tags* são limitadas, assim se teve a possibilidade de montar o supervisório apenas para o primeiro canil. Apesar dessa limitação, o projeto não é comprometido, pois, os outros canis são réplicas do primeiro canil assim a única mudança seria que teriam novas *tags* para desempenhar as mesmas funções porém em canis diferentes. Se tem então uma tela inicial ilustrada na Figura 18.

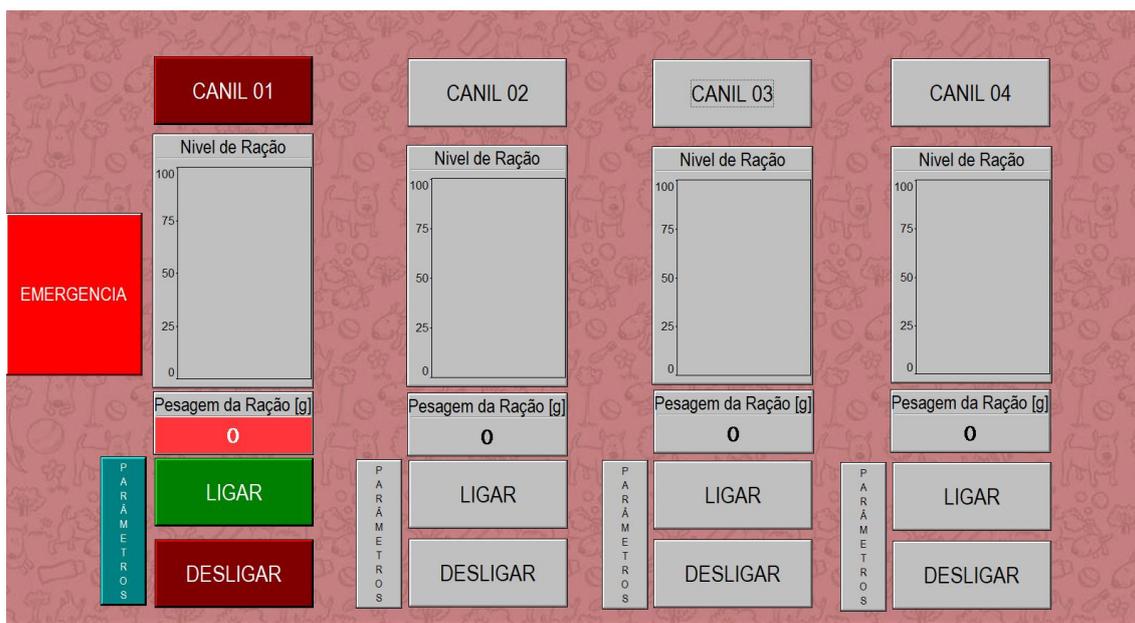
Figura 18 - Tela Inicial do Supervisório.



Fonte: Próprio Autor.

Nela é dado início ao sistema contendo apenas o botão iniciar. Após iniciar passa-se para a tela da Figura 19 onde é possível visualizar todos os canis, nela é visível qual canil está ativo, nível do tanque de ração, a pesagem da ração, possibilita a ativação ou desativação do canil, acesso a parametrização da dosagem padrão e a função emergência que desativa todo o sistema em caso de alguma adversidade (essa função está disponível em todas as telas do supervisório exceto a tela inicial).

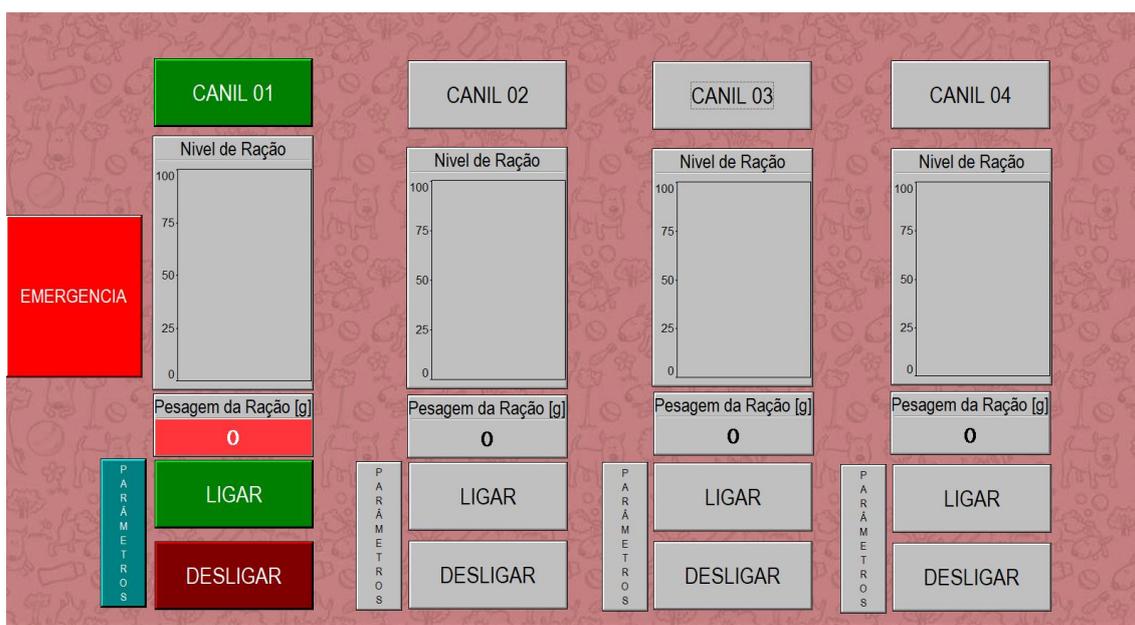
Figura 19 - Tela Monitoramento de Todos os Canis.



Fonte: Próprio Autor.

Devido à versão do superviso, suas limitações permitiram que, apenas o canil 1 pudesse ser ativado demonstrado pelas cores ativas (diferentes dos demais canis), como pode ser visto na Figura 19. Caso se faça necessário configurar mais canis, é preciso fazer a aquisição da versão completa do *software*. Ainda na Figura 19 acima do mostrador de nível de ração há um sinalizador que quando está em vermelho significa que o canil está desativado e quando estiver verde se tem a ativação do canil, como pode ser visto na Figura 20.

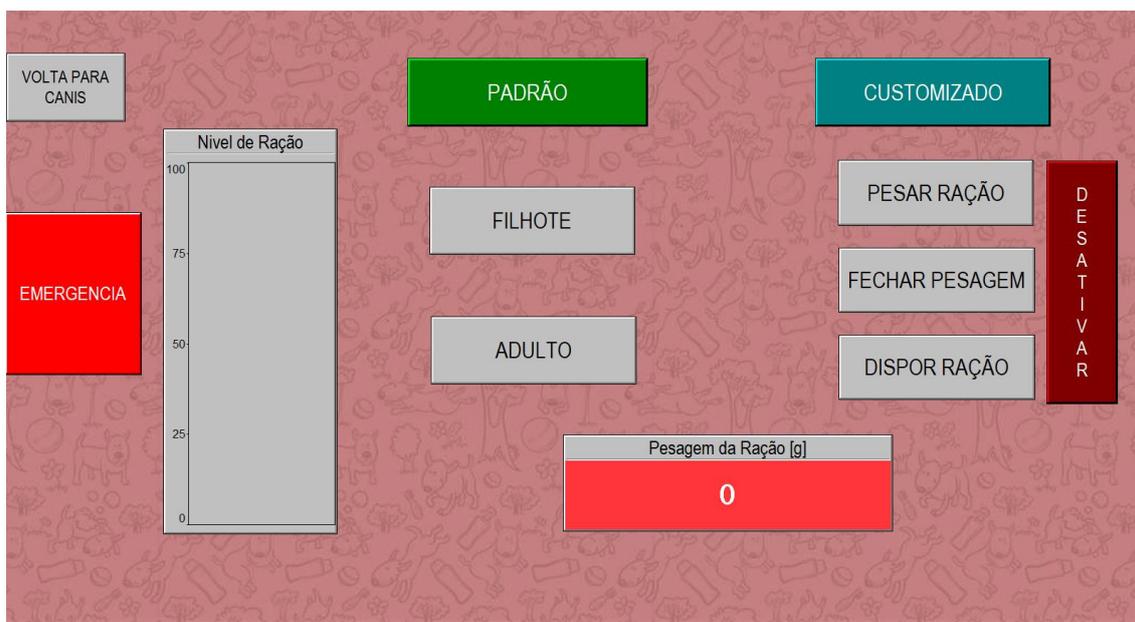
Figura 20 - Canil 1 Ativo.



Fonte: Próprio Autor.

Com o canil ativo o segundo passo é a escolha de como vai ser operado o sistema naquele canil, ao clicar no botão parâmetro o usuário será direcionado para a tela com maior detalhamento do canil 1, ilustrada na Figura 21. Caso o usuário queria desativa-lo, pressiona-se o botão desligar; assim o canil será desativado e retornará ao estado da Figura 19.

Figura 21 - Canil 1 Tela para Tipo de Dosagem



Fonte: Próprio Autor.

Nesta tela é feito um monitoramento individualizado e aqui é feito também a escolha de como será tratado o animal no primeiro canil. Caso se escolha o tratamento customizado será mantido nessa tela e os botões de pesar ração, fechar pesagem e dispor ração serão liberados para uso, caso escolha a opção padrão é liberado então os botões de filhote e adulto e caso o usuário não tenha feito a escolha de nenhum dos dois esses botões não serão ativos logo não executaram ação alguma caso algum deles seja pressionado.

Ao se escolher a função customizada é aberto ao usuário a possibilidade de optar por colocar ração e a quantidade desejada. Assim é possível dispor essa ração em horários diferentes e quantidades diferentes do programado e ainda essa função opera mesmo com a programa padrão em andamento não o prejudicando. Caso o usuário não queria mais utilizar desse artifício é só clicar no botão desativar.

Se escolhido a função padrão faz-se a escolha entre as duas opções disponíveis filhote ou adulto, dentro do algoritmo existe um intertravamento para não ser possível a ativação dos dois ao mesmo tempo. Caso o usuário queria escolher filhote e mudar de ideia, ao clicar no botão adulto as funções para filhote são desativadas e automaticamente

ativas para adulto. Ao clicar em uma das duas opções o usuário será direcionado para outra tela, tela essa ilustrada na Figura 22.

Figura 22 - Parametrização das Dosagens Padrões.

Fonte: Próprio Autor.

É na tela da Figura 22 que o usuário irá entrar com as informações do animal. Como idade e porte para filhotes e para os adultos o porte, ao final se estiverem de acordo os valores clica-se no botão confirmar e o processo autônomo para alimentação daquele cão no canil 1 será iniciado. Caso o usuário queira, ele pode manter nessa tela onde tem o monitoramento do nível do tanque de ração e da célula de carga ou voltar clicando no botão anterior que o levará para a tela da Figura 21. Caso o usuário tenha se equivocado nas escolhas feitas ele pode cancelar e o processo será interrompido o direcionando para a tela da Figura 21.

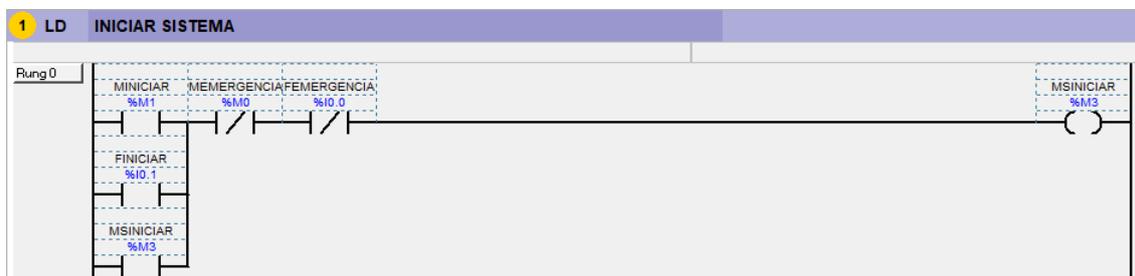
4.2 Algoritmo

O programa de instruções desenvolvido no ambiente *Twido Suite*, contempla uma programação para 2 canis, sendo essa a ideia inicial do trabalho. Porém, ao elaborar o supervisor chegou ao seu limite de *tags* antes mesmo de terminar de montar o primeiro canil. Logo fez-se ajustes no supervisor para atender o primeiro canil por completo.

Igualmente ao supervisor a programação do primeiro canil serve com uma modelo para os outros canis, pois, eles operam de forma independente, tendo as mesmas funções, porém acionados por entradas diferentes. O que não prejudicou a eficiência do

trabalho visto que ao se mostrar que o canil 1 é um sistema eficiente e possível os outros canis subsequentes também serão. A Figura 23 ilustra a primeira *section* da programação.

Figura 23 - *Section 1*.



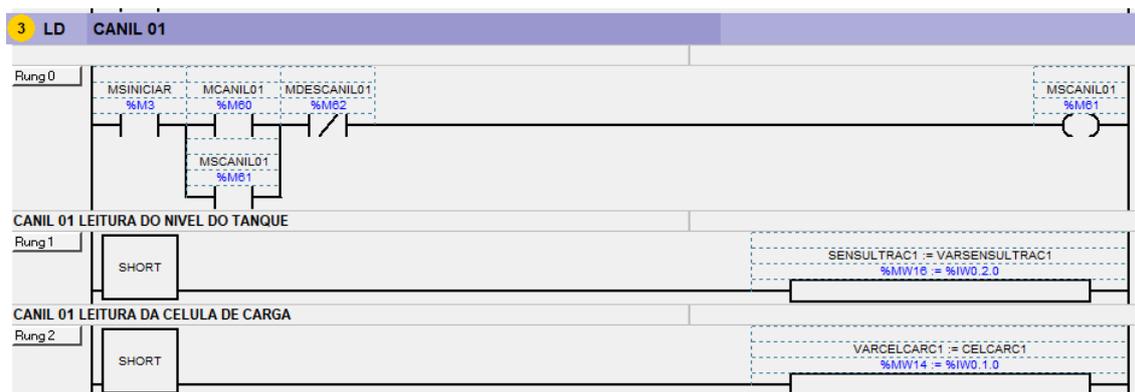
Fonte: Próprio Autor.

Um conceito muito importante para se entender um algoritmo em LADDER é a utilização de selos. É mais comum nas aplicações a utilização de botoeiras sem retenção assim seria necessário apertar e segurar a botoeira para que a saída ao final da linha fique ativa, para que isso não seja necessário utiliza-se um selo que nada mais é do que uma memória que guarda o último estado daquela saída. Essa memória é colocada em paralelo com a botoeira que liga o sistema, utilizando como exemplo o esquema da Figura 23 quando o endereço %M1 estiver alto temos que a saída de endereço %M3 também estará em alto, como %M1 está associada a um botão sem retenção logo após solta-lo o endereço %M1 vai para o estado baixo, mas como falado %M3 está em estado alto e em paralelo com %M1 está também o endereço %M3 que conserva seu último estado fechando assim o selo.

A *section 1* seria equivalente a primeira linha de uma linguagem de programação textual. Sua função é dar início ao sistema o que significa que se a saída de endereço %M3 não estiver ativada o restante das *section* não poderão ser ativadas. Contendo um botão físico para início, uma memória de endereço %M1 que é associado ao botão iniciar no supervisor e dois botões de emergência um físico e uma memória.

Seguindo para a *section 2* deixou-se reservado para futuras programações uma entrada física e uma memória para uma função de desligamento que pode ser utilizada caso for de interesse do programado. Dando continuidade se tem a *section 3*, ilustrada na Figura 24.

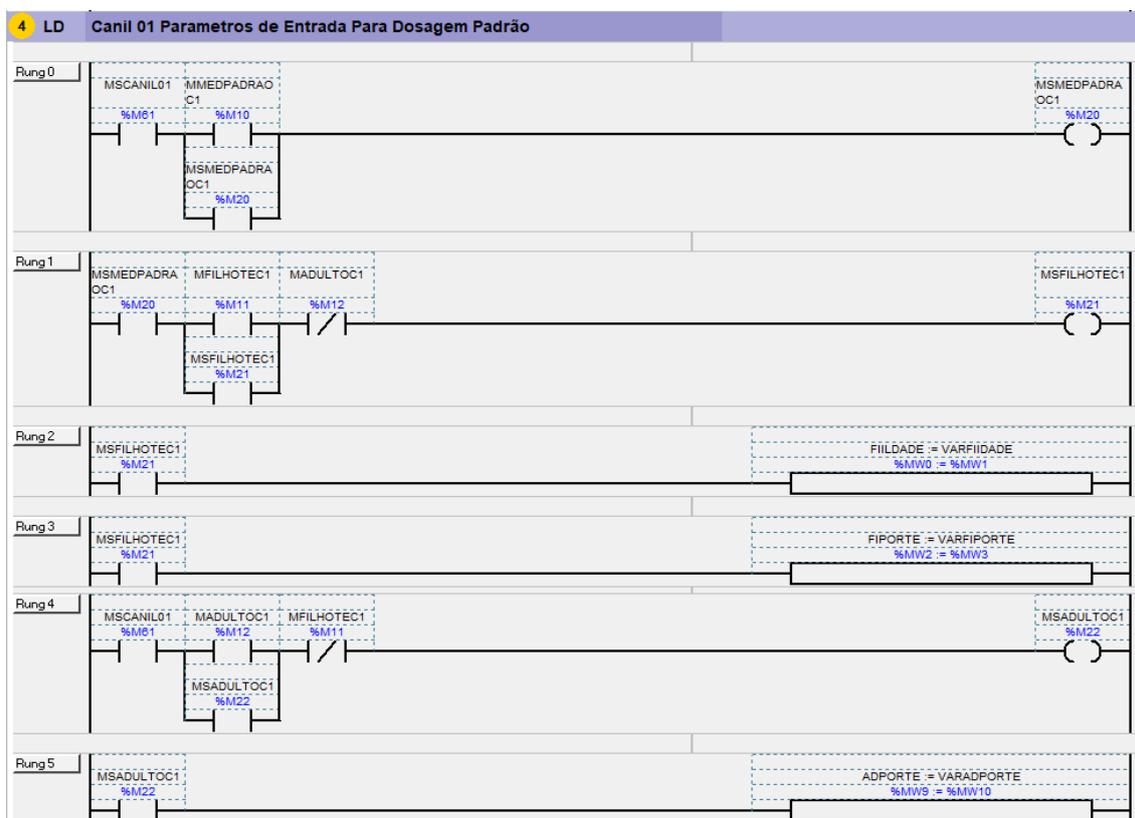
Figura 24 - Section 3.



Fonte: Próprio Autor.

É esta seção que possibilita a habilitação do canil 1, composta 3 *rungs* sendo a primeira responsável por habilitar e desabilitar o canil 1, segunda por armazenar na memória %MW16 a leitura do nível do tanque de ração que é utilizada no supervisório e a terceira por armazenar na memória %MW14 as informações da célula de carga que também é utilizada no supervisório. Seguindo para *section 4* mostrada na Figura 25.

Figura 25 - Section 4.



Fonte: Próprio Autor.

Seção composta por 6 *rungs*, a primeira corresponde ao acionamento do modo de dosagem padrão sendo que ao acionar o endereço %M10, que está associado ao botão do

supervisório de nome Padrão, seta a saída possibilitando a escolha entre filhote *rung* 1 ou adulto *rung* 4. A *rung* 2 é a responsável por receber o valor da idade do filhote, idade escolhida no supervisório, seguida da *rung* 3 que recebe o valor do porte do filhote e a *rung* 5 é onde se armazena o valor do porte quando o animal é adulto. O usuário tem a possibilidade de escolher 5 portes correspondente ao animal cada porte é associado a um número diferente facilitando a programação das instruções. A Tabela 3 traz os portes com seu número correspondente.

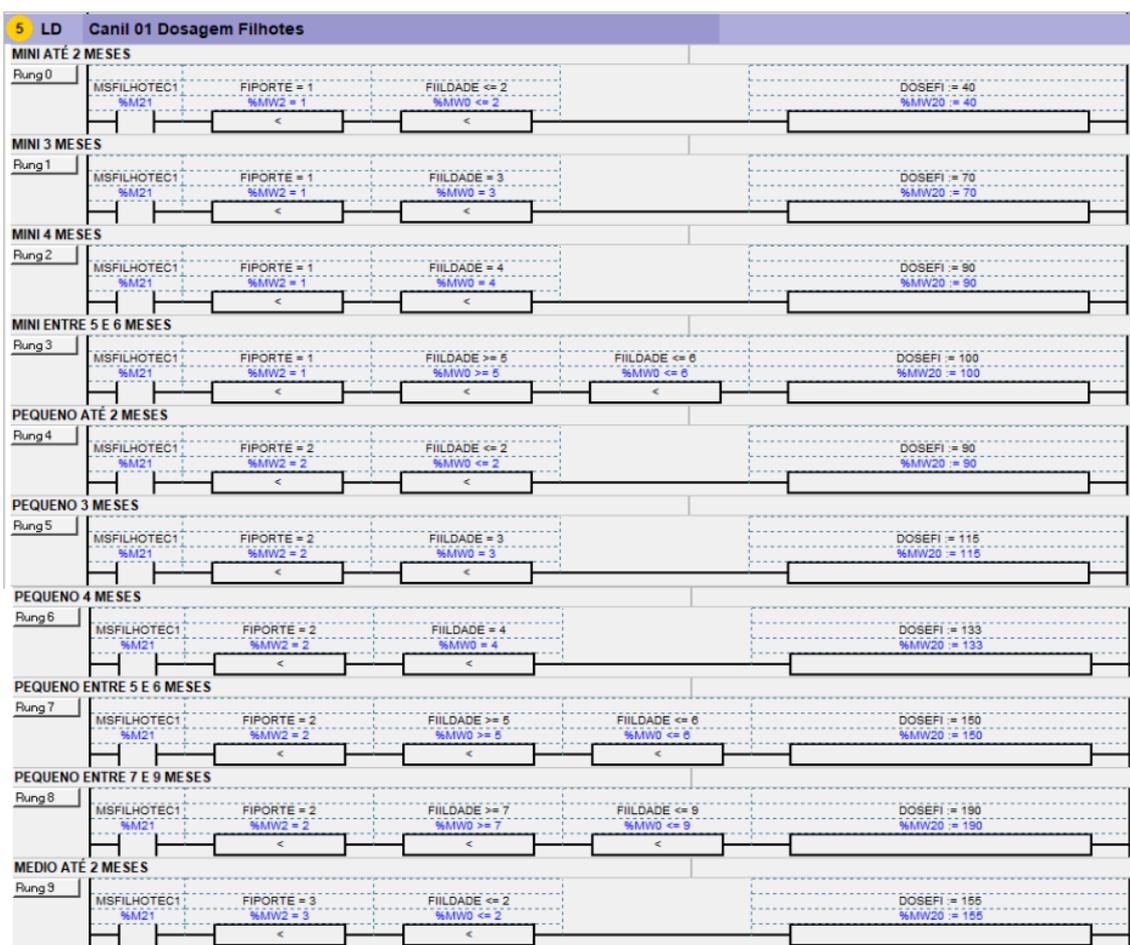
Tabela 3 - Identificação do Porte no Algoritmo.

Porte	Número
Mini	1
Pequeno	2
Médio	3
Grande	4
Gigante	5

Fonte: Próprio Autor.

Vale ressaltar que se o endereço %M20 não estiver ativo a *rungs* subsequente desta *section* não poderão ser ativadas visto que elas dependem da *rung* 0. Passando para a próxima *section* de número 5, essa dentre todas é a maior contendo 25 *rungs*, compostas das condições da Tabela 1 de dosagem para filhotes, é ela a responsável por escolher quanto de ração será colocada à disposição do animal. Por ser uma *section* muito extensa será ilustrado apenas uma parte pela Figura 26.

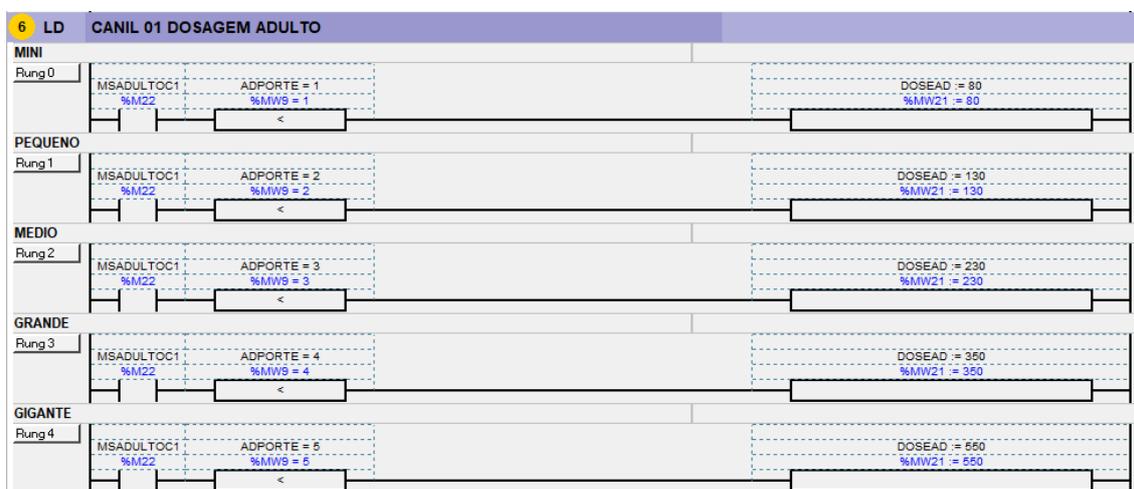
Figura 26 - Section 5.



Fonte: Próprio Autor.

Posteriormente se tem a *section* 6 contendo as medidas da Tabela 2, que corresponde a quantidade de ração para ser repassado ao cão adulto de acordo com seu porte. A Figura 27 traz a seção com suas respectivas *rungs*.

Figura 27 - Section 6.



Fonte: Próprio Autor.

Tanto para a *section* 5 e 6 as memórias do tipo *word* por exemplo %MW121, então recebendo valores inteiros. Um cuidado deve ser tomado nessa parte, o que acontece nessas duas seções é que quando a memória recebe um respectivo valor (exemplo 350) na verdade esse valor corresponde a um sinal de tensão em volts. Convenientemente adotou-se uma escala de 0 a 100, que significa que quando estiver na entrada analógica 0 V corresponde então 0 e quando tiver 10 V se tem 100. A Tabela 4 traz alguns valores.

Tabela 4 - Valores de Tensão Correspondentes a Escala 0 a 100.

Tensão [V]	Valores Correspondentes no Algoritmo
0,0	00
1,5	15
2,5	25
5,0	50
7,5	75
9,0	90
10,0	100

Fonte: Próprio Autor.

Em termos práticos essa Tabela 4 corresponde aos valores de peso, isso dependendo da célula de carga utilizada. Como não se tem valores acima de 1 kg recomenda-se o uso de uma célula de carga que meça até 1 kg. Adotando então uma célula de carga de até 1 kg, temos então a Tabela 5 que corresponde o peso proporcional a tensão ao qual a célula de carga envia ao CLP.

Tabela 5 -Tabela com Proporções Totais.

Tensão [V]	Valor Correspondente no Algoritmo	Massa [g]
0,00	0,00	0
0,40	4,00	40
1,00	10,00	100
1,34	13,40	134
1,50	15,00	150
1,90	19,00	190
2,00	20,00	200
3,20	32,00	320
3,70	37,00	370
4,30	43,00	430
5,00	50,00	500
5,26	52,60	526
5,50	55,00	550
6,00	60,00	600
7,00	70,00	700
10,00	100,00	1000

Fonte: Próprio Autor.

Assim toda vez que estiver na fase de pesagem e chega ao CLP um valor de aproximadamente 5 V (pelo algoritmo esse valor é no mínimo 5 e atuando imediatamente ao atingi-lo), por exemplo, o controlador entenderá que foi atingido 500 gramas de ração, respeitando sempre a Tabela 5. Outra observação também deve ser feita, a Figura 26 e 27 os valores declarados estão em gramas esses devem ser passados para seus valores correspondente da coluna 2 da Tabela 5.

Depois que as informações do animal que está ocupando o canil 1 estiver completa, passa-se para a *section 7* que é um comando de confirmação para se dar início ao sistema automatizado como mostrado na Figura 28.

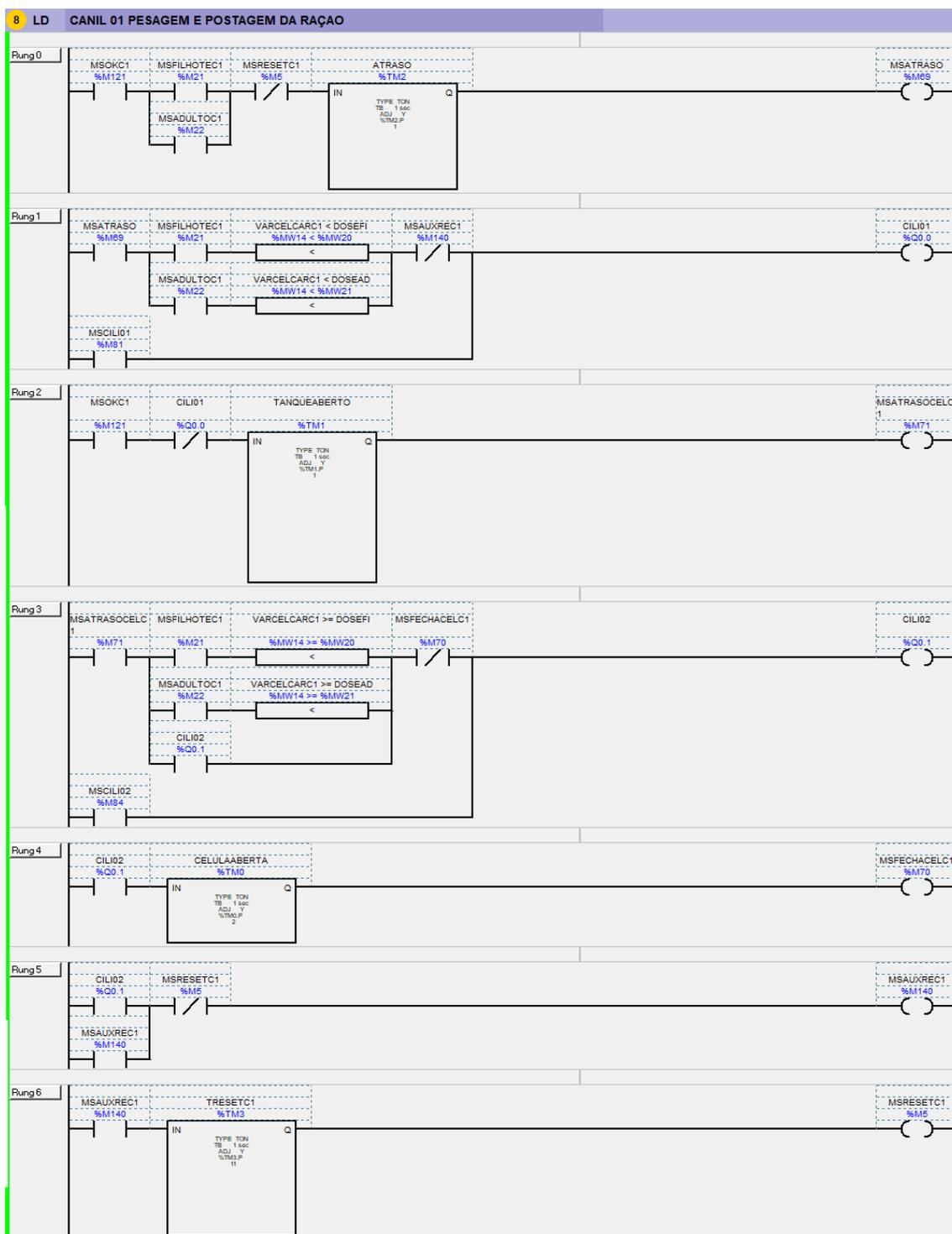
Figura 28 - *Section 7*.



Fonte: Próprio Autor.

Devido a presença do endereço %M122 como uma chave fechada é possível fazer o cancelamento da confirmação dessa sentença, memória essa associada ao botão cancelar do supervisor e a memória %M120 associada ao botão confirma do supervisor. Vencida a *section 7* confirmando os valores configurados, adentra-se a *section 8* que é a parte mecânica do sistema. Algoritmo ilustrado na Figura 29.

Figura 29 - Section 8.

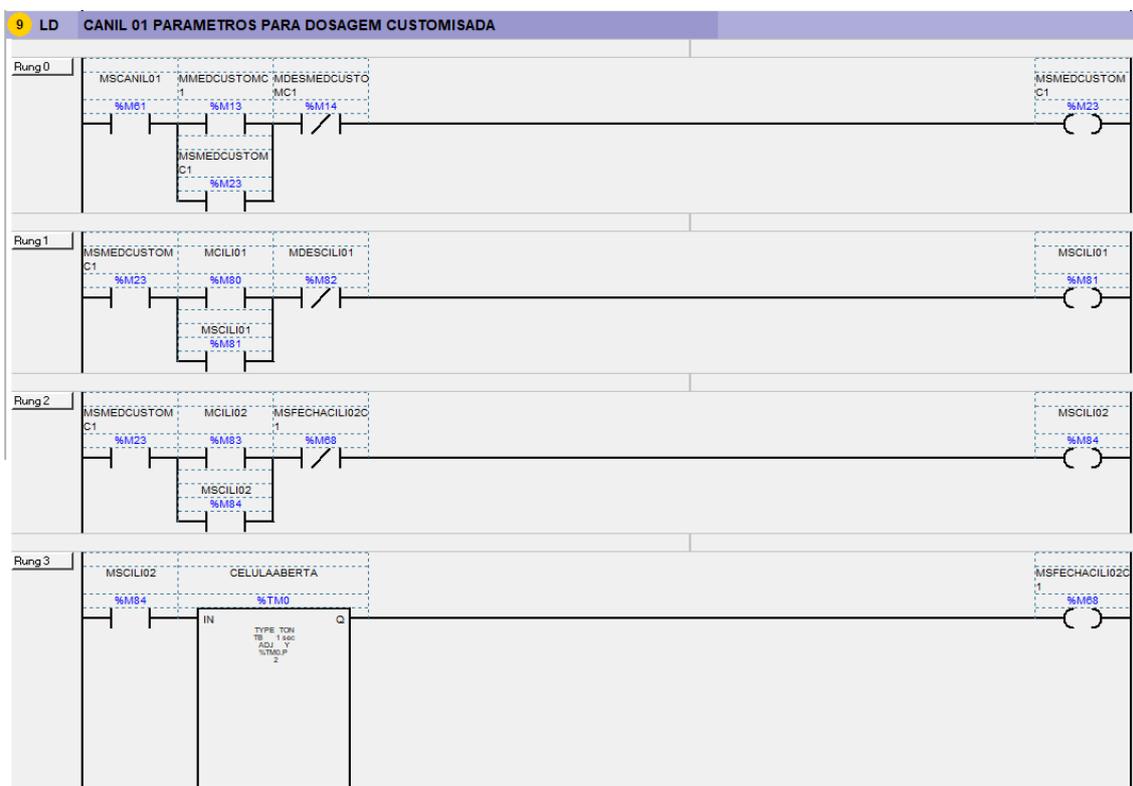


Fonte: Próprio Autor.

Essa é a seção com a rotina responsável por fazer a pesagem e postagem da ração ao cachorro, os temporizadores são utilizados para ter um pequeno intervalo entre as ações, garantindo uma melhor performance do sistema com exceção do temporizador de endereço %TM3 que é o responsável por repetir toda a rotina anterior. Pode ser usado como exemplo uma possibilidade de parametrização, faz-se a configuração do canil para

receber um animal filhote, de porte médio e idade 2 meses com essas informações o sistema entendera que esse animal deve receber uma porção diária entre 155 e 295 gramas, pela Tabela 2, digamos que foi configurado para receber 156 gramas, logo o endereço %MW20 recebera o valor 15,6. Ao aperta o botão confirmar o processo automatizado será iniciado entrando na *rung* 0 e posteriormente na *rung* 1 determinando que a escotilha do reservatório permanecerá aberta enquanto não se atinge o valor de 156 g, atingindo esse valor a condição deixa de ser atendida e é passado para a *rung* 2 e posteriormente a *rung* 3 faz o acionamento do segundo cilindro pneumático depositando a ração no recipiente do animal. Como esse algoritmo será aplicado a um mundo micro, onde temos um pequeno espaço de tempo para demonstrar todo o processo de alimentação os temporizadores estão ajustados para alguns segundos. A rotina consiste de alimentar o cão duas vezes ao dia e ao em vez de programar para a cada 12 horas disponibilizar a ração, o temporizado está programado para executar a rotina a cada 10 segundos possibilitando a visualização das operações. Próxima *section* da Figura 30, corresponde a seção 9.

Figura 30 - *Section* 9.



Fonte: Próprio Autor.

Seção com toda a rotina customizada onde a *rung* 0 corresponde a escolha de opção customizado e as demais *rung* correspondente a ação. *Rung* 1 acionamento do

pistão pneumático para abertura e fechamento do reservatório da ração, *run*g 2 acionamento do pistão pneumático ligado a célula de carga e *run*g 3 tempo em que o pistão pneumático ligado a célula de carga fica acionado.

A *section* 9 corresponde a última rotina vinculada ao canil 1, as próximas seções são vinculadas ao canil 2 sendo desnecessário mostra-las, pois, são equivalentes a todas as figuras mostradas até aqui.

4.3 Componentes do Projeto

Todos os componentes listados aqui neste tópico podem ser usados para a implementação, porém devido ao caráter do projeto esse não foi implementado.

4.3.1 Sensores

Um sensor ultrassônico para cada canil. Esse sensor é colocado na parte superior do reservatório de ração possibilitando ser feita leitura de forma correta, atentar a distância mínima entre sensor e o produto dentro do tanque. Esse sensor deve ser de tensão com range de 0 a 10 V, mas caso o sensor seja de corrente (range de 4 a 20 mA) deve é possível ser feito ajustes no *software Twido Suite*.

Utilização de uma célula de carga para cada canil. De modo geral se faz necessário a aquisição de um transdutor para se fazer uso de uma célula de carga, isso devido aos seus sinais serem de magnitude muito pequenos assim o controlador não consegue perceber as mudanças. O transdutor deve entregar uma tensão entre 0 e 10 V, mas também pode ser feito o ajuste no *software* caso o transdutor entregue um sinal de corrente, que deve estar entre 4 e 20 mA.

A célula de carga deve estar disposta próximo a saída do reservatório de ração, pois, quando o reservatório abrir existe a possibilidade da ração cair na célula e o CLP fazer uma leitura onde a massa já é maior que a condição estabelecida devido a força aplicada durante a queda fazendo o fechamento antes mesmo dele atingir o peso ideal, mais preocupando nos casos onde a quantidade de ração é muito pequena.

As quantidades desses dois sensores são proporcionais ao número de canis que será implementado se, por exemplo, for implementado 4 deve-se fazer a aquisição de 4 de cada componente.

4.3.2 Estrutura Física

Como a ideia do trabalho está na elaboração de um supervisor e do algoritmo do controlador, a estrutura física em si é uma parte flexível. Mas deve-se atentar a alguns problemas o primeiro deles já foi elucidado no tópico anterior.

Como lida-se com animais uma das recomendações é não deixar esse dispositivo tão acessível ao animal, uma forma é deixa-lo embutido seria uma alternativa e como é necessário apenas deixa-se uma canalização para que a ração caia na vasilha do animal, pode ser uma forma viável de tirar esse acesso.

Em geral a estrutura física do projeto consiste de um tanque com sensor ultrassônico em seu topo, uma abertura na parte inferior onde um cilindro pneumático é acoplado para fazer a abertura da escotilha, que dá acesso a outro reservatório onde está localizada a célula de carga para ser feito a pesagem da ração, um segundo cilindro pneumático é acoplado ao fundo do segundo reservatório para assim a ração ter acesso ao porte onde o cachorro poderá comê-la.

4.3.3 Montagem Pneumática

Como mencionado na seção anterior o projeto necessita de 2 cilindro pneumáticos de simples ação com retorno por mola ou por força externa para cada canil. Para cada cilindro é necessário utilizar uma válvula 5/2 vias com acionamento elétrico (preferência 24 V, tensão de saída do CLP) e retorno por mola.

Como estamos lidando com um sistema pneumático se faz necessário um compressor de ar para ser feito a pressurização do sistema. O diagrama pneumático está disponível no Anexo I.

4.3.4 Montagem Elétrica

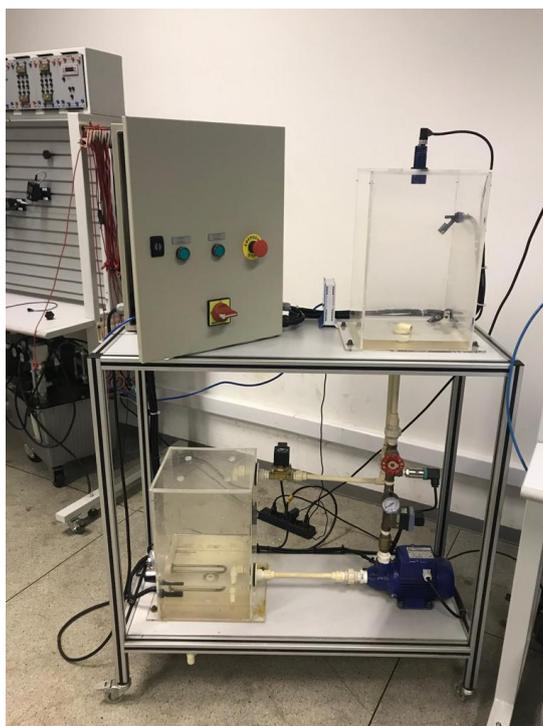
O CLP é um dispositivo monofásico que opera com uma tensão contínua de 24 V, suas saídas digitais em nível alto enviando 24 V e em nível baixo 0 V. O quadro onde o CLP for montado deve comportar uma chave unipolar, uma fonte que converte tensão alternada em contínua rebaixando para 24 V, além do CLP os dois módulos que são acoplados a ele. Como se trata de um quadro de controle onde todas as cargas operam em até 24 V se faz uso da seção mínima para os cabos desse sistema cuja bitola tem valor de 2,5 milímetros. O diagrama elétrico está disponível no Anexo II.

4.4 Testes Realizados

Para validar o projeto mostrando que o algoritmo LADDER e o supervisório estão funcionando corretamente e de forma eficiente deve-se testá-los. Os testes foram realizados em partes.

Primeiro fez-se o teste do sensor ultrassônico verificando se está corretamente programado tanto no supervisório quanto no *Twido Suite*. Em laboratório utilizou-se da bancada da Figura 31 que possui dois tanques sendo o primeiro em sua parte superior representando o reservatório de ração tendo uma válvula para escoar a água podendo ser simulado então a saída da ração, seguido de um tanque de água na sua parte inferior onde há uma bomba para fazer o recalque da água fazendo alusão a variação de nível no reservatório. Assim podendo ser afirmado que o sensor está corretamente programado e pronto para instalação.

Figura 31 - Bancada para Teste do Sensor de Nível.



Fonte: Próprio Autor.

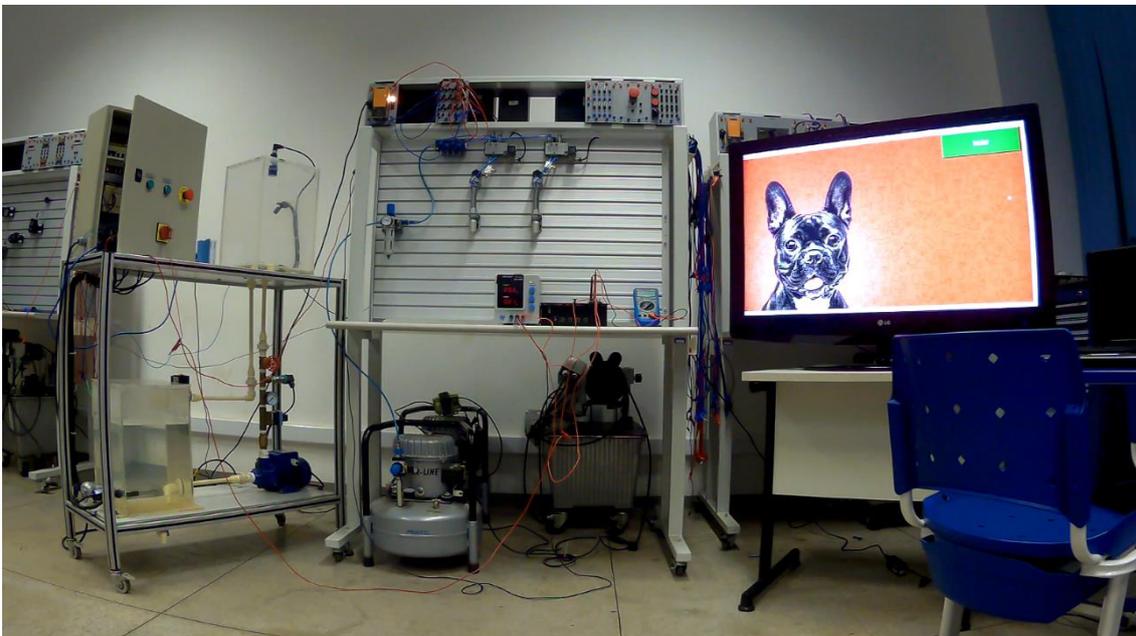
Após teste do tanque fez-se os testes dos acionamentos dos cilindros pneumáticos conferindo se estão atuando nos momentos aos quais eles estão programados. A simulação consiste de um cilindro pneumático representando a escotilha do tanque de ração, um segundo cilindro pneumático representado a segunda ação que é a disposição da ração ao cachorro. Devido à deficiência na aquisição da célula de carga com o

transdutor, para simulá-la utilizou-se uma fonte de tensão simulando as variações de tensão de acordo com o peso da ração.

A partir desses dois testes é possível afirmar que o sistema está funcionando de forma correta e que pode ser implementado. Vale ressaltar que a instalação do projeto é de suma importância para o funcionamento correto do algoritmo visto que existem as variáveis mencionadas nos tópicos anteriores, uma má instalação pode comprometer todo o projeto.

A Figura 32 ilustra a bancada montada onde foram executados os testes de acordo com os passos citados anteriormente. Todos os componentes usados no teste desde projeto estão ilustrados no Anexo IV.

Figura 32 - Bancada para Teste.



Fonte: Próprio Autor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar os resultados obtidos dos testes pode ser afirmado que o algoritmo junto ao supervisor atuam corretamente, entregando o que foi proposto pelo trabalho de forma eficiente e com uma interface intuitiva, dentro das limitações de dois *softwares* gratuitos.

Durante o processo de teste percebeu-se que se deve ter muito cuidado ao se desenvolver a interface homem/máquina, isso devido à dificuldade em se conseguir enquadrar corretamente o supervisor em uma tela diferente da que foi montada. Logo deve ser feita uma prévia das dimensões da tela a qual será aplicado.

Deve-se ter também cuidado ao se utilizar o sistema pneumático, pois em pressões elevadas o cilindro pneumático atua de forma muito agressiva o que pode danificar o projeto.

Atentar a entrada analógicas do CLP, pois são extremamente sensíveis principalmente ao se trabalhar com sinais de corrente devido sua sensibilidade na casa de miliampères o tornando extremamente passivo a danos.

Um projeto inicialmente simples que mostrou em seu processo de desenvolvimento ser muito mais do que aparenta. Atentando ao sistema de controle de dosagem da ração é possível ser feito um controle em malha fechada (PID) visando melhorar a precisão do quando de ração será colocada à disposição do animal.

Para a parte mecânica do sistema pode ser aplicado motores como o de paço ou servo motor para acionamento das escotilhas, seria uma alternativa ao sistema pneumático e hoje se tem as válvulas solenoides para sedimentos o que tornaria mais fácil a montagem e controle, mas em contrapartida seu valor é muito elevado.

A aquisição de um *software* completo para desenvolvimentos de IHMs é indispensável ao se trabalhar com esse tipo de projeto, pois como pôde ser visto as versões gratuitas se mostram limitadas. Logo se o indivíduo tem a intenção de construir um projeto maior com mais funções e aplicações se faz necessário a compra de um sistema de desenvolvimento.

Para trabalhos futuros uma ideia seria trabalhar com aplicativos *mobile* visando o que há de mais novo no mundo a *internet* das coisas (IoT), que num futuro não muito distante se tornará realidade. Incluída na chamada Quarta Revolução Industrial (ainda não consolidada, mas muito discutida na atualidade), a IoT promete uma revolução comparada a de quando a *internet* foi apresentada ao mundo.

REFERÊNCIAS

ABINPET. **2018 Mercado Pet Brasil.** 2018. Disponível em: <http://abinpet.org.br/mercado/>. Acesso em: 05 mar. 2019.

BIOVET VAXXINOVA. **Como cuidar de um cachorro? Confira 9 cuidados necessários.** 2019. Disponível em: <http://www.biovet.com.br/imprensa/como-cuidar-de-um-cachorro-confira-9-cuidados-necessarios/20190114-101137-c982>. Acesso em: 22 jul 2019.

BUOGO, Douglas R.; JUNIOR, Joselino X. **Protótipo de Alimentador Automático para Animais Domésticos:** Gingapets. Joinville, 2017.

CARNEIRO, Sebastião A. **Intouch.** Serra, ES, 2007, 192 p.

CARVALHO, Thamyris O.; JARDIM, Dalton R.; Silva, Tiago S.; SILVA, Wilton L. XLIV CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2016, Lagoa Nova. **Automação de um Alimentador de Animais Doméstivos.** Lagoa Nova, UFRN, 2016.

ELIPSE SOFTWARE. **ElipseScada:** HMI/Scada Software. 2005. Disponível em: http://www.politecnica.pucrs.br/~filipi/scada/scadatutorial_BR.pdf. Acesso em: 14 maio 2019.

ELIPSE SOFTWARE. **Drive Modicon Modbus.** 2007

EQUIPE INFOMONEY. **Sem Crise: Mercado de Pets no Brasil é o Terceiro do Mundo em Faturamento.** 2018. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/negocios/canal-do-empresario/noticia/7375940/sem-crise-mercado-pets-brasil-terceiro-mundo-faturamento>. Acesso em: 05 mar. 2019.

FUENTES, Rodrigo C.; ROGGIA, Leandro. **Automação Industrial.** Santa Maria, 2016.

GROOVER, Mikell. **Automação Industrial e Sistemas de Manufatura.** 3 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2014.

IGLESIAS, Luís F. **O Promissor Mercado Pet.** 2017. Disponível em: <https://www.prismajr.org/mercado-pet>. Acesso em: 05 mar. 2019.

PEDIGREE. **Pedigree Equilíbrio Natural Filhotes.** 2019. Disponível em: <https://www.pedigree.com.br/produtos/filhotes/pedigree-equilibrio-natural-filhotes>. Acesso em: 05 mar. 2019.

PEDIGREE. **Pedigree Equilíbrio Natural Adulto.** 2019. Disponível em: <https://www.pedigree.com.br/produtos/adultos/pedigree-equilibrio-natural-adulto-racas-medias-e-grandes>. Acesso em: 05 mar. 2019.

SANTOS, Winderson E.; SILVEIRA, Paulo R. **Automação e Controle Discreto.** São Paulo: Érica, 1999.

ELECTRIC. **TM2AMM3HT**: Analog input/output Module M238. Disponível em: <https://www.-electric.us/en/product/download-pdf/TM2AMM3HT>. Acesso em: 10 maio 2019.

ELECTRIC. **TWDLCAE40DRF**: Compact PLC Base *Twido*. Disponível em: http://www.runtal.com.br/pdf/TWDLCAE40DRF_document.pdf. Acesso em: 10 maio 2019.

ELECTRIC. **TwidoSuite**: Software de programação para *Twido*. Disponível em: <https://www.se.com/br/pt/product-range-download/1453-Twidosuite/>. Acesso em: 10 maio 2019.

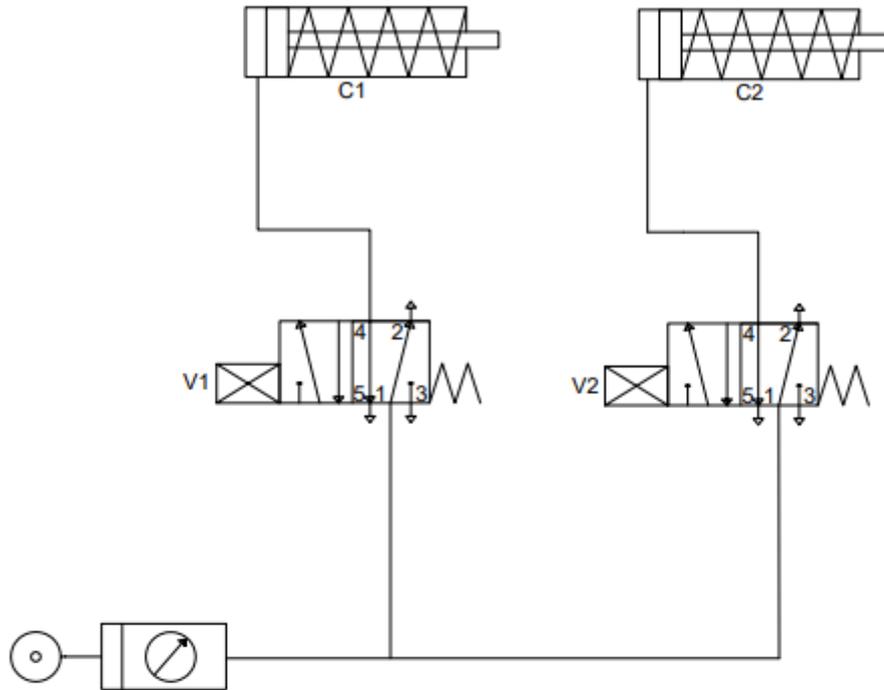
ELECTRIC. **TwidoSuite V2.3**: Guía de programación. 2011.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Instrumentação e Controle**. Departamento Nacional, Brasília: SENAI/DN, 2013. 256p.: il. (Série Automação Industrial).

TRABACHINI, Aldie. **Sistema Automatizado de Alimentação Individualizada para Suínos Visando Aplicação em Rastreabilidade Animal**. Piracicaba, 2013.

ANEXO I

Figura 33 - Diagrama Pneumático.



Legenda



Cilindro
Pneumático



Válvula Pneumática 5/2
Vias com Acionamento
Elétrico e Retorno por Mola



Isolador

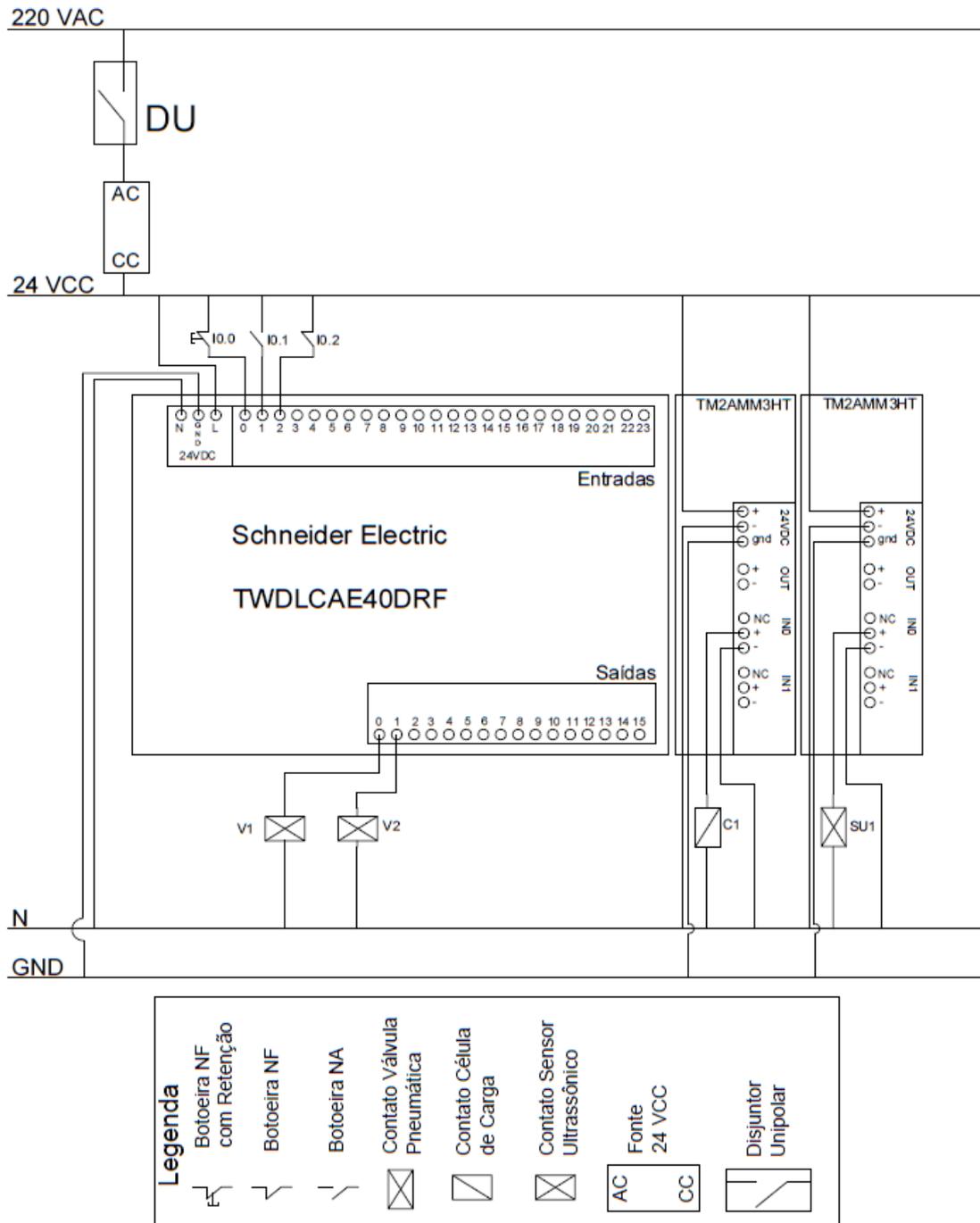


Compressor de ar

Fonte: Próprio Autor.

ANEXO II

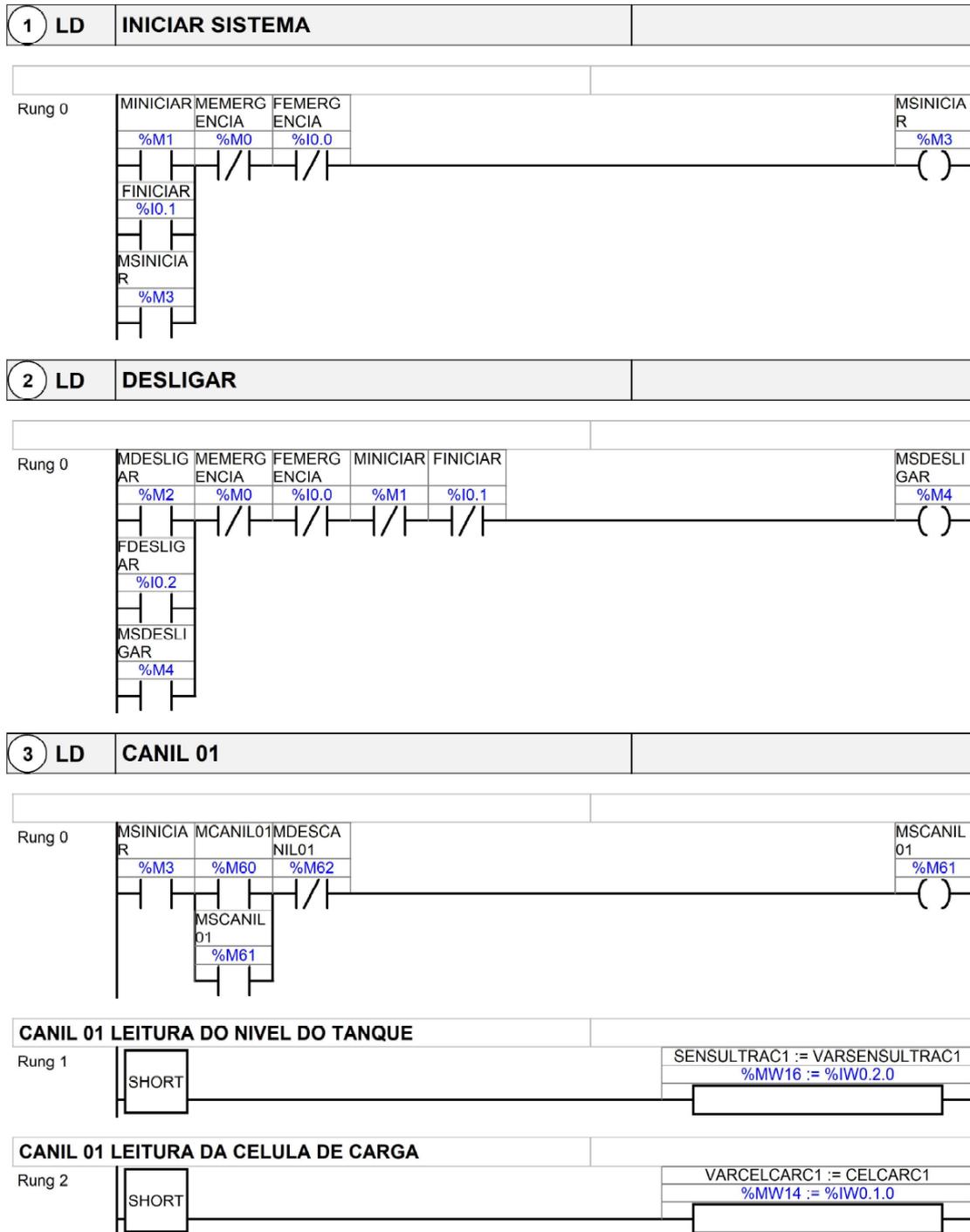
Figura 34 - Diagrama Elétrico.



Fonte: Próprio Autor.

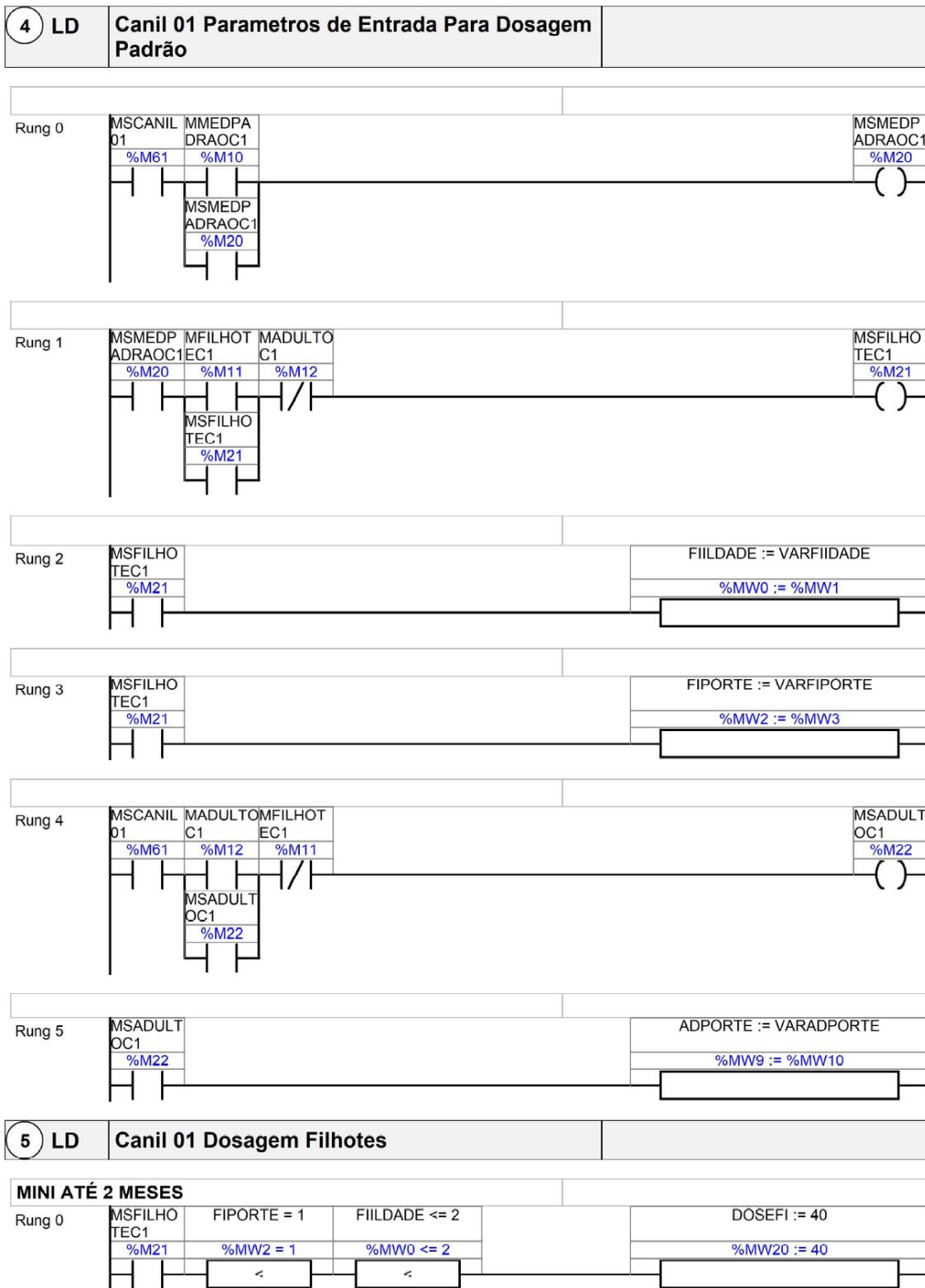
ANEXO III

Figura 35 - Algoritmo Parte 01.



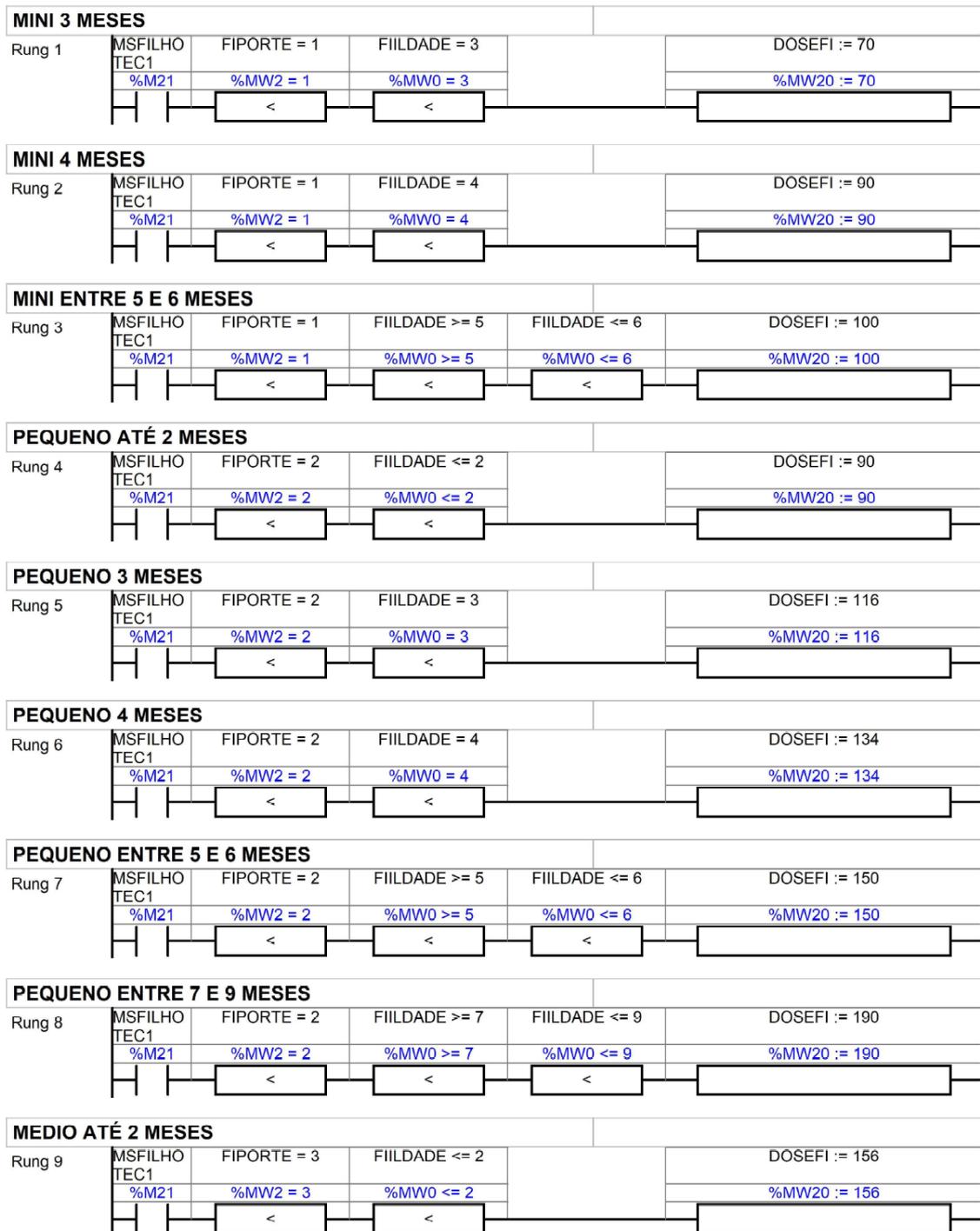
Fonte: Próprio Autor.

Figura 36 - Algoritmo Parte 02.



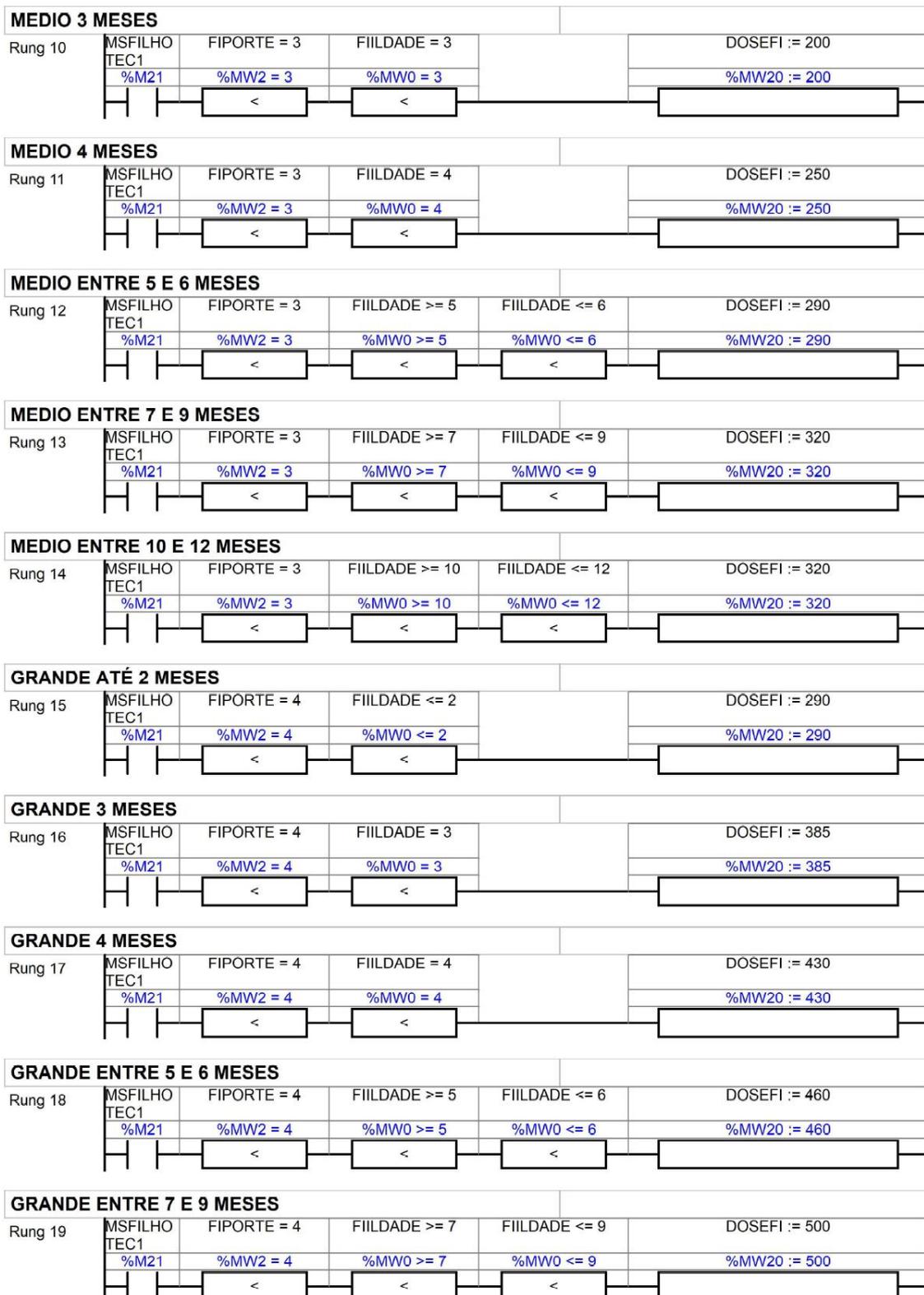
Fonte: Próprio Autor.

Figura 37 - Algoritmo Parte 03.



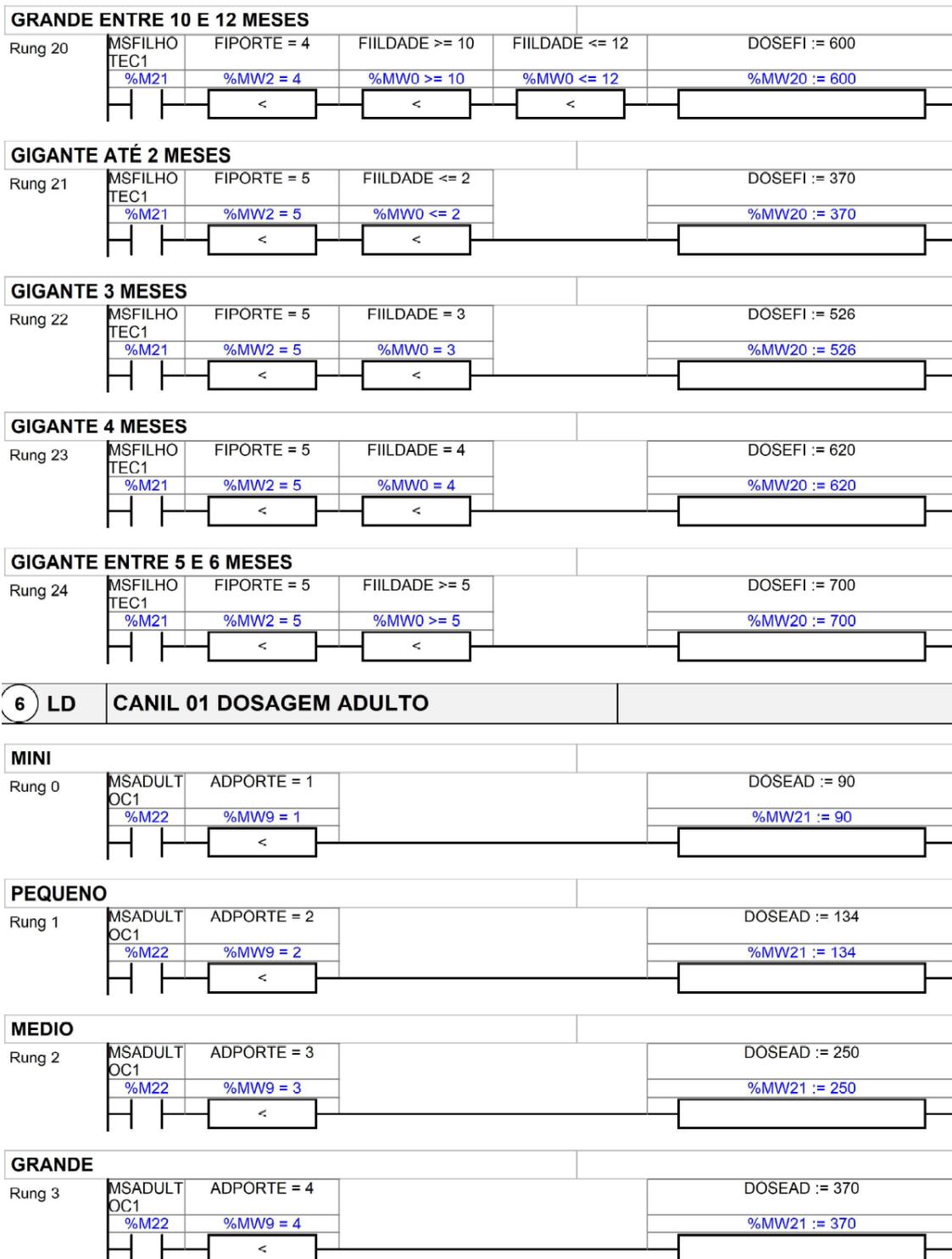
Fonte: Próprio Autor.

Figura 38 - Algoritmo Parte 04.



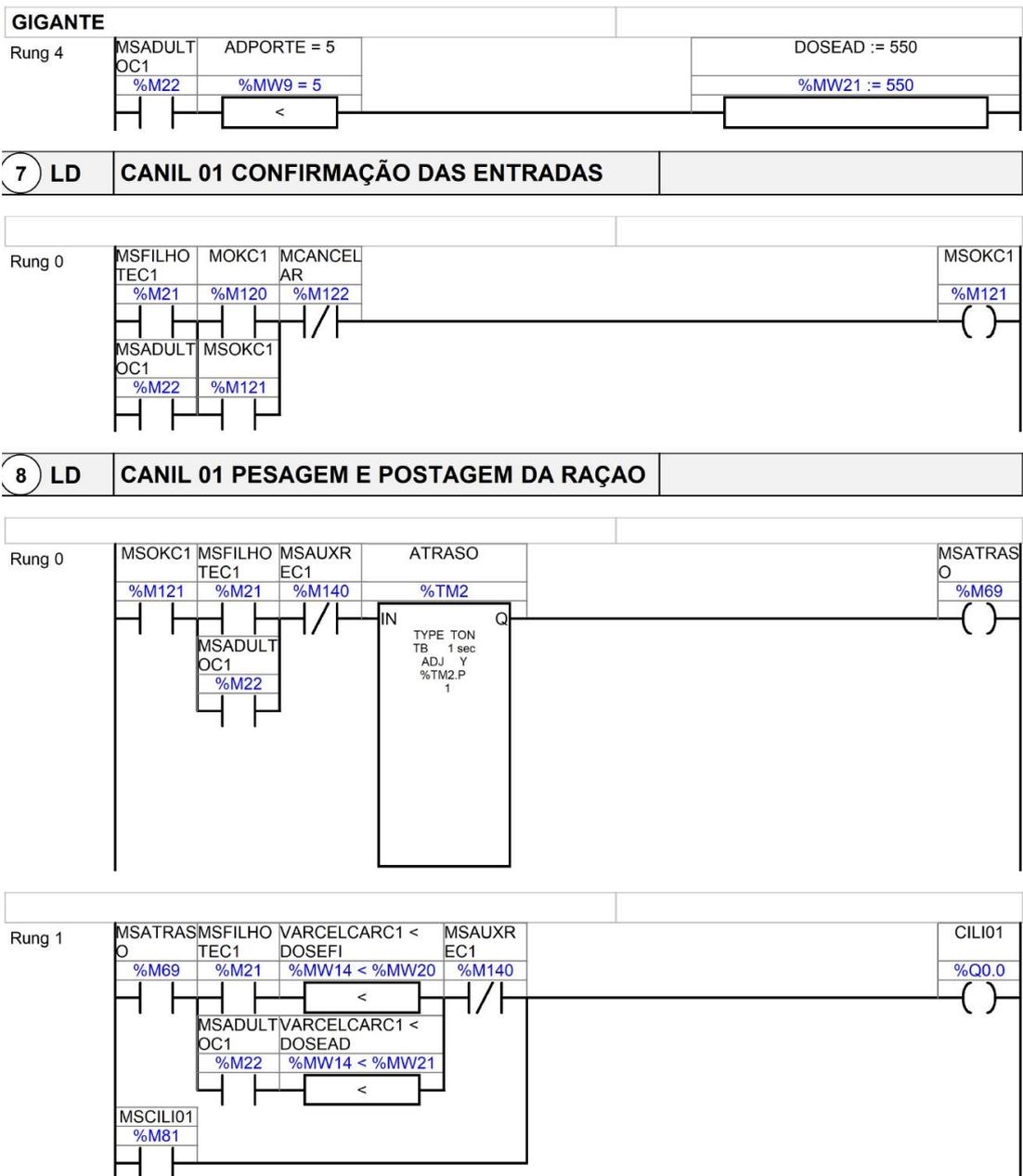
Fonte: Próprio Autor.

Figura 39 - Algoritmo Parte 05.



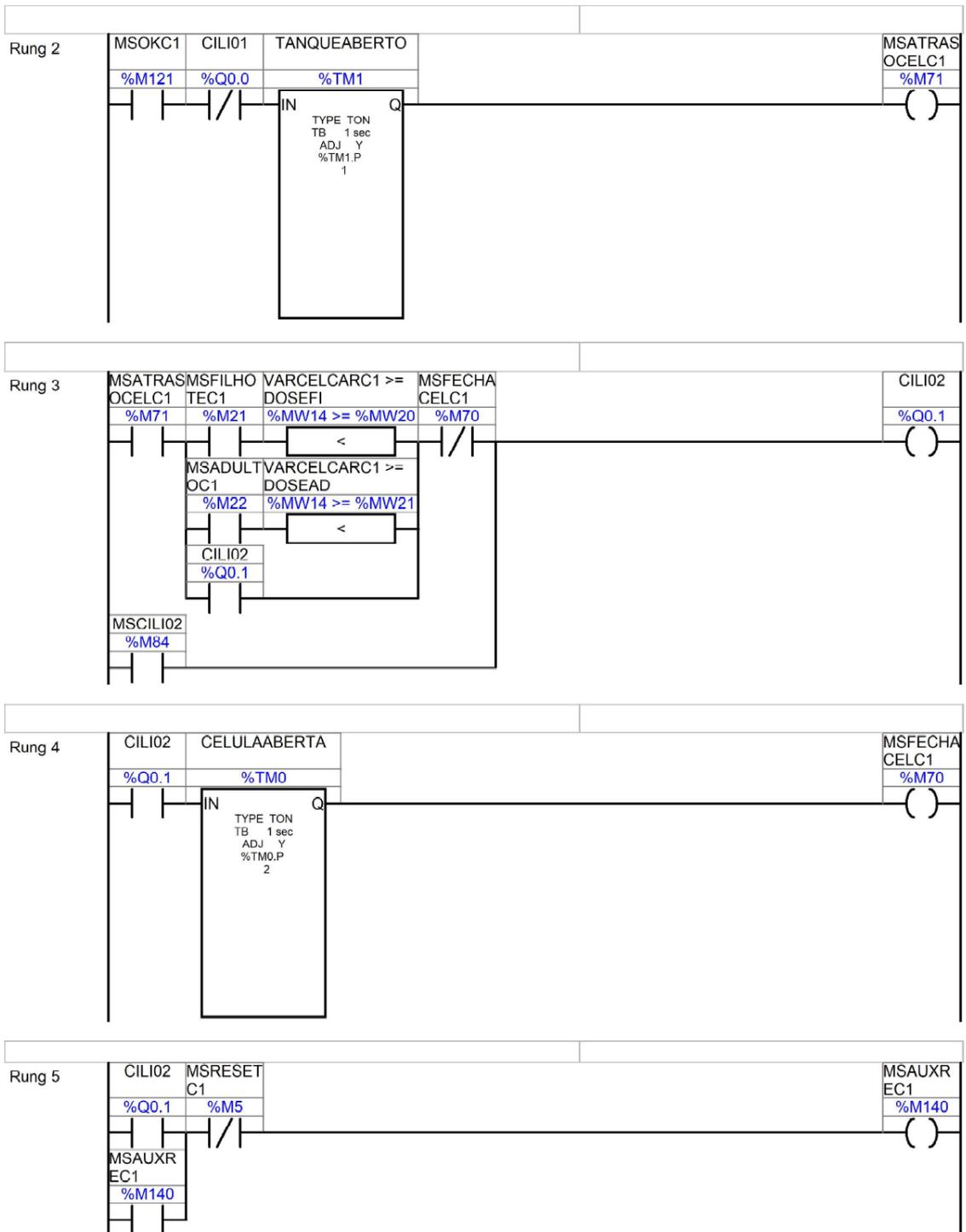
Fonte: Próprio Autor.

Figura 40 - Algoritmo Parte 06.



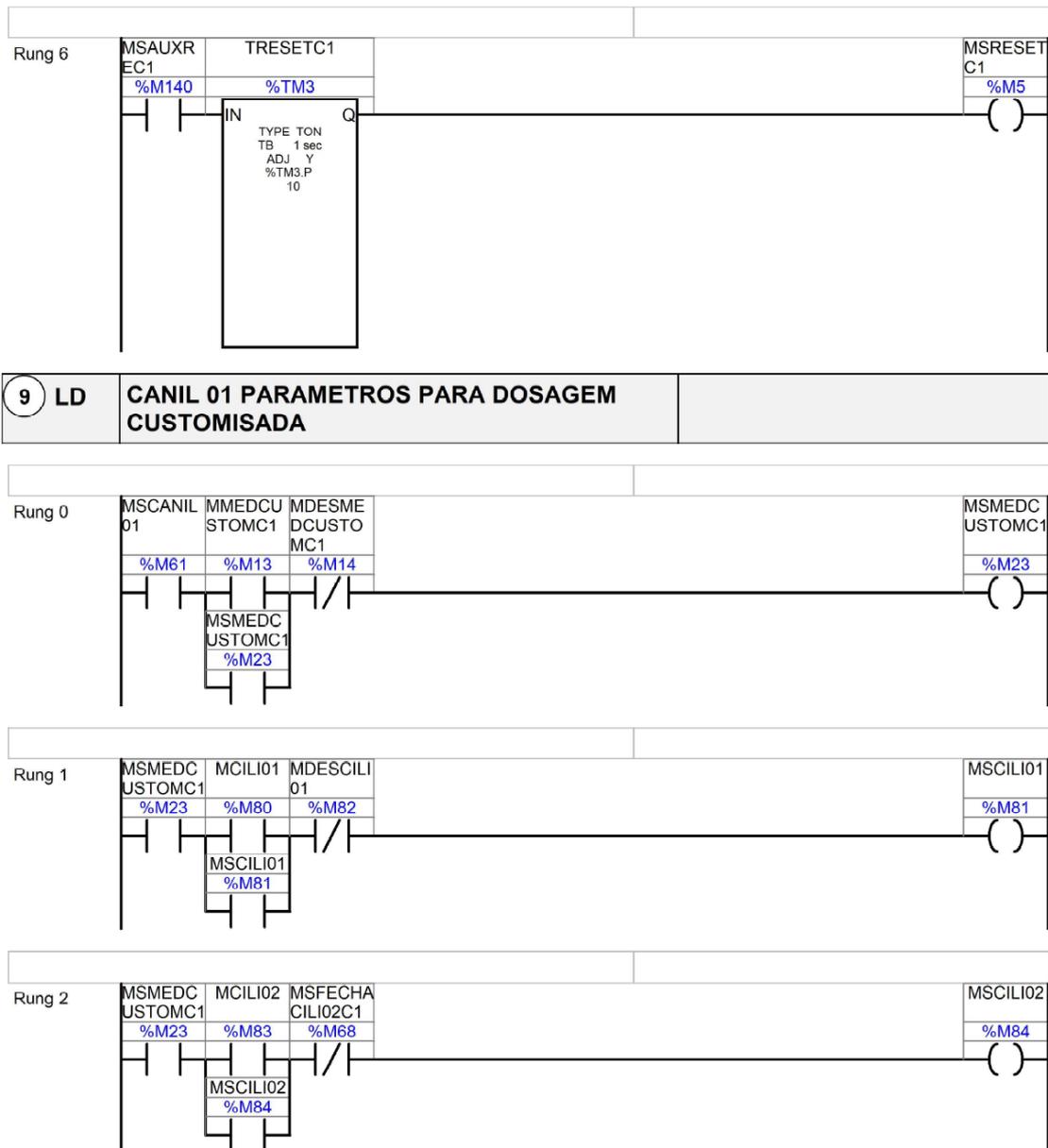
Fonte: Próprio Autor.

Figura 41 - Algoritmo Parte 07.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 42 - Algoritmo Parte 08.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 43 - Algoritmo Parte 09.



10 LD CANIL 02

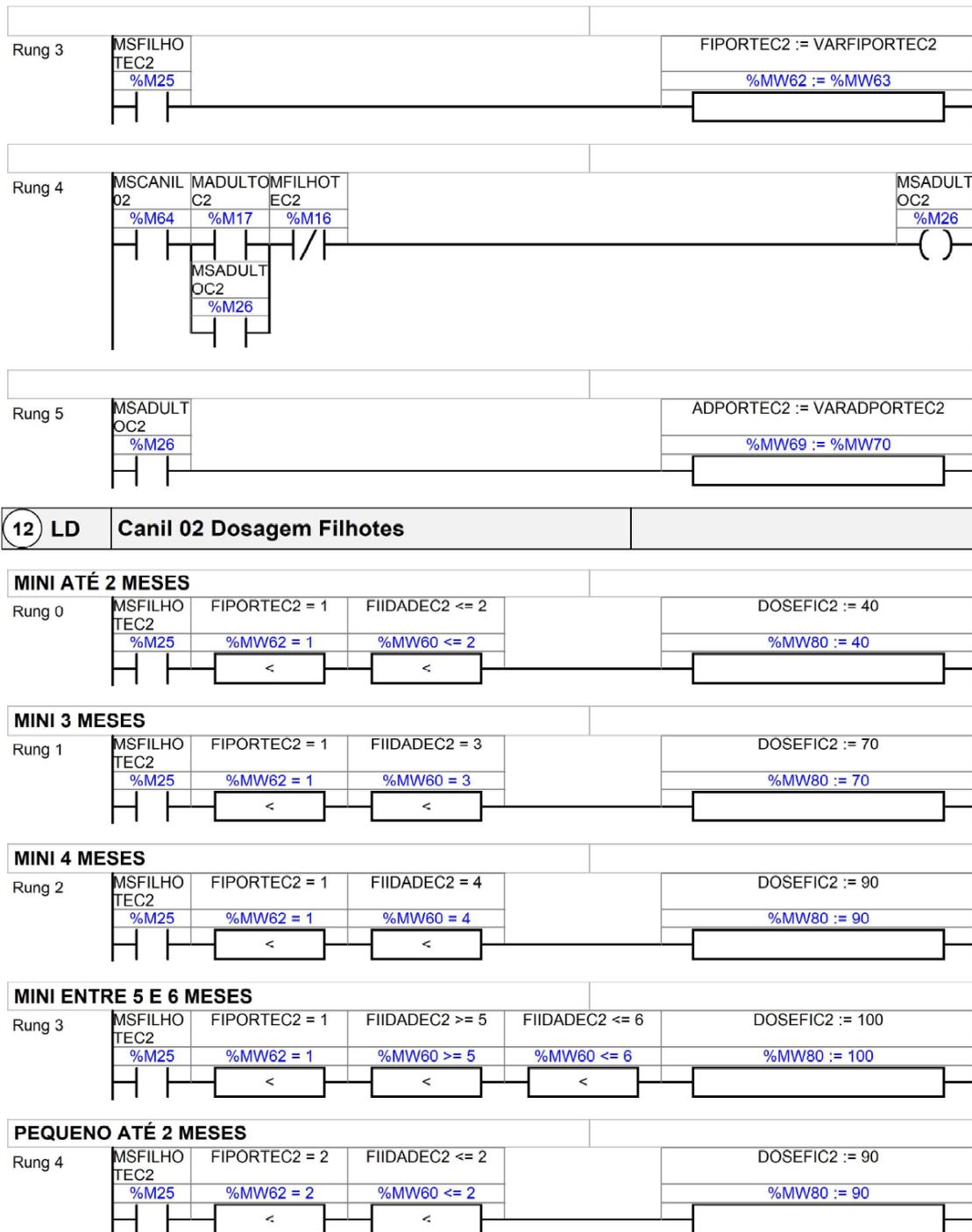


11 LD Canil 02 Parametros de Entrada Para Dosagem Padrão



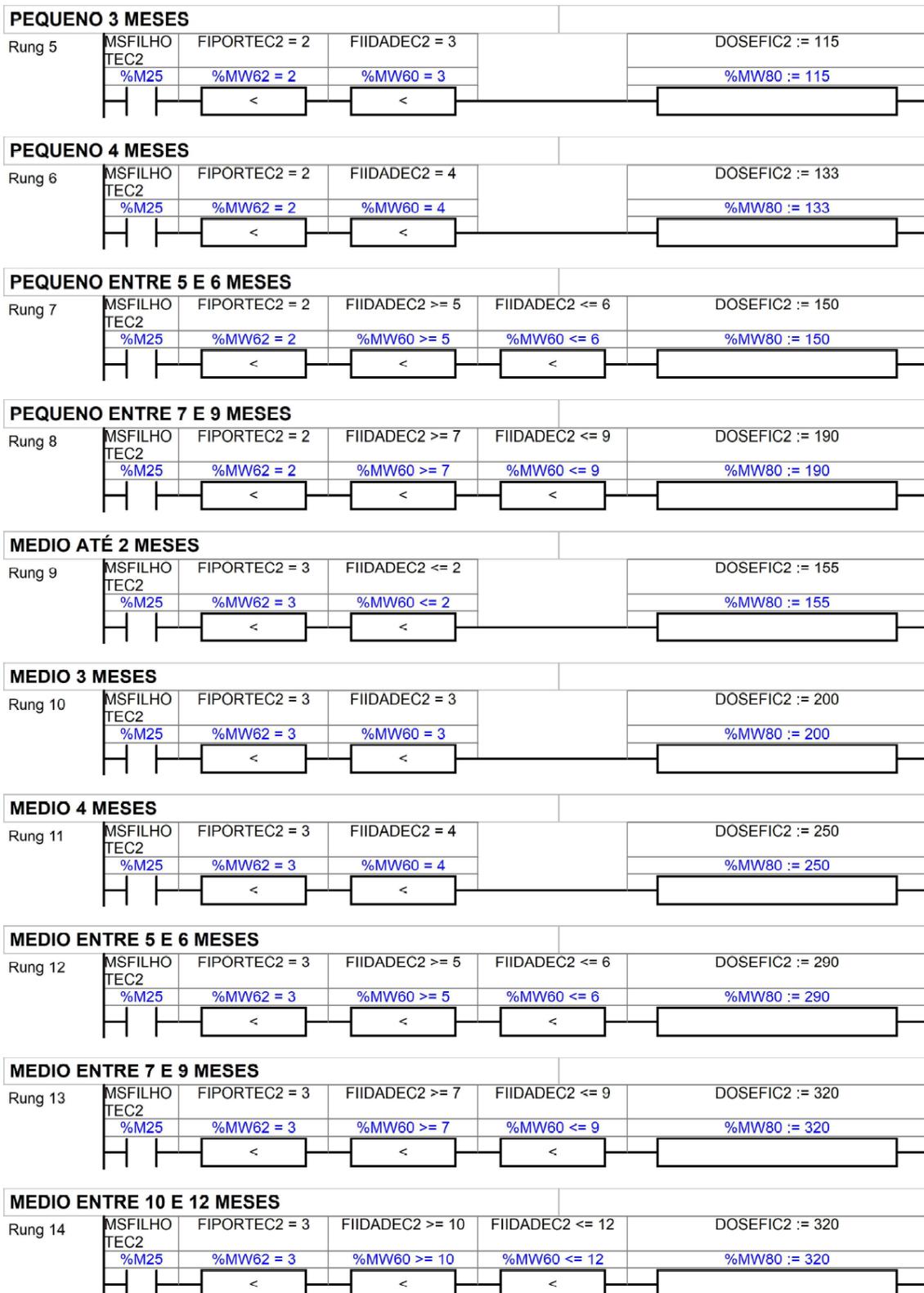
Fonte: Próprio Autor.

Figura 44 - Algoritmo Parte 10.



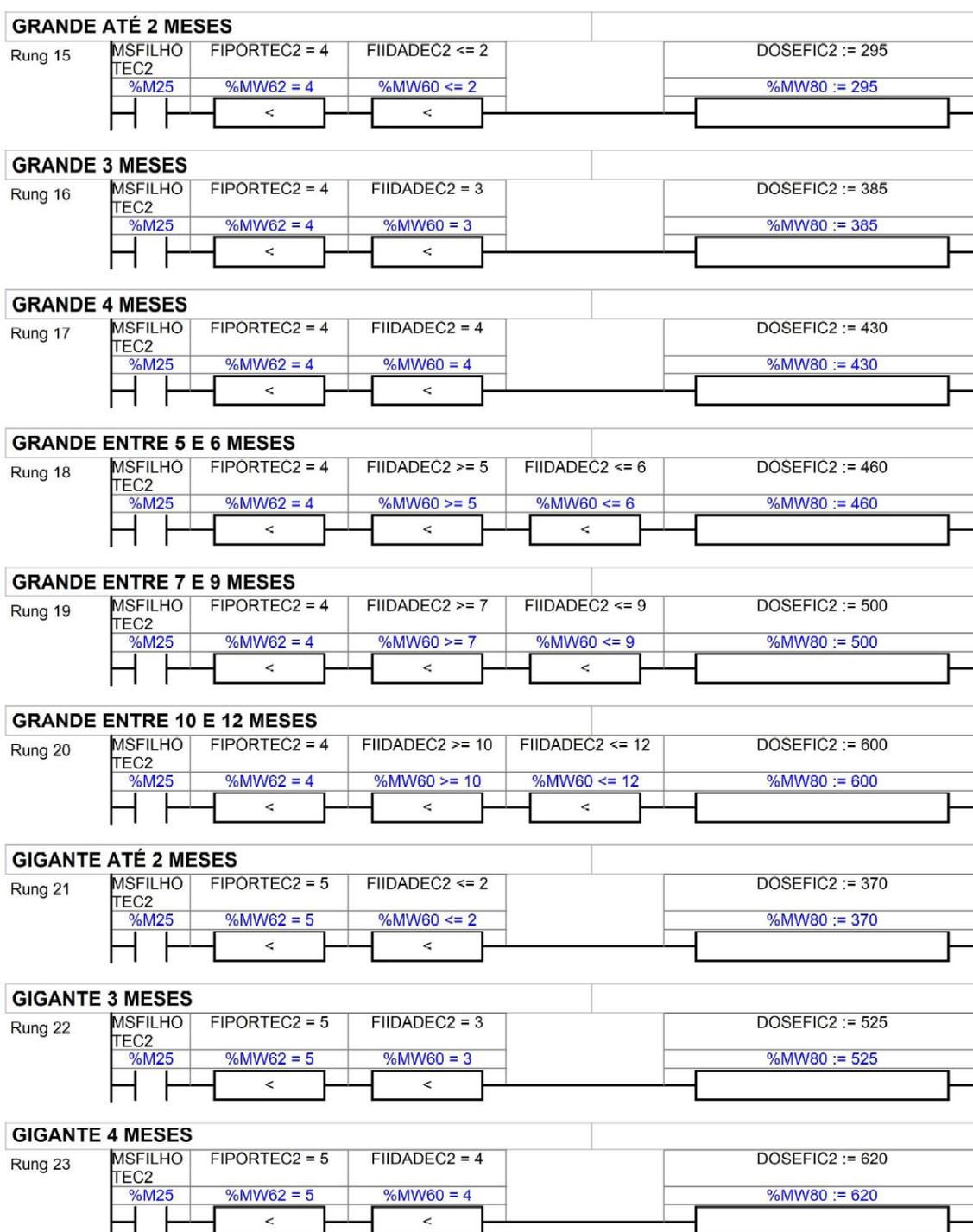
Fonte: Próprio Autor.

Figura 45 - Algoritmo Parte 11.



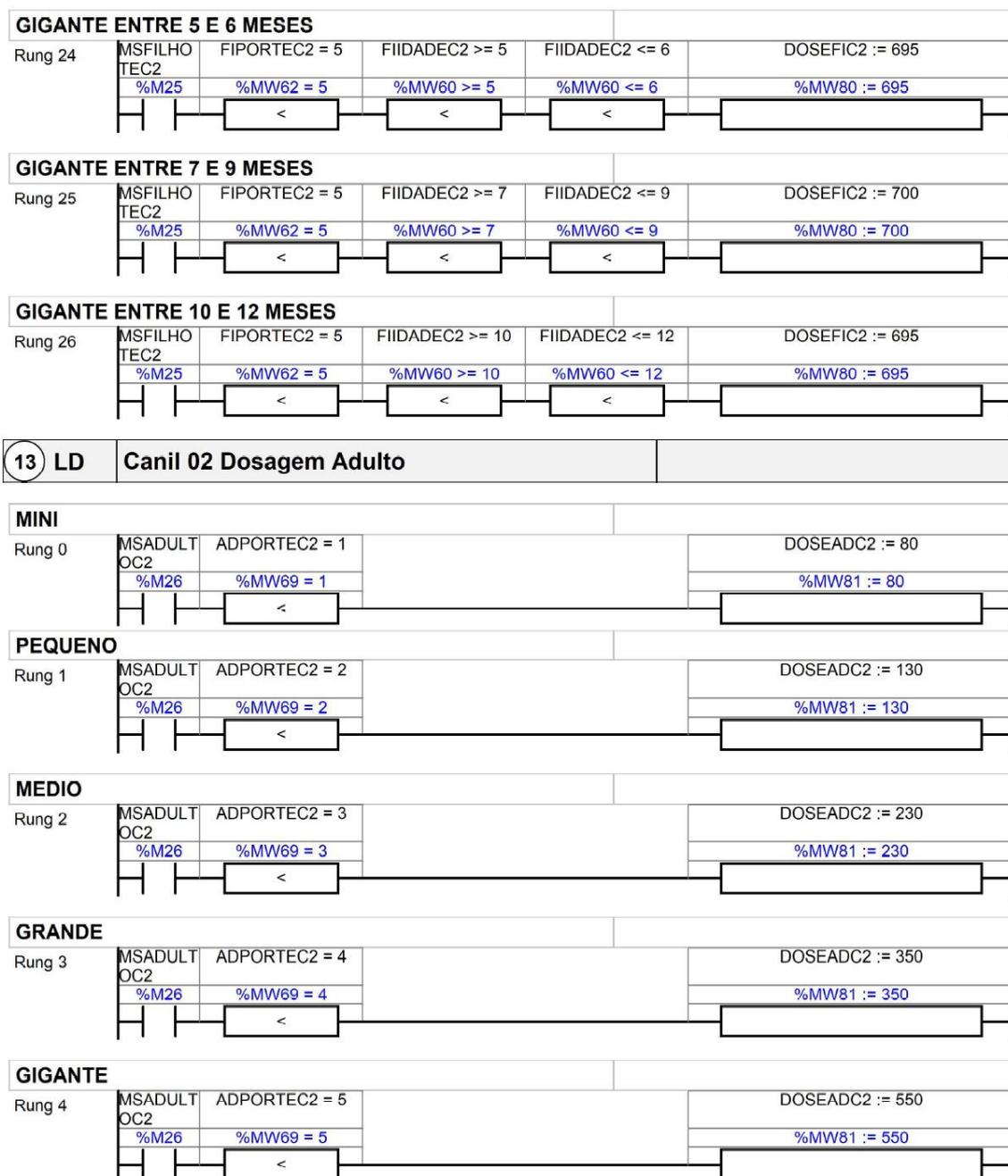
Fonte: Próprio Autor.

Figura 46 - Algoritmo Parte 12.



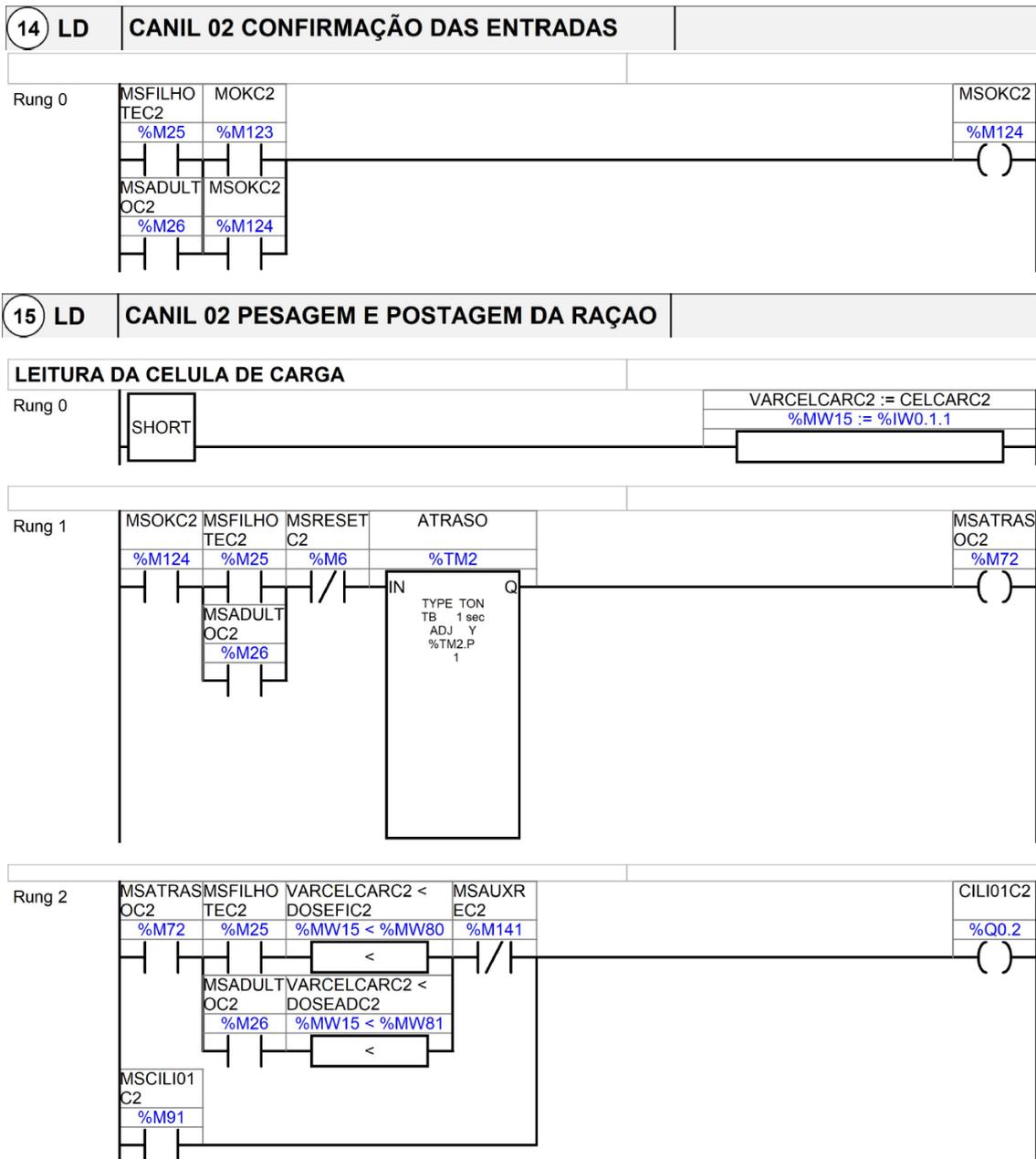
Fonte: Próprio Autor.

Figura 47 - Algoritmo Parte 13.



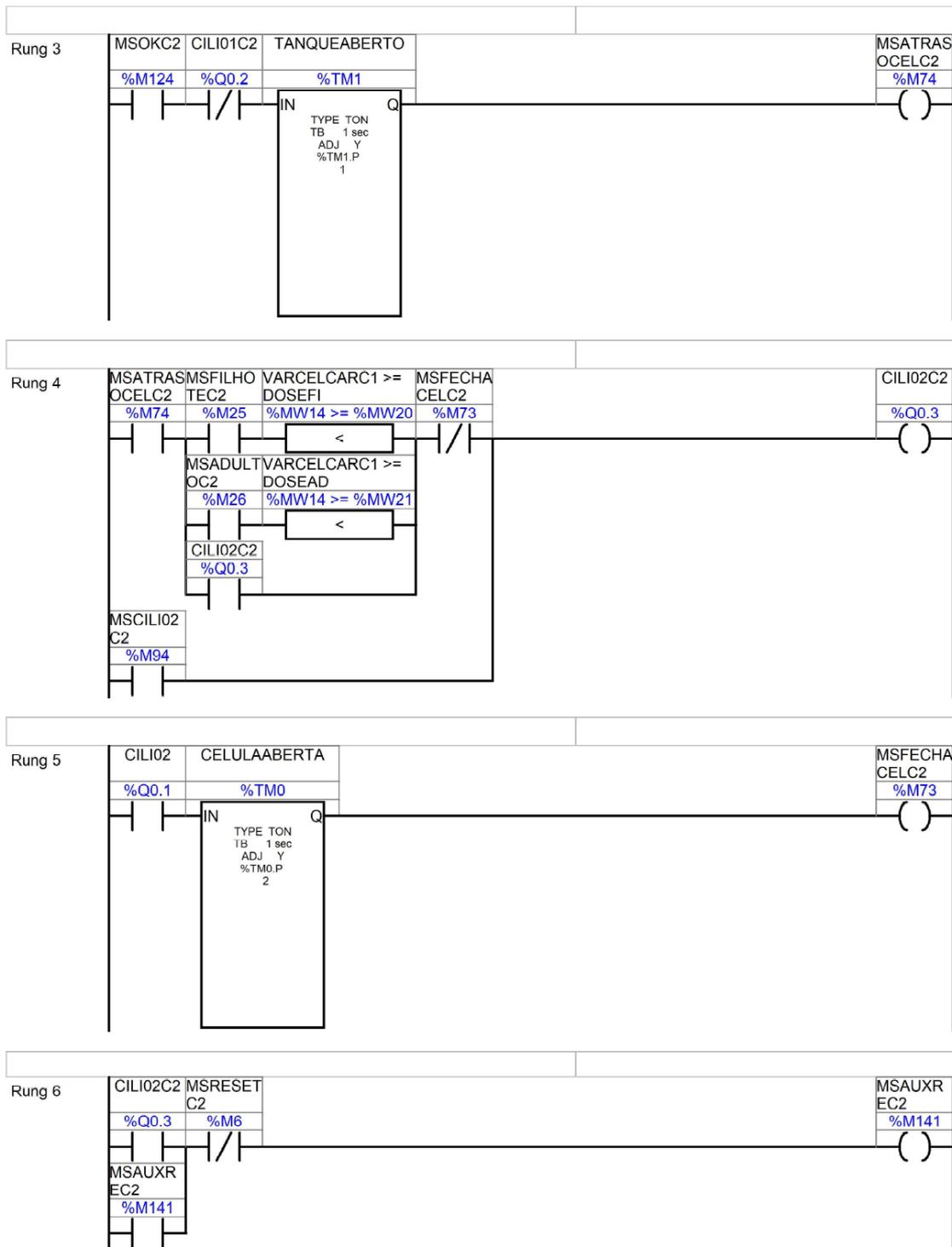
Fonte: Próprio Autor.

Figura 48 - Algoritmo Parte 14.



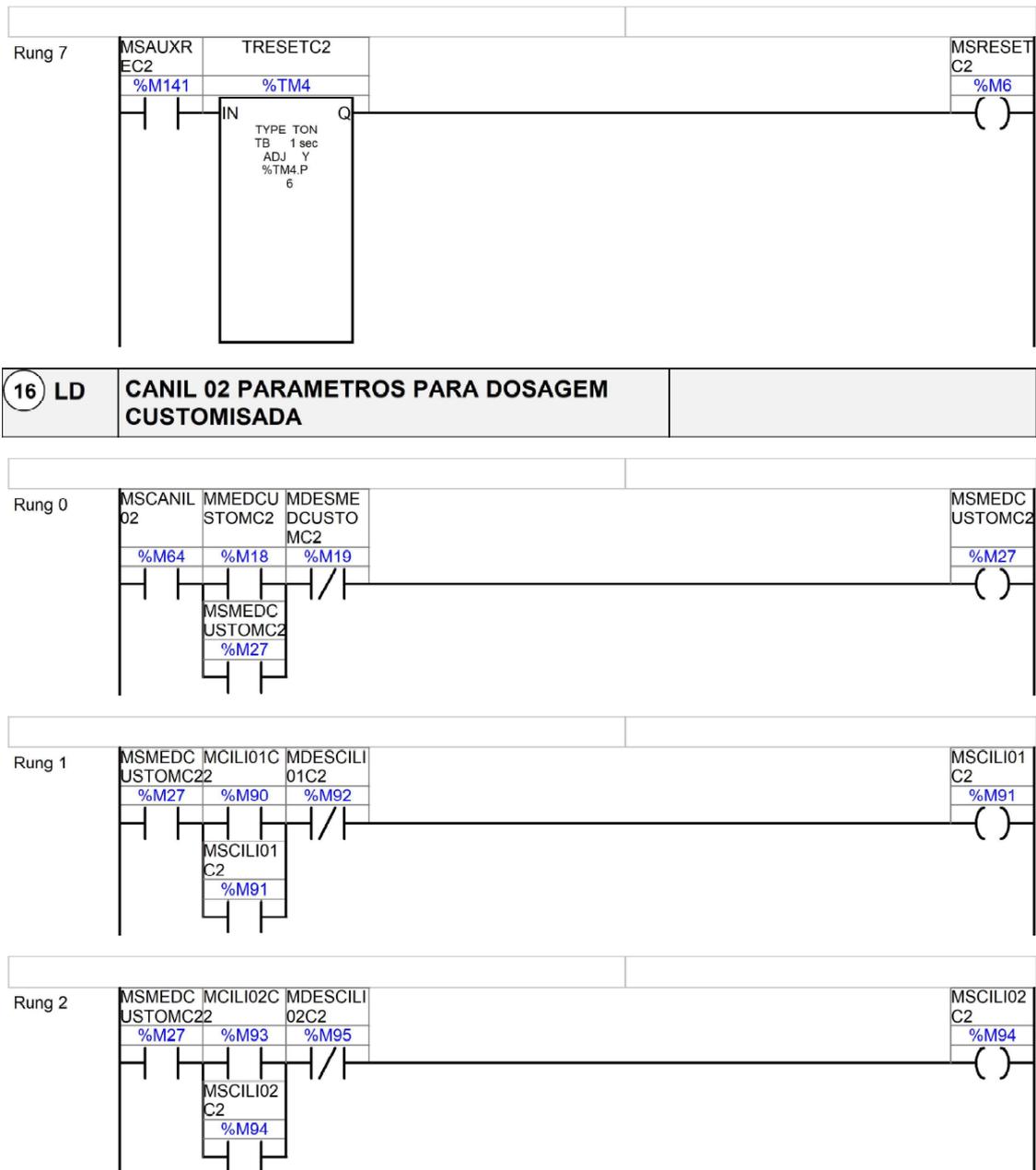
Fonte: Próprio Autor.

Figura 49 - Algoritmo Parte 14.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 50 - Algoritmo Parte 15.



Fonte: Próprio Autor.

ANEXO IV

- Pneumática:

Figura 51 - Válvula 5/2 Vias.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 52 - Derivador de Fluxo Pneumático.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 53 - Cilindro Pneumático de Simples Ação com Retorno por Mola.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 54 - Mangueira para Condução de Ar Comprimido.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 55 - Compressor Pneumático.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 56 - Limitador de Fluxo Pneumático.



Fonte: Próprio Autor.

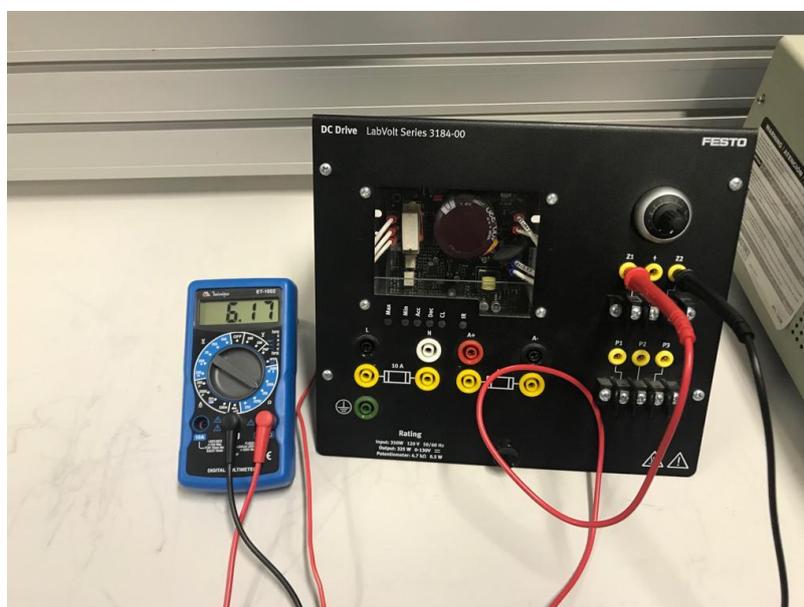
Figura 57 - Regulador de Pressão.



Fonte: Próprio Autor.

- Elétrico

Figura 58 - Modulo Potenciômetro e Multímetro.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 59 - Fonte de Tensão Contínua.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 60 - CLP Schneider e Módulos de Extinção Analógicos



Fonte: Próprio Autor.

Figura 61 - Fonte de Tensão CC de 24 V.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 62 - Disjuntor Bipolar.



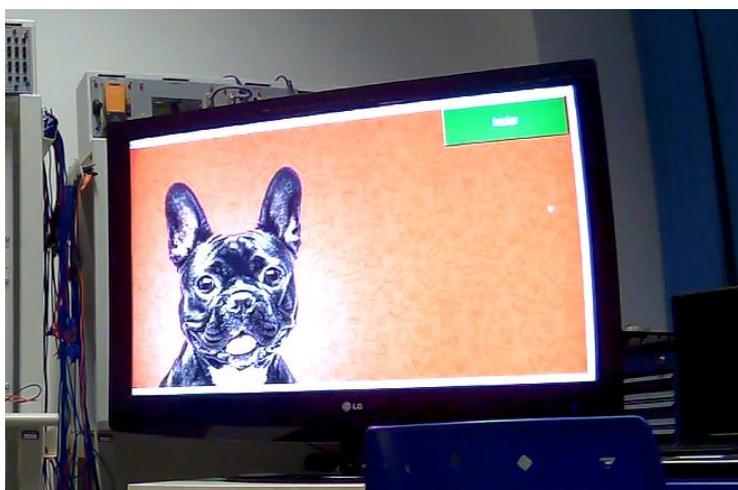
Fonte: Próprio Autor.

Figura 63 - Sensor Ultrassônico.



Fonte: Próprio Autor.

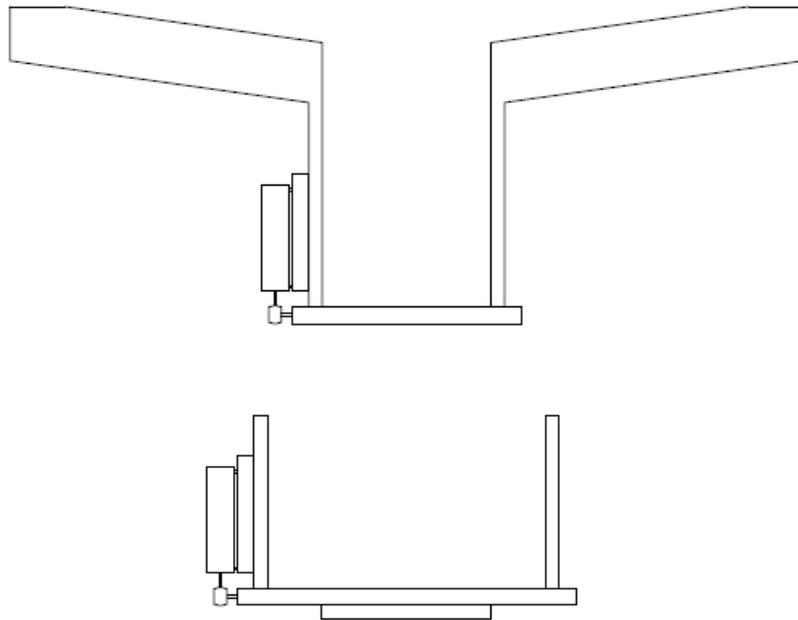
Figura 64 - Televisão.



Fonte: Próprio Autor.

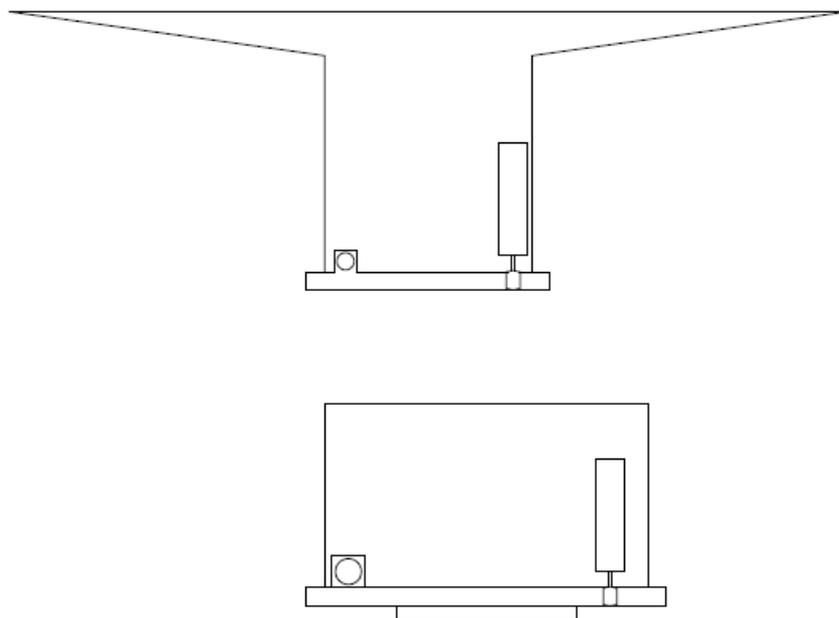
ANEXO V

Figura 65 - Perspectiva Frontal Célula de Carga e Cilindro Pneumático.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 66 - Perspectiva Lateral Célula de Carga e Cilindro Pneumático.



Fonte: Próprio Autor.