

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATERIAIS**

**PAULO ESTEVÃO QUIMAS QUELHO**

**DESENVOLVIMENTO DE EXTRUSORA EXPERIMENTAL E  
SOFTWARE PARA CONTROLE E SUPERVISÃO DAS VARIÁVEIS DE  
EXTRUSÃO DO ABS**

**VOLTA REDONDA**

**2018**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATERIAIS**

**DESENVOLVIMENTO DE EXTRUSORA EXPERIMENTAL E  
SOFTWARE PARA CONTROLE E SUPERVISÃO DAS VARIÁVEIS DE  
EXTRUSÃO DO ABS**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Materiais do Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA, como requisito obrigatório para obtenção do título de Mestre em Materiais, sob a orientação do Prof. Dr. Alexandre Alvarenga Palmeira, na área de concentração de processamento e caracterização de materiais, linha de pesquisa de materiais poliméricos.

Aluno:  
Paulo Estevão Quimas Quelho

Orientador:  
Prof. Dr. Alexandre Alvarenga Palmeira

**VOLTA REDONDA**

**2018**

### FICHA CATALOGRÁFICA

Bibliotecária: Alice Tacão Wagner - CRB 7/RJ 4316

Q3d Quelho, Paulo Estevão Quimas

Desenvolvimento de extrusora experimental e software para controle e supervisão das variáveis de extrusão do ABS. / Paulo Estevão Quimas Quelho. - Volta Redonda: UniFOA, 2018.

114 p. II

Orientador(a): Dr. Alexandre Alvarenga Palmeira

Dissertação (Mestrado) – UniFOA / Mestrado Profissional em Materiais, 2018

1. Materiais - dissertação. 2. Acrilonitrila. 3. Butadieno. 4. Estireno. I. Palmeira, Alexandre Alvarenga. II. Centro Universitário de Volta Redonda. III. Título.

CDD – 620.1

## FOLHA DE APROVAÇÃO

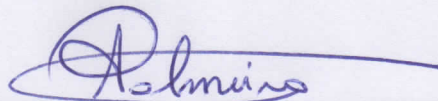
**Aluno: Paulo Estevão Quimas Quelho**

**DESENVOLVIMENTO DE EXTRUSORA EXPERIMENTAL E SOFTWARE  
PARA CONTROLE E SUPERVISÃO DAS VARIÁVEIS DE EXTRUSÃO DO  
ABS**

Orientador:

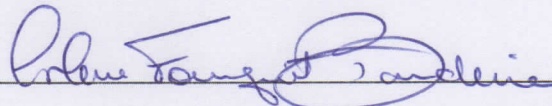
Prof. Dr. Alexandre Alvarenga Palmeira

Banca Examinadora



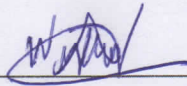
---

Prof. Dr. Alexandre Alvarenga Palmeira



---

Profa. Dra. Cirlene Fourquet Bandeira



---

Prof. Dr. Wesley Luiz da Silva Assis

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por permitir todas as coisas, por me conceder o dom do conhecimento e da ciência.

Pelo carinho, amor e compreensão da minha esposa Karina e dos meus familiares.

Pelas incontáveis horas de estudo nos laboratórios CETTA treinamentos, ao meus grandes amigos Otair e Mauricio.

Pelo apoio ao estudo no fornecimentos dos materiais AG1000 e AE8000, cedidos gentilmente pela empresa Innova e seu interlocutor Fabio Meireles.

Pelo apoio na realização do estudo das principais características de fluidez do material, Guilherme Finocchio e sua empresa Afinko de soluções em polímeros.

Ao meu orientador, Professor Dr. Alexandre Alvarenga Palmeira, que foi paciente e me orientou, me incentivou e direcionou para os caminhos corretos.

À Professora Dr<sup>a</sup>. Cirlene Fourquet Bandeira, pelos dias, tardes e noites dedicados a me ajudar.

Ao Professor Dr. Sergio Roberto Montoro, pelas dicas e orientações.

Ao Professor Dr. Bruno Gambarato, pela atenção e orientação nas análise térmica e mecânica.

QUELHO, P. E. Q., **DESENVOLVIMENTO DE EXTRUSORA EXPERIMENTAL E SOFTWARE PARA CONTROLE E SUPERVISÃO DAS VARIÁVEIS DE EXTRUSÃO DO ABS**. 2018. p. 114f. Dissertação (Mestrado Profissional em Materiais) – Fundação Oswaldo Aranha do Campus Três Poços, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda.

## RESUMO

O desenvolvimento de tecnologias cada vez mais avançadas, para monitoramento processos de fabricação, tem sido objeto de busca contínua de grandes estabelecimentos industriais. Este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de uma extrusora experimental para uso em laboratórios de pesquisa e em salas de aula, assim como do software de controle e automação de uma planta de extrusão, tal como a proposição de um projeto de sistema de controle autônomo. O trabalho desenvolvido tem apoio do laboratório de automação, parceiro CETTA treinamentos, onde foi financiado e desenvolvida toda a planta física e realizada parte dos experimentos. Os polímeros termoplásticos, são definidos como polímeros, que possuem a capacidade de mudar seus estado físico, diversas vezes, quando submetido a um aumento de temperatura e pressão. Os principais métodos industriais para processamento de materiais poliméricos, são classificados como processo de extrusão, de injeção, de sopro e de calandragem. O processo de extrusão, foi o processo escolhido para o desenvolvimento deste software de controle e supervisão utilizando a plataforma do Indusoft. O processo de extrusão é representado como a modelagem contínua de um material, e ele é dividido em três estágios: pré-extrusão, extrusão e pós extrusão. A extrusora de rosca ainda, é dividida em três diferentes zonas: zona de alimentação, zona de compressão e zona de regulação. Das tecnologias hoje conhecidas de extrusão existem quatro métodos de se alimentar uma extrusora: alimentação por inundação (*Flood-fed extruder*), alimentação por fome (*Starve feed*), extrusora alimentada por extrusora (*Crammer-fed extruder*) e Extrusão alimentado por fusão (*melt-fed extruder*). Baseando-se no processo de extrusão por inundação, foi realizado o desenvolvimento de uma planta de uma rosca com um ponto de alimentação, 4 sistemas de controle de temperatura *PID* (Proporcional, Integrativo e derivativo) e controle de rotação do motor, no nível mais baixo do processo. O fechamento da malha foi possível através da utilização da rede de comunicação de dados *opc*. Para comprovação do funcionamento do sistema foi extrusado o material termoplástico (ABS), e submetido o produto a experimentações nos laboratórios do UNIFOA e laboratório *Afinko* de : Índice de fluidez, análise térmica (*TGA*) e análise mecânica (tração). Através dos resultados obtidos nas análises reológicas/térmicas e mecânicas comprovou-se a eficiência do equipamento e software de controle.

**Palavras-chave:** Acrilonitrila, butadieno, estireno, IHM e Indusoft.

QUELHO, P. E. Q., **EXPERIMENTAL EXTRUSORA DEVELOPMENT AND SOFTWARE FOR CONTROL AND SUPERVISION OF ABS EXTRUSION VARIABLES**. 2018. p. 114f Dissertação (Mestrado Profissional em Materiais) – Fundação Oswaldo Aranha do Campus Três Poços, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda.

### **ABSTRACT**

The development of increasingly advanced technologies, for monitoring manufacturing processes, has been the subject of continuous search for large industrial establishments. The objective of this work is the development of an experimental extruder for use in research laboratories and classrooms, as well as control and automation software for an extrusion plant, such as the proposal of an autonomous control system project. The work developed has support from the automation laboratory, partner of CETTA trainings, where it was funded and developed the entire physical plant and performed part of the experiments. Thermoplastic polymers are defined as plastics, which have the ability to change their physical state several times when subjected to an increase in temperature and pressure. The main industrial methods for processing polymeric materials are classified as extrusion, injection, blowing and calendaring processes. The extrusion process was the process chosen for the development of this control and supervision software using the Indusoft platform. The extrusion process is represented as the continuous modeling of a material, and it is divided into three stages: pre-extrusion, extrusion and post extrusion. The threaded extruder is further divided into three different zones: feed zone, compression zone and regulation zone. Of the known extrusion technologies there are now four methods of feeding an extruder: Flood-fed extruder, Starve feed, Crammer-fed extruder, and Melt-fed extruder. By following the flood extrusion process, a one-threaded plant was developed with a power point, 4 PID temperature control systems and motor rotation control, at the lowest level of the process. The closing of the mesh was possible through the use of the data communication network opc. To prove the operation of the system, the thermoplastic material (ABS) was extruded, and the product was submitted to experiments in the laboratories of UNIFOA and Afinko laboratory of: Fluidity index, thermal analysis (TGA) and mechanical analysis (traction). Through the results obtained in the rheological / thermal and mechanical analyzes, the efficiency of the control equipment and software was verified.

**Keywords:** acrylonitrile, butadiene, styrene, IHM e Indusoft.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	16
1.1.	Objetivos .....	17
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	19
2.1.	Os Polímeros.....	19
2.1.1.	Classificações.....	19
2.1.1.1.	Fibras .....	19
2.1.1.2.	Elastômeros .....	19
2.1.1.3.	Plásticos.....	20
2.1.1.4.	Termofixos .....	20
2.1.1.5.	Termoplásticos.....	21
2.2.	Processamento de Materiais Poliméricos .....	22
2.2.1.	Extrusão .....	22
2.2.2.	Parâmetros de Processo .....	28
2.2.2.1.	Tipo de Roscas .....	32
2.2.2.2.	Sistemas de Controle de Temperatura .....	34
2.2.2.3.	Transdutor de Pressão.....	36
2.2.3.	Comportamento Térmico.....	37
2.3.	Ensaio de Materiais .....	38
2.3.1.	Ensaio de Análise Térmica (TGA) .....	39
2.3.2.	Ensaio de Tração .....	39
2.3.3.	Índice de Fluidez .....	40
2.4.	Controlador Lógico Programável.....	41
2.4.1.	Arquitetura do Controlador Lógico Programável .....	42
2.4.2.	Linguagem de Programação .....	44
2.5.	Transdutor, Sensores e Atuadores.....	45
2.5.1.	Sensores .....	46
2.5.2.	Sensores Analógicos.....	47
2.5.3.	Sensores Digitais.....	47
2.5.4.	Atuadores .....	48
2.6.	Sistemas de Supervisão.....	48
2.6.1.	Interface Homem-Máquina (IHM).....	49
2.6.2.	Supervisão, Controle e Aquisição de Dados .....	49

2.6.3.	Indusoft.....	50
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	54
3.1.	ABS .....	58
3.2.	Construção da Extrusora.....	59
3.3.	Desenvolvimento dos Moldes dos Corpos de Prova .....	63
3.4.	Sistema de Controle .....	64
3.5.	Arquitetura Proposta.....	65
3.5.1.	Tags do Software .....	65
3.5.2.	Dados de Saída/Entrada .....	68
3.6.	Software e Extrusora.....	70
3.6.1.	Extrusora .....	70
3.6.2.	Software .....	72
3.6.2.1.	Tela de Login .....	73
3.6.2.2.	Tela da Planta de Processo .....	74
3.6.2.3.	Tela de Alarmes .....	76
3.6.2.4.	Tela de Tendência .....	77
3.6.2.5.	Tela de Ajuda .....	79
3.7.	Testes Operacionais.....	79
3.7.1.	Testes da Programação .....	80
3.7.2.	Teste de Funcionamento a Frio e a Quente .....	82
3.8.	Ensaio de Caracterização do Material .....	84
3.8.1.	Análise Térmica.....	85
3.8.2.	Ensaio de Índice de Fluidez .....	85
3.8.3.	Ensaio de Tração .....	86
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	89
4.1.	Análise do Índice de Fluidez.....	89
4.1.1.	AE8000.....	89
4.1.2.	AG1000 .....	90
4.1.3.	MG94.....	91

4.2.	Análise Térmica.....	91
4.2.1.	AE8000.....	91
4.2.2.	AG1000.....	94
4.2.3.	MG94.....	97
4.3.	Análise Mecânica .....	101
5.	CONCLUSÕES .....	104
6.	TRABALHOS FUTUROS .....	105
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	106
8.	ANEXOS .....	111

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição dos Plásticos nos Resíduos Descartados.....	16
Figura 2: Estrutura Molecular do Polímero Termofixo.....	20
Figura 3: Estrutura de uma Extrusora Simples.....	23
Figura 4: Moldagem por Extrusão.....	25
Figura 5: Extrusora Alimentada por Inundação.....	26
Figura 6: Processo de Alimentação por Fome (Starve Feed).....	26
Figura 7: Processo de Extrusora Alimentada por Extrusora (Crammer-fed extruder). .....	27
Figura 8: Processo de Extrusão Alimentado por Fusão ( <i>melt-fed extruder</i> ).....	28
Figura 9: Condições Térmicas para Processamento do ABS.....	29
Figura 10: Vista Interna do Canhão de Passagem do Material.....	32
Figura 11: Separação das Zonas em uma Rosca.....	33
Figura 12: Termopar Tipo K.....	34
Figura 13: Termopares de Controle da Fusão Cristalina.....	34
Figura 14: Transdutores de Pressão.....	37
Figura 15: Comportamento Típico de Materiais Poliméricos.....	40
Figura 16: Diagrama de Blocos de um CLP.....	43
Figura 17: CLP Compacto Zelio Logic da e o CLP Modular Modicon Quantum ambos da Scheneider Eletric.....	44
Figura 18: Programação em Linguagem Ladder.....	45
Figura 19: Ilustração da Variação de uma Grandeza Física de um Sensor Analógico. .....	47
Figura 20: Sistema de Supervisão e Controle Angra 1.....	48
Figura 21: IHM.....	49
Figura 22: Ambiente de Trabalho do ISW.....	51
Figura 23: Tabelas do Workspace.....	52
Figura 24: Fluxograma das Etapas do Trabalho.....	56

Figura 25: Suporte da Extrusora. ....	59
Figura 26: Rosca de Extrusão. ....	60
Figura 27: Suporte do Canhão. ....	61
Figura 28: Suporte do Canhão e Sistema de Fixação Eixo Motor/Rosca.....	61
Figura 29: Sistema de Alimentação.....	62
Figura 30: Bico de Extrusão. ....	63
Figura 31: Molde dos Corpos de Prova.....	64
Figura 32: Arquitetura do Processo.....	65
Figura 33: Extrusora de Bancada.....	70
Figura 34: Sistema de Extrusão. ....	71
Figura 35: Painel de Controle e Potência.....	72
Figura 36: Tela de Login do Supervisório.....	73
Figura 37: Login de Usuários. ....	74
Figura 38: Tela da Planta de Extrusão.....	75
Figura 39: Tela da Planta em Funcionamento.....	76
Figura 40: Tela de Alarme.....	77
Figura 41: Tela de Tendência.....	78
Figura 42: Tela de Ajuda. ....	79
Figura 43: Ajuste e Teste dos Controladores Térmicos. ....	81
Figura 44: Emergência. ....	82
Figura 45: Curva de Aquecimento.....	83
Figura 46: Curva de Resfriamento. ....	84
Figura 47: Equipamento de Análise Térmica STA 6000.....	85
Figura 48: Equipamento XRL – 400. ....	86
Figura 49: Máquina de Ensaio Mecânico EMIC. ....	87
Figura 50: Dimensões do Corpo de Prova. ....	87
Figura 51: Medida dos CPs Utilizados. ....	88

Figura 52: Resultado Índice Fluidez AE800. ....	90
Figura 53: Resultado Índice Fluidez AG1000.....	90
Figura 54: Resultado Índice Fluidez MG94. ....	91
Figura 55: TGA AE8000 V.....	93
Figura 56: TGA AE 8000 P.....	94
Figura 57: TGA AG1000 V. ....	96
Figura 58: TGA AG1000 P. ....	97
Figura 59: TGA MG94 V.....	99
Figura 60: TGA MG94 P.....	100
Figura 61: Gráfico de Tensão x Deformação do Material AE8000. ....	102
Figura 62: Gráfico de Tensão x Deformação do Material AG1000.....	103
Figura 63: Gráfico de Tensão x Deformação do Material AG1000.....	103

## LISTA DE TABELA

Tabela 1: Parâmetros de Processamento dos Materiais Termoplásticos.....	30
Tabela 2: Taxa de Compressão de Polímeros Comerciais. ....	33
Tabela 3: Tipos de Termopares. ....	35
Tabela 4: Classes de Tolerância para Termopares.....	36
Tabela 5: Características e Benefícios do Controlador Lógico Programável. ....	42
Tabela 6: Lista de Material Parte 1.....	57
Tabela 7: Lista de Material Parte 2.....	58
Tabela 8: Tags do Ambiente de Supervisão Parte 1.....	66
Tabela 9: Tags do Ambiente de Supervisão Parte 2.....	67
Tabela 10: Tags do Ambiente de Supervisão Parte 3.....	68
Tabela 11: Dados de Saída/Entrada. ....	69
Tabela 12: Configuração do Equipamento de Análise do Índice de Fluidez. ....	85
Tabela 13: Resultados Análise Térmica AE8000. ....	92
Tabela 14: Resultados Análise Térmica AG1000.....	95
Tabela 15: Resultados Análise Térmica MG94. ....	98
Tabela 16: Resultado da Análise Mecânica. ....	101

## LISTA DE SIGLAS

**ABS:** Acrilonitrila Butadieno Estireno

**CETTA:** Centro de Treinamento em Tecnologia e Automação

**CLP:** Controlado Lógico Programável

**DSC:** Differential Scanning Calorimetry

**DTA:** Análise Térmica Diferencial

**IHM:** Interação Homem-Máquina

**E/S:** Entrada e Saída de Dados

**I/O:** IN e OUT

**ISW:** Indusoft Web Studio

**LD:** Ladder diagram

**MFI:** Melt Flow Index

**ODBC:** Acrônimo para Open Database Connectivity

**OPC:** OLE for Process Control

**SAN:** Copolímero de Estireno-Acrilonitrila

**SCADA:** Supervisão, Controle e Aquisição de Dados

**TCP/IP:** Protocolo de Controle de Transmissão / Protocolo de Internet

**TGA:** Análise Termogravimétrica

**UCP:** Unidade Central de Processamento

**UNIFOA:** Centro Universitário de Volta Redonda

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A – Datasheet dos Fabricantes

Anexo B – Desenho Técnico do Equipamento

Anexo C – Programação Ladder

Anexo D – Cartas

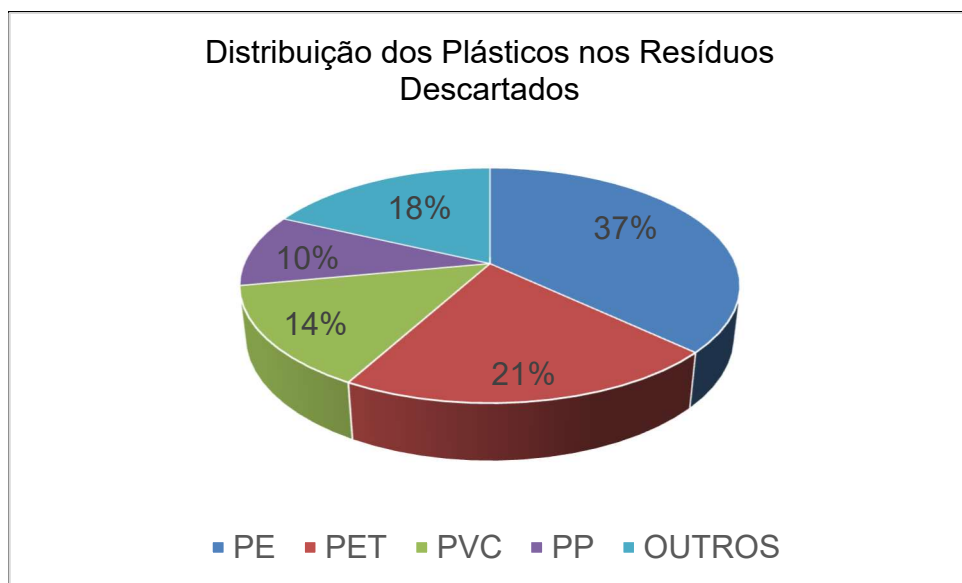
## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Silveira e Bazzo (2005), após a II Guerra Mundial, a imagem da ciência e tecnologia sofreu diversas modificações e alavancou a revolução industrial, pois neste período houve um grande movimento econômico no mercado mundial que favoreceu a geração de oportunidades para obtenção de lucros.

Em decorrência do avanço tecnológico tornou-se necessário começar a desenvolver técnicas que favorecessem os ecossistemas, minimizando ao máximo os seus impactos na natureza.

De acordo com Parente (2006), em função da responsabilidade ambiental, nos grande e médios centros urbanos, foram criados os núcleos de reciclagens de plásticos provenientes de resíduos urbanos, que atuam com materiais basicamente originários de termoplásticos, entretanto, a gama de produtos proveniente de fabricação plástica é bastante extensa, e para tal ela é dividida em quatro categorias: Termoplásticos, termofixos, elastômeros e polímeros naturais. Observe-se que na Figura 1 é apresentada uma distribuição dos plásticos nos resíduos descartados e suas proporções.

Figura 1: Distribuição dos Plásticos nos Resíduos Descartados.



Fonte: Piva e Wiebeck (2004 *apud* PARENTE, 2006).

Com o desprovemento de matérias-primas para infraestruturas, houve uma crescente tendência para pesquisas que envolviam plásticos reciclados para aplicação em estruturas (1). Sendo assim, para o processamento destes materiais, foram necessários a utilização de tecnologias de processamento de polímeros, como processo de extrusão, de injeção, de sopro e de calandragem.

Diante do exposto, neste estudo será feita uma abordagem sobre o processo denominado de extrusão, no qual será utilizado como material o ABS (acrilonitrila, butadieno e estireno) puro. Em função de uma demanda educacional, para o modo de funcionamento destas plantas, neste trabalho foi desenvolvido um software de supervisão sob a plataforma indusoft, visando obter a coleta de dados provinda de um controlador lógico programável dedicado para esta planta e uma extrusora mono rosca. Para comprovação da eficácia do sistema foram realizadas análises por meio de metodologias conhecidas como: ensaios reológicos, térmicos e mecânicos.

### **1.1. Objetivos**

O principal objetivo deste estudo é desenvolver uma extrusora para fins didáticos e um software para controle e supervisão das variáveis de extrusão do ABS.

Para alcançar esse objetivo, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- a) Realizar validação da interface homem máquina, com execuções em modo automático e modo manual, afim de avaliar o tempo de resposta do sistema a sinais impostos pelo operador.
- b) Avaliar o comportamento térmico do canhão e o tempo de aquecimento e resfriamento do sistema.
- c) Avaliar as propriedades reométricas do material puro e o extrusado, quando submetidos a condições de processamento do equipamento;
- d) Avaliar por Termogravimetria, o comportamento do material extrusado e validar suas principais características em relação ao material puro.

- e) Realizar ensaios de tração, visando obter informações a cerca das propriedades mecânicas do material e da interação entre o material e o meio;

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Os Polímeros**

Os polímeros são definidos como macromoléculas de origem natural ou sintética. Formados pela repetição de um grande número de unidades químicas denominadas monômeros (1).

#### **2.1.1. Classificações**

##### **2.1.1.1. Fibras**

As fibras são polímeros que englobam as macromoléculas orientáveis longitudinalmente, com uma faixa estreita de extensibilidade, são parcialmente reversíveis, estáveis termicamente e em alguns casos infusíveis, e não denotam uma alteração substancial de suas propriedades mecânicas (2).

Denominadas também de termoplástico orientado, a orientação das cadeias e dos cristais, propicia o aumento da resistência mecânica. Alguns exemplos de fibras são as de poliacrilonitrila, os náilons, o poliéster (PET) entre outros (3).

##### **2.1.1.2. Elastômeros**

Os elastômeros são definidos como polímeros que, quando expostos à temperatura ambiente, podem sofrer deformação em seu comprimento inicial, e que retornam ao comprimento original quando cessado o esforço aplicado (3).

Algumas propriedades básicas destes materiais são:

- suportam grandes deformações, mantendo uma boa resistência mecânica e módulo de elasticidade quando deformados;
- recuperam-se rapidamente da deformação sofrida, após a retirada do esforço aplicado.
- possuem recuperação total da deformação sofrida.

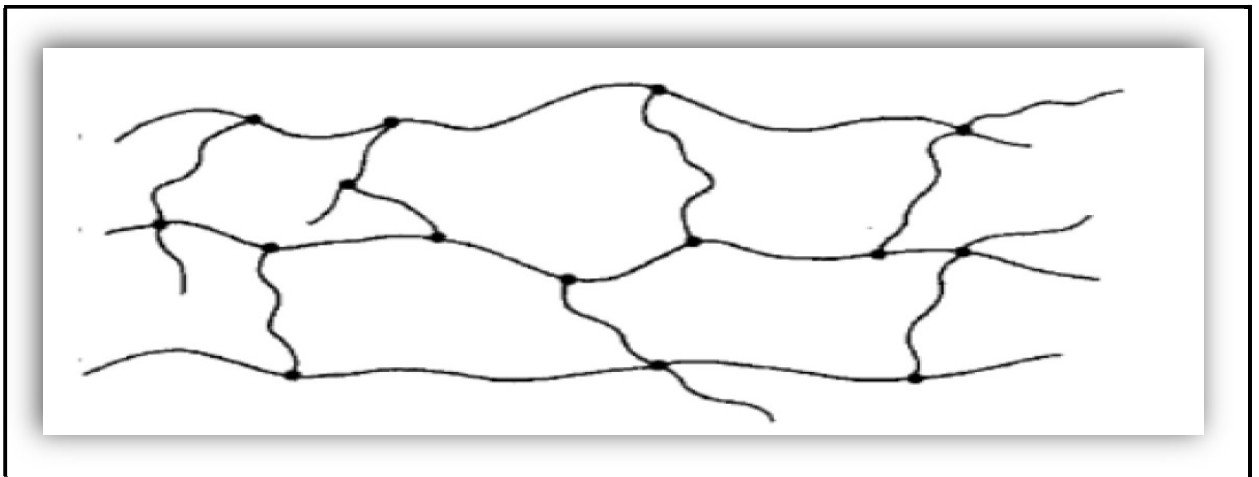
### 2.1.1.3. Plásticos

A abordagem do universo dos plásticos, deve ser orientada, baseando-se em dois grandes grupos: os termoplásticos e os termofixos ou termorrígidos. Essa divisão é aplicada baseando-se na distinção do comportamento destes materiais, quando expostos a processos térmicos e sua capacidade de repetir o processo de mudança de estado físico mais de uma vez, podendo ser remoldados ou não (4).

### 2.1.1.4. Termofixos

Para Saechtling (1983 *apud* FREITAS 2014), após expor estes polímeros a processos de aquecimento constantemente, eles formam ligações cruzadas e tornam-se materiais sólidos. Esse processo é definido pela literatura como cura. Quando esse processo ocorre, as pequenas moléculas se juntam quimicamente para formar uma cadeia molecular e caso o material sofra um segundo aquecimento, ele vai sofrer degradação e não fusão.

Figura 2: Estrutura Molecular do Polímero Termofixo.



Fonte: Saechtling (1983 *apud* FREITAS 2014).

Os polímeros termofixos, são aplicados a uma variedade de processos, em função de sua alta estabilidade térmica e estrutura, quando comparado aos polímeros termoplásticos. E suas propriedades, são definidas principalmente pela sua estrutura química e pela sua densidade de reticulação, tal como suas condições de processamento que podem variar em função da temperatura e a pressão (5).

Segundo Parente (2006), os principais polímeros termofixos existentes são :

- Aminoplásticos;
- Epóxis;
- Fenol Formaldeído;
- Poliéster.

#### **2.1.1.5. Termoplásticos**

Os polímeros termoplásticos são definidos como plásticos que possuem a capacidade de mudar diversas vezes seu estado físico quando submetidos a um aumento de temperatura e pressão (3).

Os plásticos classificados como termoplásticos são materiais que necessitam ser aquecidos para que possam adquirir a forma desejada e depois precisam passar por um processo de resfriamento. Ao ser submetidos a esse procedimento eles conservam a forma na qual foram processados. Em sua maioria, os materiais considerados como termoplásticos são constituídos por cadeias principais muito longas de átomos de carbono, entrelaçados entre si na forma covalente. Em outras palavras, o material termoplástico é considerado menos denso do que os metais ou materiais cerâmicos (6).

Geralmente, requerem uma temperatura de processamento entre a temperatura ambiente e 250°C. São materiais com baixa condutividade elétrica e baixa condutividade térmica, entretanto, com boa resistência à corrosão (7).

Segundo Parente (2006), os principais polímeros termoplásticos existentes são:

- Acetais e Poliacetais;
- Celulósicos;
- Acetato Vinil-Etileno;
- Polietileno Tereftalato;
- Poliamidas;
- Polietileno;
- Poliestireno;
- Cloreto de Polivinila;
- Policarbonato;

- Polipropileno;
- Acrilonitrila-Butadieno-Estireno (ABS).

## **2.2. Processamento de Materiais Poliméricos**

Segundo BROWN (*apud* SEBIO, 2003) os principais métodos industriais para processamento de materiais poliméricos, são classificados como processo de extrusão, de injeção, de sopro e de calandragem.

Para o processamento de materiais termoplásticos, o processo de extrusão é considerado um dos mais importantes.

### **2.2.1. Extrusão**

O processo de extrusão é comumente utilizado no processamento de elementos estruturais de plástico reciclado. Nesse processo os grãos, péletes plásticos, são submetidos a zonas de calor, afim de fluidificá-los e posteriormente moldá-los (4).

Para Olkku e Linko (*apud* SEBIO, 2003) entende-se por processo de extrusão, o procedimento cujo objetivo é a conversão de um material sólido em um fluído através da adição de calor a sua estrutura física, e aplicação de trabalho, submetendo este material a altas pressões, afim de extrussá-lo de uma matriz, gerando assim a termoplástificação deste material. O esforço mecânico sobre o material é realizado por um parafuso, que ao realizar o movimento rotativo, empurra o material, na direção de uma matriz, tal qual transforma-o em uma massa uniforme (2).

O processo de extrusão apresenta diversas vantagens: alta qualidade do produto; baixo custo de manufatura; e possibilidade de obtenção de diversas formas geométricas (2).

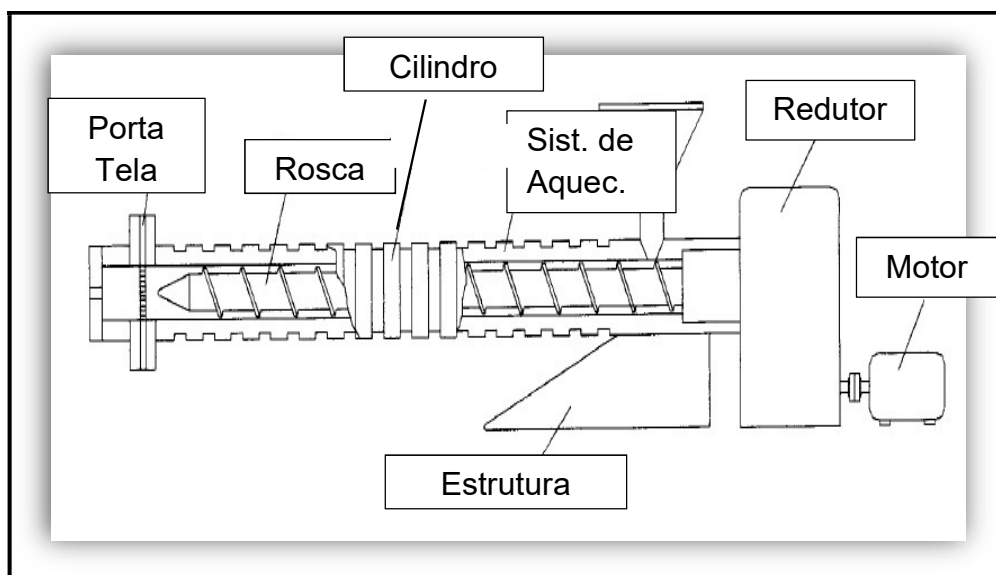
O processo de extrusão pode ser representado como a modelagem contínua de um material. Este tipo de processo pode ser apresentado sob a forma de etapas.

Segundo Galdámez (2002), o processo de extrusão segue as seguintes etapas:

- Preparação da matéria-prima;
- Plastificação: que é a transformação do material sólido para a forma fluida através do aquecimento e força;
- Vazão controlada: é a passagem do material através de uma matriz que dá a forma aproximada do produto;
- Calibração: definido pelo controle das dimensões do produto, antes que o material endureça;
- Resfriamento do material moldado;
- Medição e corte do produto.

Para Galdámez (2002), uma extrusora é geralmente desenvolvida com um ou dois parafusos, que realizam movimento rotativo, no interior de um cilindro aquecido. Esses parafusos terão seu formato diferentes, conforme as pré-definições do processo. Esse tipo de equipamento é apresentado de maneira genérica, baseando-se em um sistema de um único parafuso Figura 3.

Figura 3: Estrutura de uma Extrusora Simples.



Fonte:

(GALDÁMEZ, 2002)

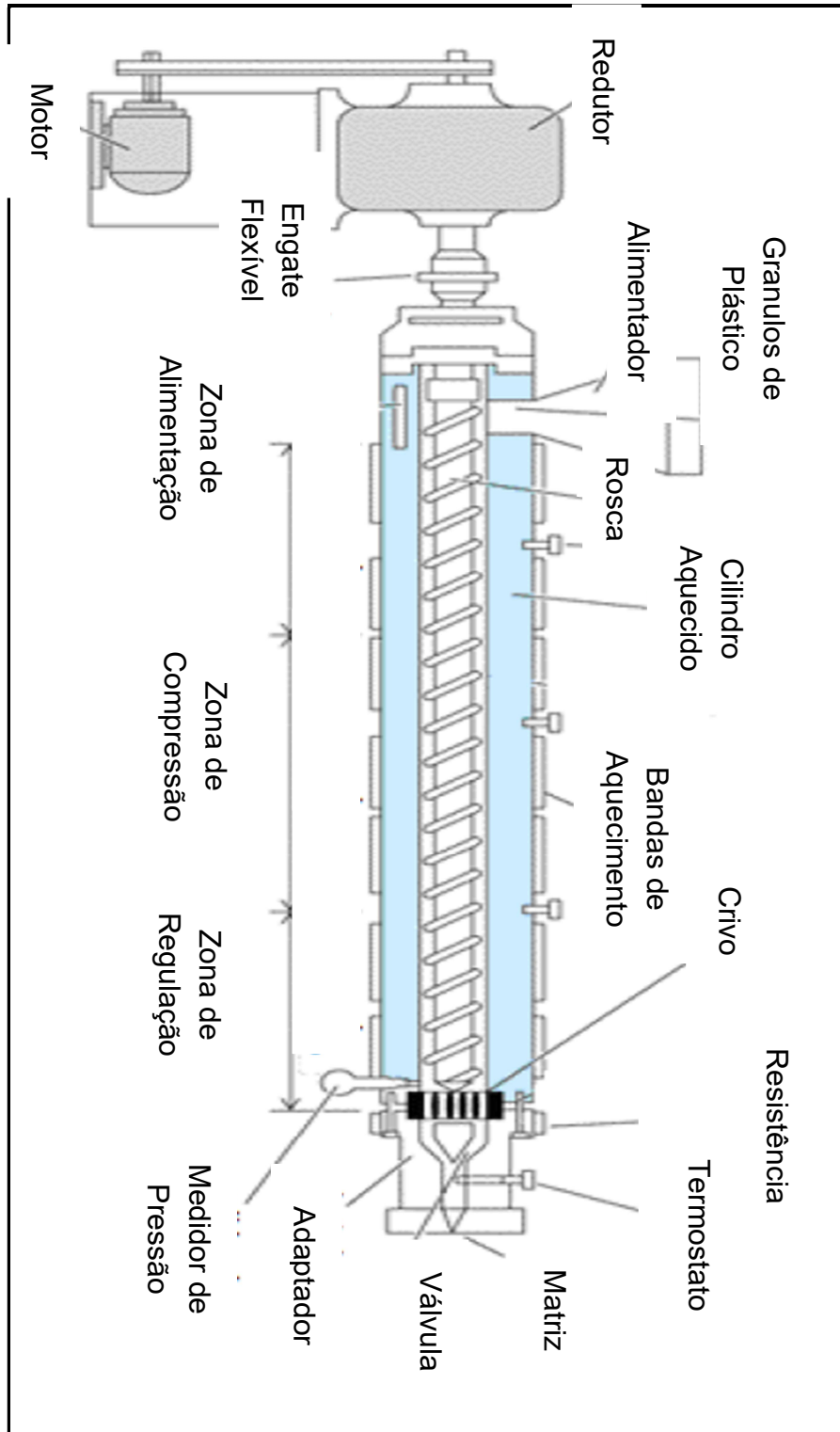
O processo de extrusão é dividido em três estágios: pré-extrusão, extrusão e pós-extrusão. Para a primeira e a última etapa a especificação dos

equipamentos variam de acordo com o material à ser extrusado. Todavia, a etapa de extrusão, continua sendo a mesma, sendo necessário apenas ajustar as condições de processamento (2).

Entretanto, para Parente (2006), a extrusora de rosca, é dividida em três diferentes zonas: zona de alimentação, zona de compressão e zona de regulação. Conforme a Figura 4.

- Zona de alimentação: é definida como a zona responsável por pré-aquecer o material para as zonas posteriores;
- Zona de compressão: esta zona é responsável pela compactação do material, ainda realizar a redução das bolhas de ar aprisionadas durante a execução do processo da zona anterior, que contribuirá para melhor transferência de calor sobre todo o material;
- Zona de regulação: é a zona responsável por fornecer a matriz um material com temperatura e pressão constantes.

Figura 4: Moldagem por Extrusão.

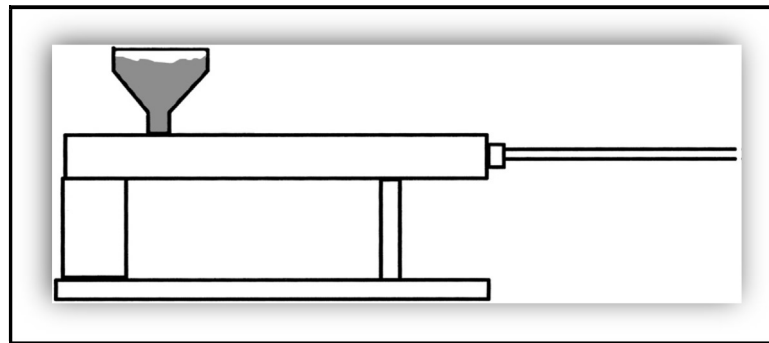


Fonte: (PARENTE, 2006).

Segundo John *et al.* (2014), existem 4 maneiras de se alimentar uma extrusora com polímeros.

1- Processo de alimentação por inundação (*Flood-fed extruder*): esta técnica é considerada a mais comum e basea-se em depositar o material dentro de um funil de forma contínua. Esse processo é ilustrado na Figura 5.

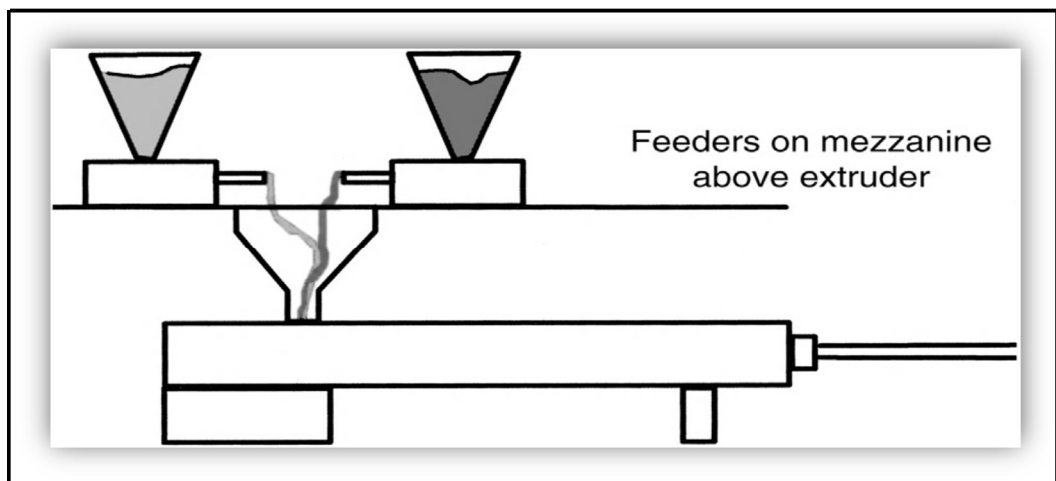
Figura 5: Extrusora Alimentada por Inundação.



Fonte: John *et al.* (2014).

2- Processo de alimentação por fome (*Starve feed*): o processo de alimentação por fome, basea-se na utilização de duas roscas de extrusão, para alimentação do funil de de alimentação da extrusora. Este processo é ilustrado na Figura 6.

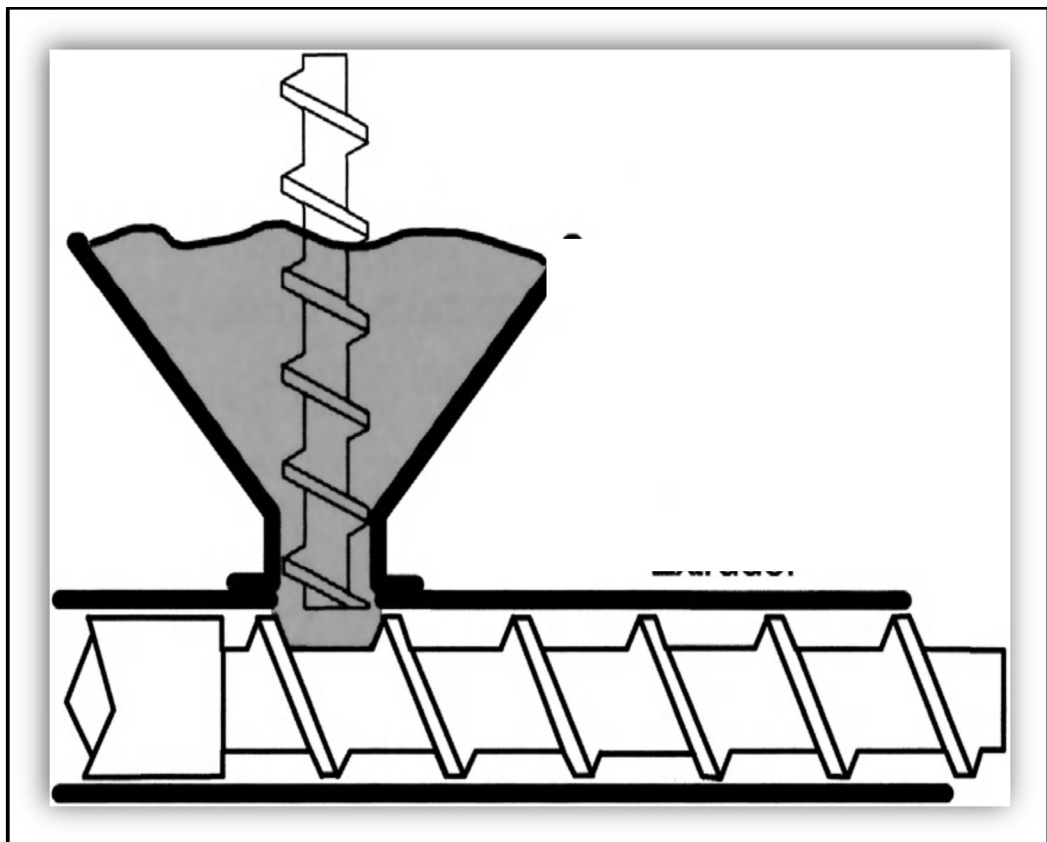
Figura 6: Processo de Alimentação por Fome (Starve Feed).



Fonte: John *et al.* (2014)

Processo de Extrusora alimentada por extrusora (*Crammer-fed extruder*): este tipo de processo é caracterizado por uma extrusora alimentando outra extrusora, com carga positiva de alimentação. Considera-se que esse processo, que está ilustrado na Figura 7 é aplicável a materiais de alta densidade.

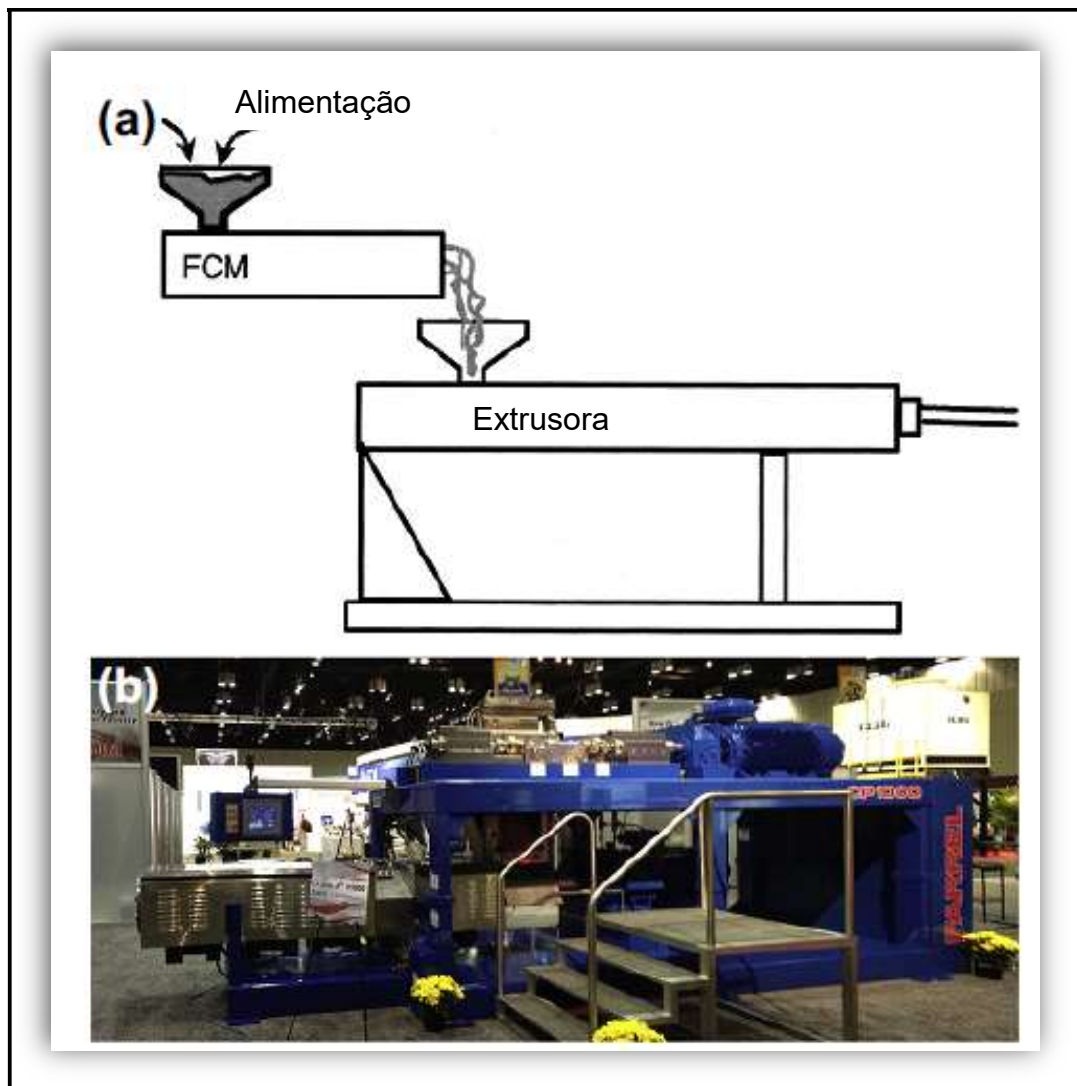
Figura 7: Processo de Extrusora Alimentada por Extrusora (*Crammer-fed extruder*).



Fonte: John *et al.* (2014)

3- Processo de Extrusão alimentado por fusão (*melt-fed extruder*): é caracterizado pelo processo no qual uma extrusora alimenta outra extrusora. Na Figura 8 a) é apresentado o modelo deste processo e na b) é apresentada uma máquina industrial baseada neste modelo, FCMCP1000 (8).

Figura 8: Processo de Extrusão Alimentado por Fusão (*melt-fed extruder*).



Fonte: John *et al.* ( 2014)

### 2.2.2. Parâmetros de Processo

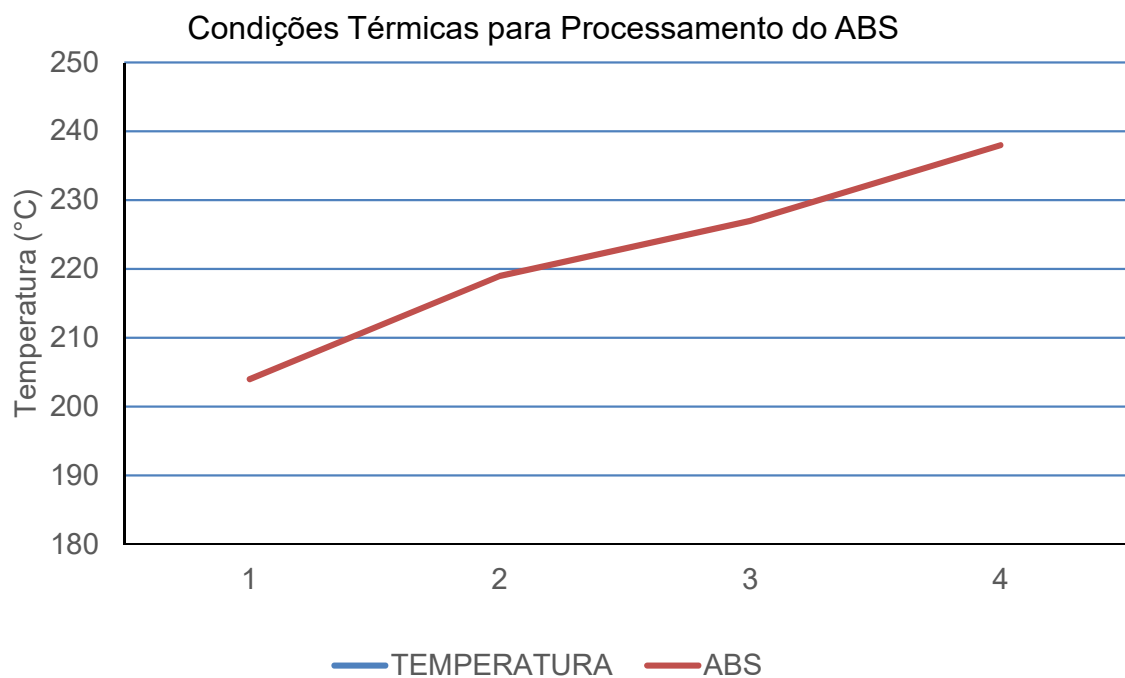
Para o processamento de materiais em extrusoras de pequenas e grandes escalas (industriais), o primeiro passo é definir o tipo de material que será extrudado no equipamento, pois todo o equipamento será ajustado para poder garantir que o material atinja as condições mínimas para seu processamento. É feita a correlação das condições térmicas necessárias para processamento do ABS, quando submetido a uma taxa de compressão de 2.75:1 e na Tabela 1 estão relacionados

diversos tipos de materiais, bem como os parâmetros de ajuste para seu devido processamento.

De acordo com John *et al.* (2014), para o ajuste adequado do equipamento Figura 9, deve-se levar em consideração alguns parâmetros que geralmente são disponibilizados pelos fabricantes da matéria prima:

- Perfil de temperatura de processamento;
- Melhor design da rosca de processamento;
- Condições adequadas de secagem do material;
- Comprimento adequado da ultima seção de extrusão.

Figura 9: Condições Térmicas para Processamento do ABS.



Fonte: John *et al.* (2014).

Tabela 1: Parâmetros de Processamento dos Materiais Termoplásticos.

<b>MATERIAL</b>	<b>TAXA DE COMP. DA ROSCA</b>	<b>ZONA DE ALIMENTAÇÃO °F(°C)</b>	<b>ZONA DE TRANSIÇÃO °F(°C)</b>	<b>ZONA DE FUSÃO °F(°C)</b>	<b>ZONA DE CRISTALIZAÇÃO °F(°C)</b>
ABS	2.75:1	400(204)	425(219)	440(227)	460(238)
NYLON 6	3.9:1	420(216)	460(238)	480(249)	500(260)
NYLON 6.6	3.6:1	530(277)	535(280)	545(285)	540(282)
PEBD	3.5:1	340(171)	355(180)	365(185)	375(191)
PEBDL	-	300(149)	325(163)	364(185)	410(210)
PEAD	3:1	340(171)	380(193)	400(204)	400(204)
PP	3:1	375(190)	410(210)	430(221)	430(221)
OS	3:1	350(177)	400(204)	440(227)	450(232)
HIPS	2.5:1	375(191)	420(216)	450(232)	450(232)
PMMA	1.8:1	360(182)	400(204)	430(221)	445(230)
PVC FLEXÍVEL	2.5:1	265(130)	340(171)	355(181)	365(181)
PVC RÍGIDO	2.5:1	300(149)	320(160)	340(171)	365(181)
PC	2.25:1	510(266)	530(277)	550(288)	560(293)
Noryl®	2.1:1	450(232)	480(249)	510(266)	510(266)
Ultem®	2.1:1	600(316)	640(338)	675(357)	675(357)
PET	3:1	520(270)	550(290)	510(265)	510(265)
PBT	2.5:1	470(243)	490(254)	500(260)	500(260)
PSF	2.5:1	550(288)	600(316)	650(343)	650(343)
Acetal	3.6:1	400(204)	390(199)	400(204)	410(210)
TPU	3:1	330(166)	360(182)	380(193)	380(193)

Fonte: John *et al.* (2014).

Após a escolha do material a ser extrusado, deve-se considerar, que o equipamento deverá apresentar as condições de temperatura, rotação de motor e diferencial de pressão suficiente para transformação do estado físico do material.

Contudo alguns equipamentos, apresentam parâmetros estruturais fixos, como o cilindro de passagem do material, bico de extrusão e RPM (rotação por minuto) do motor fixos. Entretanto, neste projeto, será possível realizar ajuste da temperatura, RPM do motor e mudança do diâmetro do bico de extrusão, graças a aplicação de malhas de controle e controle de variáveis do processo, de modo que estes ajustes serão realizados até o produto atingir os requisitos mínimos de fabricação (8).

Um ponto importante a ser considerado quando se trata do *setup* de uma planta é que todo ajuste a ser realizado na temperatura do processo deverá considerar primariamente: o tipo de resina, índice de fluidez, tipo de rosca e a taxa de transferência de calor (8).

Existem alguns fatores que devem ser levados em consideração, pois podem afetar o funcionamento do canhão e da rosca (9):

- Partida a frio da rosca no sistema;
- Iniciar o movimento da rosca com plástico presente no canhão em estado vítreo;
- Aquecimento do canhão não uniforme;
- Conjunto, canhão, rosca e motor desalinhados;
- Rosca imprópria para o sistema;
- Aditivos ou formulação poliméricas abrasivas;
- Canhão errado para aplicação;
- Corrosão causada por polímeros ou aditivos.

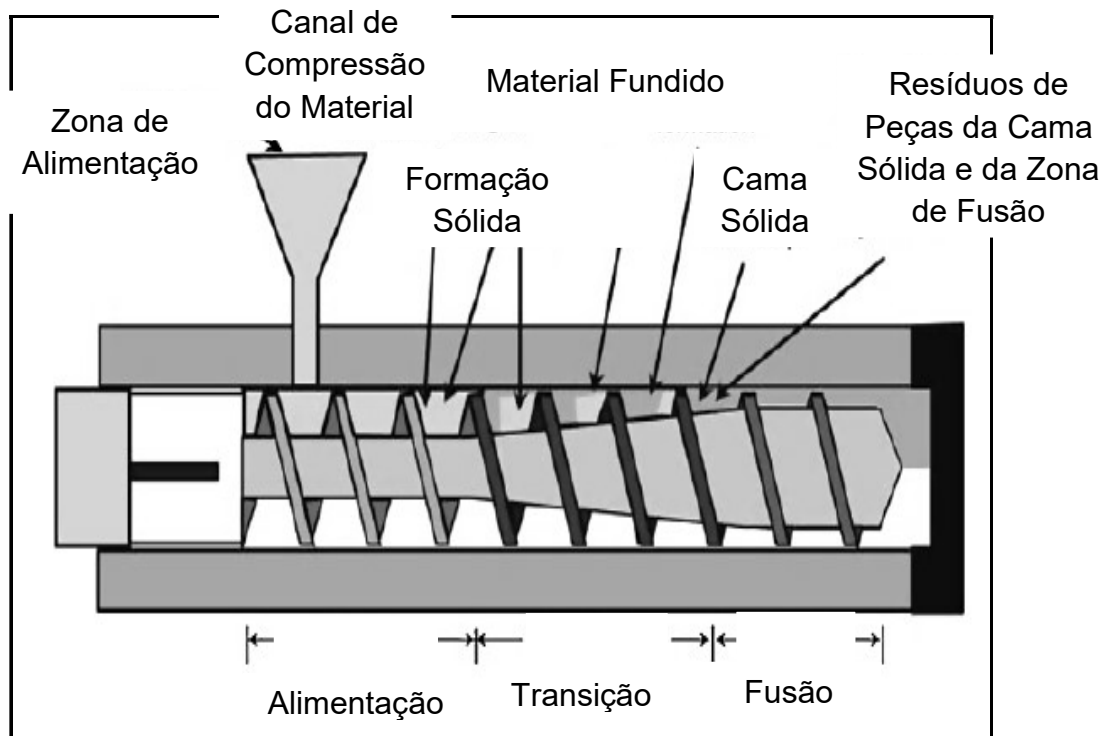
Nos últimos estudos realizados por Davis (1988 *apud* JOHN, *et al.*,2014), comprovou-se a existência de três ambientes que podem causar desgaste na rosca:

- Abrasivo;
- Corrosivo;

- Adesivo.

Conforme abordado anteriormente, o design da rosca é uma variável muito importante para o perfeito funcionamento do processo. Na Figura 10 observa-se o aumento do diâmetro da rosca, conforme a zona de compressão, sendo que a rosca apresenta um diâmetro menor na zona de alimentação e aumenta continuamente diminuindo o passe de uma seção com a outra, afim de comprimir o material ao ponto de atingir a taxa de compressão necessária para extrusão do material, conforme a Tabela 1.

Figura 10: Vista Interna do Canhão de Passagem do Material.



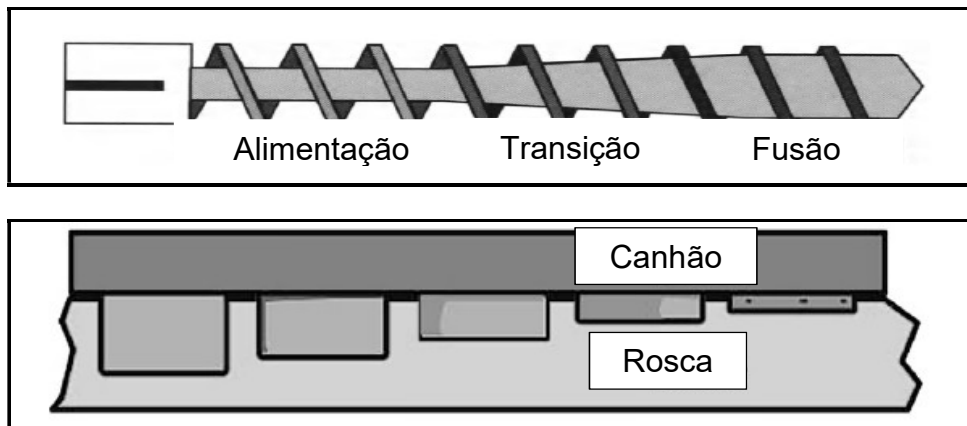
Fonte: John *et al.* (2014).

### 2.2.2.1. Tipo de Roscas

Um elemento muito importante para o desenvolvimento do processo de fusão, é o tipo de rosca a ser utilizado no processo de extrusão. No mercado existem diversos tipos de rosca, porém para cada tipo de material e velocidade de processo, torna-se necessário conhecer as propriedades de taxa de compressão do material e o seu comportamento. Na Figura 11, estão relacionados as zonas de alimentação, transição, fusão em função da rosca do aplicada no processo. Para escolha da rosca

deve-se levar em consideração a Tabela 2, que apresenta uma correlação entre a taxa de compressão dos materiais com a taxa de compressão das roscas.

Figura 11: Separação das Zonas em uma Rosca.



Fonte: John *et al.* (2014).

A escolha da rosca deverá levar em consideração a Tabela 2, que relaciona a taxa de compressão dos materiais.

Tabela 2: Taxa de Compressão de Polímeros Comerciais.

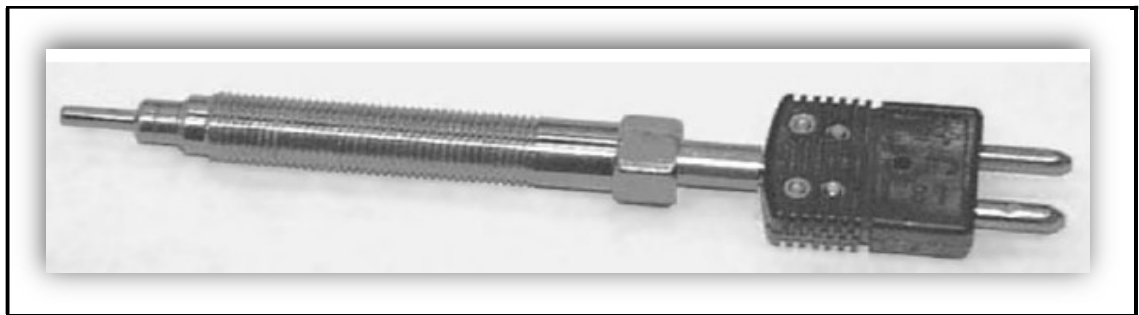
MATERIAL	TAXA DE COMP. DA ROSCA	MATERIAL	TAXA DE COMP. DA ROSCA
ABS	2.75:1	PVC FLEXÍVEL	2.5:1
NYLON 6	3.9:1	PVC RÍGIDO	2.5:1
NYLON 6.6	3.6:1	PC	2.25:1
PEBD	3.5:1	Noryl®	2.1:1
PEBDL		Ultem®	2.1:1
PEAD	3:1	PET	3:1
PP	3:1	PBT	2.5:1
OS	3:1	PSF	2.5:1
HIPS	2.5:1	Acetal	3.6:1
PMMA	1.8:1	TPU	3:1

Fonte: John *et al.* (2014).

### 2.2.2.2. Sistemas de Controle de Temperatura

Para o controle da temperatura do processo, é necessário utilizar ferramentas que, realizem o monitoramento constante e a correção da temperatura em tempo real, afim de que retorne a limite de funcionamento sem gerar distúrbios no processo. Em sistemas de extrusão onde as temperaturas de fusão são características específicas de cada material, é necessário primeiramente conhecer as propriedades do material a ser extrusado, para poder dimensionar qual equipamento utilizar. Para realizar a leitura corrente no processo, convencionalmente extrusoras utilizam termopares, conforme Figura 12. Termopares, são instrumentos de medição capazes de gerar sinais para leitura pelos micro controladores em tempo real do ambiente no qual está instalado.

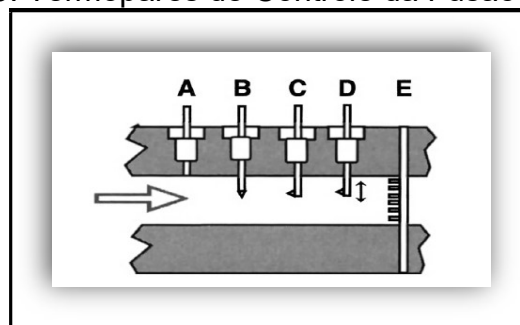
Figura 12: Termopar Tipo K.



Fonte: John *et al.* (2014).

No mercado brasileiro e do exterior, existem diversos tipos de termopares, a sua aplicação é realizada conforme a necessidade de precisão e controle do processo. Na Figura 13, são apresentados maneiras de se instalar um termopar em um canhão de extrusão.

Figura 13: Termopares de Controle da Fusão Cristalina.



Fonte: John *et al.* (2014).

Para aplicação destes termopares, a NBR 12771(1999) define as tabelas de referência usadas na conversão da força eletromotriz térmica gerada pelo termopar em função da temperatura. Na Tabela 3 é definido os tipos de termopares e na Tabela 4: Classes de Tolerância para Termopares.

Tabela 3: Tipos de Termopares.

Letra de Código	Termo Elemento	
	Positivo	Negativo
R	Platina - 13% ródio	Platina
S	Platina - 10% ródio	Platina
B	Platina - 30% ródio	Platina - 6% ródio
J	Ferro	Cobre-níquel
T	Cobre	Cobre-níquel
E	Níquel-cromo	Cobre-níquel
K	Níquel-cromo	Níquel-manganês silício-alumínio
N	Níquel-cromo-silício	Níquel-silício

Fonte: (NBR 12771, 1999).

Tabela 4: Classes de Tolerância para Termopares.

Tipo	Classe 1		Classe 2		Classe 3	
	Faixa de Temperatura °C	Tolerância °C	Faixa de Temperatura °C	Tolerância °C	Faixa de Temperatura °C	Tolerância °C
R e S	0 a 1 100 1 100 a 1 600	$\pm 1,0$ $\pm [1+0,003(t-1100)]$	0 a 600 600 a 1600	$\pm 1,5$ $\pm 0,0025(t)$	-	-
B	-	-	600 a 800 800 a 1700	$\pm 0,0025$ $\pm 0,005(t)$	600 a 1700	$\pm 4$ ou $\pm 0,005(t)$
J	-40 a 375 375 a 750	$\pm 1,5$ $\pm 0,004(t)$	-40 a 333 333 a 750	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075(t)$	-	-
T	-40 a 125 125 a 350	$\pm 0,5$ $\pm 0,004(t)$	-40 a 133 133 a 350	$\pm 1$ $\pm 0,0075(t)$	-67 a 40 -200 a -67	$\pm 1$ $\pm 0,015(t)$
E	-40 a 375 375 a 800	$\pm 1,5$ $\pm 0,004(t)$	-40 a 333 333 a 900	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075(t)$	-167 a 40 -200 a -167	$\pm 2,5$ $\pm 0,015(t)$
K e N	-40 a 375 375 a 1000	$\pm 1,5$ $\pm 0,004(t)$	-40 a 333 333 a 1200	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075(t)$	-167 a 40 -200 a -167	$\pm 2,5$ $\pm 0,015(t)$

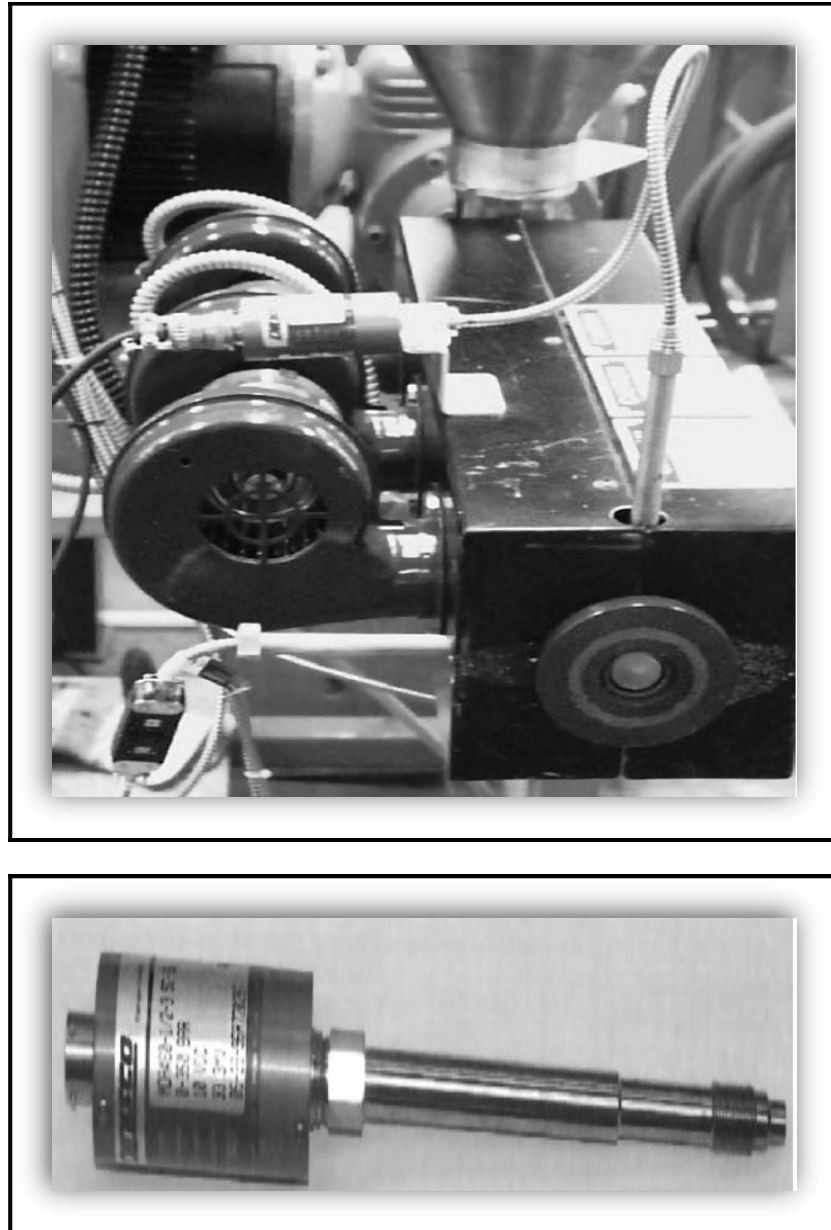
Fonte: (NBR 12771, 1999).

### 2.2.2.3. Transdutor de Pressão

Assim como foi citado no capítulo anterior sobre o controle de temperatura, o sistema de extrusão pode conter também leitores de pressão instalados no sistema (Figura 14). O principal objetivo deste controle é monitorar comportamento das zonas de transformação do material.

Quando o material está passando pelo processo de transformação, a saída de uma extrusora tem variações de pressão que são muito importantes. A baixa pressão ocorre quando existe uma interrupção no fluxo da fusão. A alta pressão ocorre quando a grande acúmulo de material nas bordas do canhão, dificultando o movimento da rosca (8).

Figura 14: Transdutores de Pressão.



Fonte: John *et al.* (2014)

### 2.2.3. Comportamento Térmico

Para o bom funcionamento do equipamento, é extremamente importante conhecer previamente a  $T_g$  (temperatura de transição vítrea),  $T_m$  (temperatura de fusão) e  $T_c$  (temperatura de cristalização) do material.

A temperatura de transição vítrea, também conhecida do inglês como (*glass temperature*), é o valor médio da faixa de temperatura, durante o aquecimento de um material de uma temperatura muito baixa para valores mais altos, responsável por permitir que um material da fase amorfa adquira mobilidade (CANEVAROLO JR, 2006)

A temperatura de fusão cristalina (*melt temperature*) ou  $T_m$ , é o valor médio da faixa de temperatura, em que quando o material está em processo de aquecimento, os pequenos cristais desaparecem, entre outras palavras este ponto é o ponto onde o material muda de estado borrachoso para o estado viscoso (3).

A temperatura de cristalização é o momento em que o material irá iniciar a reorganização de sua estrutura cristalina, quando a temperatura começar a baixar abaixo da temperatura da fusão cristalina ( $T_m$ ) (3).

### **2.3. Ensaio de Materiais**

Para conhecer mais do material e seu comportamento, quando exposto a alguma aplicação, é necessário conhecer algumas características do polímero a ser trabalhado, que segundo Garcia (2000 *apud* RAMOS, 2017), podem ser:

- Resistência: são correlacionadas a tensões, definidas em condições particulares;
- Elasticidade: propriedade de um material, definida como a deformação sofrida pelo material quando submetido a alguma tensão e que desaparece quando retirada a força aplicada;
- Plasticidade: capacidade que um material possui de se deformar permanente, quando submetido a tensões, contudo sem ocorrer sua ruptura;
- Resiliência: Capacidade de assimilação de energia no regime clássico;
- Tenacidade: corresponde a energia total, para provocar a fratura do material, quando fraturado o material a tensão a ser considerada é nula.

Neste trabalho serão realizados 3 tipos de ensaios: ensaio de índice de fluidez, termogravimetria (TGA), ensaio de tração.

### 2.3.1. Ensaio de Análise Térmica (TGA)

Segundo Freitas (2014), o ensaio de análise térmica, é considerado como um método termoanalítico, em que a diferença na quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura de um corpo de prova e de uma referência é medida em função da temperatura x variação de massa em ambiente com atmosfera controlada e taxa de aquecimento/resfriamento controlados.

### 2.3.2. Ensaio de Tração

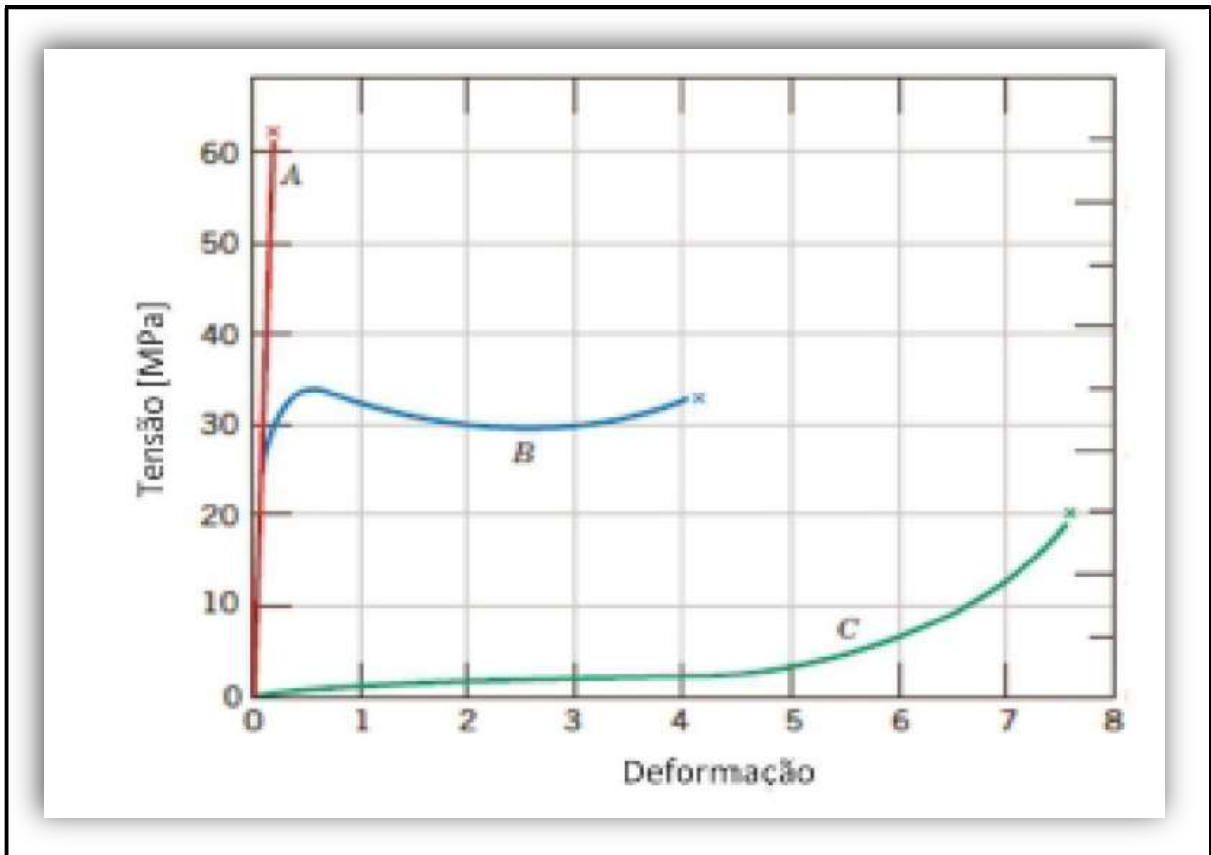
Segundo Pinto (2012), quando se trata de polímeros termoplásticos, estes materiais apresentam um comportamento entre os limites de um sólido elástico (Hookeano) e o de um líquido viscoso (Newtoniano). Desse modo, apresentam, frequentemente, as características de ambos os tipos de comportamento e a predominância dependerá essencialmente da escala de tempo da experiência:

- A aplicação de uma tensão durante um intervalo longo de tempo, gera um escoamento viscoso, logo, ocorrerá uma deformação permanente no polímero;
- Quando submetido a uma deformação muito rápida, não permitindo ajustes das moléculas do polímero a deformação aplicada, o material apresentará uma resposta elástica.

O ensaio de tração é baseado na utilização de corpos de prova, segundo as normas técnicas da (ASTM – *American Society for Testing and Materials*) e a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), para os polímeros termoplásticos estudados neste trabalho serão desenvolvidos corpos de prova baseando-se na (10).

Segundo Pinto (2012), Figura 15, o comportamento de materiais poliméricos sujeitos a cargas, pode ser estudado, através de ensaios de tração uniaxial em condições normalizadas, e este pode apresentar os seguintes comportamentos típicos ilustrados na : frágil (A), dúctil (B) e muito elástico (C).

Figura 15: Comportamento Típico de Materiais Poliméricos.



Fonte: PINTO (2012).

### 2.3.3. Índice de Fluidiez

Para Swuanda (1987) *apud* ROCHA *et al.*, (1994), o índice de fluidez (MFI – *Melt Flow index*) é um importante procedimento para determinação de algumas propriedades poliméricas como a extrusabilidade e a resistência de filmes ao rasgamento. O índice de fluidez é uma propriedade que é influenciada pelas condições de medida.

O procedimento de análise é baseado na realização da extrusão de um polímero em um reômetro capilar, que consiste de um canhão de extrusão aquecido, na extremidade do qual é montada uma matriz capilar com dimensões específicas. O reômetro é operado com pressão imposta, decorrente da aplicação de uma carga constante e bem definida, conforme a norma aplicada. O *MFI* é obtido em função da taxa de fluxo de fluido sob imposição, e seu valor é cotado pela quantidade de material extrusado, em gramas, por 10 minutos (11).

## 2.4. Controlador Lógico Programável

O CLP (*Programmable Logic Controller*) é um equipamento digital que usa memória programável para armazenar instruções que implementam funções como: lógica, sequenciamento, temporização, contagem e operações aritméticas, para controlar através de módulos de entrada e saída (digital e analógica) diversos tipos de sistemas e processos (12).

O princípio fundamental de funcionamento de CLP é a execução por parte da UCP de um programa, conhecido como “executivo” e de responsabilidade do fabricante, que realiza de forma cíclica as ações de leitura das entradas, execução do programa de controle do usuário e atualização das saídas (13).

As variáveis de entrada são sinais externos recebidos pelo PLC, os quais podem ser oriundos de fontes pertencentes ao processo controlado ou de comandos gerados pelo operador. Tais sinais são gerados por dispositivos como sensores diversos, chaves ou botoeiras, dentre outros. Já as variáveis de saída, seriam os dispositivos controlados por cada ponto de saída do PLC. Tais pontos podem servir para intervenção direta no processo controlado por acionamento próprio, ou também para sinalização de estado em painel sinótico. Podem ser citados como exemplos de variáveis de saída os contactores, válvulas, lâmpadas, displays, dentre outros. (13).

Para se entender melhor as características e benefícios do uso do controlador lógico programável, a seguir serão relacionados as características de um CLP com seus benefícios na Tabela 5 com estas informações (14).

Tabela 5: Características e Benefícios do Controlador Lógico Programável.

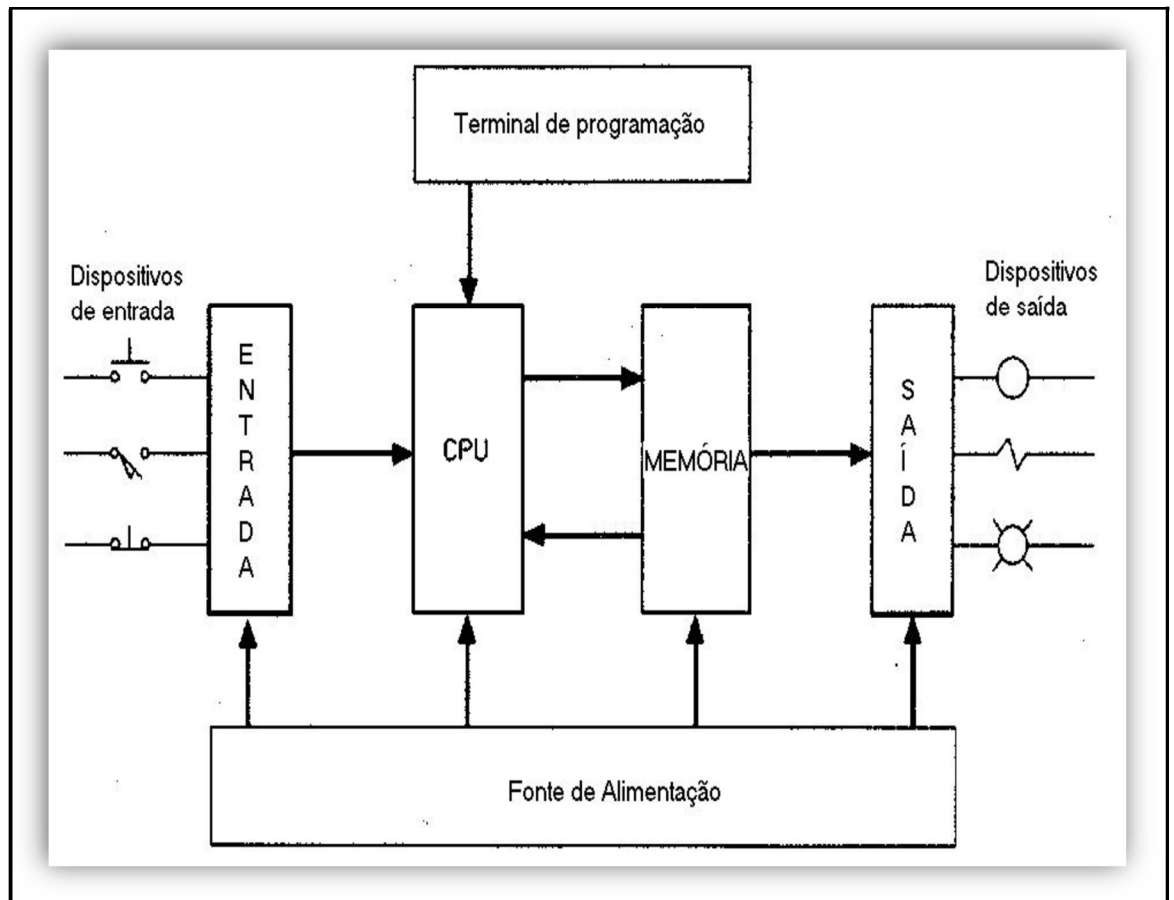
<b>Características do sistema com CLP</b>	<b>Benefícios</b>
Uso de componentes de estado sólido	Alta confiabilidade
Memória programável	Simplifica mudanças
	Flexibiliza o controle
Pequeno tamanho	Necessita de um espaço mínimo para instalação
Microprocessador	Capacidade de comunicação
	Alto nível de performance
	Alta qualidade dos produtos
	Possibilidade de trabalhar com muitas funções simultaneamente
Contadores/temporizadores via software	Facilidade para alterar presets
	Elimina hardware
Arquitetura modular	Flexibilidade para instalação
	Facilmente instalado
	Redução de custos de hardware
	Expansibilidade
Variedades de interfaces de I/O	Controle de uma grande variedade de I/O
	Elimina um controle dedicado
Estações remotas de I/O	Elimina cabeamentos longos
Indicadores de diagnóstico	Reduz tempo de manutenção
	Sinaliza a operação correta/incorrecta do sistema de controle
Interfaces modulares I/O	Facilita a manutenção
	Facilita o cabeamento
Variáveis de sistema alocadas na memória de dados	Facilita gerenciamento/manutenção
	Podem ser colocadas na forma de um relatório de saída

Fonte: (FRANCHI *et al.*, 2009).

#### **2.4.1. Arquitetura do Controlador Lógico Programável**

Um CLP (Controlador Lógico programável), é basicamente composto por dois elementos principais: uma UCP (Unidade Central de Processamento) e interfaces para os sinais de entrada e saída. A Figura 16, relaciona o diagrama de blocos de um CLP genérico (13).

Figura 16: Diagrama de Blocos de um CLP.



Fonte: (SILVEIRA, 1998).

Um CLP típico é constituído pelos seguintes componentes (13):

Unidade Central de Processamento (UCP): basicamente executa os programas de cada aplicação, além de tarefas internas intrínsecas.

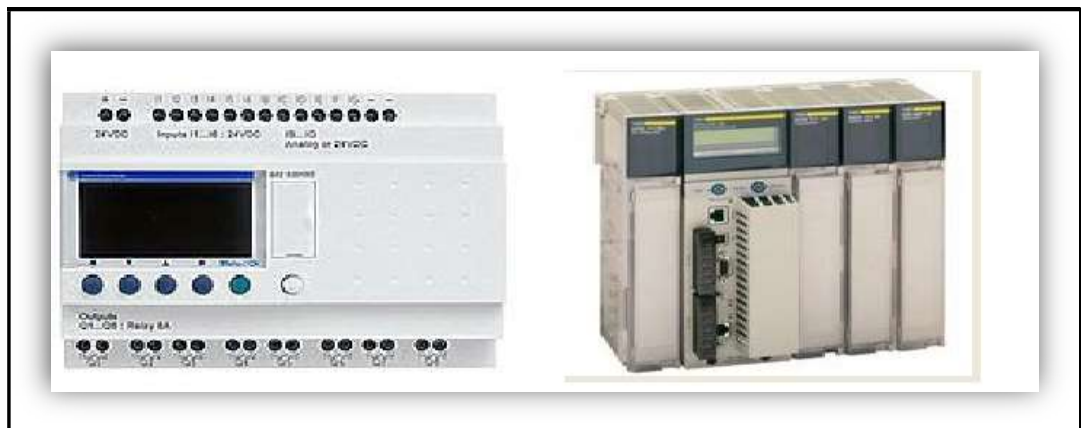
✓ Memória: além das memórias associadas ao funcionamento básico do CLP, têm-se as memórias visíveis ao usuário, que são a “memória de programa”, normalmente não volátil ou preservada por baterias, que armazena os programas associados ao controle que se deseja implementar, e a “memória de dados”, que armazena os estados das entradas e saídas a cada instante, e outras informações como variáveis e constantes associadas ao programa.

A Unidade Central de Processamento (UCP) pode ser definida como o “cérebro” que controla todas as ações de um CLP e é constituída por um processador, memórias e um sistema de interligação (13).

A principal função do processador é o gerenciador de todo o sistema composto pelo CLP. Tal função é efetuada pelo executivo, semelhante a um sistema operacional de computador, o qual é responsável, dentre outras tarefas, pela garantia de execução do ciclo de varredura (13).

Segundo Franchi e Camargo (2009), os controladores lógicos programáveis são classificados de acordo com a disposição dos seus elementos, eles podem ser classificados como compactos ou modulares. Os CLPs compactos são definidos como aqueles que possuem incorporados em uma única unidade à fonte de alimentação, a UCP e os módulos de E/S, ficando o usuário com acesso somente aos conectores do sistema E/S. Os CLPs modulares são constituídos por uma estrutura modular, em que cada módulo executa uma determinada função. Esses módulos são colocados em posições predefinidas (racks), formando uma configuração de médio e grande porte. A Figura 17 demonstra as duas alternativas encontradas nas indústrias de pequeno, médio e grande porte, para a tecnologia de CLPs.

Figura 17: CLP Compacto Zelio Logic da e o CLP Modular Modicon Quantum ambos da Schneider Eletric.



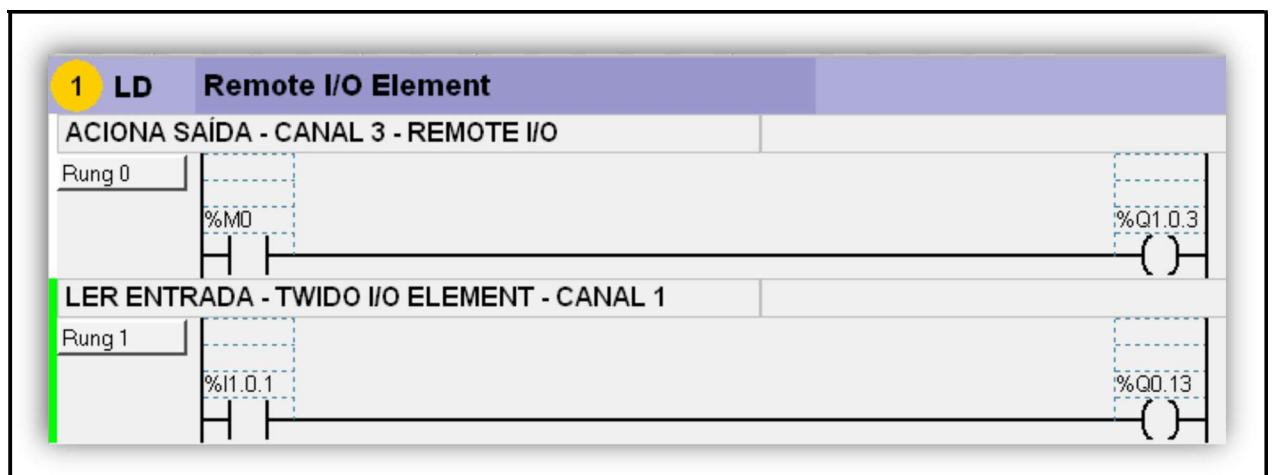
Fonte: (FRANCHI; CAMARGO, 2009)

#### 2.4.2. Linguagem de Programação

A linguagem de programação pode ser compreendida como um meio de comunicação entre dois ou mais elementos. Atualmente, são definidos cinco tipos de linguagens de programação dos CLPs .

Um CLP pode ser organizado em diversos tipos de linguagens de programação. A linguagem intitulada *Ladder* é a mais utilizada devido sua semelhança com os esquemas elétricos, sendo aplicada na grande maioria dos controladores disponíveis no mercado (15). A Figura 18, representa um exemplo de programação em *ladder* utilizado contatos NA, NF e Bobinas.

Figura 18: Programação em Linguagem Ladder.



Fonte: O autor ( 2013).

## 2.5. Transdutor, Sensores e Atuadores

Nos ambientes industriais os instrumentos de controle possuem características próprias de acordo ao meio no qual estão sendo empregados. Os termos utilizados definem características de medida e controle dos diversos instrumentos utilizados: indicadores, registradores, controladores, transmissores e válvulas de controle (16).

De acordo com Pessa (2006), os instrumentos e dispositivos utilizados na instrumentação são classificados conforme a função que desempenham no processo:

- O indicador é o instrumento que dispõe de um ponteiro e de uma escala graduada na qual se pode ler o valor da variável. Com o avanço das tecnologias, foram desenvolvidos também indicadores digitais, que por sua vez indicam a variável em forma numérica com dígitos ou em barras gráficas;

- O registrador é o instrumento capacitado para registrar as variáveis através de um traço contínuo ou pontos em um gráfico;
- O transmissor é definido como o instrumento que determina o valor de uma variável no processo através de um elemento denominado primário, possuindo o mesmo sinal de saída cujo valor varia apenas em função da variável do processo;
- O transdutor é considerado como instrumento que recebe informações na forma de uma ou mais quantidades físicas, modifica estas informações quando necessário e fornece um sinal de saída resultante;
- O controlador é o instrumento que compara a variável que está sendo controlada com um valor desejado e fornece um sinal de saída com o propósito de manter a variável controlada dentro dos limites de controle solicitados pelo cliente;
- O elemento final de controle é o instrumento que modifica diretamente o valor da variável manipulada de uma malha de controle.

### **2.5.1. Sensores**

Os sensores são elementos responsáveis por fornecer informações para os sistemas de automação. Eles podem ser utilizados no controle de processos discretos/contínuos. Utilizados como detectores de erro, comumente chamados de comparadores. De uma forma geral, o sensor pode ser definido como um transdutor que altera sua característica física interna devido a um fenômeno físico externo (17).

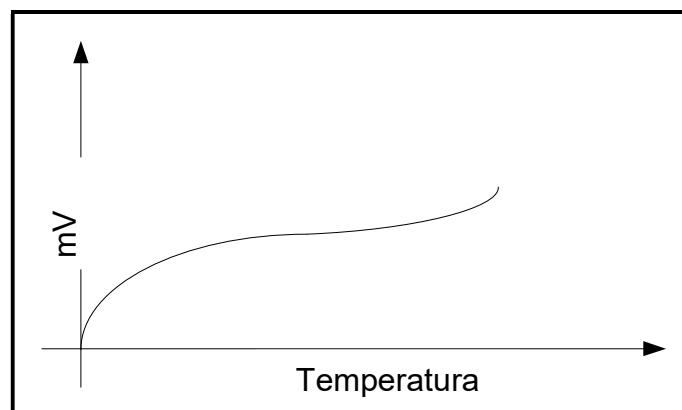
Os sensores podem ser utilizados em áreas distintas como na automação industrial para identificação de códigos, peças, posicionamento de robôs. Estes dispositivos também podem ser utilizados para automação de sistemas bancários e escritórios, na identificação de código de barras, contagem de cédulas, dentre outras. Os sensores também podem ser utilizados na automação veicular, onde geralmente são empregados para verificação da composição dos gases do sistema de exaustão, na verificação da velocidade e temperatura do veículo, dentre outras aplicações. Outra aplicação comum dos sensores é na automação residencial, onde são comumente empregados em sistemas de vigilância, controle da temperatura dos cômodos, controle de luminosidade. Estes dispositivos são empregados de acordo com as necessidades do projeto (17).

Para emprego destes dispositivos, deve-se, primeiramente, atentar-se aos critérios de especificação dos sensores. Cada sensor gera um tipo de sinal e este sinal pode ser classificado como analógico ou digital (17).

### 2.5.2. Sensores Analógicos

São sensores capacitados para assumir qualquer valor no seu sinal de saída ao longo do tempo, desde que este sensor esteja operando dentro da faixa. Em processos industriais existem grandezas que podem assumir qualquer valor ao longo do tempo, por exemplo: pressão, temperatura, umidade, velocidade do ar, viscosidade, vazão. Essas variáveis são medidas através da utilização de elementos sensíveis com circuitos eletrônicos não digitais (18). A Figura 19, representa a variação de uma grandeza física de um sensor analógico.

Figura 19: Ilustração da Variação de uma Grandeza Física de um Sensor Analógico.



Fonte: (THOMAZINE *et al.*, 2011).

### 2.5.3. Sensores Digitais

Este tipo de sensor é capacitado para assumir apenas dois valores no seu sinal de saída ao longo do tempo, estes podem ser zero ou um. Com isso não existem grandezas físicas que assumam esses valores, mais eles são apresentados assim aos sistemas de controles após serem convertidos pelo circuito do transdutor (18).

Transdutor é considerado como um dispositivo completo, que contém o sensor, usado para transformar uma grandeza em outra para que possa ser utilizada

em dispositivos de controle. De uma forma geral, os transdutores transformam uma grandeza física em um sinal de tensão ou corrente para que possam ser interpretados de uma maneira mais fácil pelo sistema de controle (18).

#### **2.5.4. Atuadores**

Atuadores são dispositivos que modificam um tipo de variável em outra. Recebem um sinal proveniente dos dispositivos controladores e atua diretamente no sistema que se deseja controlar. Geralmente trabalham com potência elevada (18). São exemplos de atuadores tipicamente utilizados na automação industrial:

- Válvulas (pneumáticas e hidráulicas);
- Relés (estáticos e eletromecânicos);
- Cilindros (pneumáticas e hidráulicas);
- Motores (step-motors, syncro e servomotor).

#### **2.6. Sistemas de Supervisão**

O sistema de supervisão (Figura 20) é um importante recurso para o desenvolvimento de projetos, que tem por base de funcionamento o modo remoto/autônomo. Nesta seção será realizada uma breve abordagem sobre este valioso recurso.

Figura 20: Sistema de Supervisão e Controle Angra 1.

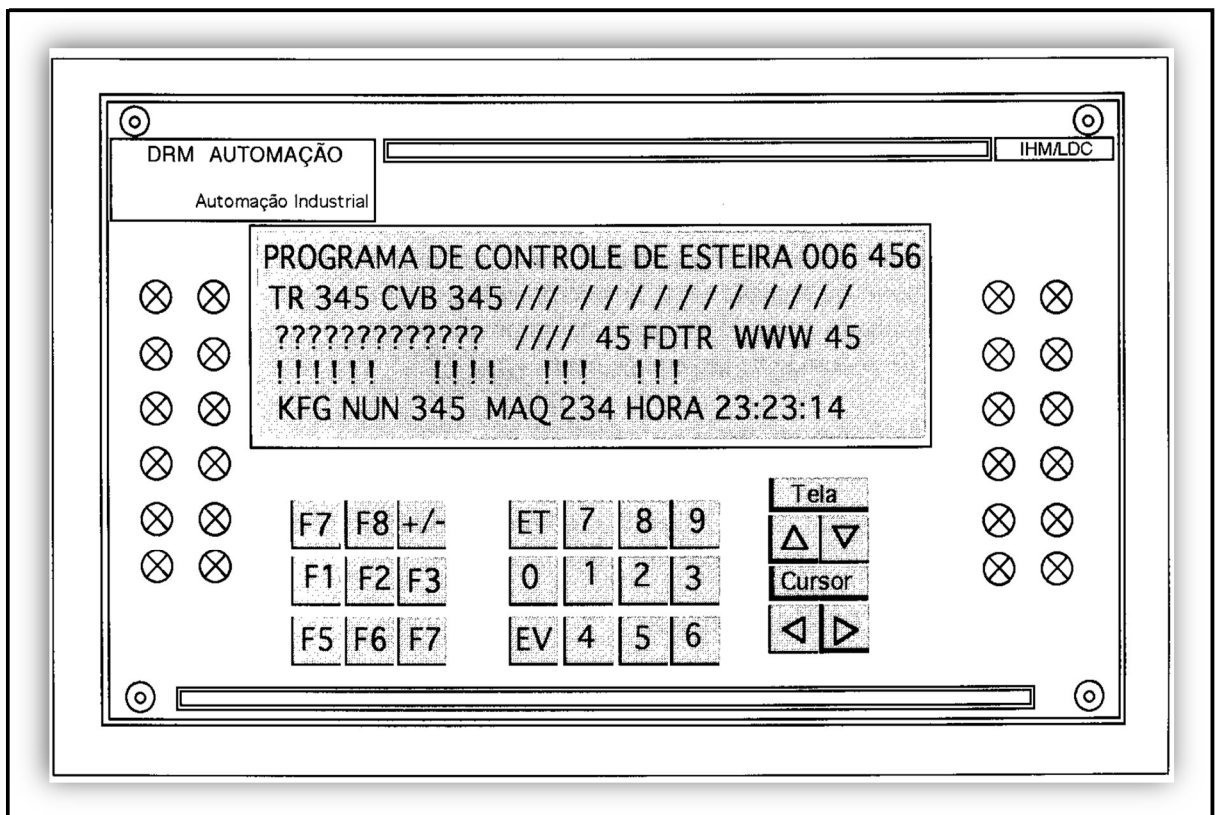


Fonte: (19).

### 2.6.1. Interface Homem-Máquina (IHM)

As Interfaces Homem-Máquina geralmente são utilizadas quando a instalação dos Controladores lógicos programáveis em processos, necessitam de um equipamento capaz de interpretar os dados coletados dos diferentes CLPs instalados no processo e fornecer de forma visível e prática as informações que seus supervisores necessitam, através de uma tela alfanumérica de cristal líquido e um teclado configurável, conforme Figura 21.

Figura 21: IHM.



Fonte: (20).

### 2.6.2. Supervisão, Controle e Aquisição de Dados

Segundo Lima (2012), um sistema de supervisão é essencialmente composto por quatro elementos:

- **Processo Físico:** é o elemento principal do sistema e representa o objeto da supervisão;
- **Hardware de Controle:** é utilizado na interface física com o processo e o usuário;

- **Software de Controle:** é responsável pela aquisição, tratamento e distribuição dos dados;
- **Rede de Comunicação:** é responsável pelo tráfego das informações, constituindo-se, geralmente de duas sub-redes denominadas rede de campo e rede local de supervisão. No entanto, o sistema supervisorio da extrusora se comunica via protocolo *opc (Open Connectivity)* com a rede de campo. A rede de campo é responsável pela aquisição dos dados do processo. A fim de conseguir uma comunicação determinística, as redes de campo que, em sua maioria, utilizam uma arquitetura *mestre/escravo*. Neste tipo de rede, os controladores que desempenham a função das estações escravas jamais iniciam a comunicação, respondendo somente as solicitações feitas pelo controlador mestre.

### 2.6.3. Indusoft

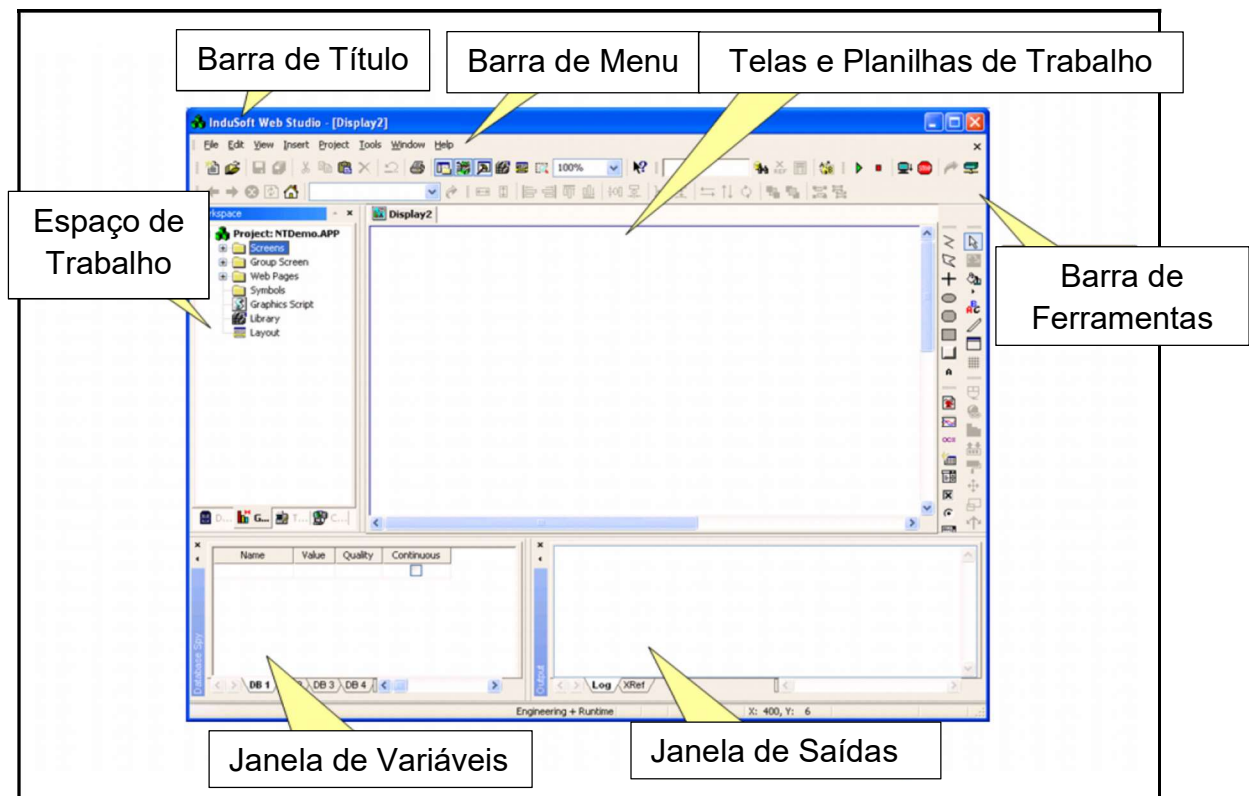
O *Indusoft Web Studio (ISW)*, é um programa de *software*, o qual foi desenvolvido para aplicações em SCADA e IHMs, o mesmo permite realizar a aquisição de dados, a criação de estações de supervisão local, estações de supervisão remota, concentradores de dados em processos distribuídos e a realização da comunicação de dados com sistema da corporação (21).

As aplicações desenvolvidas pela Indusoft rodam em microcomputadores conectados em tempo real com máquinas ou processadores através de controladores programáveis, equipamentos remotos de E/S (entrada/Saída) e outros equipamentos para aquisição de dados. Essas aplicações consistem em telas de interface operadoras, *drivers* de CLP. Além de outros equipamentos E/S controláveis, contém um banco de dados de tags da aplicação e módulos opcionais, como monitores de alarme, lógica, *trend charts*, *recipes*, *schedulers*, e um sistema de segurança. A interface da Aplicação do IWS com sistemas I/O industriais e outras aplicações em modo runtime utilizam os protocolos ODBC (*Open Database Connectivity*), DDE (*Dynamic Data Exchange*), NetDDE (*Network Dynamic Data Exchange*), OPC e TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*).

Conforme a Figura 22, são representados os elementos que compõem o ambiente de desenvolvimento do IWS. Neste ambiente encontra-se os seguintes recursos:

- ✓ Barra de título;
- ✓ Barra de menu;
- ✓ Barra de ferramentas;
- ✓ Espaço de trabalho;
- ✓ Editor de tela/planilha;
- ✓ Janela database *spy*;
- ✓ Janela *output (logwin)*;
- ✓ Barra de *status*.

Figura 22: Ambiente de Trabalho do ISW.



Fonte: (21).

Em seu ambiente de trabalho Figura 23, o IWS possui uma janela chamada Workspace, nesta janela é possível encontrar a localização de qualquer componente da aplicação

Figura 23: Tabelas do Workspace.



Fonte: (21).

Para o desenvolvimento de programas de controle e monitoramento de processos, o Indusoft Web Studio fornece os seguintes recursos:

- Ambiente de desenvolvimento integrado, com barra de ferramentas, diálogos e menus;
- Objetos com muito recursos;
- Gerenciamento e configuração remoto e online;
- Arquitetura complacente a *microsoft*, com OPC completo;
- Ferramentas de correção de erros;
- Tags database poderosos e flexíveis, tags de array, classes e apontadores de tags indiretos;
- Editor de tradução;
- Módulos cliente e servidor TCP/IP;
- Mais de 200 drivers para diferentes equipamento;
- OPC *server* e OPC cliente com *browser* OPC integrado;
- Segurança para o modo *Runtime*, através de senhas para telas e objetos;

- Expressões lógicas e uma linguagem de script com mais de 200 funções;
- Construtores de receita e relatório integrados no produto;
- Documentação do projeto em tempo real;
- Conversor de resolução de tela;
- Aplicação com multicamadas;
- Funções dial-up para disparar, monitorar e manipular uma conexão dial-up com o RAS server das estações remotas;
- Funções para enviar o e-mail a partir do IWS.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo apresenta uma proposta de sistema automatizado para uma planta de extrusão de ABS e, ainda, um protótipo com o objetivo de validar a referida arquitetura, o diagrama de blocos, a interface de comunicação e finalizando com os testes práticos em bancada.

O fluxograma da Figura 24, representa a metodologia utilizada para realização deste trabalho. Este trabalho foi dividido em 3 fases: 1) Desenvolvimento do equipamento e software; 2) Testes de operacionais; 3) Resultados.

Primeira fase:

Com base no produto escolhido, foram avaliadas as condições necessárias para processamento para então criar a extrusora.

Os três tipos de ABS adquiridos, apresentam algumas características únicas para seu devido processamento, e com base em suas fichas técnicas, que estão contidas nos anexos deste trabalho, observou-se que seria necessário adquirir resistências para as bandas de aquecimento que suportassem um sistema de aquecimento constante e com regulação de temperatura superior a 200°C.

Com base nas temperaturas de trabalho foi escolhido o termopar que seria utilizado na malha de controle, o tipo K. Este termopar conforme a NBR 12771 (1999), apresenta as características ideais para o controle térmico do meio.

Após o dimensionamento do sistema de aquecimento foi avaliado o melhor perfil de extrusão para este tipo de processo. O sistema escolhido foi o processo de extrusão com uma rosca (mono rosca), e então avaliado as características das roscas de extrusão. Para o processo foi adquirido uma broca helicoidal de diâmetro constante em consonância com as características de processamento dos três materiais.

Para controle de velocidade do meio foi desenvolvido um sistema de controle de velocidade de rotação da rosca, aplicando ao sistema um inversor de frequência de 3 fases e um CLP.

A lógica de programação e a interface foram desenvolvidas em conjunto, pois ambas deveriam estar em comunicação constante com o meio, para o devido funcionamento da malha de controle.

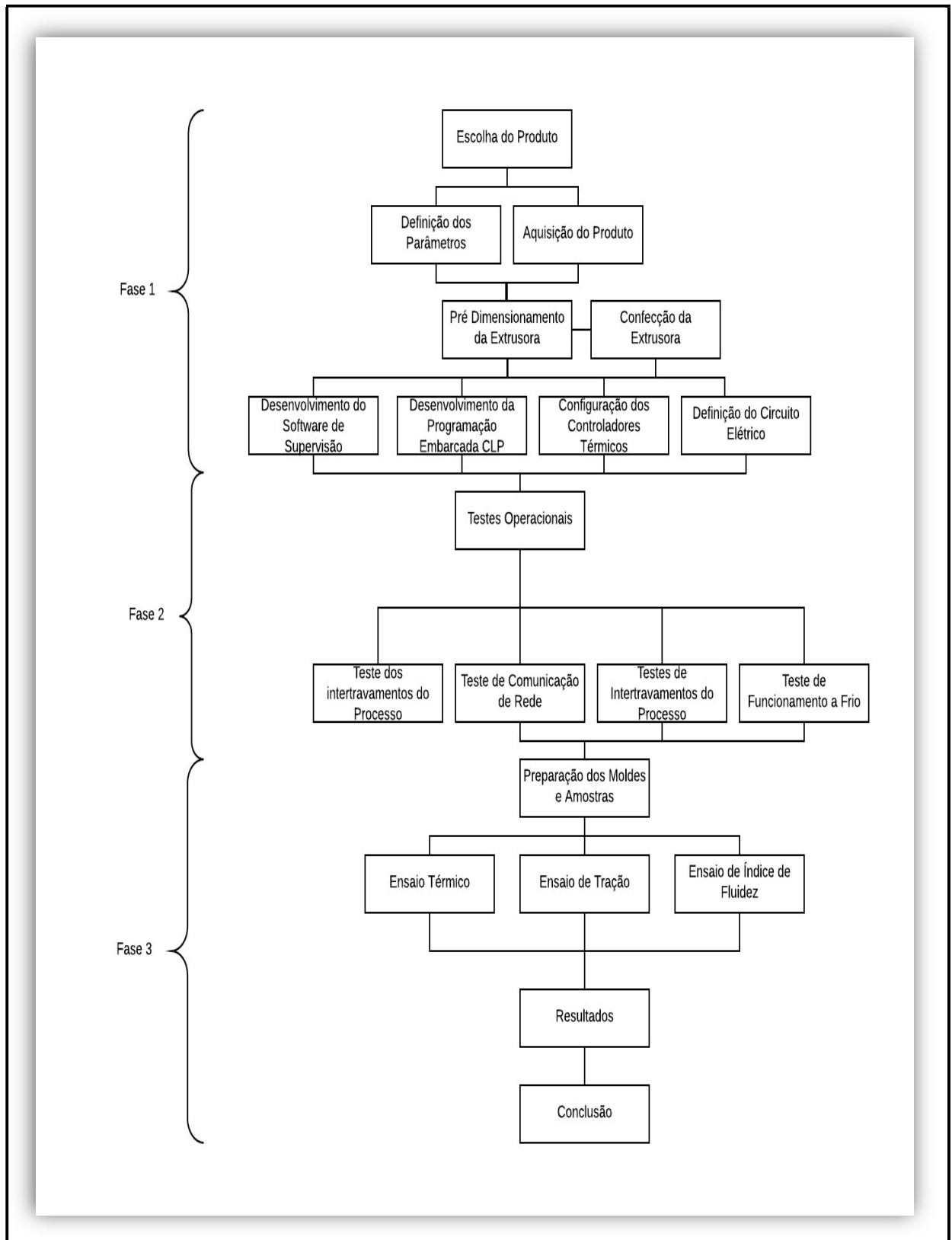
#### Segunda fase:

A segunda fase foi definida para delimitar o fim do desenvolvimento do processo físico e do software de controle e marcar o início do processo de validação dos sistemas desenvolvidos na primeira fase. O objetivo principal desta fase, foi validar as sub rotinas criadas na programação: Sistema de controle de temperatura; controle da velocidade de giro da rosca de extrusão; Leitura do nível da zona de alimentação; validação do sistema de segurança do meio.

#### Terceira Fase:

Os testes com os produtos extrudados, nesta fase, foi criado os corpos de prova de cada material e realizado uma bateria de testes com o propósito de validar a eficiência do equipamento, através da correlação das características do material extrudado com as tabelas do fabricante do material e o manutenção de suas funções principais. Após a realização das análises, foi produzido um parecer sobre a eficiência do meio e suas principais características e comportamentos para a carga de ensaios aplicados.

Figura 24: Fluxograma das Etapas do Trabalho.



Fonte: O autor (2017).

Nas Tabela 6 e 7 são listados os materiais utilizados neste projeto, e o seu custo associado

Tabela 6: Lista de Material Parte 1.

<b>PRODUTO</b>	<b>INFORMAÇÃO TÉCNICA</b>	<b>QTD</b>	<b>VALOR</b>	<b>TOTAL</b>
Chave Seccionadora	Efe Semitrans 63a	1,00	R\$70,00	R\$70,00
Transformador	2000W 127V / 220V	1,00	R\$168,00	R\$168,00
Chave de Segurança	Chave Sel 2 Pos / Emerg / 3 Sinal. - Usuário	1,00	R\$57,85	R\$57,85
Contadoras	Contadoras 25a Lc1d009, 110v/220	4,00	R\$30,00	R\$120,00
Painel Elétrico	Caixa Hermética, Caixa Montagem, Quadro Comando, 60x60x25	1,00	R\$168,00	R\$168,00
Controlador Térmico	Controlador Digital Temperatura Rex-c100fk02-v 0 A 400°C	4,00	R\$104,90	R\$419,60
Termopar	Sensor Termopar Sonda Tipo K 2 Metros	4,00	R\$11,90	R\$47,60
Motor Redutor	Moto Redutor 1/3cv 0,33cv 1/20 Saída 86 Rpm Trifásico	1,00	R\$380,00	R\$380,00
Tubo	Tubo De 1, Schedule 80 X 600mm. Aço Inox	1,00	R\$70,00	R\$70,00
Resistência Elétrica	Resistência Coleira Mica - 40x40mm 220v - 300w	4,00	R\$50,00	R\$200,00
Fonte	Fonte Chaveada 12v 30a 360w Bivolt P/ Camaras Cftv Fita Led	1,00	R\$35,89	R\$35,89
Mancal	FL204	1,00	R\$89,00	R\$89,00
Metalon	30x30x2x6	2,00	R\$55,00	R\$110,00
Cantoneira	1 1/4 x 1/8 x 6	1,00	R\$30,60	R\$30,60

Fonte: O autor ( 2017).

Tabela 7: Lista de Material Parte 2.

<b>PRODUTO</b>	<b>INFORMAÇÃO TÉCNICA</b>	<b>QTD</b>	<b>VALOR</b>	<b>TOTAL</b>
Eletrodo	Eletrodo de Titanium 6013 X 2,50	1,00	R\$11,50	R\$11,50
Disco de Corte	Disco de Corte Titanium Fino 4 1/2" x 1,00 x 7/8"	5,00	R\$3,90	R\$19,50
Disco Debaste	Disco de Desbaste Norton Classic 4 1/2 x 1/4 x7/8	1,00	R\$6,00	R\$6,00
Disco Flap	Disco de FLAP Norton Classic 4 1/2 x7/8 grão 40	1,00	R\$8,00	R\$8,00
Barra Chata	30 x 3	1,00	R\$39,00	R\$39,00
Folha de Madeira	Folha de Madeira	1,00	R\$109,00	R\$109,00
Serviço de Corte/ Plaina	Serviço de Corte e Plaina	1,00	R\$40,00	R\$40,00
Barra Redonda	1" 1/2 7" 1/2	1,00	R\$47,00	R\$47,00
Torneiro	Mão de obra	1,00	R\$2.880,00	R\$2.880,00
Conectores	Conectores	70,00	R\$0,20	R\$14,00
Condutor Elétrico	Condutor 1,5mm	10,00	R\$0,70	R\$7,00
Condutor Elétrico	Condutor 2mm	5,00	R\$0,80	R\$4,00
Condutor Elétrico	Cabo de Potencia 1m	1,00	R\$70,00	R\$70,00
Tinta	Tinta para Metal	1,00	R\$30,00	R\$30,00
Solvente	Solvente	1,00	R\$38,00	R\$38,00

Fonte: O autor (2017).

### 3.1. ABS

Neste trabalho, conforme mencionado anteriormente, foram adquiridos e processados 3 tipos de ABS:

- I. AG1000. Fabricante Videolar-Innova, é considerado um material de altíssima resistência a impacto;
- II. AE8000. Fabricante Videolar-Innova, é um tipo de ABS de alto impacto e de elevada rigidez;
- III. MG94. Fabricante Cicolac™, é uma resina de ABS de bom impacto.

O detalhamento dos 3 materiais estão listados nos anexos deste trabalho.

### 3.2. Construção da Extrusora

Para o desenvolvimento da extrusora, foi necessário a aquisição de diversos materiais e o emprego de mão de obra especializada para realizar a confecção das partes do equipamento. Todos os equipamentos listados neste capítulo e seus desenhos técnicos foram incluídos nos anexos.

O primeiro dos itens que foi desenvolvido, foi a estrutura metálica de sustentação do equipamento Figura 25.

Figura 25: Suporte da Extrusora.



Fonte: O autor (2017)

Na sequência, foi adquirido a rosca para extrusão (Figura 26), que foi utilizada neste projeto. Ela apresenta um diâmetro constante de 24mm em todas as

suas seções e o comprimento acompanha a medida total do canhão de extrusão de 600 mm. Em função das dificuldades encontradas para localizar um produto com as características idealizadas para o projeto no mercado nacional, foi necessário importar da Inglaterra esta ferramenta.

Figura 26: Rosca de Extrusão.



Fonte: O autor (2017).

O próximo passo foi a confecção do suporte do canhão (Figura 27) e o tubo de travamento eixo motor + eixo rosca (Figura 28).

Figura 27: Suporte do Canhão.



Fonte: O autor (2017).

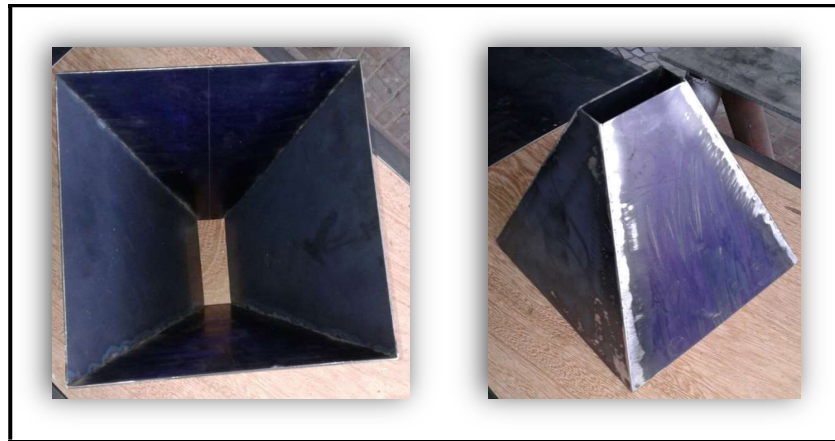
Figura 28: Suporte do Canhão e Sistema de Fixação Eixo Motor/Rosca.



Fonte: O autor (2017).

Após a construção do suporte do canhão, foi desenvolvido o sistema de alimentação do equipamento (Figura 29), sob a forma de funil, para garantir melhor escoamento do material, durante o seu processamento.

Figura 29: Sistema de Alimentação.



Fonte: O autor (2017).

Na passo seguinte, foi realizado o desenvolvimento do bico de extrusão (Figura 30).

Figura 30: Bico de Extrusão.



Fonte: O autor (2017).

### 3.3. Desenvolvimento dos Moldes dos Corpos de Prova

Para a validação dos ensaios de tração, foi necessário o desenvolvimento de um molde para criação dos corpos de prova (Figura 31). Esse molde foi desenvolvido conforme as medidas definidas pela (10).

Figura 31: Molde dos Corpos de Prova.



Fonte: O autor (2017).

### 3.4. Sistema de Controle

O sistema de controle do aquecimento/resfriamento do canhão desenvolvido, foi baseado em uma malha com 4 controladores PID, com 4 sondas termopares tipo K, 4 resistências de 300W, com tensão nominal de trabalho de 220V.

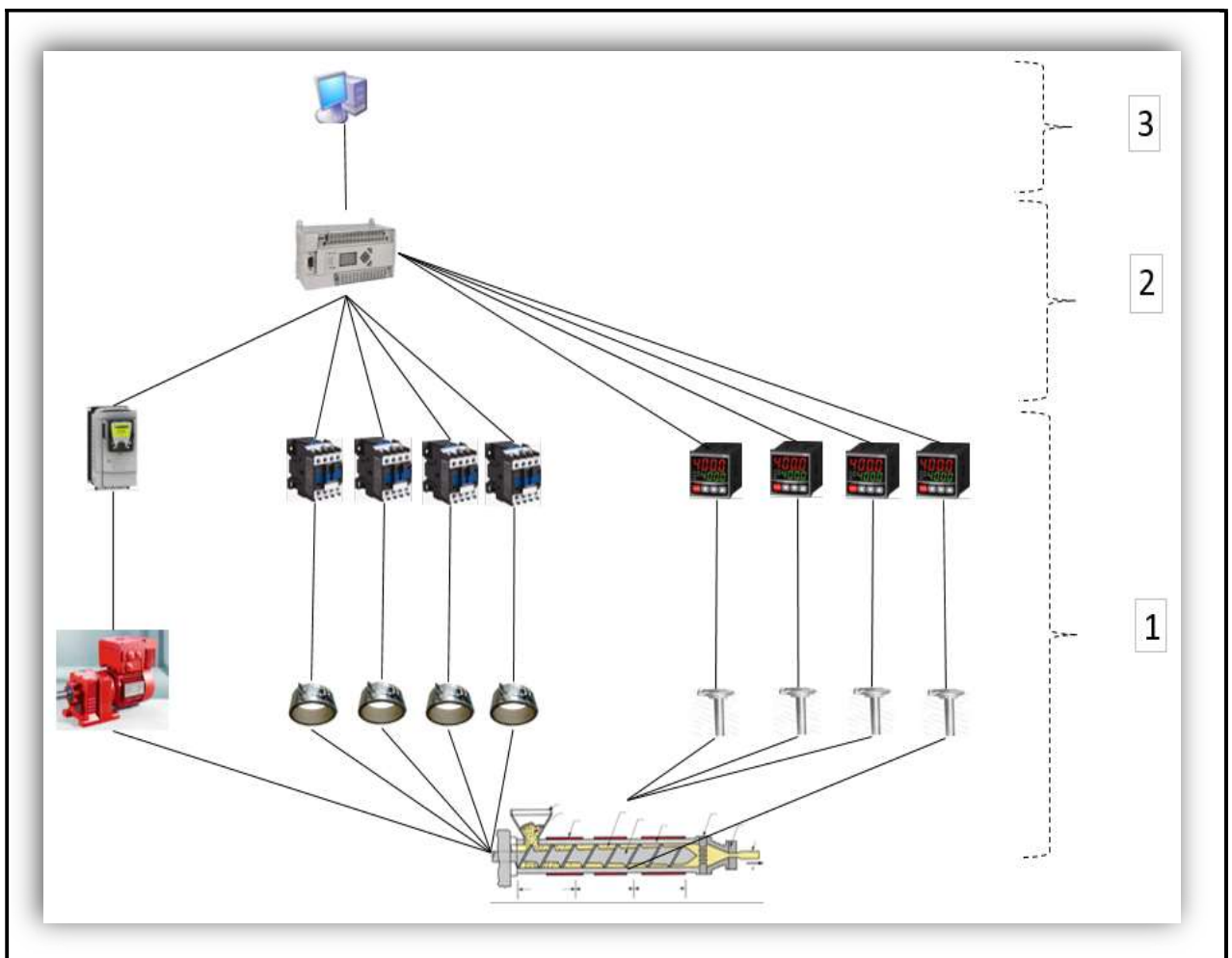
O sistema de controle de rotação do motor, foi baseado no sistema de controle analógico da frequência do motor, utilizando um controlador lógico programável com saídas digitais e analógicas, inversor de frequência e um motor de

0,250KW trifásico com uma redutora de saída de 86RPM. As informações técnicas do motor estão na Tabela 06.

### 3.5. Arquitetura Proposta

A arquitetura proposta foi baseada em 3 níveis (Figura 32), sendo o primeiro dos sensores de campo, o segundo do sistema de controle embarcado, que neste trabalho será aplicado em um CLP e o terceiro, o sistema de supervisão.

Figura 32: Arquitetura do Processo.



Fonte: O autor (2017).

#### 3.5.1. Tags do Software

Para o desenvolvimento do programa foi utilizado a linguagem *ladder* e na plataforma de supervisão, foi necessário a criação de diversas tags, para

organização das variáveis do processo. Nas Tabelas 8, 9 e 10, estão relacionados todas as tags utilizadas no ambiente de supervisão do projeto.

Tabela 8: Tags do Ambiente de Supervisão Parte 1.

<b>NOME DA TAG</b>	<b>VETOR</b>	<b>TIPO DE VARIÁVEL</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>ESCOPO</b>
Lâmpada_Funcionamento_Motor_Broca	0	Inteira	Lâmpada de Status do Motor da Broca	Servidor
Liga_Broca	0	Booleana	Comando de Ligar Broca	Servidor
Desliga_Broca	0	Booleana	Comando Desligar Broca	Servidor
Sistema_Energizado	0	Booleana		Servidor
Botão_Nível_25	0	Booleana		Servidor
Botão_Nível_50	0	Booleana	Botão de Nível 50%	Servidor
Botão_Nível_100	0	Booleana		Servidor
Nível	0	Inteira		Servidor
Condições_De_Nível_Ok	0	Booleana	Lâmpada de Condições de Nível	Servidor
Comando_Desliga_Broca	0	Booleana	Comando de Desligamento da Broca	Servidor
Liga_Broca_Manutenção	0	Booleana	Liga Broca Modo Manutenção	Servidor
Motor_Broca_Ligado	0	Booleana	Sinal de Funcionamento do Motor da Broca	Servidor

Fonte: O autor (2017).

Tabela 9: Tags do Ambiente de Supervisão Parte 2.

<b>NOME DA TAG</b>	<b>VETOR</b>	<b>TIPO DE VARIÁVEL</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>ESCOPO</b>
Rotação	0	Inteira		Servidor
Condições_Temperatura_Alimentação	0	Booleana	Sinal de Condições de Temperatura Controlador 1	Servidor
Condições_Temperatura Fusão_Cristalina	0	Booleana	Sinal de Condições de Temperatura Controlador 2	Servidor
Condições_Temperatura Transição_Vitrea	0	Booleana	Sinal de Condições de Temperatura Controlador 3	Servidor
Condições_Temperatura_Cristalização	0	Booleana	Sinal de Condições de Temperatura Controlador 4	Servidor
Motor_Ligado_Em_Funcionamento	0	Booleana		Servidor
Aciona_Resistência_1	0	Booleana	Leitura do Sinal da Resistência	Servidor
Modo_Automatico	0	Booleana	Seleção de Modo Automático	Servidor
Nível_Silo_Material	0	Inteira	Nível do Silo de Abastecimento	Servidor
Silo_Vazio	0	Booleana		Servidor
Nível_Silo_Produto	0	Inteira		Servidor
Velocidade	0	Inteira		Servidor
Liga_Broca_Testes	0	Booleana		Servidor
Liga_Broca_Sentido	0	Booleana		Servidor

Fonte: O autor (2017).

Tabela 10: Tags do Ambiente de Supervisão Parte 3.

<b>NOME DA TAG</b>	<b>VETOR</b>	<b>TIPO DE VARIÁVEL</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>ESCOPO</b>
Aciona_Resistência_2	0	Booleana	Leitura do Sinal da Resistência	Servidor
Aciona_Resistência_3	0	Booleana	Leitura do Sinal da Resistência	Servidor
Aciona_Resistência_4	0	Booleana	Leitura do Sinal da Resistência	Servidor
Veloc_Mat1	0	Inteira		Servidor
Veloc_Mat2	0	Inteira		Servidor
Material_1	0	Booleana		Servidor
Veloc_1	0	Inteira		Servidor
Veloc_2	0	Inteira		Servidor
Veloc_3	0	Inteira		Servidor
Veloc_4	0	Inteira		Servidor
Material_2	0	Booleana		Servidor
Material_3	0	Booleana		Servidor

Fonte: O autor (2017).

### **3.5.2. Dados de Saída/Entrada**

Para comunicação do ambiente de supervisão com o 1º e 2º nível da planta, foi atribuído a alguns dados do processo, um endereçamento no controlador lógico programável, afim de estabelecer o enlace de comunicação entre o meio físico e o virtual.

Tabela 11: Dados de Saída/Entrada.

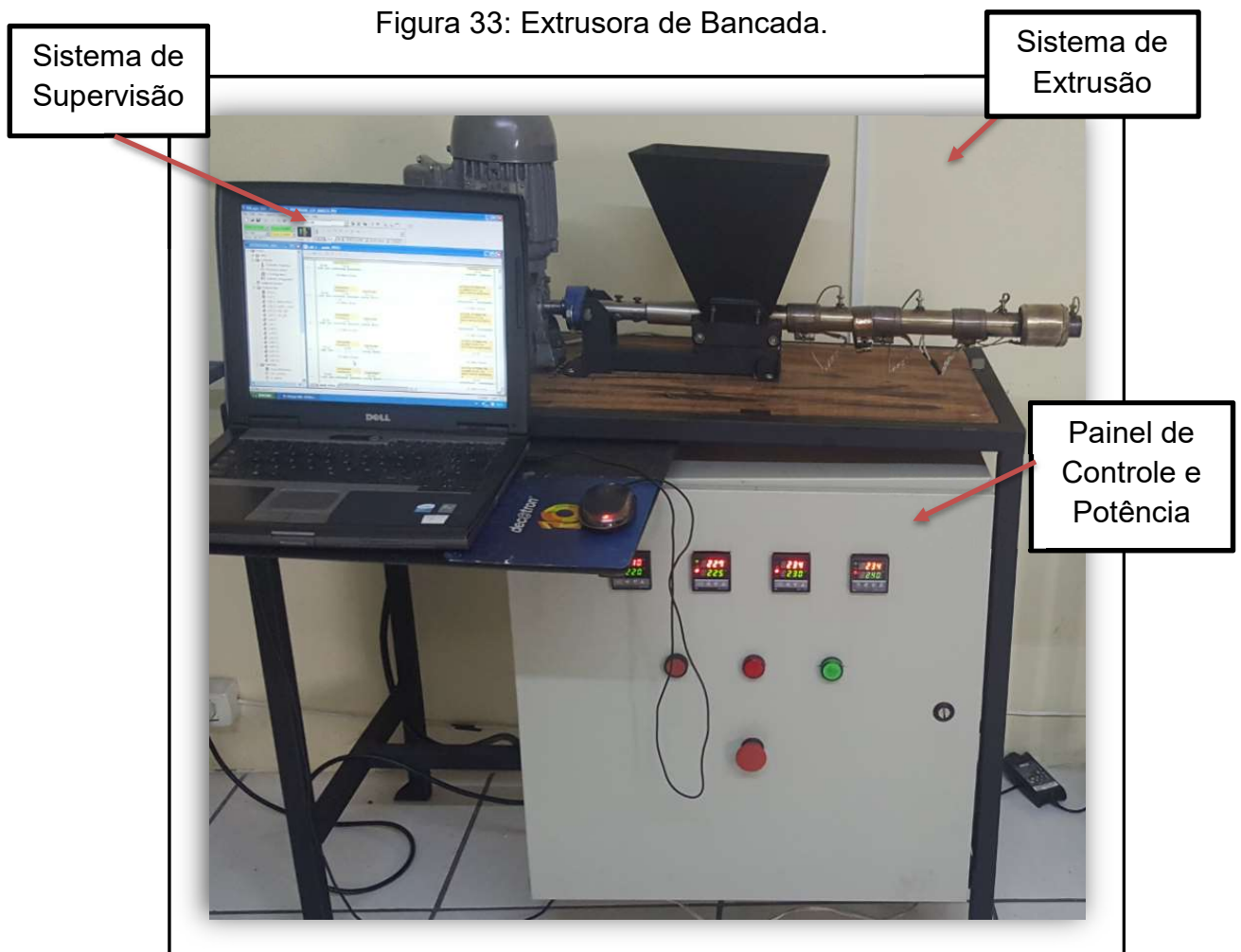
<b>NOME DA TAG</b>	<b>ITEM</b>	<b>SCAN</b>
Sistema_Energizado	[TESTE_UBM]B3:0/0	Sempre
Botao_Nvel_100	[TESTE_UBM]B3:0/3	Sempre
Botao_Nivel_50	[TESTE_UBM]B3:0/5	Sempre
Botao_Nivel_25	[TESTE_UBM]B3:0/7	Sempre
Condições_Temperatura_Alimentação	[TESTE_UBM]B3:2/0	Sempre
Condições_Temperatura_Transição_Vitrea	[TESTE_UBM]B3:2/1	Sempre
Condições_Temperatura_Fusão_Cristalina	[TESTE_UBM]B3:2/2	Sempre
Condições_Temperatura_Cristalização	[TESTE_UBM]B3:2/3	Sempre
Condições_De_Nivel_Ok	[TESTE_UBM]B3:0/9	Sempre
Liga_Broca_Manutenção	[TESTE_UBM]B3:0/11	Sempre
Liga_Broca_Testes	[TESTE_UBM]B3:3/0	Sempre
Motor_Broca_Ligado	[TESTE_UBM]B3:1/1	Sempre
Liga_Broca_Sentido	[TESTE_UBM]O:0.0/4	Sempre
Modo_Automatico	[TESTE_UBM]B3:1/2	Sempre
Velocidade	[TESTE_UBM]N7:0	Sempre
Motor_Ligado_Em_Funcionamento	[TESTE_UBM]B3:3/1	Sempre
Aciona_Resistencia_1	[TESTE_UBM]I:0.6	Sempre
Aciona_Resistencia_2	[TESTE_UBM]I:0.7	Sempre
Aciona_Resistencia_3	[TESTE_UBM]I:0.8	Sempre
Aciona_Resistencia_4	[TESTE_UBM]I:0.9	Sempre
Veloc_1	[TESTE_UBM]N7:1	Sempre
Veloc_2	[TESTE_UBM]N7:2	Sempre
Veloc_3	[TESTE_UBM]N7:3	Sempre
Veloc_4	[TESTE_UBM]N7:4	Sempre
Silo_Vazio	[TESTE_UBM]B3:6/0	Sempre

Fonte: O autor (2017).

### 3.6. Software e Extrusora

#### 3.6.1. Extrusora

A extrusora desenvolvida, apresenta algumas características específicas de processamento. O equipamento foi desenvolvido baseando-se em uma extrusora monorosca de bancada conforme Figura 33. Para melhor entender o equipamento e o modo de funcionamento, o equipamento foi dividido em sistema de supervisão, sistema de extrusão e painel de controle e potência.



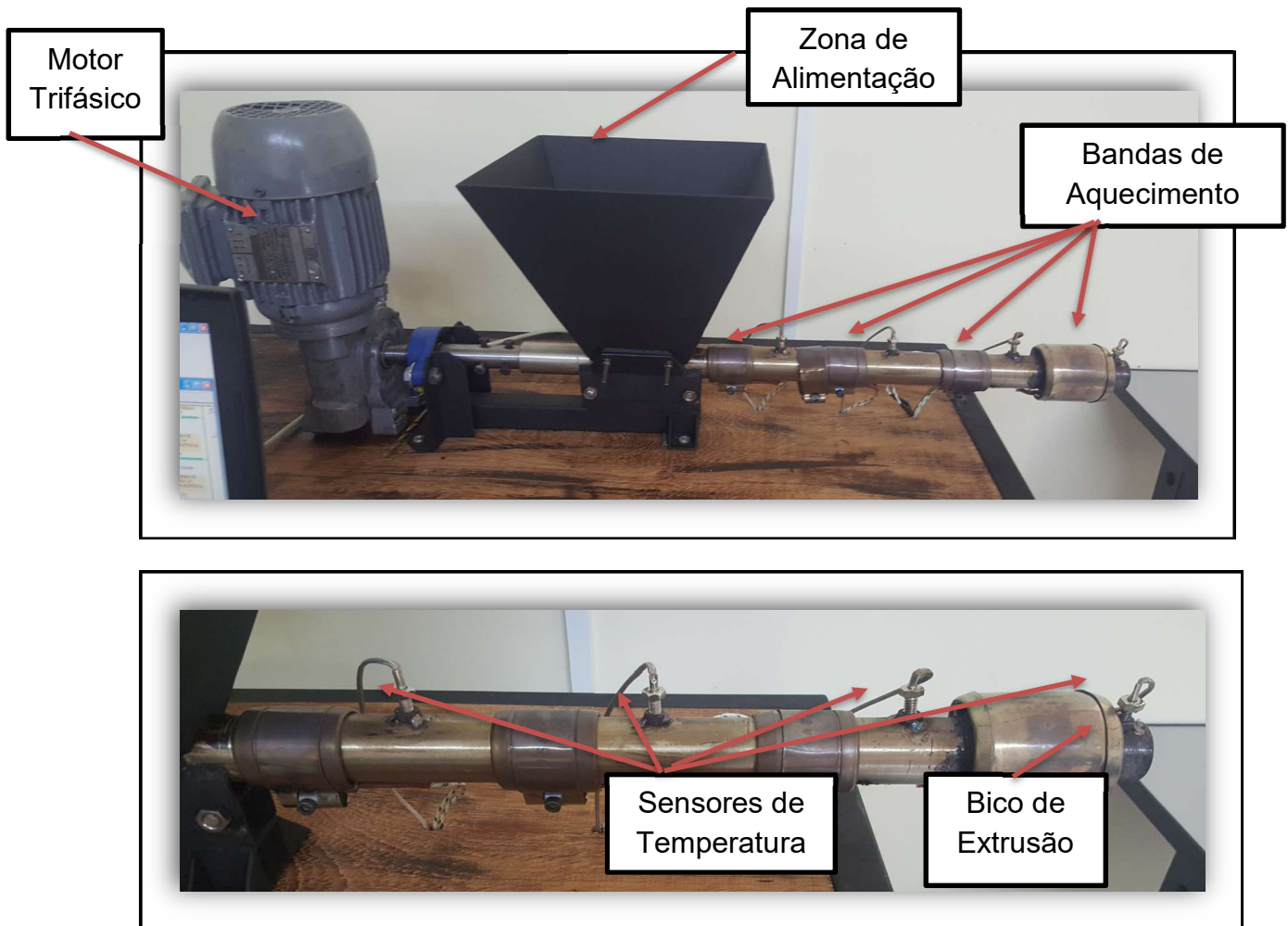
Fonte: O autor (2017).

O sistema de supervisão foi desenvolvido com o objetivo de monitorar as variáveis e apresentar uma interface gráfica simplificada para o usuário do

equipamento. Este sistema será apresentado de maneira mais detalhada no capítulo 3.6.

O sistema de extrusão é composto de um motor com caixa de redução para 86 rpm. Um funil de de alimentação, local onde deve-se depositar os pellets. Bandas de aquecimento, sendo composta por 4 resistências tipo colar. Ainda no canhão de extrusão, são ilustrados os sensores de controle de temperatura devidamente posicionados e o bico de extrusão de material.

Figura 34: Sistema de Extrusão.

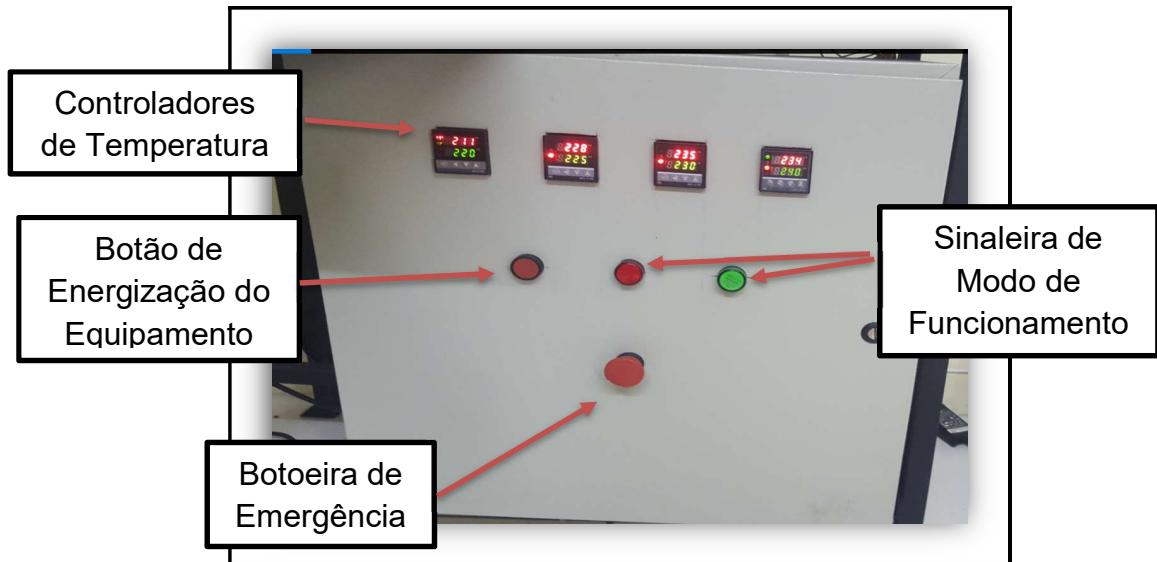


Fonte: O autor (2017).

O painel de controle e potência, ilustrado na Figura 35, é composto por 4 controladores de temperatura, devidamente configurados conforme a parametrização necessária para o processo. Lâmpadas de indicação do modo de

funcionamento, sendo possível 2 modos automático e manual. Botoeira de emergência e botão de energização do equipamento.

Figura 35: Painel de Controle e Potência.



Fonte: O autor (2017).

Na parte interna do painel de controle e potência está ilustrada na , o sistema foi dividido em duas partes, zona de controle e programação e zona de potência. A zona de controle é composta pelo CLP e a interface com os controladores de temperatura. A zona de potência é responsável pela alimentação e funcionamento das resistências de aquecimento e sistema de rotação da rosca (motor/inversor de frequência).

### 3.6.2. Software

O software de controle e supervisão foi desenvolvido em um ambiente de desenvolvimento de sistemas de supervisão (Indusoft), e todas as variáveis criadas e rotinas , foram idealizadas a partir de uma extrusora monorosca, buscado criar um ambiente de simples manusei e interativo.

Para desenvolvimento do supervisório de controle, foram criadas, 5 telas para navegação. Sendo elas: Tela de login; Tela da Planta; Tela de Alarmes; Tela de

Tendências; Tela de Ajuda. Neste tópico serão abordadas cada uma destas telas e suas funcionalidades específicas.

### 3.6.2.1. Tela de Login

Nesta tela, o usuário do programa, deverá inserir as credenciais cadastradas para utilização do software. Essas credenciais serão classificadas como três tipos de perfil. Sendo o primeiro o perfil de Navegação (Visitante), onde o usuário não terá acesso a todas as janelas da aplicação e suas funcionalidades. O segundo perfil é classificado como (Operação), que será um usuário com características de controle em modo automático do ambiente de supervisão. E o terceiro perfil (Manutenção), que será dotado de permissões para manipulação em modo manual da tela principal da planta.

Figura 36: Tela de Login do Supervisório.



Fonte: O autor (2017).

Figura 37: Login de Usuários.



Fonte: O autor (2017).

### 3.6.2.2. Tela da Planta de Processo

A tela da planta do processo (Figura 38), é destinada para interface direta do processo e as variáveis controladas com o seu utilizador, dando ao mesmo uma visão de todas as condições de controle. Nessa tela o usuário poderá acessar diversos serviços da planta como:

- 1) Tela de informação de Alarmes e Falhas: Esta tela é destinada a apresentação em tempo real dos alarmes ativos e dos alarmes reconhecidos;
- 2) Data e Hora: Este informativo, apresenta ao usuário o tempo e a data real do processo;
- 3) Comando de alteração e leitura da frequência de rotação do motor;
- 4) Comando de sentido de rotação da rosca;
- 5) Comando Liga/Desliga motor em modo manual;
- 6) Comando de seleção de material;
- 7) Comando de seleção modo manual;
- 8) Comando de seleção modo automático;
- 9) Comando de reset e reconhecimento dos alarmes ativos;
- 10) Botão de voltar a tela anterior;
- 11) Botão de avançar a próxima tela;

- 12) Botão de sair do modo run time;
- 13) Lâmpadas de sinalização do status das variáveis controladas pelo programa;
- 14) Botão de seleção de Nível de zona de abastecimento.

Figura 38: Tela da Planta de Extrusão.



Fonte: O autor (2017).

Neste programa foi idealizado um proprietário que tenha a necessidade de trabalhar com até 3 tipos diferentes de materiais. E para tal, na tela da planta foi inserido uma chave de seleção de material, quando o sistema esta funcionando no modo automático. O usuário deverá definir para o programa um dos 3 tipos de material a serem inseridos no silo de alimentação da extrusora. Após o usuário definir o tipo de material o equipamento irá fazer uma leitura do dado, e irá iniciar uma contagem decrescente, para então iniciar a partida da broca a uma rotação proporcional ao RPM final do equipamento para o material escolhido, esta transição de velocidade iniciará a uma velocidade muito baixa e irá aumentar gradativamente até atingir a velocidade de ciclo de processamento do material. Uma vez atingida a velocidade de ciclo do material, o sistema, irá informar ao usuário que ele deve

inserir o material e definir o nível de material a ser utilizado. Após a interface de abastecimento, o sistema irá iniciar um contador decrescente, para o consumo do material. Após o fim da contagem de consumo do material, o sistema irá entrar automaticamente no período de purga do processo. O período de purga do processo, foi idealizado como um período necessário para realizar a limpeza do canhão. Após o término do tempo de purga do processo, a lógica desenvolvida irá retirar automaticamente o sistema do modo automático, e ficará aguardando próxima ordem do usuário.

Figura 39: Tela da Planta em Funcionamento.



Fonte: O autor ( 2017).

### 3.6.2.3. Tela de Alarmes

A tela de alarme (Figura 40), é a tela destinada no programa, cuja missão é registrar todos os alarmes definidos como importantes na raiz do programa, e que necessitem ser monitorados ao longo do processo.

Figura 40: Tela de Alarme.



Fonte: O autor (2017).

#### 3.6.2.4. Tela de Tendência

A tela de tendência gráfica (Figura 41), e a tela destinada a fornecer ao usuário uma análise do comportamento de algumas variáveis do processo.

Figura 41: Tela de Tendência.



Fonte: O autor (2017).

### 3.6.2.5. Tela de Ajuda

Esta tela, foi desenvolvida com o objetivo de apresentar ao usuário que não é habilitado na utilização do programa, a forma correta de utiliza-lo. Esta tela também apresenta ao usuário as operações padrão e as operações que não devem ser realizadas. Em todo o programa, foram desenvolvidos intertravamentos primários e secundários para proteger o funcionamento do software e dos equipamentos que estão sendo operados, de manuseios errados que podem colocar em risco a vida dos usuários do equipamento.

Figura 42: Tela de Ajuda.



Fonte: O autor (2017).

### 3.7. Testes Operacionais

Após concluir a fase I da metodologia, foi necessário validar o funcionamento de toda a arquitetura do sistema de modo a prever algumas condições que poderiam ocorrer durante o funcionamento do equipamento e avaliar a interação do conjunto (processo+supervisório+ sistema de controle). Esses ensaios foram divididos em 5 etapas:

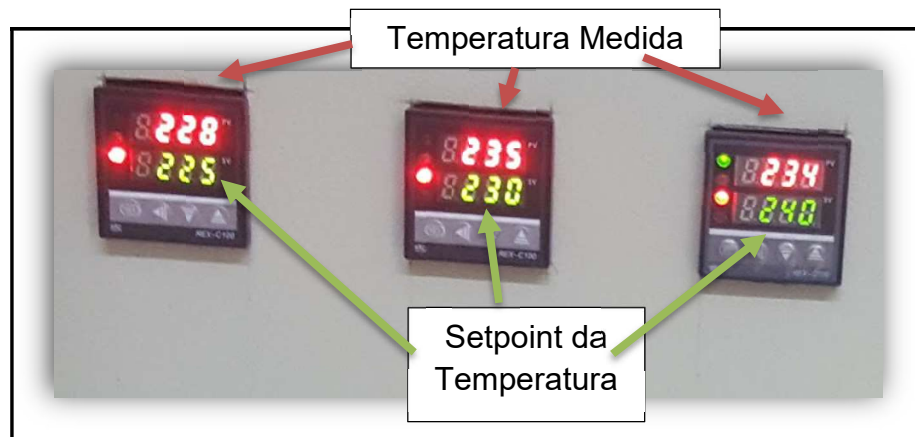
1. Teste dos intertravamentos do processo;
2. Teste de Comunicação;
3. Teste de Funcionamento a frio;
4. Teste de funcionamento à quente;
5. Validação do sistema de Segurança do processo e níveis de acesso.

### **3.7.1. Testes da Programação**

- Teste de intertravamento para variáveis de temperatura do processo:

Afim de garantir que o material produzido seja de boa qualidade e dentro dos parâmetros corretos, foram desenvolvidas algumas sub rotinas na programação, que, basicamente, tem a função de impedir que o processo continue ou inicie o funcionamento, caso as condições iniciais/mínimas não sejam atingidas. Levando em consideração as variáveis definidas por John *et al* (2014) no item perfil de temperatura do processo, foi realizada a configuração dos controladores térmicos, para o *setpoint* de trabalho do ABS. Este procedimento foi realizado para as quatro zonas de controle e ajustado os alarmes de temperatura mínima de processamento. Após a configuração dos controladores, este ensaio baseou-se em verificar o comportamento do bit de saída do controlador para variável temperatura baixa, e a existência da comunicação com o programa escrito e a interface gráfica (supervisório). Foi realizado uma bateria de 10 ensaios e confirmado a comunicação do sistema e o travamento do processo quando as temperaturas estão abaixo da temperatura configurada para alarme de mínimo. Vale comentar que neste projeto foi definido que se um dos 4 controladores apresentarem o alarme de temperatura baixa, o processo será interrompido imediatamente e o usuário será comunicado através de um sinal sonoro e uma animação gráfica no supervisório.

Figura 43: Ajuste e Teste dos Controladores Térmicos.



Fonte: O autor (2017).

- Teste de intertravamento modo Manual/Automático:

Este procedimento concentrou-se em simular a condição de dados de entrada da função manual inibindo a função automática e vice-versa. Na programação (*ladder*), foi idealizado que quando um dos modos estiver sendo utilizado o outro ficará inibido. Para validar o funcionamento foram realizadas simulações de (*set*) nos bits de entrada e acompanhado os sinais de saída de cada rotina.

- Simulação do sistema de emergência:

A função emergência, foi projetada como uma função primária no processo ou seja quando em nível lógico 1 (atuada), o equipamento deverá interromper todas operações imediatamente. Por ser uma função principal ela desernegiza todas as entradas do programa, inclusive o modo manual. Para validação do funcionamento desta função foram realizadas simulações físicas e pela programação.

Figura 44: Emergência.



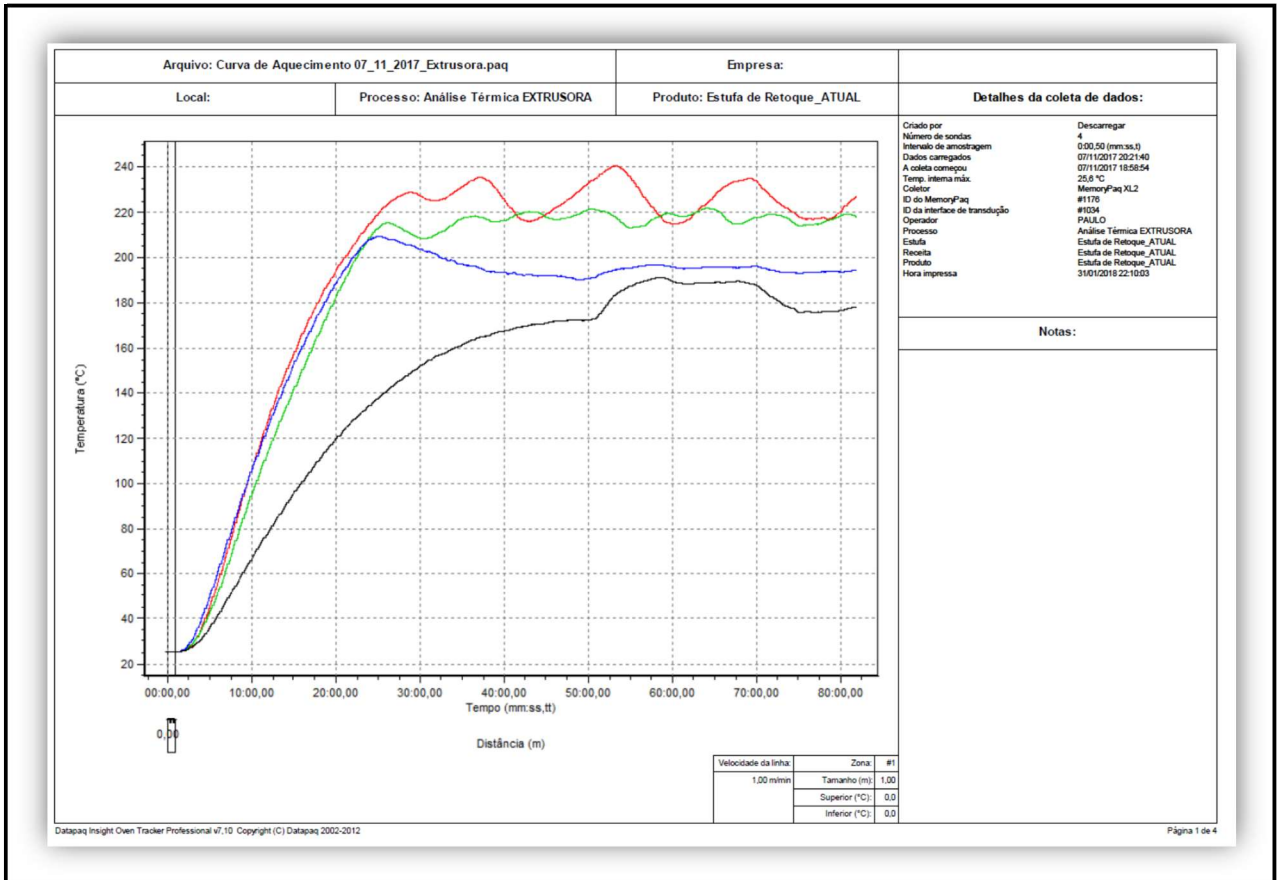
Fonte: O autor (2017).

### 3.7.2. Teste de Funcionamento a Frio e a Quente

Para validação do funcionamento da extrusora e dos elementos nela instalados, primeiramente foi realizado o (*start up*) do conjunto (equipamentos físicos) com o sistema de aquecimento desligado. O objetivo deste método foi avaliar possíveis desalinhamentos ou esforços excessivos que pudessem gerar sobre carga no sistema de potência.

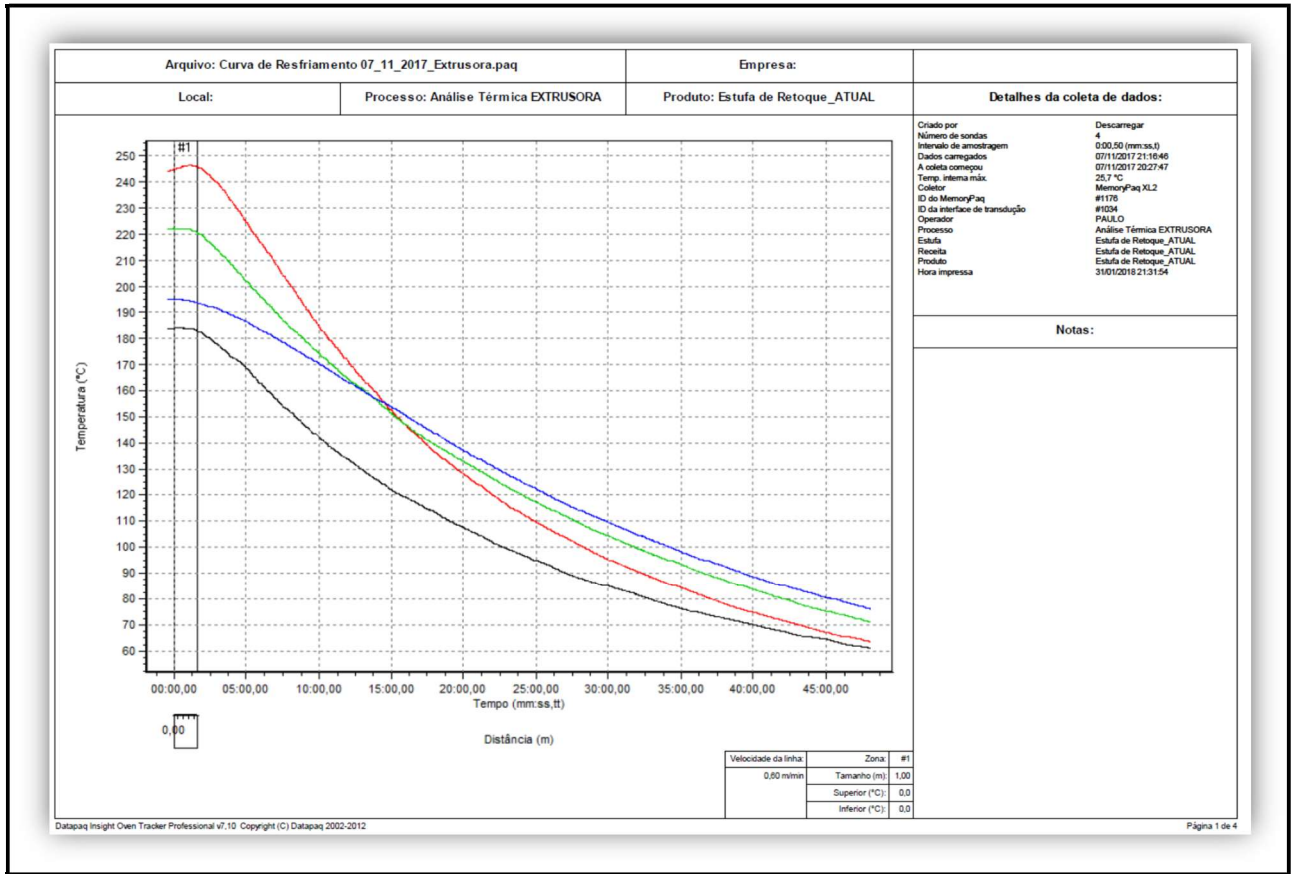
Após a confirmação do funcionamento do equipamento, foi realizado o acionamento dos aquecedores individualmente e coletado a curva de aquecimento em função do tempo (Figura 45) e a curva de resfriamento em função do tempo (Figura 46). Esse procedimento foi devidamente medido a cada 5 segundos com o equipamento Datapaq.

Figura 45: Curva de Aquecimento.



Fonte: O autor (2017).

Figura 46: Curva de Resfriamento.



Fonte: O autor (2017).

### 3.8. Ensaios de Caracterização do Material

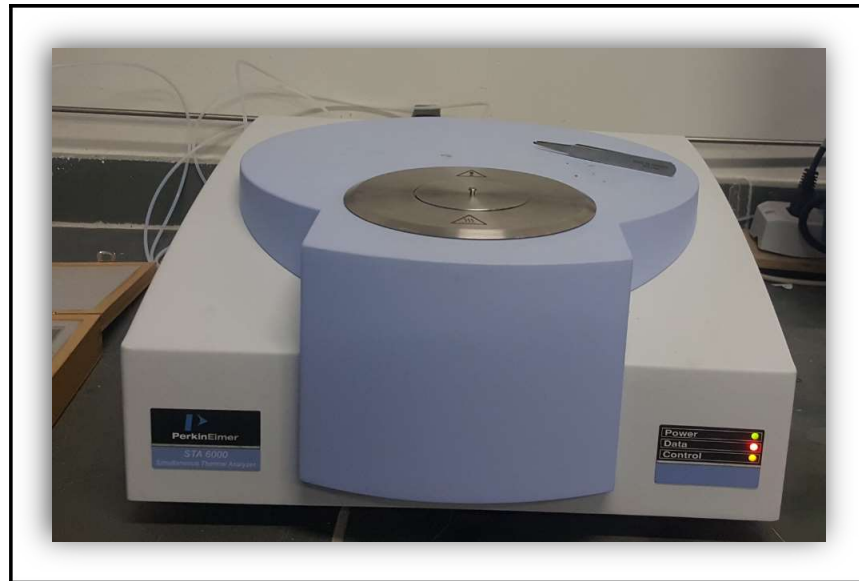
Conforme descrito no fluxograma da Figura 24, neste trabalho foram realizados 3 tipos de ensaios sobre o material extrusado:

- Ensaio térmico, que foi realizado no laboratório de materiais do UniFOA, localizado na cidade de Volta Redonda – RJ.
- O ensaio de índice de fluidez, que foi realizado no laboratório AFINKO, localizado na cidade São Carlos – SP. Este ensaio foi executado sem custo algum para o projeto.
- Ensaio de tração, este foi executado no laboratório de materiais do UniFOA, localizado na cidade de Volta Redonda – RJ.

### 3.8.1. Análise Térmica

Os ensaios de análise térmica foram realizados no laboratório de análise térmica do Centro Universitário de Volta Redonda, conforme a ASTM E2550. O equipamento utilizado foi o Perkin Elmer STA6000 (Figura 47).

Figura 47: Equipamento de Análise Térmica STA 6000.



Fonte: O autor (2017).

### 3.8.2. Ensaio de Índice de Fluidez

O ensaio de índice de fluidez, foi realizado no equipamento Philpolymer, modelo XRL – 400 (Figura 48), sob as seguintes condições:

Tabela 12: Configuração do Equipamento de Análise do Índice de Fluidez.

<b>NORMA DE REFERÊNCIA: ISO 1133:2011</b>	
Temperatura do Laboratório: 23°C	Umidade do laboratório: 50%
Carga Aplicada: 10,0 KG	Tempo de pré-aquecimento: 7 minutos
Temperatura de Ensaio: 220°C	Tempo de corte: 10 segundos
Data de Realização: 26/01/2018	Número de medidas: 05
Equipamento: NZ PHILPOLYMER, MODELO XRL - 400	

Fonte: Afinko (2018)

Nesta análise foram enviadas 5 amostras de cada material extrusado sob condições de rotação de 60 RPM e 5 amostras de cada material virgem sem passar pelo processo de extrusão.

Figura 48: Equipamento XRL – 400.

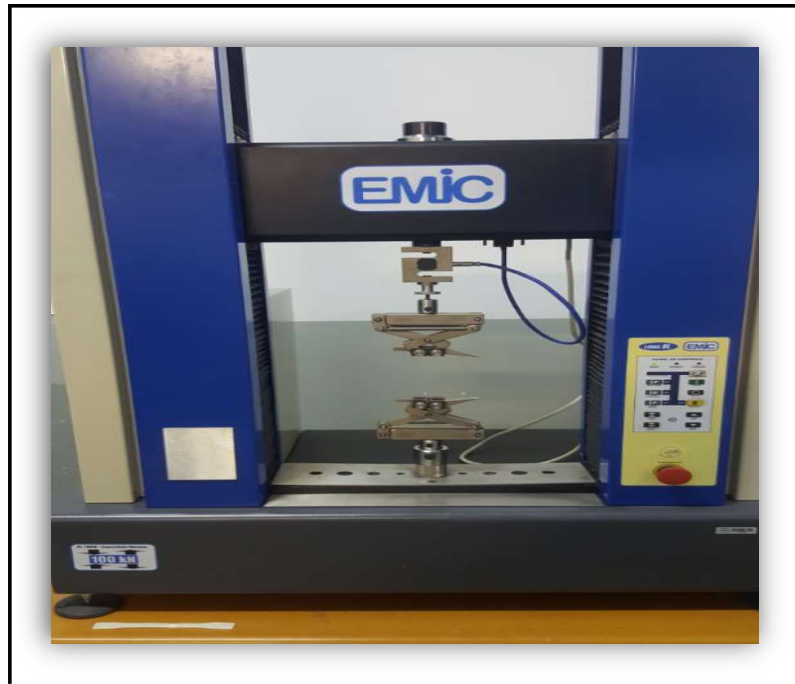


Fonte: Afinko (2018).

### 3.8.3. Ensaio de Tração

Os ensaios de tração foram realizados no laboratório de ensaios mecânicos do Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA. O equipamento utilizado foi o da marca EMIC (Figura 49), com uma célula de carga de 5kN a uma velocidade de  $5\text{mm}/\text{min}^{-1}$  e temperatura da sala a  $20^{\circ}\text{C}$ .

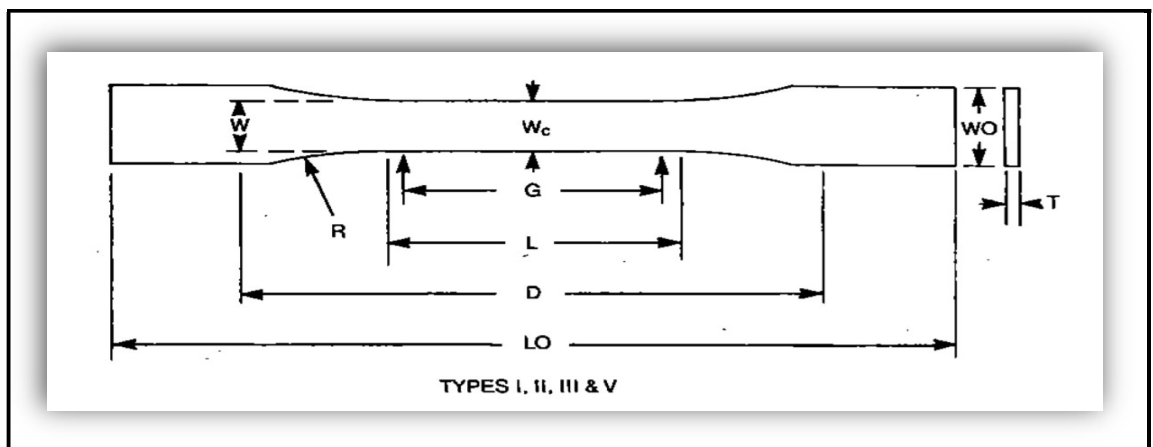
Figura 49: Máquina de Ensaio Mecânico EMIC.



Fonte: O autor (2017).

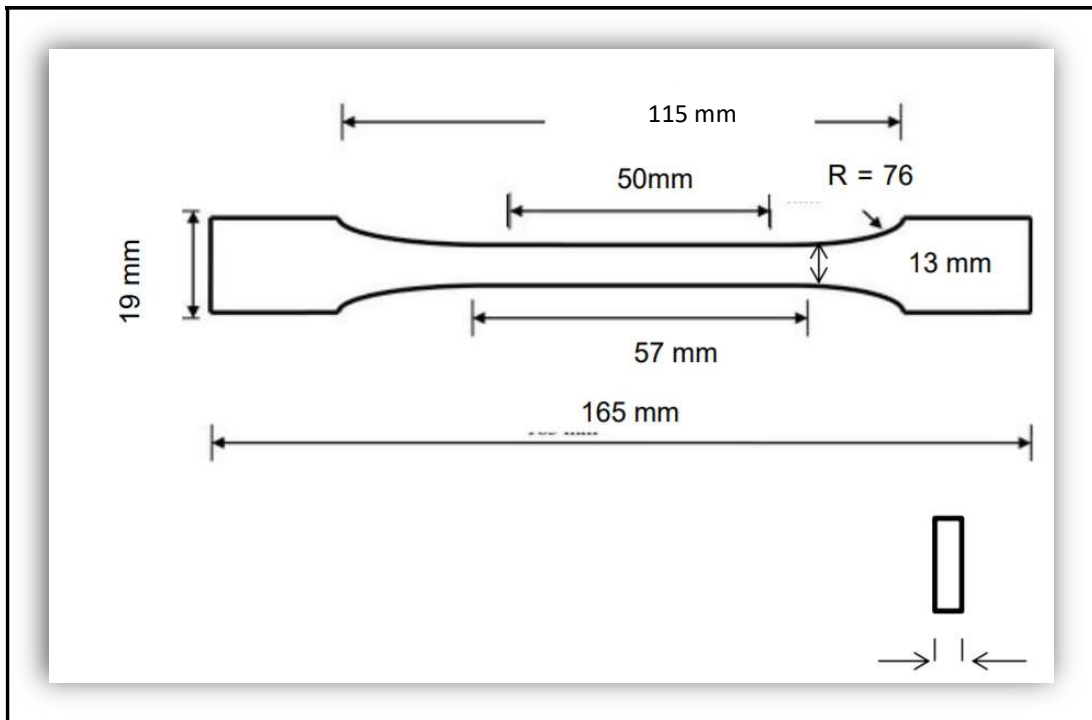
O ensaio de tração foi realizado conforme o procedimento da ASTM D 638 – 03 tipo 1 (Figura 50). Conforme definido pela ASTM, foram criados 5 CPs de cada tipo de ABS, com as medidas definidas para o tipo 1.

Figura 50: Dimensões do Corpo de Prova.



Fonte: ASTM D 638 - 03

Figura 51: Medida dos CPs Utilizados.



Fonte: Adaptado de Canevarolo Jr. (2007).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com base nos ensaios de funcionamento da arquitetura do supervisor, foi possível validar a proposta uma vez que o sistema de segurança não apresentou inconsistências. Na mesma linha com o teste de aquecimento e resfriamento, foi possível acompanhar o tempo necessário para aquecer o equipamento a uma temperatura pré ajustada e definir o tempo necessário para (turn off) desligamento da planta.

Na Figura 45, ficou registrado que o sistema demanda um tempo de aproximadamente 55 minutos para atingir as condições necessárias para funcionamento do controle, levando em consideração a temperatura de (Setup) de 220°C para 4ª sonda e 180°C para primeira sonda, definida como zona de alimentação. E para desativação do equipamento como observou-se na curva de resfriamento (Figura 46), foi necessário um tempo superior a 45 minutos para as 4 sondas registrarem temperaturas inferiores a 100°C.

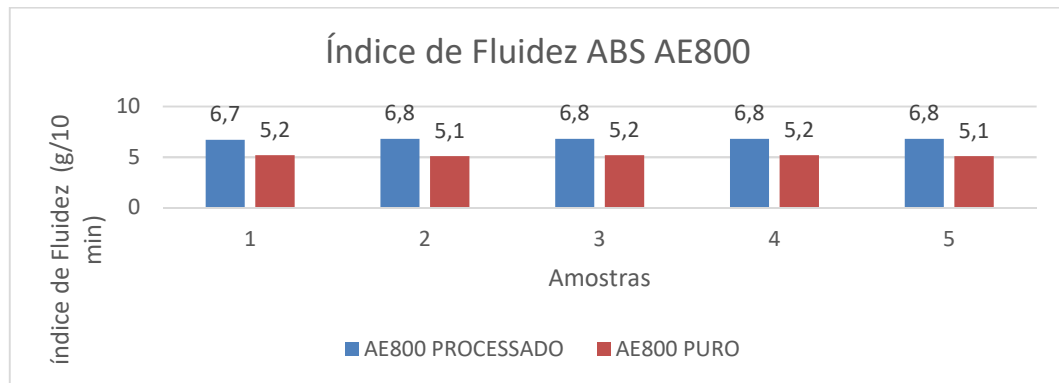
### **4.1. Análise do Índice de Fluidez**

#### **4.1.1. AE8000**

Segundo a análise realizada por Breda (2011), após cada reprocessamento do material virgem, o comportamento esperado para índice de fluidez foi de aumento e redução da viscosidade a cada reprocessamento. Este comportamento também foi observado ao realizar o processamento do AE8000 na extrusora e posteriormente o seu reprocessamento no equipamento de medida de índice de fluidez.

Através da (Figura 52), foi correlacionado o resultado de fluidez de 5 amostras de material virgem e do material processado. Este resultado permitiu afirmar que com o reprocessamento do material puro, ocorreu a geração de uma cisão de cadeias moleculares no material, o qual contribuiu para o decréscimo da viscosidade e consequentemente o aumento da fluidez observada no material.

Figura 52: Resultado Índice Fluidez AE800.

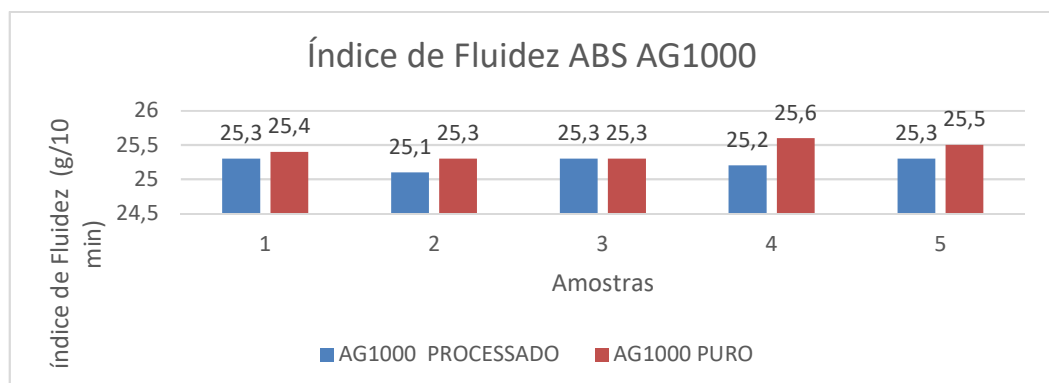


Fonte: O autor (2018).

#### 4.1.2. AG1000

Conforme observado no resultado do índice de fluidez (Figura 53), o material extrusado tem uma média de  $25,24 \pm 0,0894$  g/10 min e o material puro  $25,42 \pm 0,13038$  g/10 min. De acordo com o estudo de Gomes (1985), afirma-se que quanto menor for o CV, mais homogêneos são os dados estudados. Portanto, o coeficiente de variação da amostra processada sendo 0,35% da média, permite concluir que as amostras são homogêneas em função da baixa dispersão. Logo com este resultado ficam garantidas as propriedades reológicas do material.

Figura 53: Resultado Índice Fluidez AG1000.

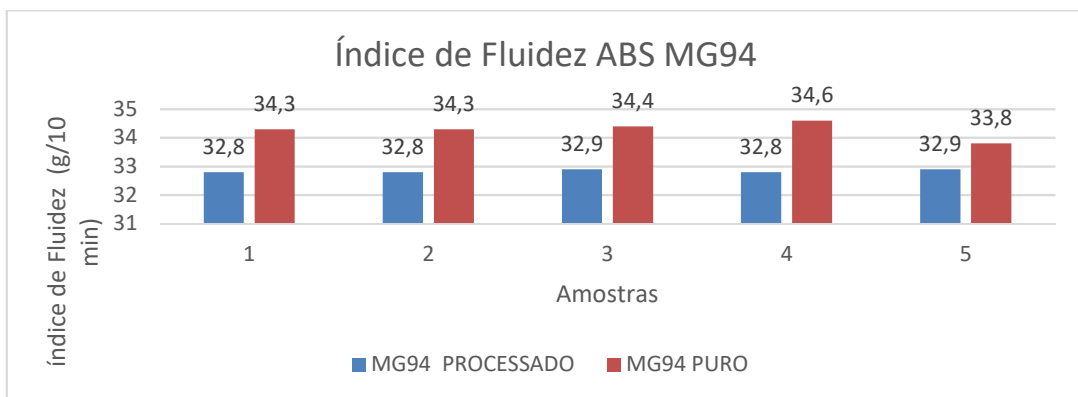


Fonte: O autor (2018).

### 4.1.3. MG94

Conforme observado no resultado do índice de fluidez (Figura 54), o material extrusado tem uma média de 32,84  $\pm$  0,05477 g/10 min e o material puro 34,28  $\pm$  0,29495 g/10 min. Portanto, o coeficiente de variação da amostra extrusada sendo 0,16% da média, permite concluir que as amostras extrusadas são homogêneas em função da baixa dispersão. Contudo em função do comportamento de redução do índice de fluidez, foi possível observar que este material quando processado sob as condições térmicas de 220°C T1, 225°C T2, 230°C T3 e 240°C T4 e uma velocidade de rosca de 60 RPM, não foi o suficiente para promover a quebra de cadeias do material, uma vez que a rosca apenas desempenhou a função de transporte.

Figura 54: Resultado Índice Fluidez MG94.



Fonte: O autor (2018).

## 4.2. Análise Térmica

### 4.2.1. AE8000

Tanto o ABS virgem quanto o processado, apresentam temperaturas extrapoladas de início de degradação (*onset*) em torno de 412 °C, e este evento demonstra que o processamento do material não afetou esta propriedade do polímero. O mesmo contexto pode ser observado para a temperatura de final de degradação (*endset*) conforme observado na Tabela 13, que compara o resultado do ABS P (puro) com o ABS V (virgem). As variáveis de perda de massa e resíduo se comportaram de maneira similar com valores constantes próximos à 97,5% e 2% no caso dos resíduos.

Tabela 13: Resultados Análise Térmica AE8000.

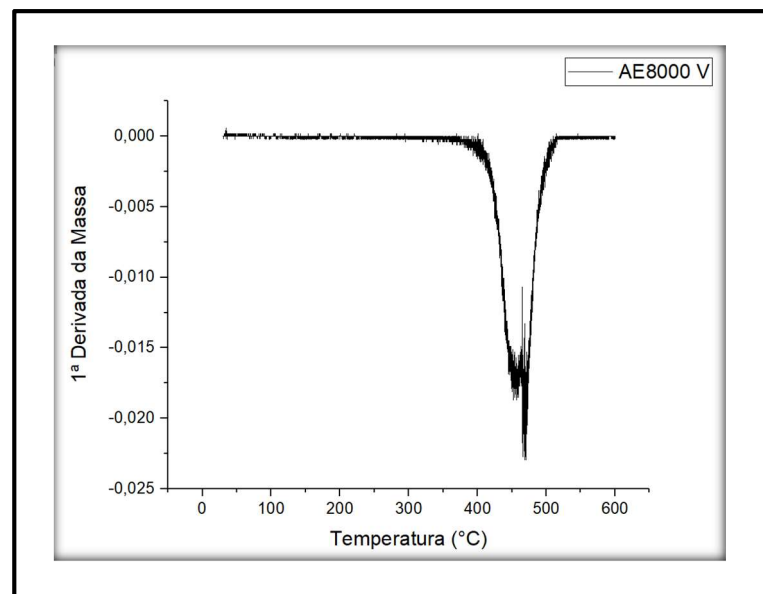
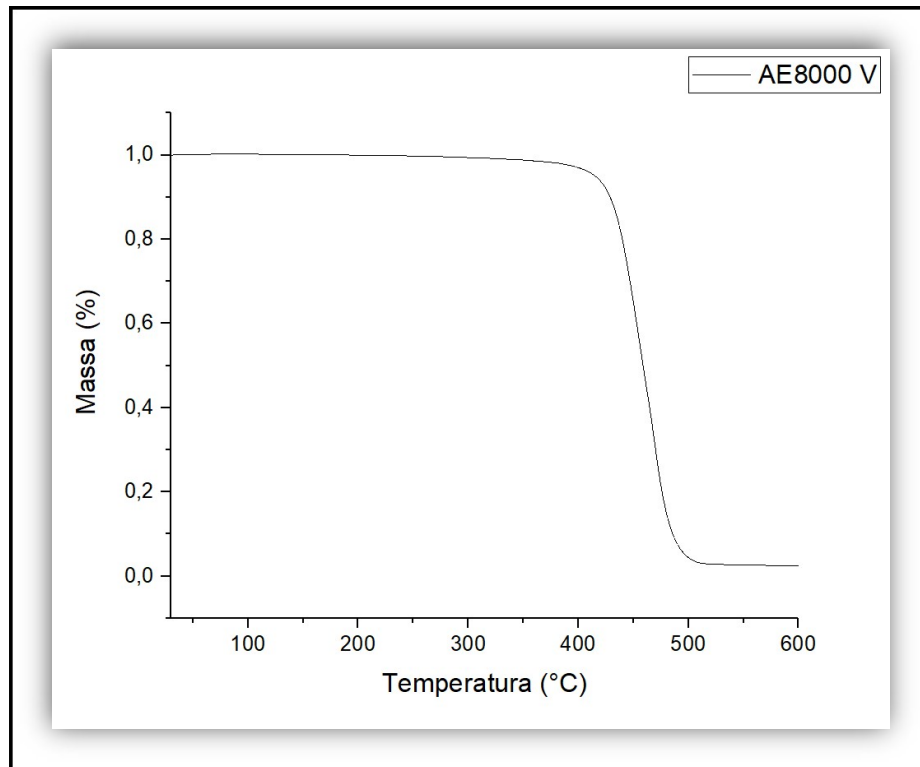
	Material	
	ABS AE8000 P	ABS AE8000 V
Ti (°C)	340,7800	310,5400
Onset (°C)	411,7400	411,5400
Endset (°C)	466,9100	465,1500
Perda de Massa (30/550) (%)	97,8600	97,4256
Resíduo (%)	1,9883	2,4067
Nº de Picos	2	2

Fonte: O autor (2018).

Além destes eventos observou-se na primeira derivada da curva do material a formação de dois picos o que caracteriza a degradação de dois materiais. Contudo, na curva original de TGA estes parâmetros são praticamente irreconhecíveis, uma vez que a queima ocorre na mesma faixa de temperatura.

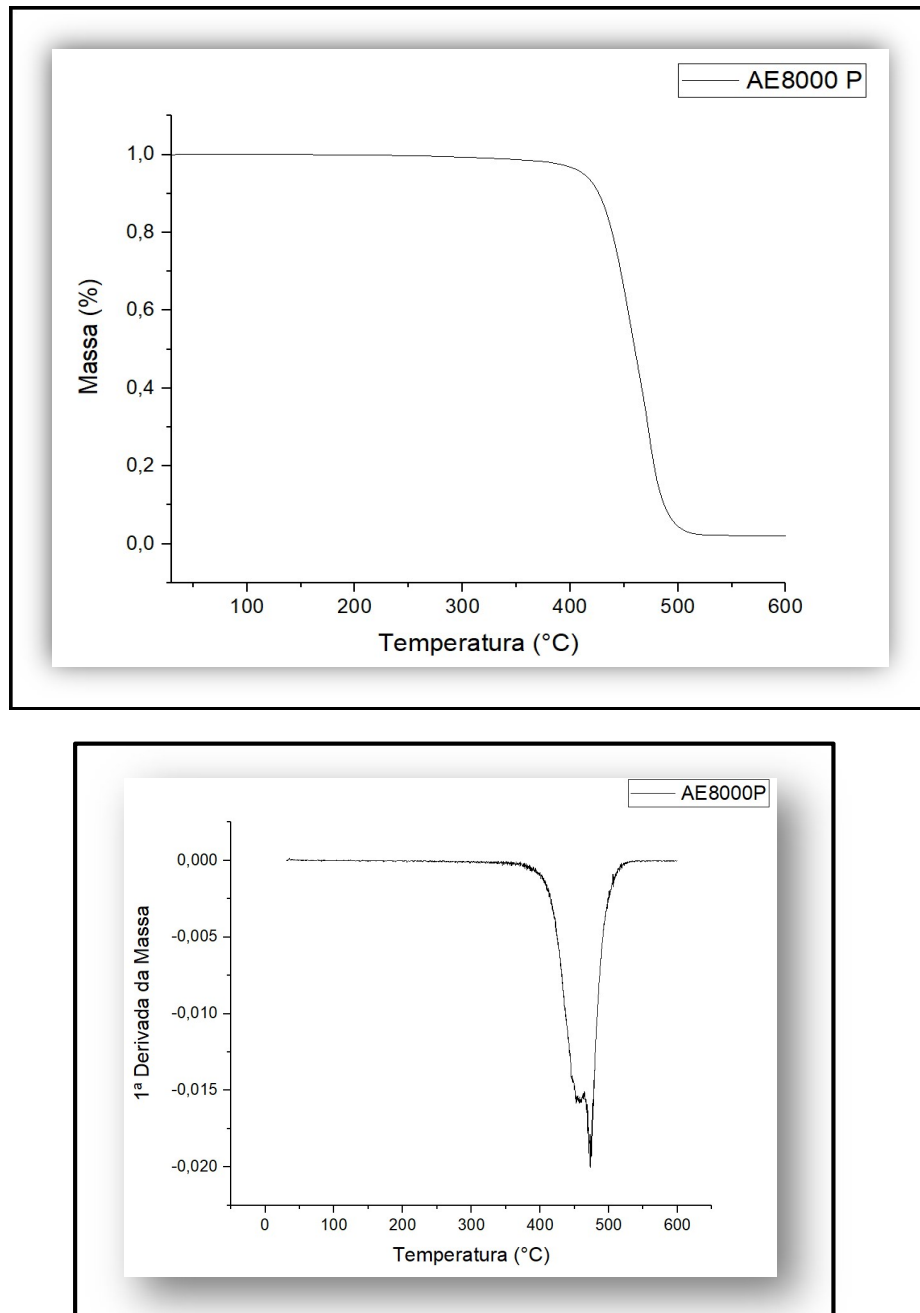
Segundo Suzuki e Wilkie (1995 *apud* WANG *et al.*, 2002), o primeiro pico de degradação deste tipo de material ocorre dentro do intervalo de (300 ~500°C), e está atribuído a pirólise da cadeia principal, que ocorre a partir de 340°C com a evolução do butadieno seguido de perto pelos aromáticos da degradação da porção estirênica e em seguida a evolução da acrilonitrila a partir de 400°C. O segundo pico ocorrerá acima de 500°C e pode ser atribuído aos resíduos gerados durante o primeiro pico.

Figura 55: TGA AE8000 V.



Fonte: O autor (2018).

Figura 56: TGA AE 8000 P.



Fonte: O autor (2018).

#### 4.2.2. AG1000

Os gráficos da análise térmica do AG1000 V (Figura 57) e AG1000 P (Figura 58) geraram os resultados disponíveis na Tabela 14.

Os materiais apresentaram uma temperatura de (*onset*) muito próximos, uma temperatura de (*endset*) 465°C para as duas análises aproximadamente. A perda de massa observada no intervalo de 30/550, foi de 99% para ambos, o que permite

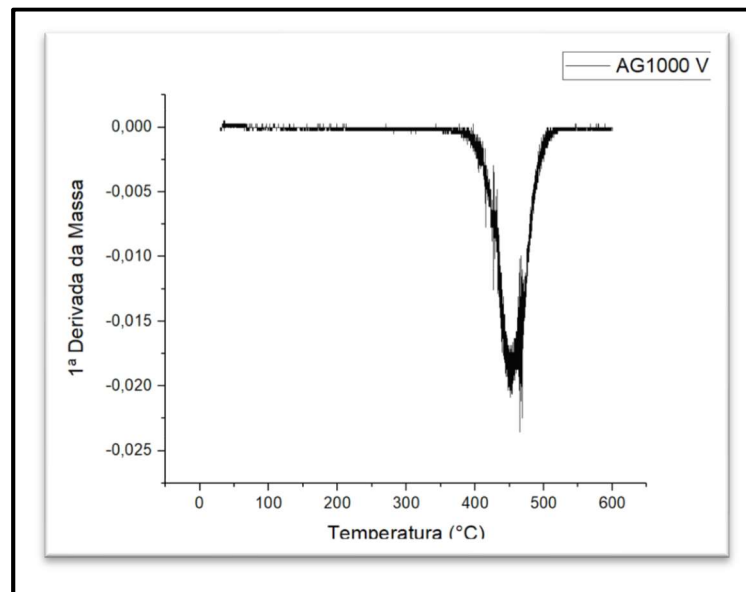
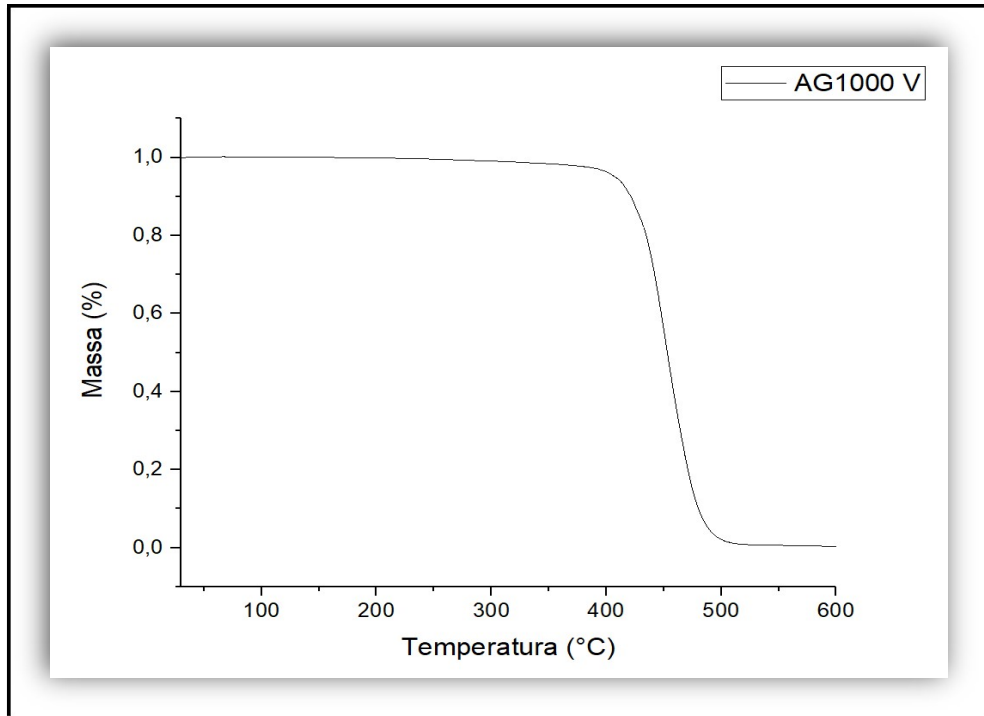
afirmar que o comportamento térmico do material não foi alterado após o processamento.

Tabela 14: Resultados Análise Térmica AG1000.

	<b>MATERIAL</b>	
	ABS AG1000 P	ABS AG1000 V
Ti (°C)	333,2900	320,4700
Onset (°C)	409,0200	407,7800
Endset (°C)	465,2900	465,5200
Perda de Massa (30/550) (%)	99,3482	99,5381
Resíduo (%)	0,4024	0,3391
Nº de Picos	2	2

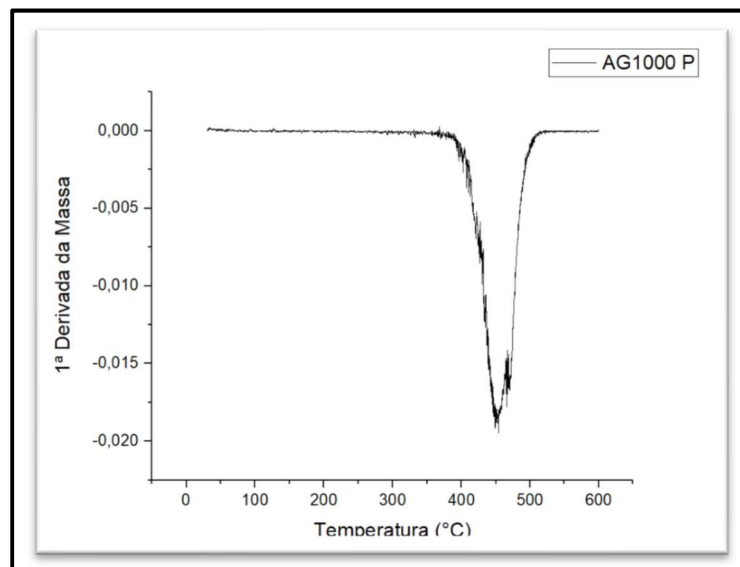
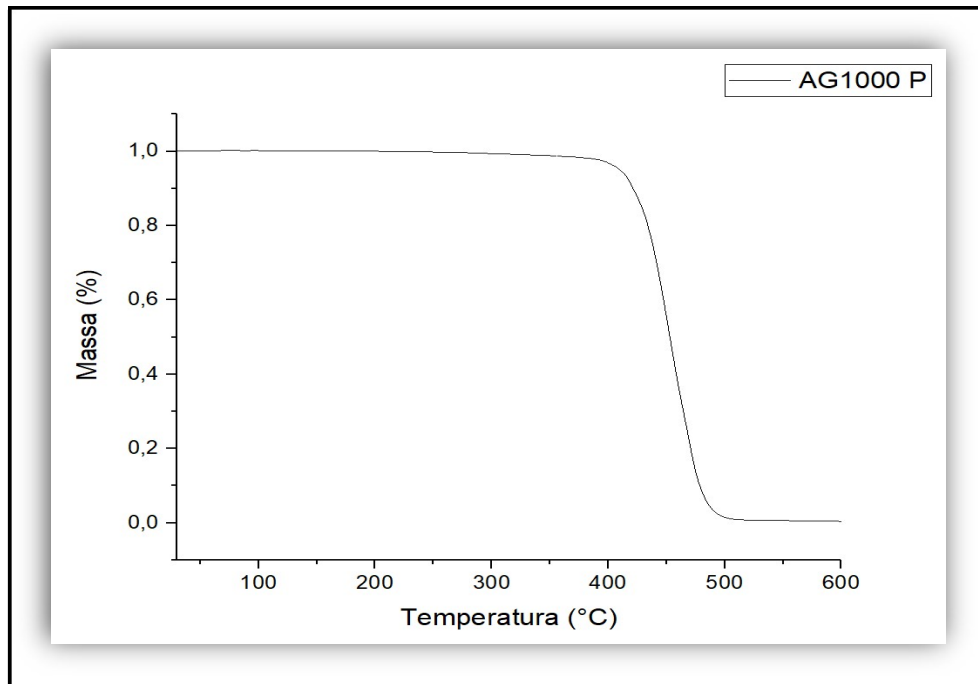
Fonte: O autor (2018).

Figura 57: TGA AG1000 V.



Fonte: O autor (2018).

Figura 58: TGA AG1000 P.



Fonte: O autor (2018).

#### 4.2.3. MG94

Similar aos dois últimos materiais analisados o comportamento térmico do MG94 está representado graficamente nas (Figura 59) e (Figura 60). Na Tabela 15 estão representados os resultados da análise e estes não representaram mudanças

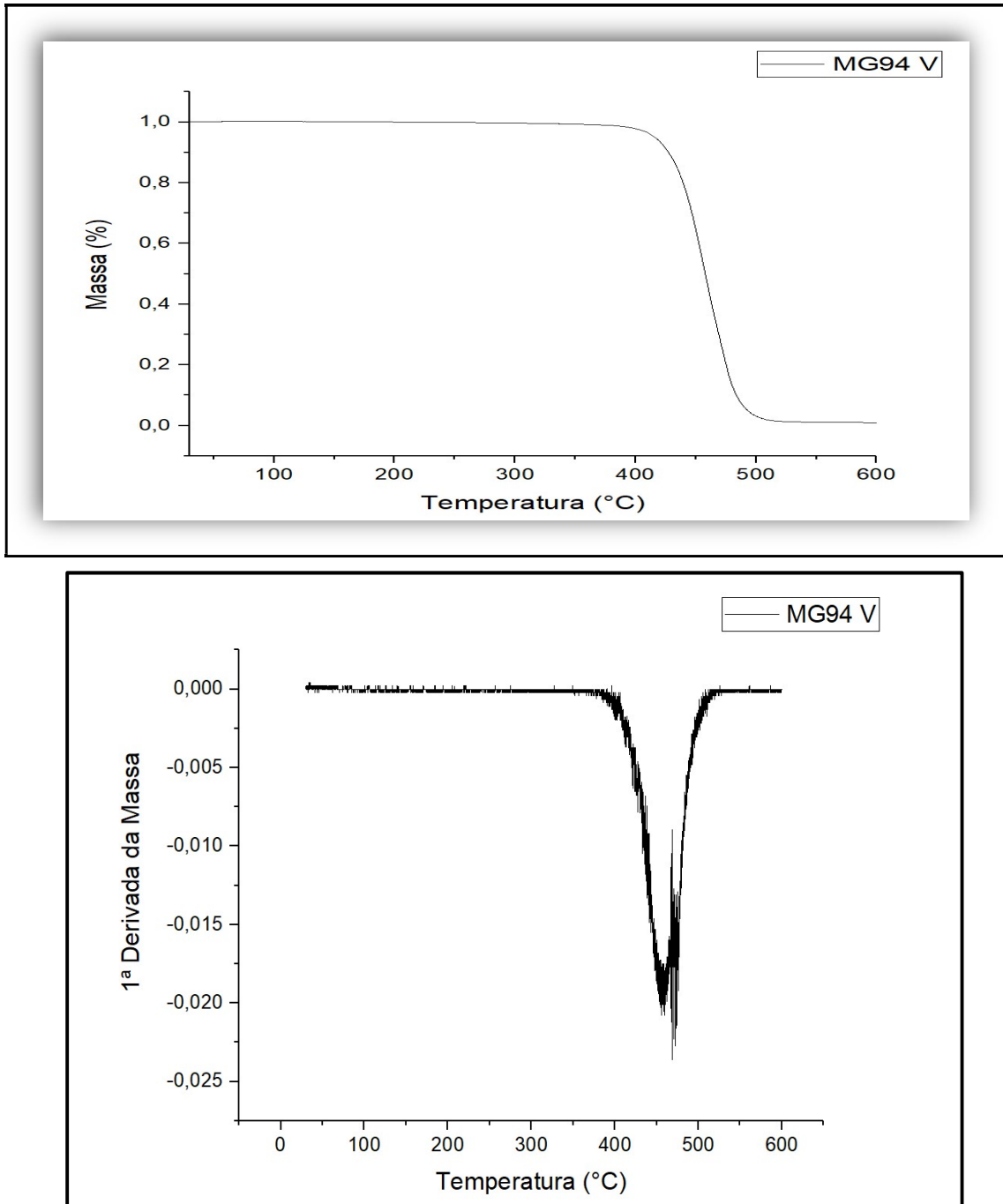
térmicas significativas que alterassem as propriedades térmicas esperadas para o material.

Tabela 15: Resultados Análise Térmica MG94.

	<b>MATERIAL</b>	
	ABS MG94 P	ABS MG94 V
Ti (°C)	310,1900	325,1900
Onset (°C)	410,2300	412,3500
Endset (°C)	466,3400	468,2200
Perda de Massa (30/550) (%)	99,8510	99,0001
Resíduo (%)	0,1391	0,9381
Nº de Picos	2	2

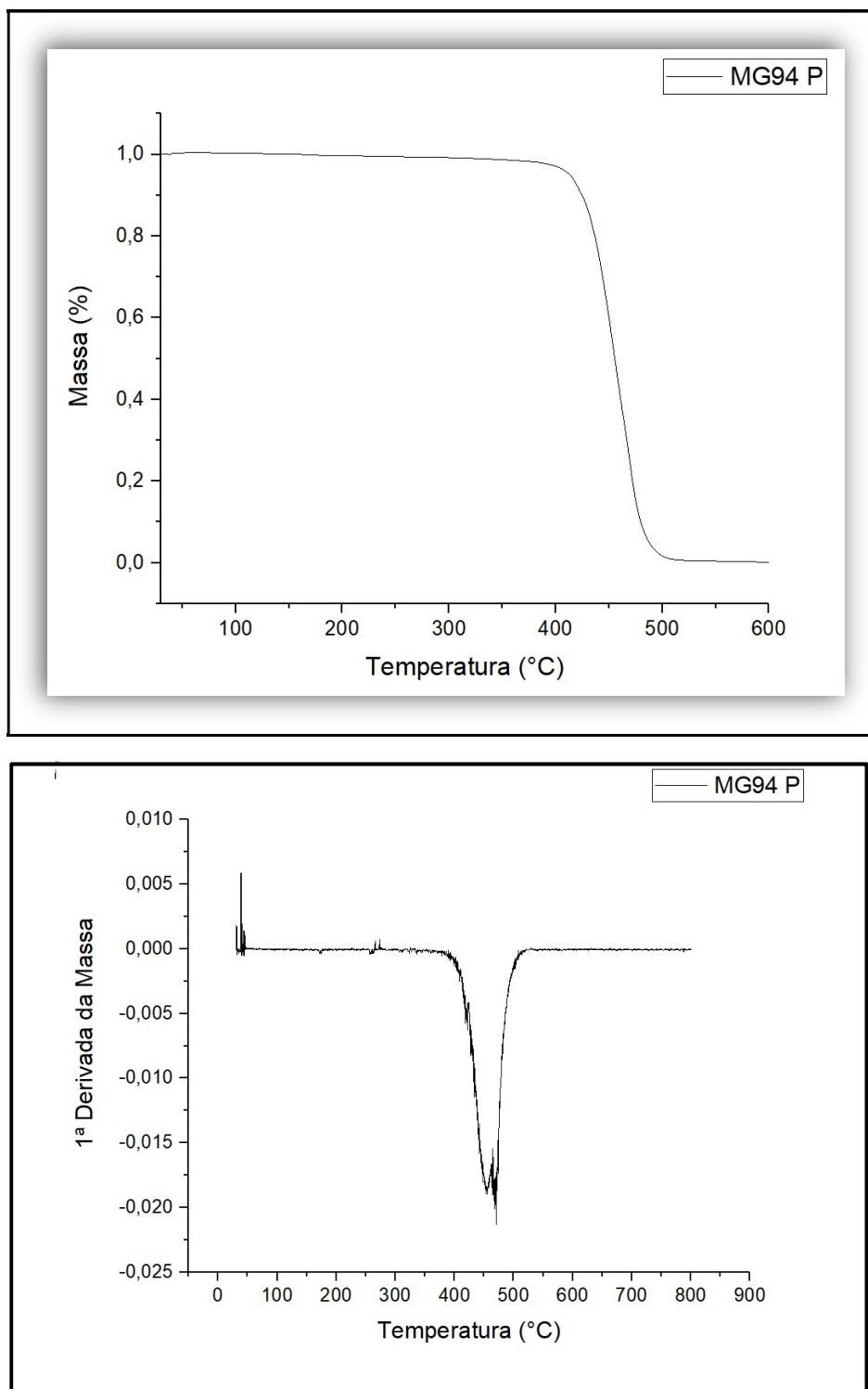
Fonte: O autor (2018).

Figura 59: TGA MG94 V.



Fonte: O autor (2018).

Figura 60: TGA MG94 P.



Fonte: O autor (2018).

### 4.3. Análise Mecânica

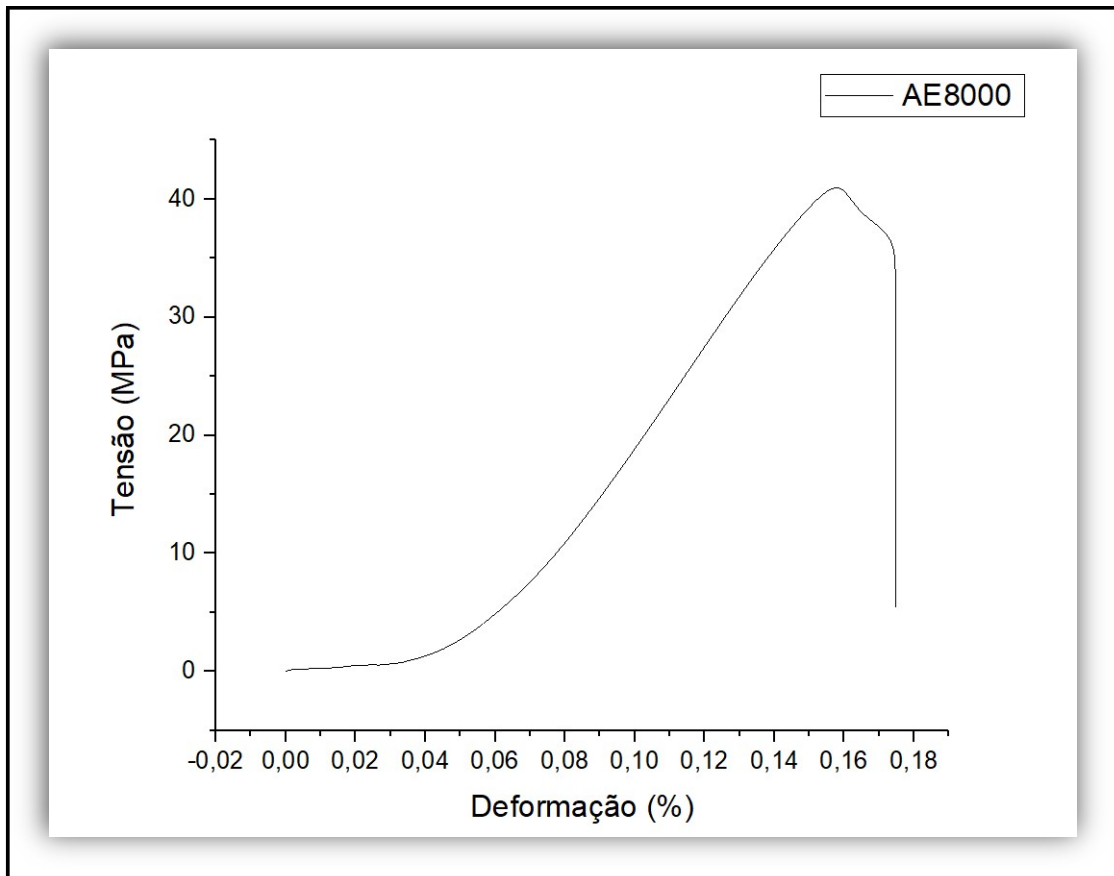
Com base nos resultados da Tabela 16 e os gráficos da análise de cada material presente nas Figuras 61, 62 e 63. É possível afirmar que com o baixo desvio padrão, as amostras processadas de cada material são homogêneas. A baixa deformação é justificada pelo comportamento característico do ABS, de ser um material mais rígido. Em função da célula de carga disponível no laboratório do Unifoa, não foi possível comparar todos os valores relacionados a tensão disponível no datasheet do fabricante, entretanto a tensão máxima obtida, representa um valor muito próximo ao obtido pelo fabricante.

Tabela 16: Resultado da Análise Mecânica.

<b>MATERIAL</b>	<b>AE8000</b>	<b>AE8000 F</b>	<b>AG1000</b>	<b>AG1000F</b>	<b>MG94</b>	<b>MG94F</b>
Tensão Máxima (MPa)	39,4	43	34	38	35	35
Módulo de Young	431 ± 14	-	427 ± 43	-	442 ± 25	-
Taxa de Deformação na Tensão Máxima (%)	0,15 ± 0,01	-	0,15 ± 0,01	-	0,13±0,01	-

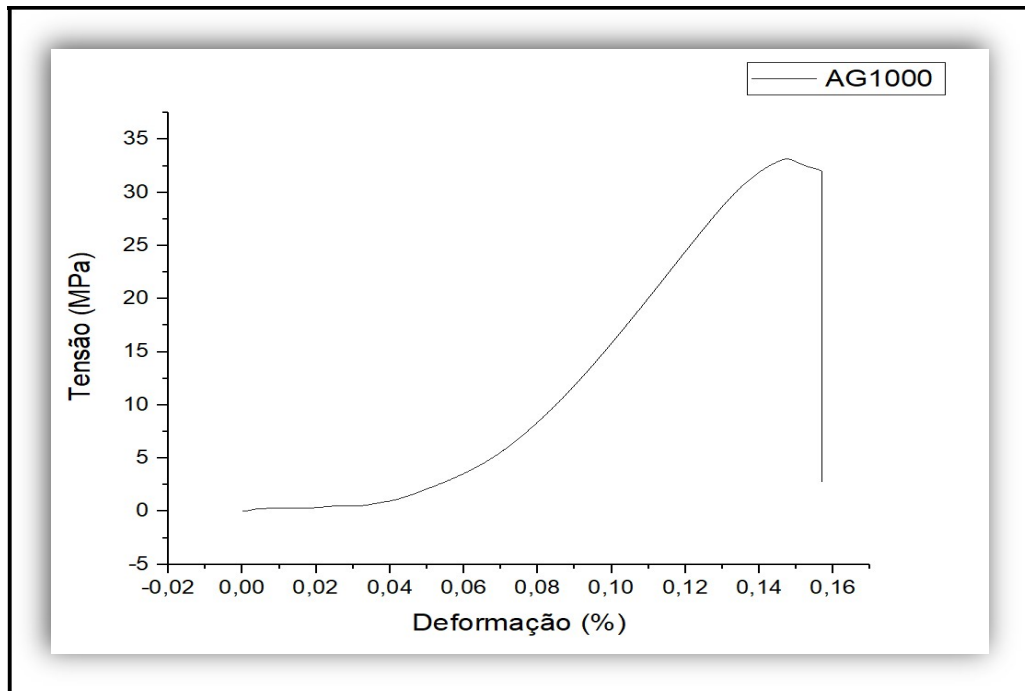
Fonte: O autor (2018).

Figura 61: Gráfico de Tensão x Deformação do Material AE8000.



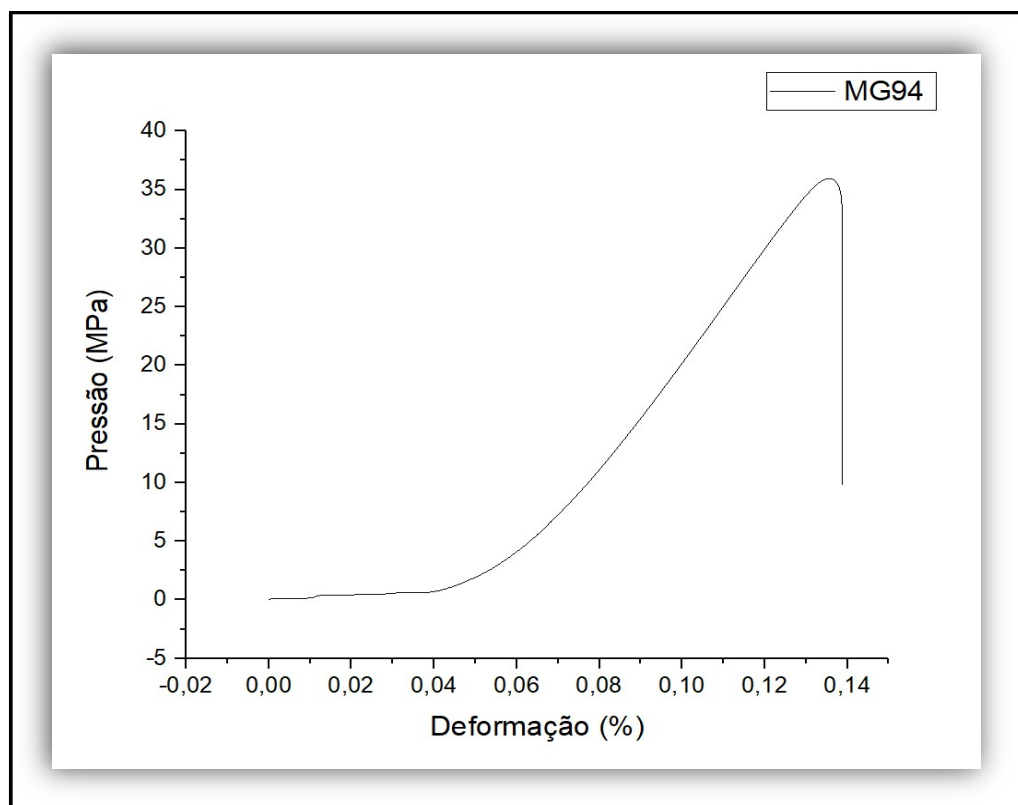
Fonte: O autor (2018).

Figura 62: Gráfico de Tensão x Deformação do Material AG1000.



Fonte: O autor (2018).

Figura 63: Gráfico de Tensão x Deformação do Material AG1000.



Fonte: O autor (2018).

## 5. CONCLUSÕES

Com a análise dos resultados obtidos neste trabalho, foi possível avaliar o comportamento do material, quando sujeito a parametrizações definidas no processo e o comportamento das solicitações do sistema, quando presente o comando de um utilizador, seja no modo manual e no modo automático. A interação do material com o meio em função das características visuais foram satisfatórias.

A partir das análises para determinação do índice de fluidez, observou dois comportamentos similares o do material AE8000 e o do AG1000, entretanto o comportamento do MG94 sofreu uma variação na sua viscosidade, conseqüentemente, reduzindo o índice de fluidez, uma vez que a rosca com LD pequeno, agiu apenas como transporte deste material. Nessa análise, pode-se comprovar que a parametrização aplicada no software, não alterou as propriedades reológicas significativamente para os materiais estudados.

Com o estudo do comportamento térmico, foi evidenciado que os materiais não perderam suas características térmicas de processamento, termicamente os três geraram resultados satisfatórios.

Com a análise mecânica, foi possível evidenciar uma baixa dispersão entre as amostras de cada material, e observar o comportamento característico de materiais de origem do ABS com elevada rigidez e alta resistência a impacto.

Logo com todas análises realizadas, pode-se comprovar a eficiência do equipamento e o funcionamento do supervisor, e tornou-se possível afirmar que o equipamento não provocou mudanças nas características do material que compromete-se sua fabricação ou sua qualidade final.

## 6. TRABALHOS FUTUROS

Desenvolvimento de um sistema para criação de filamentos, para aplicações como impressoras 3D.

Desenvolvimento de um sistema de resfriamento e um sistema de controle de malha fechada para o processo térmico do canhão de extrusão x temperatura de resfriamento do material.

Desenvolver um modelo de forma a otimizar a extrusora e prever melhor seus resultados, compreendendo como efetivamente o material está escoando no interior da mesma, desde sua alimentação, seu encaminhamento em todo fuso e por fim sua saída no bico extursor.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **AKCELRUD, L.** *FUNDAMENTOS DA CIÊNCIA DOS POLÍMEROS*. BARUERI, SP : MANOLE, 2007.
2. **SEBIO, L.** *DESENVOLVIMENTO DE PLÁSTICO BIODEGRADÁVEL A BASE DE AMIDO DE MILHO E GELATINA PELO PROCESSO DE EXTRUSSÃO: AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS, TÉRMICAS E DE BARREIRA*. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. CAMPINAS : S.N., 2003. TESE DE DOUTORADO.
3. **CANEVAROLO JR, S.V.,** *CIÊNCIA DOS POLÍMEROS*. 2ªEDIÇÃO. SÃO PAULO : ARTLIBER EDITORA, 2006.
4. **PARENTE, RICARDO ALVES.** *ELEMENTOS ESTRUTURAIS DE PLÁSTICOS RECICLADOS*. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. SÃO CARLOS : S.N., 2006. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO.
5. *MOLECULAR MODELING OF ELASTIC PROPERTIES OF THERMOSETTING POLYMERS USING A DYNAMIC DEFORMATION APPROACH*. **SHENOGINA, N B, ET AL.** 13, OHIO, EUA : S.N., JUNHO DE 2013, POLYMER, VOL. 54, PP. 3370-3376.
6. **SMITH, W F.** *FUNDAMENTOS DE LA CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES*. MEXICO : MCGRAW-HILL, 2006.
7. **PINTO, J.F.R.** *INJEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS*. INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA. COIMBRA, PORTUGAL : S.N., 2012. P. 102, TESE DE DOUTORADO EM ENGENHARIA MECÂNICA.
8. **JOHN, R, ET AL.** *EXTRUSION: THE DEFINITIVE PROCESSING GUIDE AND HANDBOOK*. MASSACHUSETTS : ELSEVIER INC, 2014.
9. **DAVIS.** *THE DAVIS-STANDARD PROFIT PROTECION PLAN FOR PLASTIC PROCESSORS*. PAWCATUCK, CT : S.N., 1988.
10. **ASTM D 638: STANDARD TEST METHOD FOR TENSILE PROPERTIES OF PLASTICS**. UNITED STATES : S.N., 2014.
11. *INDICE DE FLUIDEZ: UMA VARIÁVEL DE CONTROLE DE PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO CONTROLADA DE POLIPROPILENO POR EXTRUSÃO REATIVA*. **ROCHA, C.G.M, COUTINHO, F.M.B E BALKE, S.** 3, 1994, POLÍMEROS CIÊNCIA E TECNOLOGIA, VOL. 4, PP. 33-37.
12. **MAITELLI, A L.** *CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS*. APOSTILA DE CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS. 2003.

13. SILVEIRA, P.R E SANTOS, W.E. *AUTOMAÇÃO E CONTROLE DISCRETO*. 9ª. SÃO PAULO : ÉRICA, 1998. 978-85-7194-591-3.
14. FRANCHI, C.M E CAMARGO, V.L.A. *CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS*. 2ªED. SÃO PAULO : ÉRICA, 2009. 978-85365-0199-4.
15. RIBEIRO, M.A. *AUTOMAÇÃO*. 5ª. SALVADOR : TEK TREINAMENTO & CONSULTORIA, 2005.
16. PESSA, R. *MANUAL DE TREINAMENTO - INSTRUMENTAÇÃO BÁSICA PARA CONTROLE DE PROCESSO*. 2006.
17. ROSÁRIO, J.M. *PRINCÍPIOS DA MECATRÔNICA*. SÃO PAULO : PRENTICE HALL, 2005. 85-7605-010-2.
18. THOMAZINE, D E ALBUQUERQUE, P.U.B. *SENSORES INDUSTRIAIS - FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES*. 4. S.L. : ÉRICA, 2011. 978-85-365-0071-3.
19. ELETRONUCLEAR. PERGUNTAS FREQUENTES. *ELETRONUCLEAR*. [ONLINE] 2018. [CITADO EM: 21 DE JAN DE 2018.] [HTTP://WWW.ELETRONUCLEAR.GOV.BR/SAIBAMAIS/PERGUNTASFREQUENTES.ASPX](http://www.eletronuclear.gov.br/saibamaais/perguntasfrequentes.aspx).
20. MAMEDE FILHO, J. *INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS*. 6. RIO DE JANEIRO : LTC, 2002.
21. INDUSOFT. *GUIA DO USUÁRIO E MANUAL DE REFERÊNCIAS TÉCNICAS INDUSOFT WEB STUDIO 6.1*. TEXAS, EUA : S.N., 2007. P. 727.
22. CALLISTER JR, W. D. *CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS: UMA INTRODUÇÃO*. 5ª. SÃO PAULO : LTC, 2002. VOL. I.
23. LAWRENCE, H. E VLACK, V. *PRINCÍPIOS DE CIÊNCIA DOS MATERIAIS*. 1ª. SÃO PAULO : EDGARD BLÜCHER LTDA, 2000. VOL. I.
24. CANDIAN, L M. *ESTUDO DO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE RECICLADO PARA USO EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS*. ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. 2007. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO.
25. *ABIPLAST*. 2015, ABIPLAST, P. 40.
26. *INFLUÊNCIA DE DIFERENTES ROTAÇÕES NO PROCESSO DE EXTRUSÃO DE ABS EM SUAS PROPRIEDADES MECÂNICAS*. SOUZA, M.D.V, ET AL. FORTALEZA - CE : S.N., SETEMBRO DE 2015, CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA.

27. GALDÁMEZ, E. V. C. *APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE PLANEJAMENTO E ANÁLISE DE EXPERIMENTOS NA MELHORIA DA QUALIDADE DE UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PRODUTOS PLÁSTICOS*. USP. SÃO CARLOS : S.N., 2002. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO.
28. LUGLI, A.B E SANTOS, M.M.D. *REDES INDUSTRIAIS PARA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL: AS-I, PROFIBUS E PROFINET*. 1ª. SÃO PAULO : ÉRICA, 2010. 978-85-365-0328-8.
29. KUROSE, F E ROSS, K.W. *REDES DE COMPUTADORES E A INTERNET: UMA ABORDAGEM TOP-DOWN*. 5. SÃO PAULO : PEARSON, 2010. 978-85-88639-97-3.
30. FERREIRA, L.A.S, PESSAN, L.A E JÚNIOR, E.H. *COMPORTAMENTO MECÂNICO E TERMO-MECÂNICO DE BLENDS POLÍMERICAS PBT/ABS. POLÍMEROS*. 1997, VOL. 7, PP. 67-72.
31. AMBRÓSIO, J.D, ET AL. *INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE PROCESSAMENTO NA OBTENÇÃO DE BLENDS PBT/ABS. POLÍMEROS*. 2010, VOL. 20, PP. 315-321.
32. AMBRÓSIO, J.D, ET AL. *CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA VIA DSC DE BLENDS PBT/ABS/MGE EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES DE PROCESSAMENTO EM EXTRUSORA COM ROSCA DUPLA CO-ROTACIONAL E INTERPENETRANTE. ANAIS DO 10º CBPOL, 2010. 10º CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS - CBPOL, 2009, P. 10.*
33. ALBUQUERQUE, P.U.D E ALEXANDRIA, A.R. *REDES INDUSTRIAIS: APLICAÇÕES EM SISTEMAS DIGITAIS DE CONTROLE DISTRIBUÍDO*. 2ªED. SÃO PAULO: ENSINO PROFISSIONAL : S.N., 2009.
34. *TÉCNICAS*, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS. *NBR 12771: TERMOPARES - TABELAS DE REFERÊNCIAS*. RIO DE JANEIRO : S.N., 1999. P. 64.
35. DICIONÁRIO AURÉLIO. *DICIONÁRIO AURÉLIO DE PORTUGUÊS ONLINE. DICIONÁRIO AURÉLIO DE PORTUGUÊS ONLINE*. [ONLINE] 2008 - 2017. [CITADO EM: 1 DE OUTUBRO DE 2017.] [HTTPS://DICIONARIODOAURELIO.COM/POLIMEROS](https://dicionariodoaurelio.com/polimeros).
36. AGUIRRE, L.A, ET AL. *ENCICLOPÉDIA DE AUTOMÁTICA: CONTROLE E AUTOMAÇÃO*. 1ª ED. SÃO PAULO : BLUCHER, 2007. P. 450P. VOL. VOLUME I. ISBN 978-85-212-0408-4.
37. RAMOS, L D. *ESTUDO DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DAS BLENDS DE COPOLÍMERO PP E PEBD RECICLADO NA CONFEÇÃO DE PLACAS TERMO MOLDÁVEIS PARA PRODUÇÃO DE ÓRTESES ESTÁTICAS*

**ESTABILIZADORAS DE PUNHO. UNIFOA. VOLTA REDONDA, RJ : S.N., 2017. P. 87.**

**38. CARLOS, A C, ET AL. DETERMINAÇÃO DE TEMPERATURA DE TRANSIÇÃO DÚCTIL-FRAGIL DE PLÁSTICOS ATRAVÉS DE IMPACTO INSTRUMENTADO. *POLÍMEROS: CIÊNCIA E TECNOLOGIA*. JAN/MAR DE 1999.**

**39. FREITAS, R L M. *EFEITO DA TEMPERATURA DE RESFRIAMENTO SOBRE AS PROPRIEDADES DE POLÍMEROS AMORFOS E SEMICRISTALINOS*. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, UFRJ. RIO DE JANEIRO : S.N., 2014. P. 65.**

**40. SILVEIRA, R.M.C.F E BAZZO, W.A. TRANSFORMANDO A RELAÇÃO DO SER HUMANO COM O MUNDO. *IX SIMPÓSIO INTERNACIONAL PROCESSO CIVILIZADOR*. 24 DE NOVEMBRO DE 2005, P. 13.**

**41. FAHRENHOLZ, H. PLASTICS: DETERMINATION OF TENSILE PROPERTIES. *ZWICK/ROELL*. [ONLINE] 2014. [CITADO EM: 28 DE 11 DE 2017.] [HTTP://WWW.ZWICK.BE/FILEADMIN/CONTENT/TESTXPO/VORTRAEGE/2014/VORTRAEGE/ZWICK\\_HELMUT\\_FAHRENHOLZ\\_ISO527\\_ENG.PDF](http://www.zwick.be/fileadmin/content/testxpo/vortraege/2014/vortraege/zwick_helmut_fahrenholz_iso527_eng.pdf).**

**42. PORCEL, F.D.S. *INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE PROCESSAMENTO E DA COMPOSIÇÃO NA MORFOLOGIA DE RESINAS DE ABS*. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. SÃO CARLOS : S.N., 2004. P. 138, DISSERTAÇÃO**

**43. *ANÁLISE DA VISCOSIDADE DE DIFERENTES COMPOSIÇÕES DE ABS SOB REGIME PERMANENTE DE CISALHAMENTO*. FIGUEIRA, R.C.R E HAGE JR, E. ÁGUAS DE LINDOIA, SP : CBPOL, 2005. 8º CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS. P. 2.**

**44. PASTOR, A.A.R. *ESTUDIO COMPARATIVO DE PIEZAS DE ABS Y PLA PROCESADAS MEDIANTE MODELADO POR DEPOSICIÓN FUNDIDA*. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID. MADRID : S.N., 2013. P. 144.**

**45. BANDEIRA, C.F. *APLICAÇÃO DE FREQUÊNCIAS NÃO CONVENCIONAIS NA OBTENÇÃO DE CURVAS DMA DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS*. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. GUARATINGUETÁ : S.N., 2011. P. 178F, DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA NA ÁREA DE MATERIAIS.**

**46. FILGUEIRAS, P.R, SAD, C.M E CASTRO, E.V.R. *CURSO DE ESTATÍSTICA BÁSICA*. LAB PETRO-DQUI-UFES. VITÓRIA : S.N., 2007. P. 28.**

**47. BREDÁ, A. *AVLIAÇÃO DO REPROCESSAMENTO DE COPOLÍMERO SAN ATRAVÉS DE MOLDAGEM POR INJEÇÃO*. CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. SÃO**

**CARLOS : S.N., 2011. P. 92F, DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS.**

**48. *PREPARATION AND THERMAL PROPERTIES OF ABS/MONTMORILLONITE NANOCOMPOSITE.* WANG, S, ET AL. 77, 2002, POLYMER DEGRADATION AND STABILITY, PP. 423-426.**

**49. GOMES, P. *CURSO DE ESTATÍSTICA EXPERIMENTAL.* ESALQ/USP. PIRACICABA-SP : S.N., 1985.**

**50. *ASTM D 1238: STANDARD TEST METHOD FOR MELT FLOW RATES OF THERMOPLASTICS BY EXTRUSION PLASTOMETER.* UNITED STATES : S.N., 2013.**

**51. *ASTM E2550: STANDARD TEST METHOD FOR THERMAL STABILITY BY THERMOGRAVIMETRY.* UNITED STATES : S.N., 2011.**

## **8. ANEXOS**

### **8.1 Anexo A – Datasheet dos Fabricantes**



**FICHA TÉCNICA**  
TECHNICAL DATA

**ABS**

FORNECIDO POR FORMOSA CHEMICALS & FIBRE CORPORATION, TAIWAN

SUPPLIED BY FORMOSA CHEMICALS & FIBRE CORPORATION, TAIWAN



**AE8000**

Rev.: 07 - JAN/2016

PROPERTY	UNIT	TEST METHOD	TEST CONDITION	AE8000
Tensile Strength	kg/cm <sup>2</sup> (MPa)	ASTM D-638 (ISO 527)	23°C	440 (43)
Flexural Strength	kg/cm <sup>2</sup> (MPa)	ASTM D-790 (ISO 178)	23°C	700 (69)
Flexural Modulus	kg/cm <sup>2</sup> (MPa)	ASTM D-790 (ISO 178)	23°C	23000 (2260)
Rockwell Hardness	R-Scale	ASTM D-785 (ISO 2039/2)	23°C	R-100
Izod Impact Strength	kg-cm/cm (J/m)	ASTM D-256 (ISO R180)	23°C 1/4" bar	40 (392)
Vicat Softening Temperature	°C	ASTM D-1525 (ISO 306)	1 kg load	102
Heat Deflection Temperature	°C	ASTM D-648 (ISO 75/A)	Unannealed 18.6 kg/cm <sup>2</sup> (1/2" bar)	86
			Annealed (80°C x 8h)	96
Melt Flow Index	g/10 min	ASTM D-1238 (ISO 1133)	200°C x 5kg (49)	-
			220°C x 10kg (98N)	5
Specific Gravity	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D-792 (ISO 1183)	23°C/23°C	1.04
Flammability	-	UL-94	FILE NO. E162823	1.5 mm HB All Color

The above typical data is supplied only for technical information and may be changed without prior notice.

If there are any questions, please feel free to contact us.

TEL: +886-2-27178405

FAX: +886-2-2713-1649



**FICHA TÉCNICA**  
TECHNICAL DATA

**ABS**

FORNECIDO POR FORMOSA CHEMICALS & FIBRE CORPORATION, TAIWAN

SUPPLIED BY FORMOSA CHEMICALS & FIBRE CORPORATION, TAIWAN



**AG 1000**

Rev.: 07 - JAN/2016

PROPERTY	UNIT	TEST METHOD	TEST CONDITION	AG 1000
Tensile Strength	kg/cm <sup>2</sup> (MPa)	ASTM D-638 (ISO 527)	23°C	390 (38)
Flexural Strength	kg/cm <sup>2</sup> (MPa)	ASTM D-790 (ISO 178)	23°C	580 (57)
Flexural Modulus	kg/cm <sup>2</sup> (MPa)	ASTM D-790 (ISO 178)	23°C	19500 (1910)
Rockwell Hardness	R-Scale	ASTM D-785 (ISO 2039/2)	23°C	R-93
Izod Impact Strength	kg-cm/cm (J/m)	ASTM D-256 (ISO R180)	23°C 1/4" bar	39 (382)
Vicat Softening Temperature	°C	ASTM D-1525 (ISO 306)	1 kg load	99
Heat Deflection Temperature	°C	ASTM D-648 (ISO 75/A)	Unannealed 18.6 kg/cm <sup>2</sup> (1/2" bar)	84
			Annealed (80°C x 8h)	94
Melt Flow Index	g/10 min	ASTM D-1238 (ISO 1133)	200°C x 5kg (49 N)	0.9
			220°C x 10kg (98 N)	10
Specific Gravity	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D-792 (ISO 1183)	23°C/23°C	1.03
Flammability	-	UL-94	FILE NO. E162823	1.5 mm HB All Color

The above typical data is supplied only for technical information and may be changed without prior notice.

If there are any questions, please feel free to contact us.

TEL: +886-2-27178405

FAX: +886-2-2713-1649

# CYCOLAC™ MG94 resin

Tuesday, December 03, 2013

## General Information

### Product Description

Superior flow, injection molding ABS. Good impact. For thin-wall applications.

### General

Material Status	• Commercial: Active
Availability	• North America
Features	• Good Flow • Good Impact Resistance
Uses	• Thin-walled Parts
Processing Method	• Injection Molding
Multi-Point Data	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coefficient of Thermal Expansion vs. Temperature (ASTM E831)</li> <li>• Flexural DMA (ASTM D4065)</li> <li>• Shear DMA (ASTM D4065)</li> <li>• Specific Heat vs. Temperature (ASTM D3417)</li> <li>• Tensile Creep (ASTM D2990)</li> <li>• Tensile Fatigue</li> <li>• Tensile Stress vs. Strain (ASTM D638)</li> <li>• Thermal Conductivity vs. Temperature (ASTM E1530)</li> <li>• Viscosity vs. Shear Rate (ASTM D3835)</li> </ul>

## ASTM & ISO Properties <sup>1</sup>

Physical	Nominal Value	Unit	Test Method
Specific Gravity	1.05	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D792
Density	1.04	g/cm <sup>3</sup>	ISO 1183
Melt Mass-Flow Rate (MFR) (230°C/3.8 kg)	12	g/10 min	ASTM D1238
Melt Mass-Flow Rate (MFR)			ISO 1133
220°C/10.0 kg	42	g/10 min	
220°C/5.0 kg	13	g/10 min	
Molding Shrinkage - Flow (3.20 mm)	0.50 to 0.80	%	Internal Method
Mechanical	Nominal Value	Unit	Test Method
Tensile Modulus <sup>2</sup>	2480	MPa	ASTM D638
Tensile Modulus	2450	MPa	ISO 527-2/1
Tensile Strength <sup>3</sup> (Yield)	46.0	MPa	ASTM D638
Tensile Stress (Yield)	46.0	MPa	ISO 527-2/50
Tensile Strength <sup>3</sup> (Break)	35.0	MPa	ASTM D638
Tensile Stress (Break)	35.0	MPa	ISO 527-2/50
Tensile Elongation <sup>3</sup> (Yield)	2.0	%	ASTM D638
Tensile Strain (Yield)	2.3	%	ISO 527-2/50
Tensile Elongation <sup>3</sup> (Break)	18	%	ASTM D638

**Disclaimer** : THE MATERIALS, PRODUCTS AND SERVICES OF SABIC INNOVATIVE PLASTICS HOLDING BV, ITS SUBSIDIARIES AND AFFILIATES ("SELLER"), ARE SOLD SUBJECT TO SELLER'S STANDARD CONDITIONS OF SALE, WHICH CAN BE FOUND AT <http://www.sabic-ip.com>. AND ARE AVAILABLE UPON REQUEST. ALTHOUGH ANY INFORMATION OR RECOMMENDATION CONTAINED HEREIN IS GIVEN IN GOOD FAITH, SELLER MAKES NO WARRANTY OR GUARANTEE, EXPRESS OR IMPLIED, (i) THAT THE RESULTS DESCRIBED HEREIN WILL BE OBTAINED UNDER END-USE CONDITIONS, OR (ii) AS TO THE EFFECTIVENESS OR SAFETY OF ANY DESIGN INCORPORATING SELLER'S PRODUCTS, SERVICES OR RECOMMENDATIONS. EXCEPT AS PROVIDED IN SELLER'S STANDARD CONDITIONS OF SALE, SELLER SHALL NOT BE RESPONSIBLE FOR ANY LOSS RESULTING FROM ANY USE OF ITS PRODUCTS OR SERVICES DESCRIBED HEREIN. Each user is responsible for making its own determination as to the suitability of Seller's products, services or recommendations for the user's particular use through appropriate end-use testing and analysis. Nothing in any document or oral statement shall be deemed to alter or waive any provision of Seller's Standard Conditions of Sale or this Disclaimer, unless it is specifically agreed to in a writing signed by Seller. No statement by Seller concerning a possible use of any product, service or design is intended, or should be construed, to grant any license under any patent or other intellectual property right of Seller or as a recommendation for the use of such product, service or design in a manner that infringes any patent or other intellectual property right.

SABIC Innovative Plastics is a trademark of SABIC Holding Europe BV

\* CYCOLAC is a trademark of SABIC Innovative Plastics IP BV

© 1997-2013 SABIC Innovative Plastics Holding BV. All rights reserved

# CYCOLAC™ MG94 resin

## SABIC Innovative Plastics - Acrylonitrile Butadiene Styrene

Mechanical	Nominal Value	Unit	Test Method
Tensile Strain (Break)	40	%	ISO 527-2/50
Flexural Modulus <sup>4</sup> (50.0 mm Span)	2620	MPa	ASTM D790
Flexural Modulus <sup>5</sup>	2500	MPa	ISO 178
Flexural Strength <sup>5, 6</sup>	70.0	MPa	ISO 178
Flexural Strength <sup>4</sup> (Yield, 50.0 mm Span)	79.0	MPa	ASTM D790
Impact	Nominal Value	Unit	Test Method
Charpy Notched Impact Strength <sup>7</sup> (23°C)	18	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eA
Notched Izod Impact			ASTM D256
-30°C	80	J/m	
23°C	240	J/m	
Notched Izod Impact Strength <sup>8</sup>			ISO 180/1A
-30°C	7.0	kJ/m <sup>2</sup>	
23°C	16	kJ/m <sup>2</sup>	
Instrumented Dart Impact			ASTM D3763
-30°C, Total Energy	5.00	J	
23°C, Total Energy	21.0	J	
Hardness	Nominal Value	Unit	Test Method
Rockwell Hardness (R-Scale)	113		ASTM D785
Thermal	Nominal Value	Unit	Test Method
Deflection Temperature Under Load 0.45 MPa, Unannealed, 3.20 mm	96.0	°C	ASTM D648
Heat Deflection Temperature <sup>9</sup> 0.45 MPa, Unannealed, 100 mm Span	89.0	°C	ISO 75-2/Be
Deflection Temperature Under Load 1.8 MPa, Unannealed, 3.20 mm	82.0	°C	ASTM D648
Heat Deflection Temperature <sup>9</sup> 1.8 MPa, Unannealed, 100 mm Span	76.0	°C	ISO 75-2/Ae
Vicat Softening Temperature	98.0	°C	ASTM D1525 <sup>10</sup>
Vicat Softening Temperature			
--	98.0	°C	ISO 306/B50
--	100	°C	ISO 306/B120
CLTE - Flow (-40 to 40°C)	0.000088	cm/cm/°C	ASTM E831
CLTE - Flow (-40 to 40°C)	0.000088	cm/cm/°C	ISO 11359-2
CLTE - Transverse (-40 to 40°C)	0.000085	cm/cm/°C	ASTM E831
CLTE - Transverse (-40 to 40°C)	0.000085	cm/cm/°C	ISO 11359-2
RTI Elec	60.0	°C	UL 746
RTI Imp	60.0	°C	UL 746
RTI Str	60.0	°C	UL 746
Flammability	Nominal Value	Unit	Test Method
Flame Rating (1.52 mm)	HB		UL 94

**Disclaimer** : THE MATERIALS, PRODUCTS AND SERVICES OF SABIC INNOVATIVE PLASTICS HOLDING BV, ITS SUBSIDIARIES AND AFFILIATES ("SELLER"), ARE SOLD SUBJECT TO SELLER'S STANDARD CONDITIONS OF SALE, WHICH CAN BE FOUND AT <http://www.sabic-ip.com>. AND ARE AVAILABLE UPON REQUEST. ALTHOUGH ANY INFORMATION OR RECOMMENDATION CONTAINED HEREIN IS GIVEN IN GOOD FAITH, SELLER MAKES NO WARRANTY OR GUARANTEE, EXPRESS OR IMPLIED, (i) THAT THE RESULTS DESCRIBED HEREIN WILL BE OBTAINED UNDER END-USE CONDITIONS, OR (ii) AS TO THE EFFECTIVENESS OR SAFETY OF ANY DESIGN INCORPORATING SELLER'S PRODUCTS, SERVICES OR RECOMMENDATIONS. EXCEPT AS PROVIDED IN SELLER'S STANDARD CONDITIONS OF SALE, SELLER SHALL NOT BE RESPONSIBLE FOR ANY LOSS RESULTING FROM ANY USE OF ITS PRODUCTS OR SERVICES DESCRIBED HEREIN. Each user is responsible for making its own determination as to the suitability of Seller's products, services or recommendations for the user's particular use through appropriate end-use testing and analysis. Nothing in any document or oral statement shall be deemed to alter or waive any provision of Seller's Standard Conditions of Sale or this Disclaimer, unless it is specifically agreed to in a writing signed by Seller. No statement by Seller concerning a possible use of any product, service or design is intended, or should be construed, to grant any license under any patent or other intellectual property right of Seller or as a recommendation for the use of such product, service or design in a manner that infringes any patent or other intellectual property right.

SABIC Innovative Plastics is a trademark of SABIC Holding Europe BV

\* CYCOLAC is a trademark of SABIC Innovative Plastics IP BV

© 1997-2013 SABIC Innovative Plastics Holding BV. All rights reserved

# CYCOLAC™ MG94 resin

## SABIC Innovative Plastics - Acrylonitrile Butadiene Styrene

Fill Analysis	Nominal Value	Unit	Test Method
Melt Viscosity (240°C, 1000 sec <sup>-1</sup> )	173	Pa·s	ASTM D3835

### Processing Information

Injection	Nominal Value	Unit
Drying Temperature	82.2 to 87.8	°C
Drying Time	2.0 to 4.0	hr
Drying Time, Maximum	8.0	hr
Suggested Max Moisture	0.010	%
Suggested Shot Size	50 to 70	%
Rear Temperature	188 to 199	°C
Middle Temperature	199 to 210	°C
Front Temperature	204 to 227	°C
Nozzle Temperature	204 to 246	°C
Processing (Melt) Temp	204 to 246	°C
Mold Temperature	48.9 to 71.1	°C
Back Pressure	0.345 to 0.689	MPa
Screw Speed	30 to 60	rpm
Vent Depth	0.038 to 0.051	mm

### Notes

<sup>1</sup> Typical properties: these are not to be construed as specifications.

<sup>2</sup> 5.0 mm/min

<sup>3</sup> Type I, 5.0 mm/min

<sup>4</sup> 1.3 mm/min

<sup>5</sup> 2.0 mm/min

<sup>6</sup> Yield

<sup>7</sup> 80\*10\*4 sp=62mm

<sup>8</sup> 80\*10\*4

<sup>9</sup> 120\*10\*4 mm

<sup>10</sup> Rate B (120°C/h), Loading 2 (50 N)

**Disclaimer** : THE MATERIALS, PRODUCTS AND SERVICES OF SABIC INNOVATIVE PLASTICS HOLDING BV, ITS SUBSIDIARIES AND AFFILIATES ("SELLER"), ARE SOLD SUBJECT TO SELLER'S STANDARD CONDITIONS OF SALE, WHICH CAN BE FOUND AT <http://www.sabic-ip.com>. AND ARE AVAILABLE UPON REQUEST. ALTHOUGH ANY INFORMATION OR RECOMMENDATION CONTAINED HEREIN IS GIVEN IN GOOD FAITH, SELLER MAKES NO WARRANTY OR GUARANTEE, EXPRESS OR IMPLIED, (i) THAT THE RESULTS DESCRIBED HEREIN WILL BE OBTAINED UNDER END-USE CONDITIONS, OR (ii) AS TO THE EFFECTIVENESS OR SAFETY OF ANY DESIGN INCORPORATING SELLER'S PRODUCTS, SERVICES OR RECOMMENDATIONS. EXCEPT AS PROVIDED IN SELLER'S STANDARD CONDITIONS OF SALE, SELLER SHALL NOT BE RESPONSIBLE FOR ANY LOSS RESULTING FROM ANY USE OF ITS PRODUCTS OR SERVICES DESCRIBED HEREIN. Each user is responsible for making its own determination as to the suitability of Seller's products, services or recommendations for the user's particular use through appropriate end-use testing and analysis. Nothing in any document or oral statement shall be deemed to alter or waive any provision of Seller's Standard Conditions of Sale or this Disclaimer, unless it is specifically agreed to in a writing signed by Seller. No statement by Seller concerning a possible use of any product, service or design is intended, or should be construed, to grant any license under any patent or other intellectual property right of Seller or as a recommendation for the use of such product, service or design in a manner that infringes any patent or other intellectual property right.

SABIC Innovative Plastics is a trademark of SABIC Holding Europe BV

\* CYCOLAC is a trademark of SABIC Innovative Plastics IP BV

© 1997-2013 SABIC Innovative Plastics Holding BV. All rights reserved

## 8.2 Anexo B – Desenho Técnico do Equipamento

1

2

3

4

5

6

7

8

9

POSIÇÃO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		

F

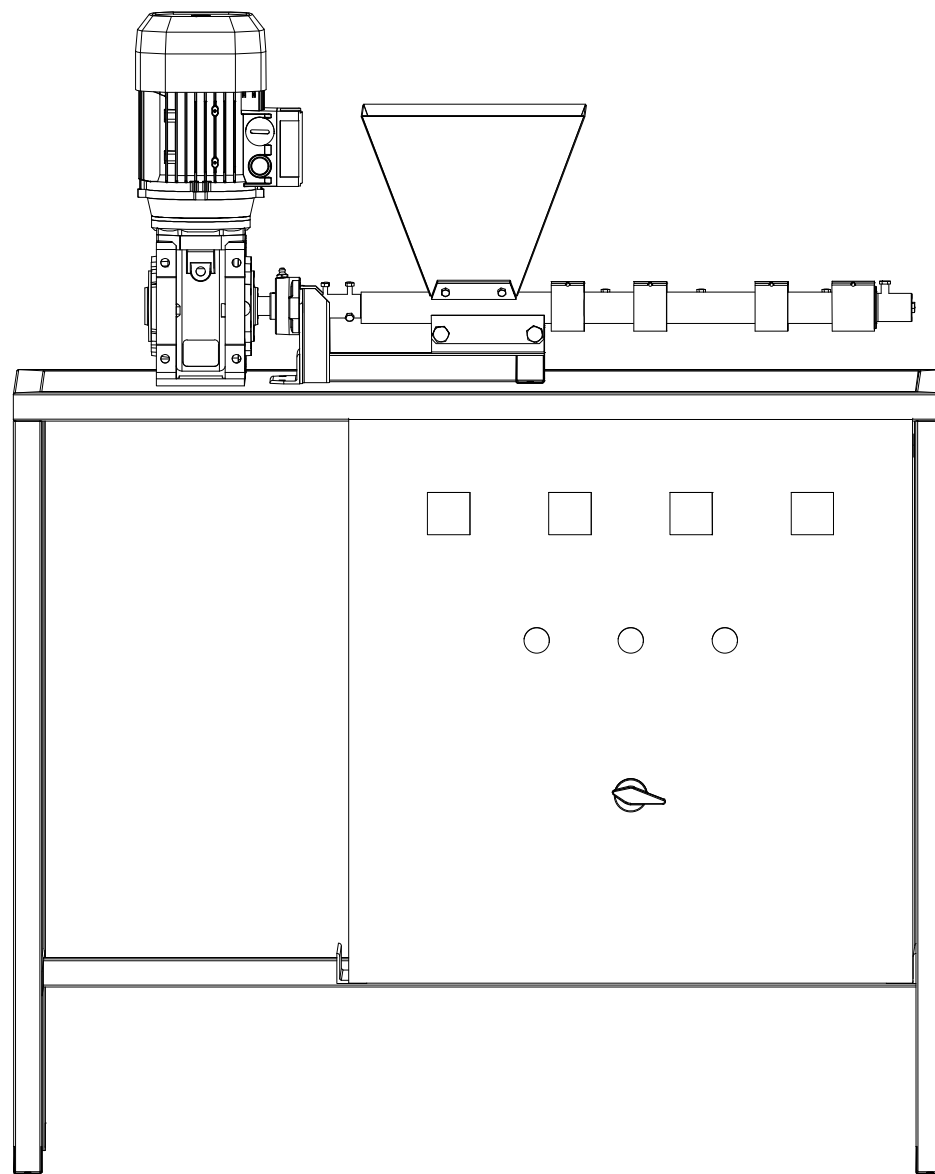
E

D

C

B

A



- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX
- 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404
- 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K
- 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)
- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:



Desenhado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Aprovado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Unidade: VOLTA_REDONDA	
Verificado: PAULO_QUELHO	
Aprovado: PAULO_QUELHO	

Titulos: *EXTRUSORA* | *MONTAGEM\_GERAL*

Escala: S/ESCALA	<i>MESTRADO_PROFIOSSIONAL_EM_MATERIAIS</i>	Revisão 0	Formato A3
---------------------	--	--------------	---------------

1

2

3

4

5

6

7

8

9

MARCA DE DOBRA

MARCA DE DOBRA

A3

1

2

3

4

5

6

7

8

9

POSIÇÃO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		
1	CHAPA 3 X 94 X 186	MADEIRA						

F

F

E

E

D

D

C

C

B

B

A

A



- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX
- 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404
- 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K
- 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)
- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:



Desenhado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Aprovado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Unidade: VOLTA_REDONDA	
Verificado: PAULO_QUELHO	
Aprovado: PAULO_QUELHO	

Títulos: EXTRUSORA		MADEIRA_MESA	
Escala: 1:1	MESTRADO_PROFSSIONAL_EM_MATERIAIS	Revisão: 0	Formato: A3

1

2

3

4

5

6

7

8

9

MARCA DE DOBRA

MARCA DE DOBRA

A3

1

2

3

4

5

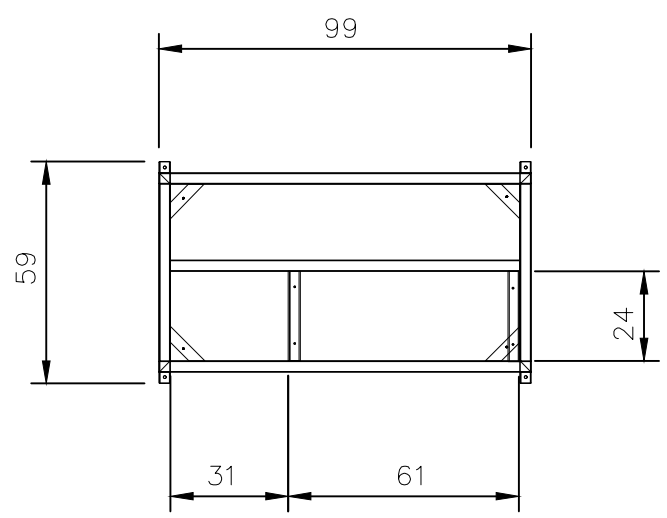
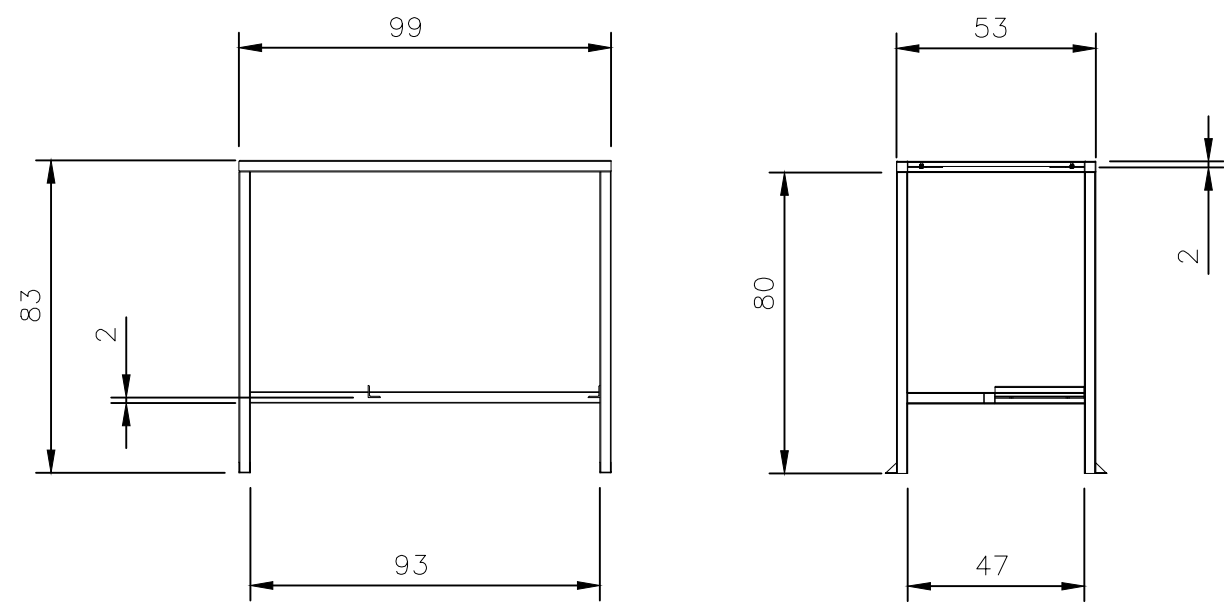
6

7

8

9

POSIÇÃO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N°. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		
1	CANTONEIRA30X30X99	SAE1020						



- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX
- 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404
- 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K
- 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)
- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:



Desenhado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Aprovado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Unidade: VOLTA_REDONDA	
Verificado: PAULO_QUELHO	
Aprovado: PAULO_QUELHO	

Títulos: <i>EXTRUSORA</i>		<i>MESA</i>	
Escala: 1:2	MESTRADO_PROFIOSSIONAL_EM_MATERIAIS		Revisão 0
			Formato A3

1

2

3

4

5

6

7

8

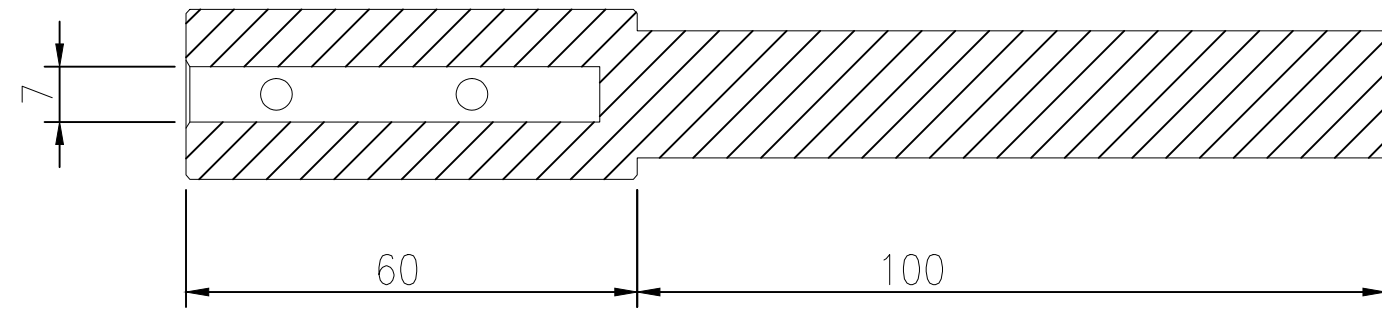
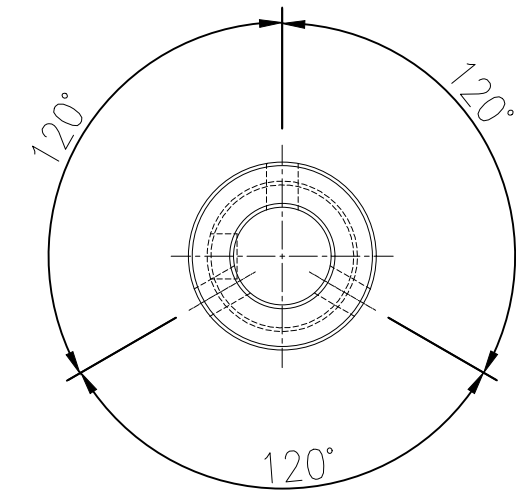
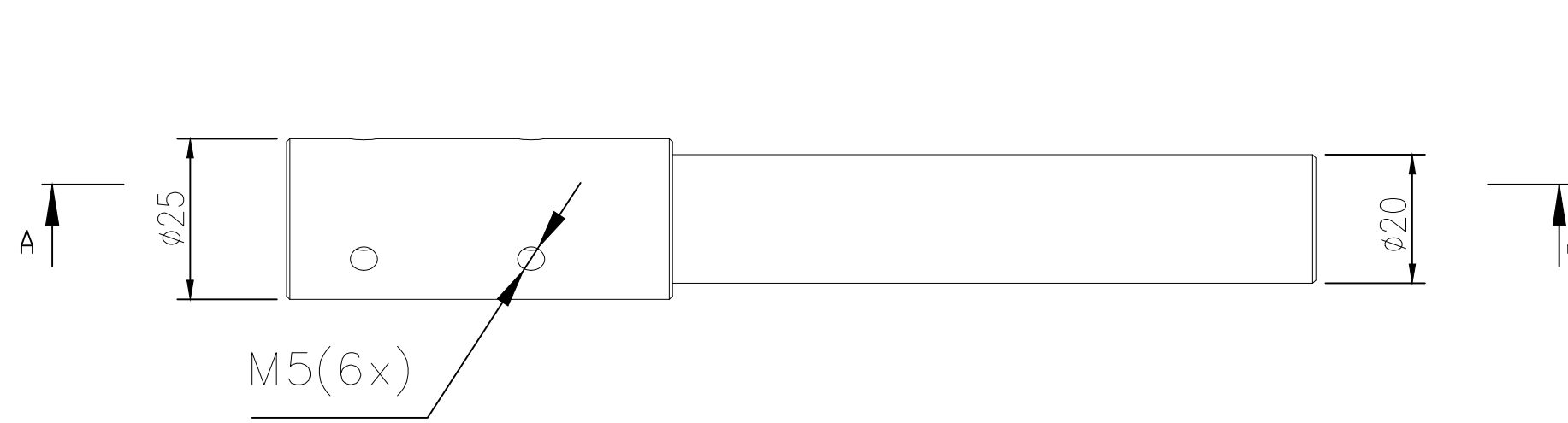
9

MARCA DE DOBRA

MARCA DE DOBRA

A3

POSIÇÃO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N°. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		
1	BARRA Ø25 X 160	SAE 1020						



SEÇÃO A-A

- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX
- 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404
- 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K
- 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)
- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:



Desenhado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Aprovado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Unidade: VOLTA_REDONDA	
Verificado: PAULO_QUELHO	
Aprovado: PAULO_QUELHO	

Títulos: <i>EXTRUSORA</i> <i>EIXO</i>	
Escala: 1:1	MESTRADO_PROFIOSSIONAL_EM_MATERIAIS
Revisão: 0	Formato: A3

1

2

3

4

5

6

7

8

9

POSIÇÃO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		

F

F

E

E

D

D

C

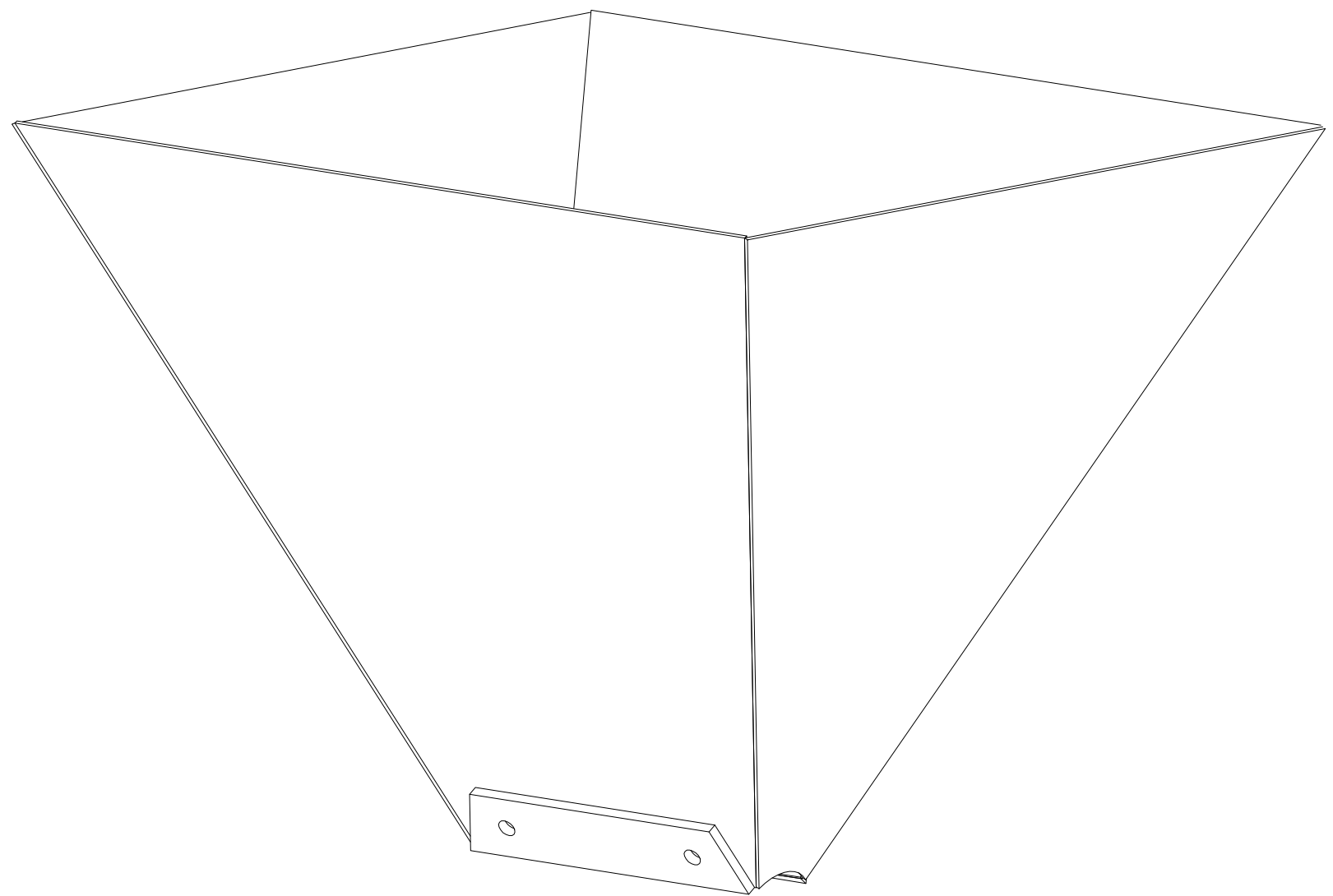
C

B

B

A

A



- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX
- 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404
- 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K
- 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)
- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:



Desenhado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Aprovado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Unidade: VOLTA_REDONDA	
Verificado: PAULO_QUELHO	
Aprovado: PAULO_QUELHO	

Titulos: *EXTRUSORA* | *MONTAGEM\_FUNIL*

Escala: 1:2	MESTRADO_PROFIOSSIONAL_EM_MATERIAIS	Revisão 0	Formato A3
----------------	-------------------------------------	--------------	---------------

1

2

3

4

5

6

7

8

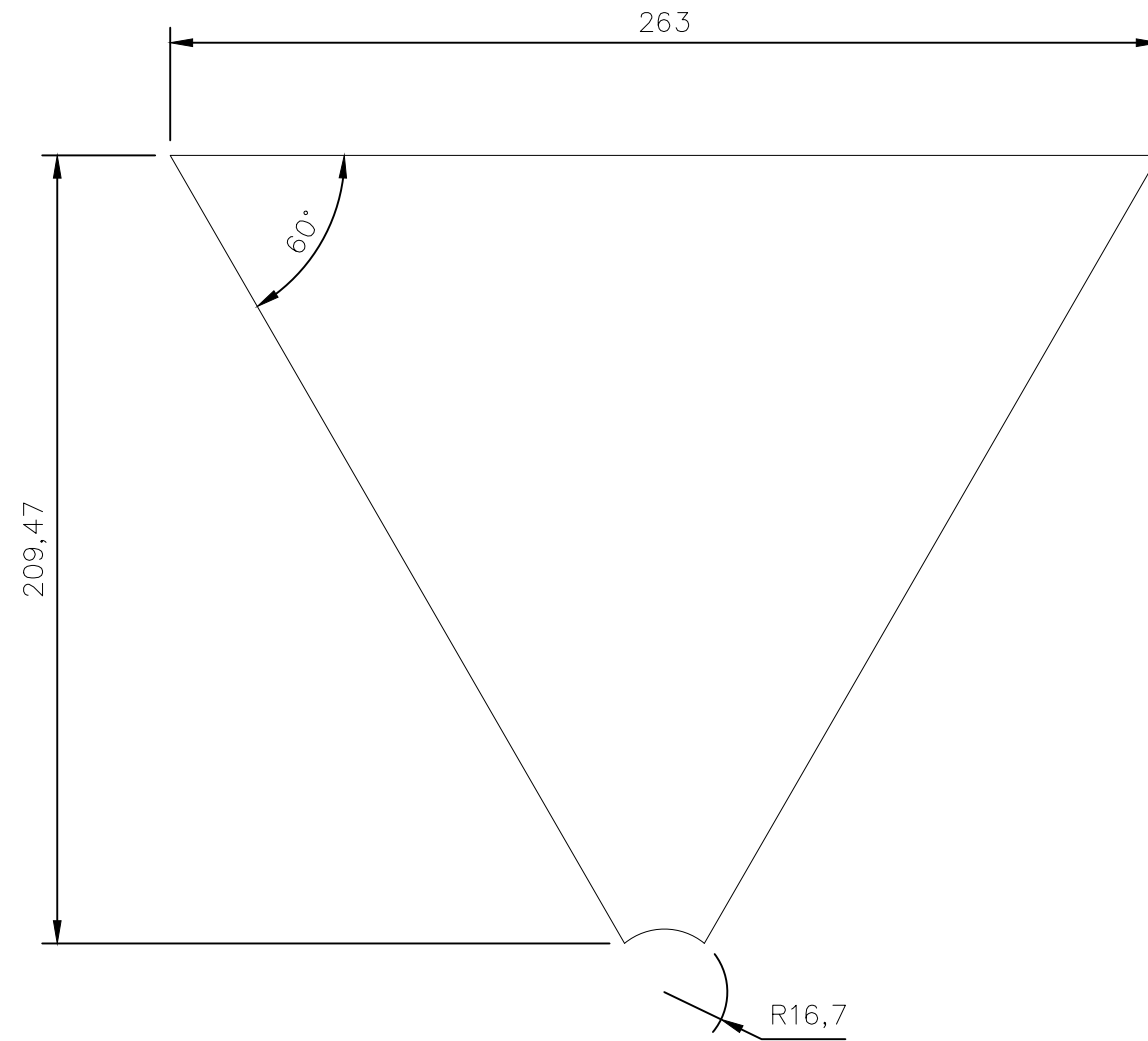
9

MARCA DE DOBRA

MARCA DE DOBRA

A3

POSIÇÃO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N°. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		
1	CHAPA 2 X 209 X 263	SAE 1020						



- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX  
 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404  
 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K  
 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)  
 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:

 <p><b>UniFOA</b> Centro Universitário de Volta Redonda</p>		Desenhado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
		Aprovado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Unidade: VOLTA_REDONDA			
Verificado: PAULO_QUELHO		Aprovado: PAULO_QUELHO	
Títulos:		EXTRUSORA FUNIL_ALIMENTAÇÃO	
Escala: 1:2	MESTRADO_PROFSSIONAL_EM_MATERIAIS	Revisão 0	Formato A3

1

2

3

4

5

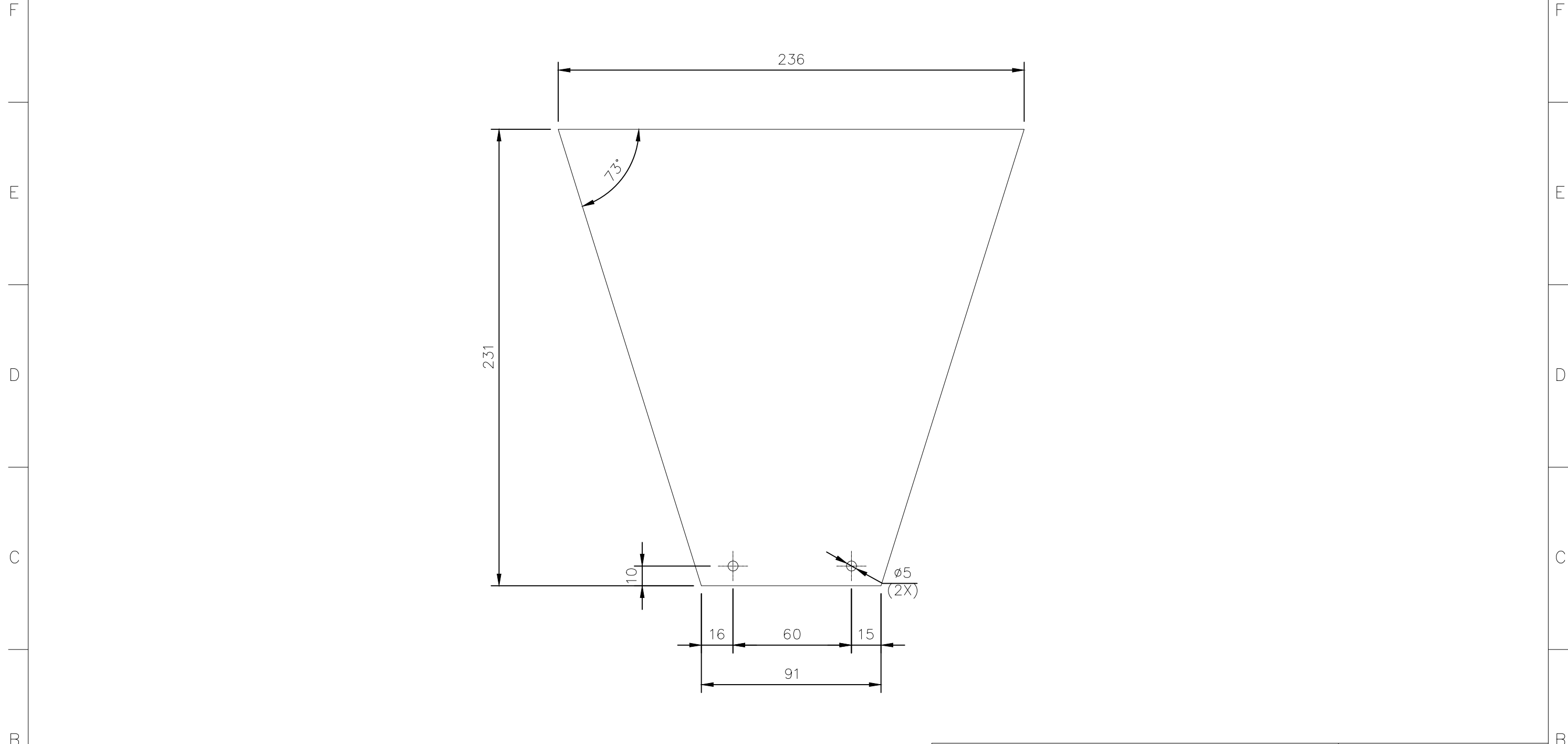
6

7

8

9

POSIÇÃO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N°. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		
1	CHAPA 2 X 231 X 236	SAE 1020						



- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX
- 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404
- 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K
- 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)
- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:



Desenhado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Aprovado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Unidade: VOLTA_REDONDA	
Verificado: PAULO_QUELHO	
Aprovado: PAULO_QUELHO	

Títulos:	
EXTRUSORA	FUNIL_ALIMENTAÇÃO
Escala: 1:2	MESTRADO_PROFIOSSIONAL_EM_MATERIAIS
Revisão: 0	Formato: A3

1

2

3

4

5

6

7

8

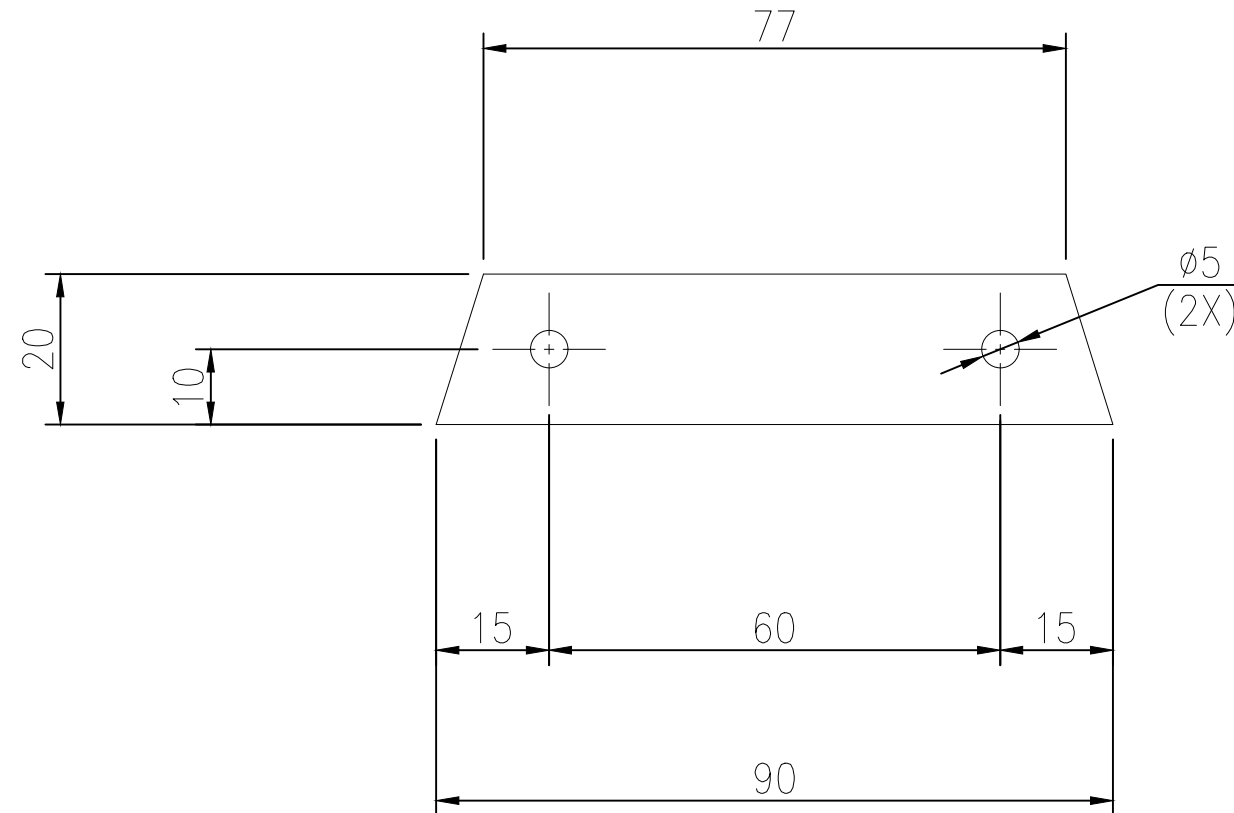
9

MARCA DE DOBRA

MARCA DE DOBRA

A3

POSIÇÃO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N°. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		
1	CHAPA 2 X 20 X 90	SAE 1020						



- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX
- 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404
- 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K
- 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)
- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:



Desenhado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Aprovado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Unidade: VOLTA_REDONDA	
Verificado: PAULO_QUELHO	
Aprovado: PAULO_QUELHO	

Titulos: EXTRUSORA FUNIL\_ALIMENTAÇÃO

Escala: 1:1	MESTRADO_PROFIOSSIONAL_EM_MATERIAIS	Revisão 0	Formato A3
----------------	-------------------------------------	--------------	---------------

1

2

3

4

5

6

7

8

9

POSIÇÃO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N°. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		
1	BARRA Ø50 X 105	SAE 1020						

F

F

E

E

D

D

C

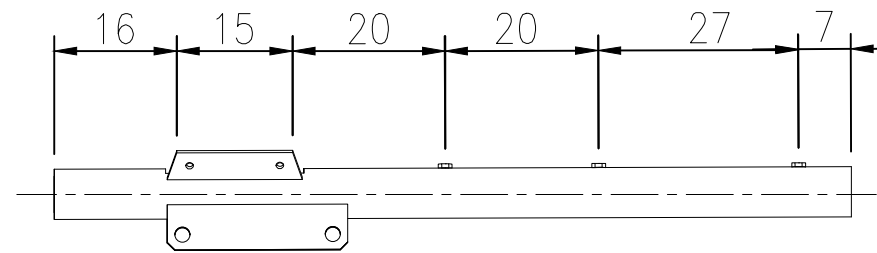
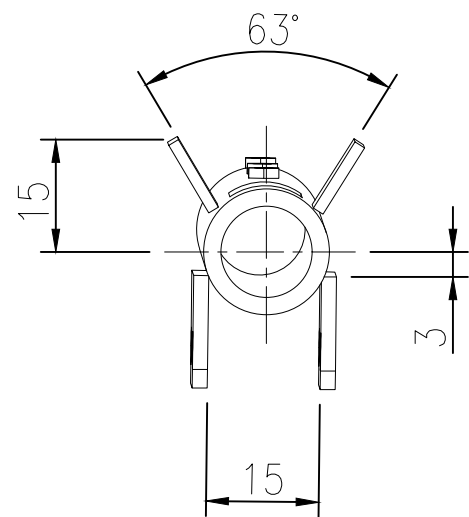
C

B

B

A

A



- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX
- 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404
- 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K
- 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)
- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:



Desenhado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Aprovado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Unidade: VOLTA_REDONDA	
Verificado: PAULO_QUELHO	
Aprovado: PAULO_QUELHO	

Titulos: **EXTRUSORA** **CANHÃO**

Escala: 1:1	MESTRADO_PROFIOSSIONAL_EM_MATERIAIS	Revisão 0	Formato A3
----------------	-------------------------------------	--------------	---------------

1

2

3

4

5

6

7

8

9

MARCA DE DOBRA

MARCA DE DOBRA

A3

1

2

3

4

5

6

7

8

9

POSIÇÃO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N°. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		

F

F

E

E

D

D

C

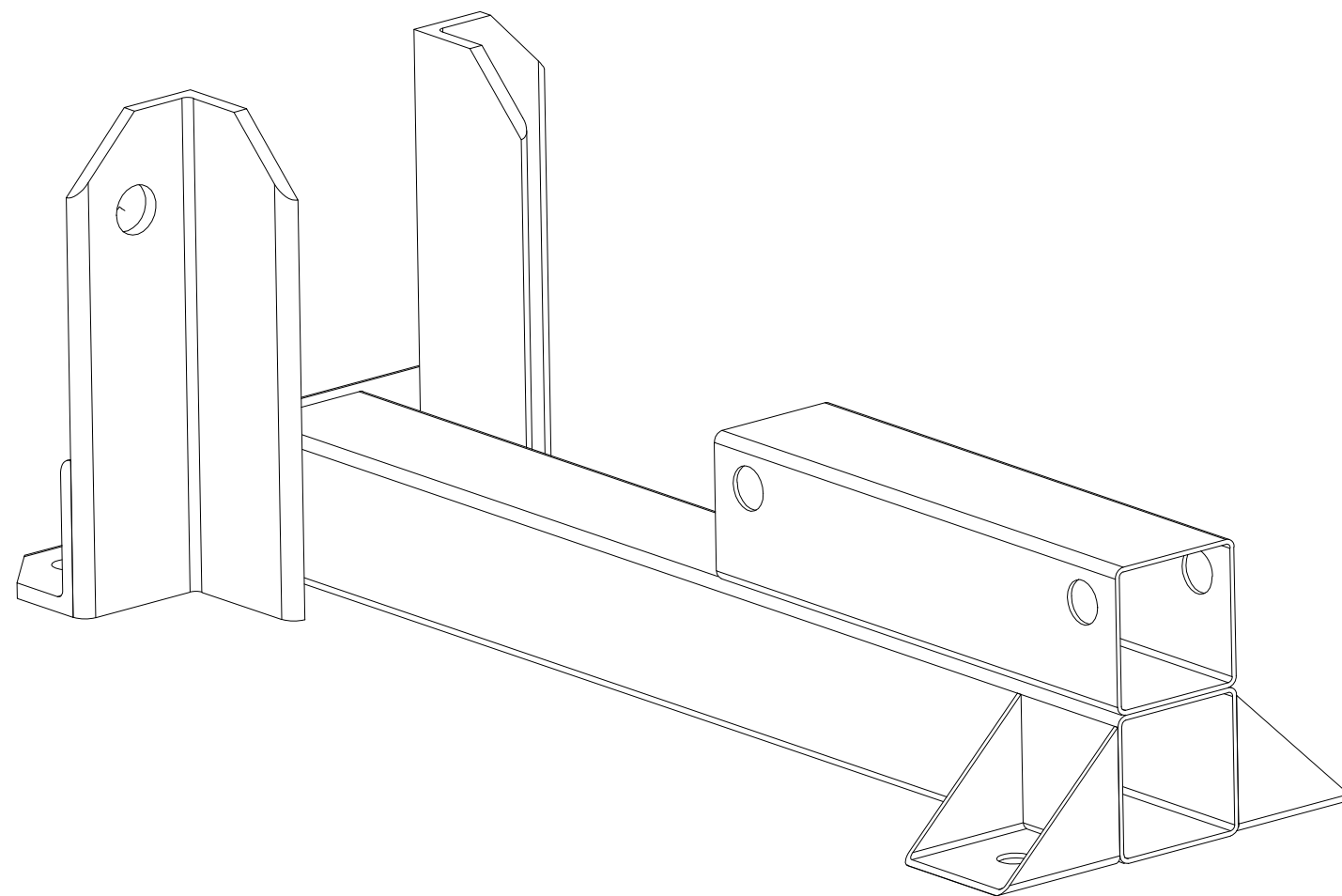
C

B

B

A

A



- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX
- 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404
- 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K
- 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)
- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:



Desenhado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Aprovado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Unidade: VOLTA_REDONDA	
Verificado: PAULO_QUELHO	
Aprovado: PAULO_QUELHO	

Títulos:	
EXTRUSORA	MONTAGEM_BASE_CANHÃO

Escala: 1:2	MESTRADO_PROFIOSSIONAL_EM_MATERIAIS	Revisão: 0	Formato: A3
----------------	-------------------------------------	---------------	----------------

1

2

3

4

5

6

7

8

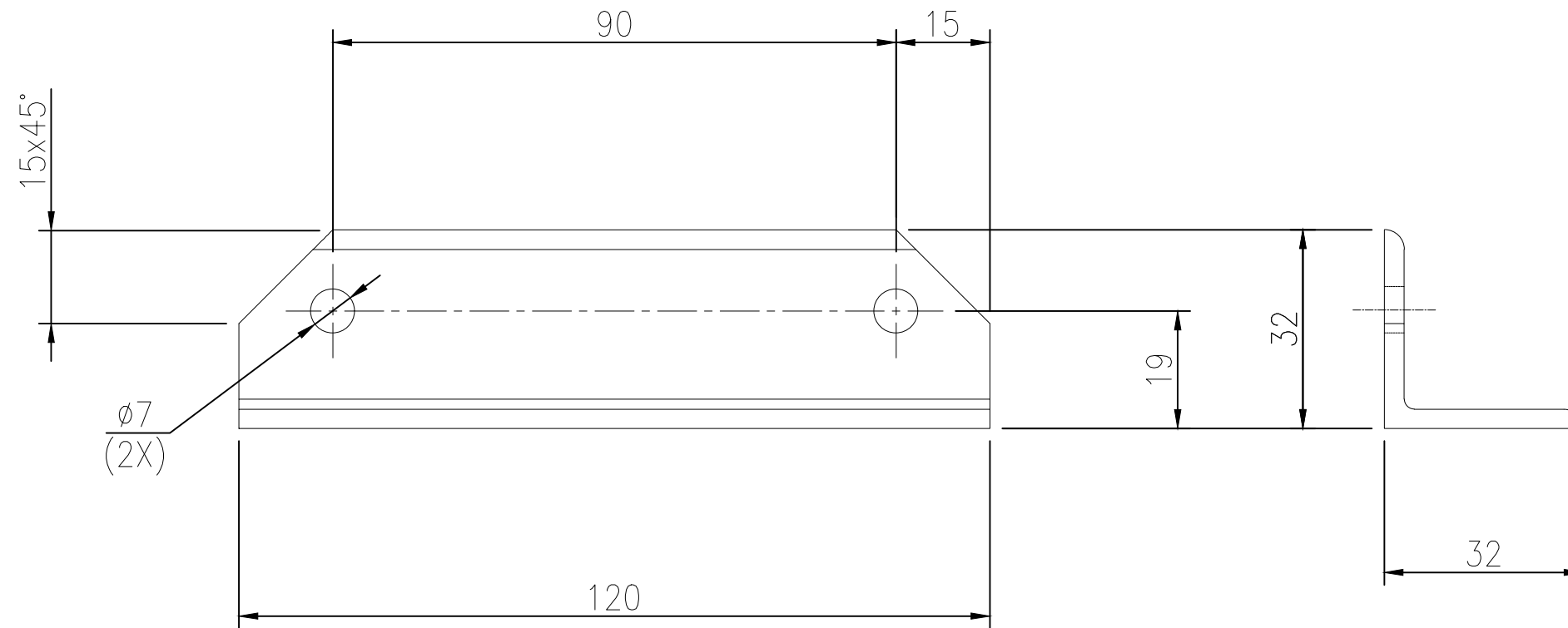
9

MARCA DE DOBRA

MARCA DE DOBRA


A3

POSIÇÃO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N°. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		
1	CANTONEIRA 30 X 30 X 120	SAE 1020						



- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX
- 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404
- 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K
- 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)
- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:

 <p><b>UniFOA</b> Centro Universitário de Volta Redonda</p>		Desenhado:	PAULO_QUELHO	Data:	10/03/2018
		Aprovado:	PAULO_QUELHO	Data:	10/03/2018
Títulos:		VOLTA_REDONDA			
Escala:		1:1			
Formato:		A3			

EXTRUSORA BASE\_CANHÃO

MESTRADO\_PROFIOSSIONAL\_EM\_MATERIAIS 0 A3

1

2

3

4

5

6

7

8

9

POSICAO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N°. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		
1	CANTONEIRA 30 X 30 X 120	SAE 1020						

F

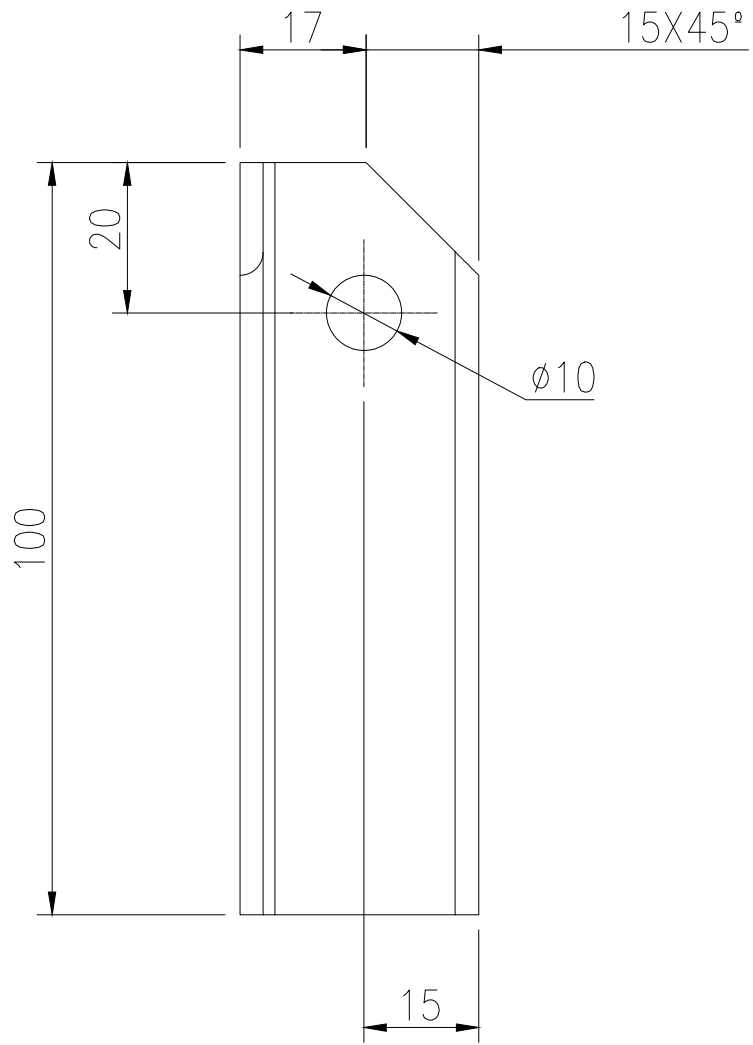
E

D

C

B

A



- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX
- 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404
- 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K
- 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)
- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:



Desenhado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Aprovado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Unidade: VOLTA_REDONDA	
Verificado: PAULO_QUELHO	
Aprovado: PAULO_QUELHO	

Titulos: **EXTRUSORA** | **BASE\_CANHÃO**

Escala: 1:1	MESTRADO_PROFSSIONAL_EM_MATERIAIS	Revisão: 0	Formato: A3
----------------	-----------------------------------	---------------	----------------

1

2

3

4

5

6

7

8

9

MARCA DE DOBRA

MARCA DE DOBRA

A3

1

2

3

4

5

6

7

8

9

POSIÇÃO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		
1	CANTONEIRA 30 X 30 X 120	SAE 1020						

F

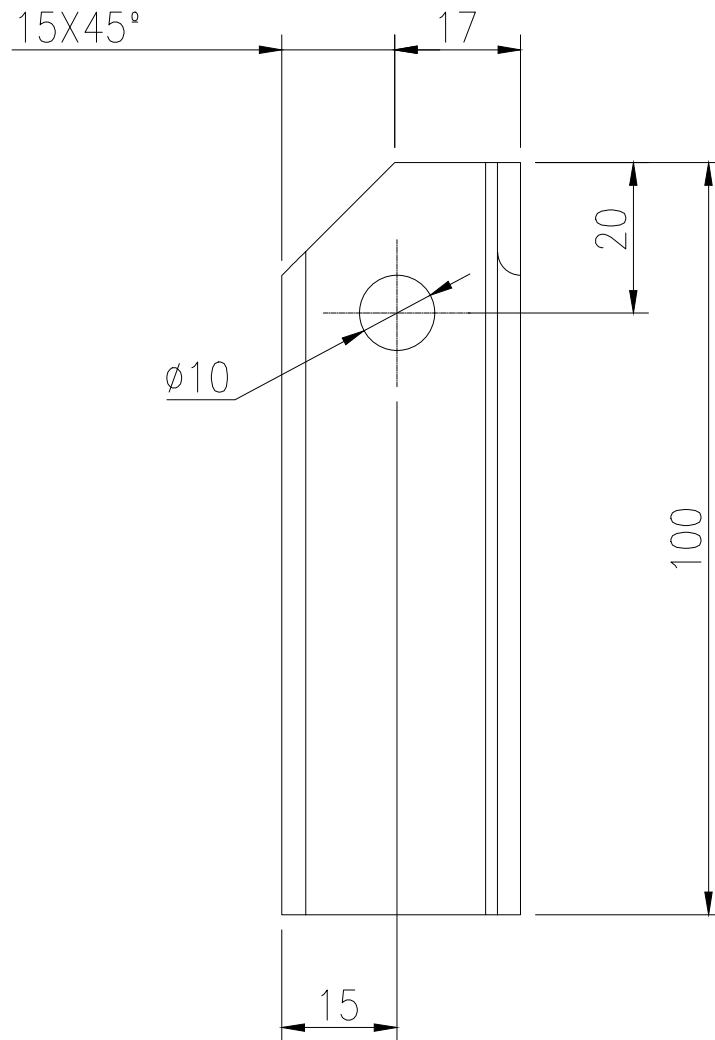
E

D

C

B

A



- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX
- 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404
- 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K
- 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)
- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:



Desenhado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Aprovado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Unidade: VOLTA_REDONDA	
Verificado: PAULO_QUELHO	
Aprovado: PAULO_QUELHO	

Titulos: **EXTRUSORA** | **BASE\_CANHÃO**

Escala: 1:1	MESTRADO_PROFIOSSIONAL_EM_MATERIAIS	Revisão: 0	Formato: A3
----------------	-------------------------------------	---------------	----------------

1

2

3

4

5

6

7

8

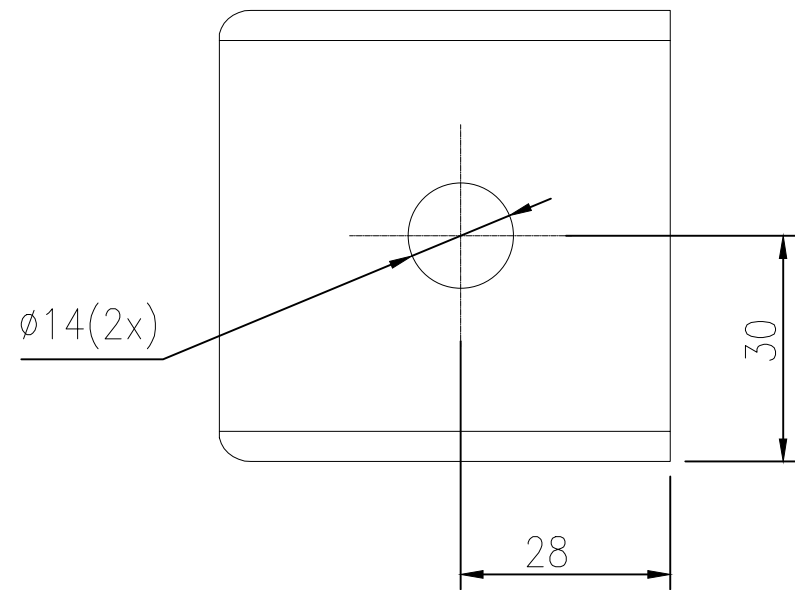
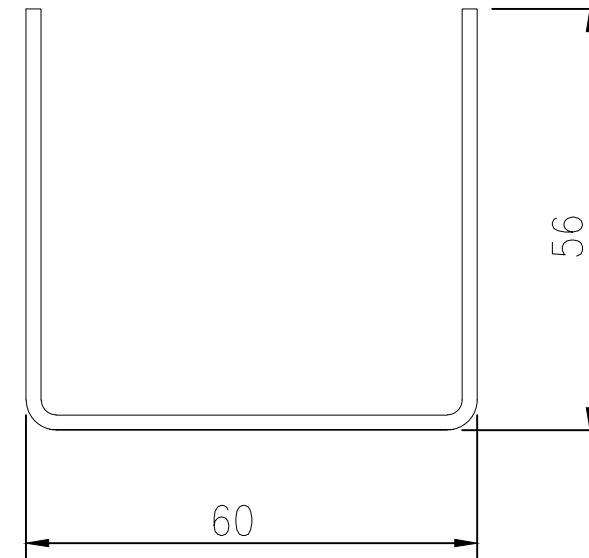
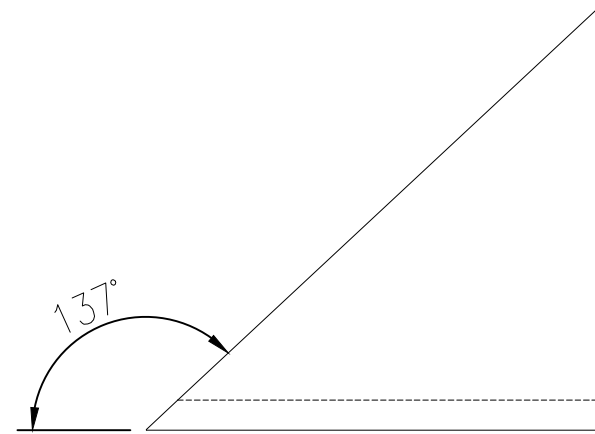
9

MARCA DE DOBRA

MARCA DE DOBRA

A3

POSIÇÃO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N°. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		
1	TUBO QUADRADO 30 X 30 X 30	METALON						



- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX
- 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404
- 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K
- 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)
- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:

 <p><b>UniFOA</b> Centro Universitário de Volta Redonda</p>		Desenhado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
		Aprovado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Unidade: VOLTA_REDONDA			
Verificado: PAULO_QUELHO			
Aprovado: PAULO_QUELHO			
Títulos:		EXTRUSORA	
		BASE_CANHÃO	
Escala: 1:1	MESTRADO_PROFIOSSIONAL_EM_MATERIAIS		Revisão: 0
			Formato: A3

1

2

3

4

5

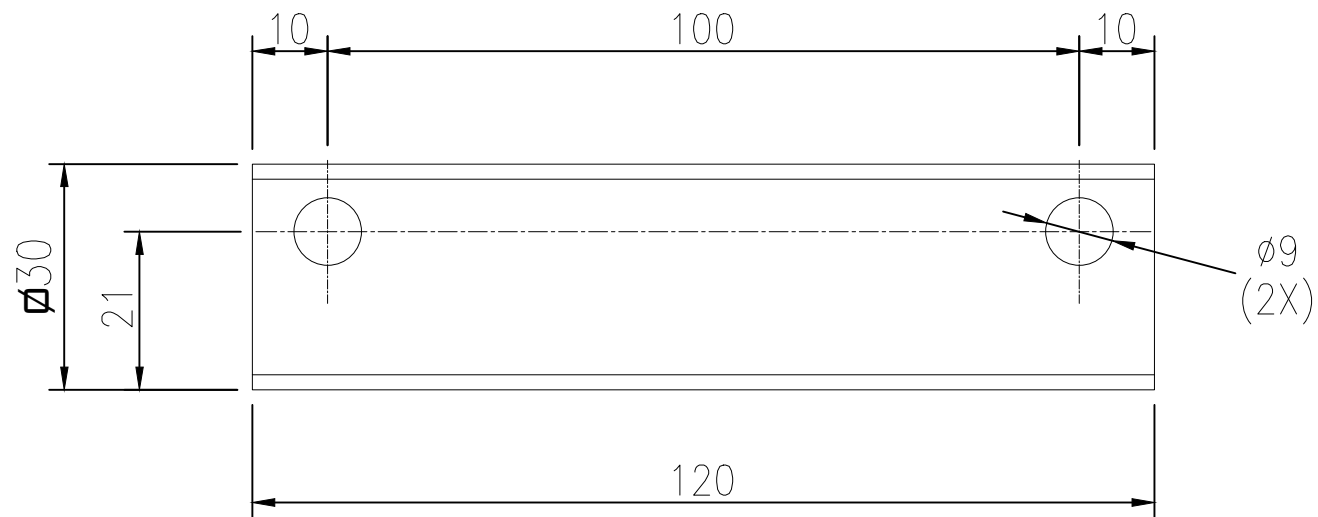
6

7

8

9

POSICÃO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N°. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		
1	TUBO QUADRADO 30 X 30 X 120	METALON						



- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX
- 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404
- 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K
- 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)
- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:



Desenhado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Aprovado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Unidade: VOLTA_REDONDA	
Verificado: PAULO_QUELHO	
Aprovado: PAULO_QUELHO	

Títulos: <i>EXTRUSORA</i> <i>BASE_CANHÃO</i>	
Escala: 1:1	MESTRADO_PROFSSIONAL_EM_MATERIAIS
Revisão: 0	Formato: A3

1

2

3

4

5

6

7

8

9

MARCA DE DOBRA

MARCA DE DOBRA

A3

1

2

3

4

5

6

7

8

9

POSIÇÃO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N°. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		
1	TUBO QUADRADO 30 X 30 X 260	METALON						

F

F

E

E

D

D

C

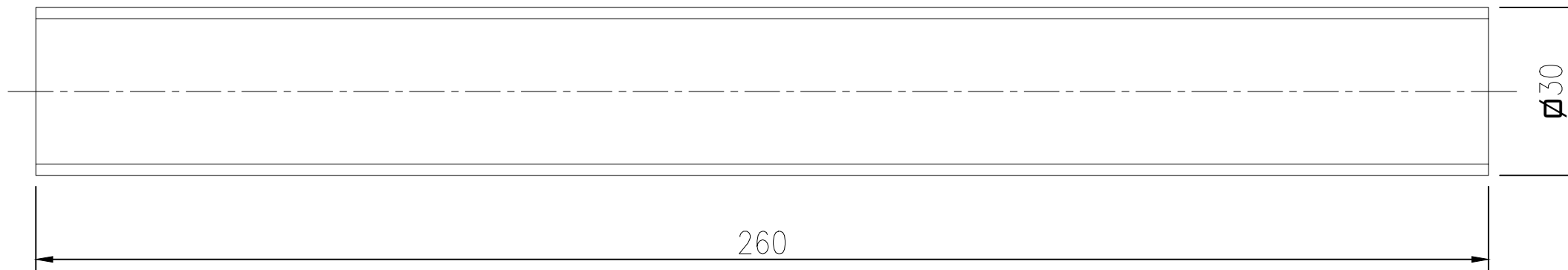
C

B

B

A

A



- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX
- 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404
- 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K
- 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)
- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:



Desenhado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Aprovado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Unidade: VOLTA_REDONDA	
Verificado: PAULO_QUELHO	
Aprovado: PAULO_QUELHO	

Títulos:		EXTRUSORA		BASE_CANHÃO	
Escala:	1:1	MESTRADO_PROFIOSSIONAL_EM_MATERIAIS	Revisão	0	Formato
					A3

1

2

3

4

5

6

7

8

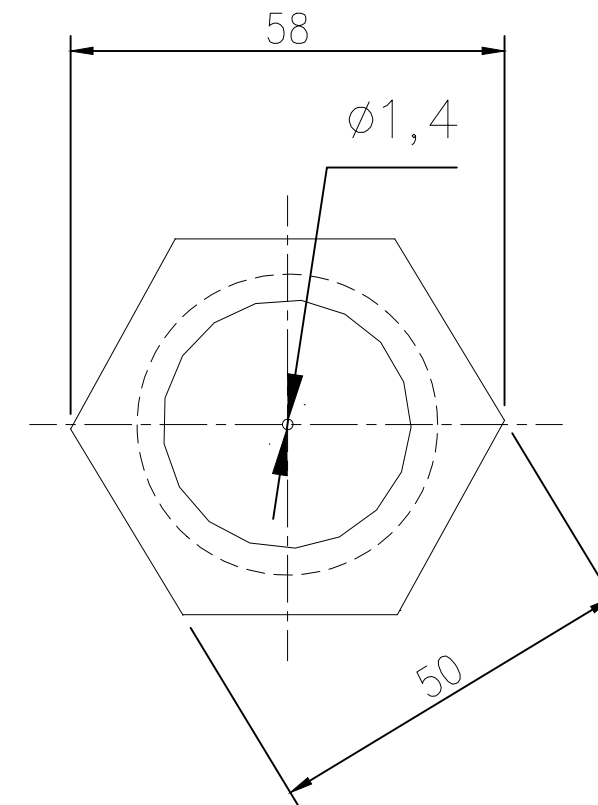
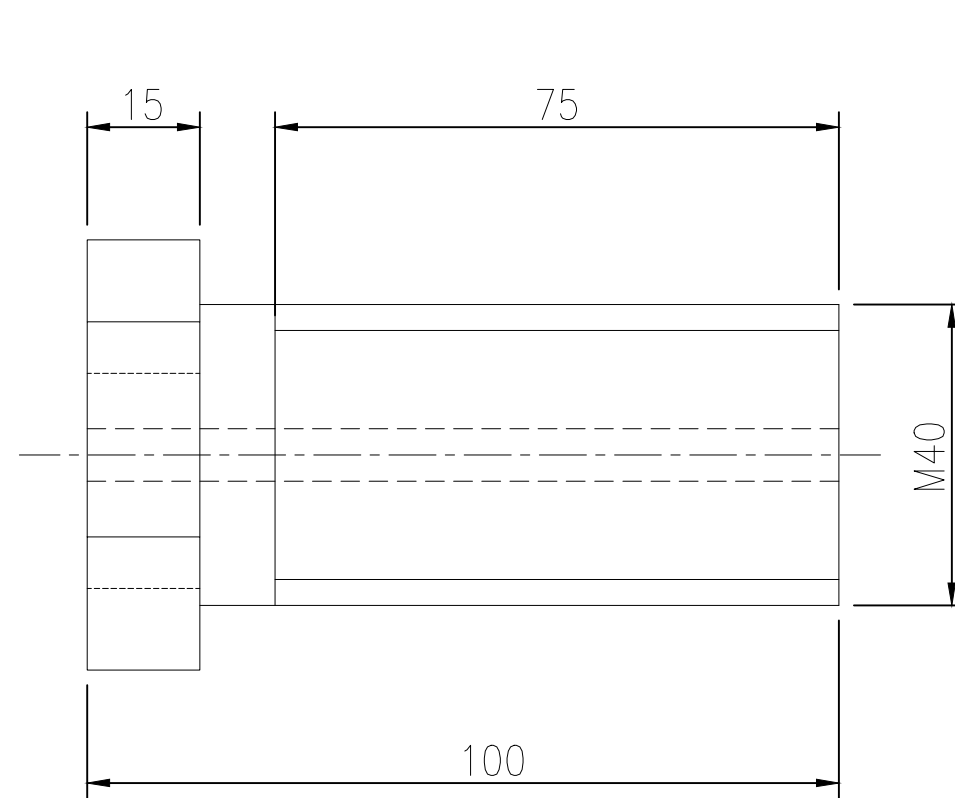
9

MARCA DE DOBRA

MARCA DE DOBRA

A3

POSIÇÃO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		
1	BARRA 57 X 100	SAE 1020						



- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX
- 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404
- 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K
- 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)
- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:

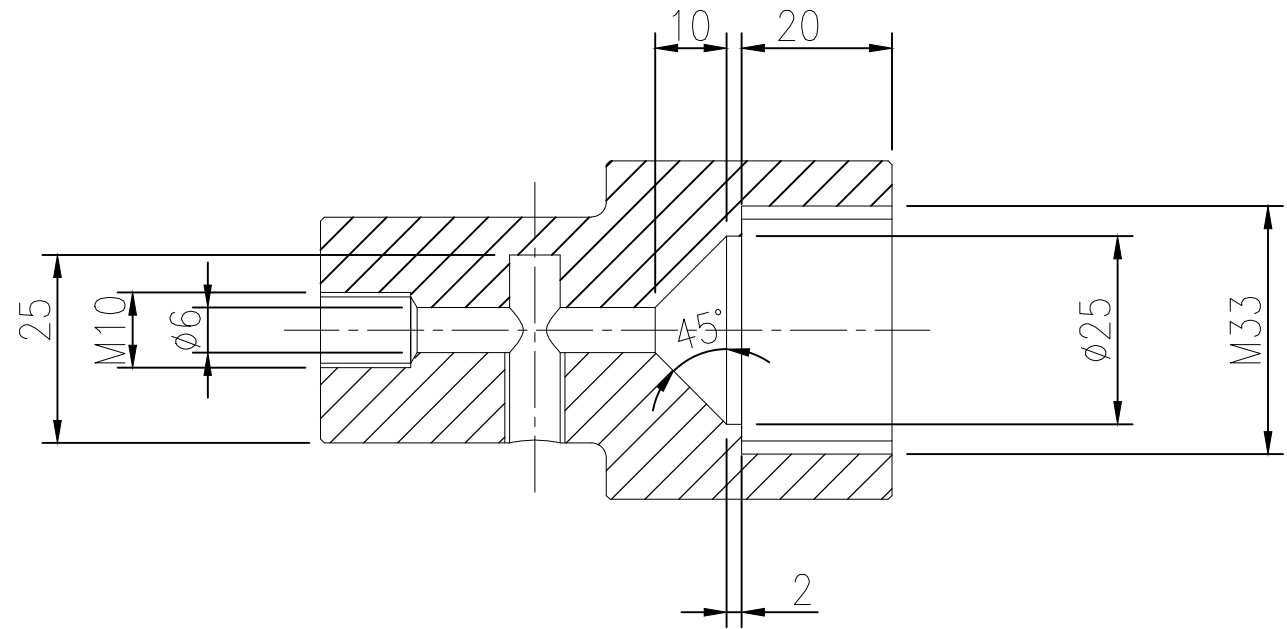
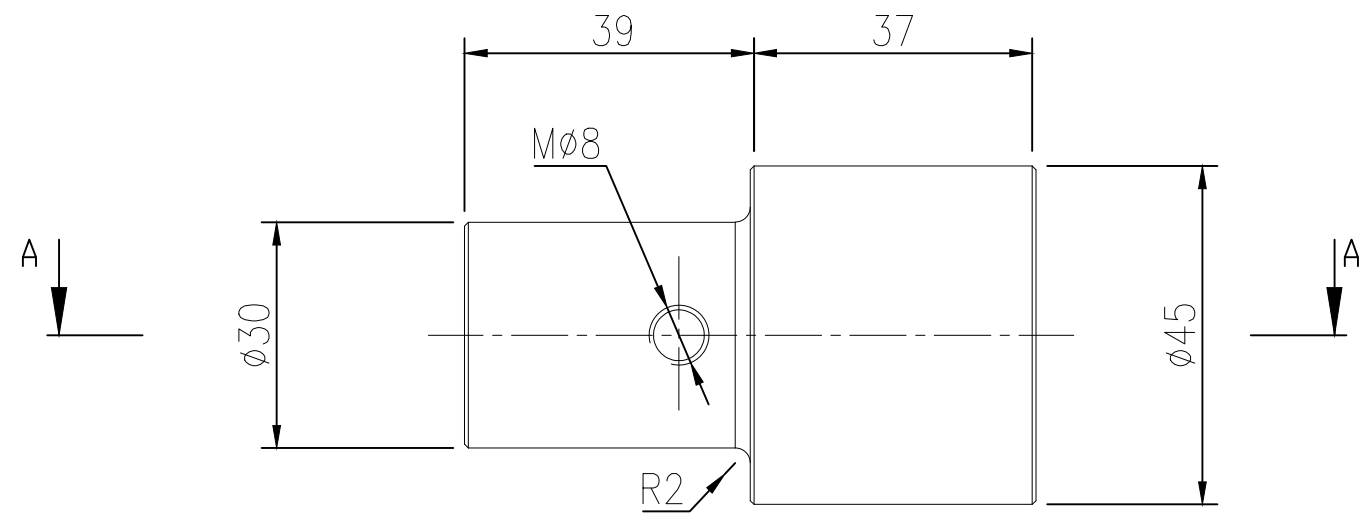
 <p><b>UniFOA</b> Centro Universitário de Volta Redonda</p>		Desenhado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
		Aprovado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Títulos:		VOLTA_REDONDA	
EXTRUSORA		BICO	
Escala: 1:1	MESTRADO_PROFSSIONAL_EM_MATERIAIS	Revisão: 0	Formato: A3

MARCA DE DOBRA

MARCA DE DOBRA

A3

POSIÇÃO	Descrição	Material	Quant. Conj.		Peso em Kg		Referência N°. Desenho de Detalhe Gerdau	Observação
			Peça Conj.	Total	Peça	Total		
1	BARRA#50X76	SAE1020						



SEÇÃO A-A

- 5 - SOLDAS CONFORME AWS - ELETRODO AWS E-70XX
- 4 - ACABAMENTO SUPERFICIAL CONFORME NBR 8404
- 3 - TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PARA ELEMENTOS SEM INDICAÇÃO DE TOLERÂNCIA INDIVIDUAL, DEVEM ESTAR DE ACORDO COM A NBR ISO 2768-2, CLASSE DE TOLERÂNCIA K
- 2 - DIMENSÕES LINEARES, RAIOS DE CONCORDÂNCIA, CHANFROS E DIMENSÕES ANGULARES SEM TOLERÂNCIA ESPECIFICADA, DEVEM ESTAR DE ACORDO C/ ISO-2768-1, GRAU DE PRECISÃO m (MÉDIO)
- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO QUANDO INDICADO

NOTAS:



Desenhado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Aprovado: PAULO_QUELHO	Data: 10/03/2018
Unidade: VOLTA_REDONDA	
Verificado: PAULO_QUELHO	
Aprovado: PAULO_QUELHO	

Títulos: <i>EXTRUSORA</i> <i>REGULADOR_CANHÃO</i>	
Escala: 1:1	MESTRADO_PROFIOSSIONAL_EM_MATERIAIS
Revisão: 0	Formato: A3

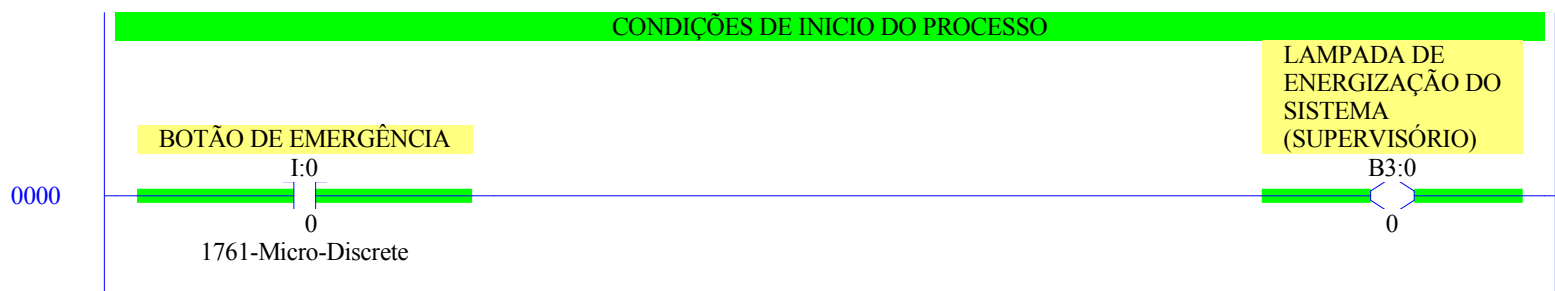
### 8.3 Anexo C – Programação Ladder

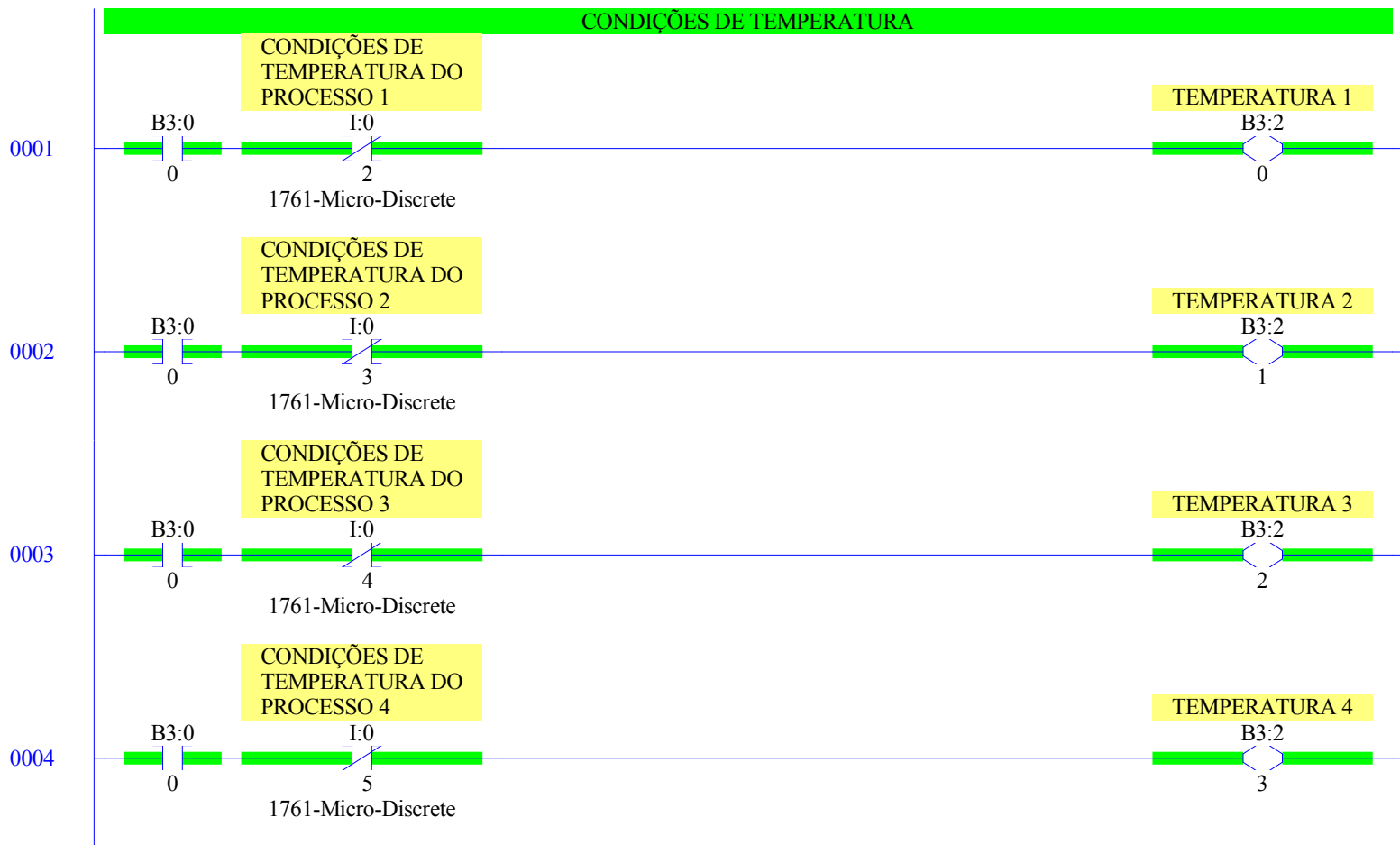
## RSLogix 500 Cross Reference Report - Sorted by Address

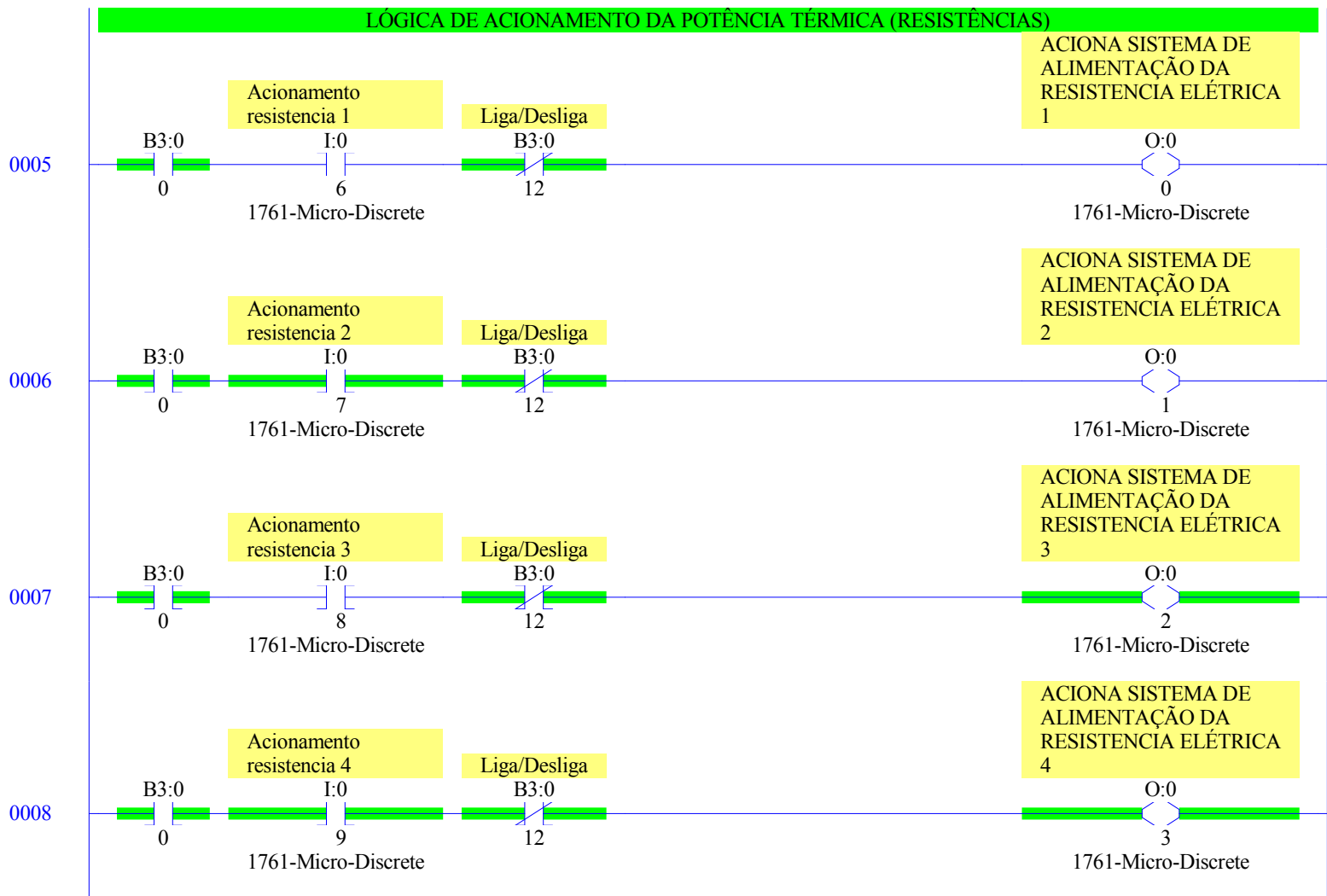
```

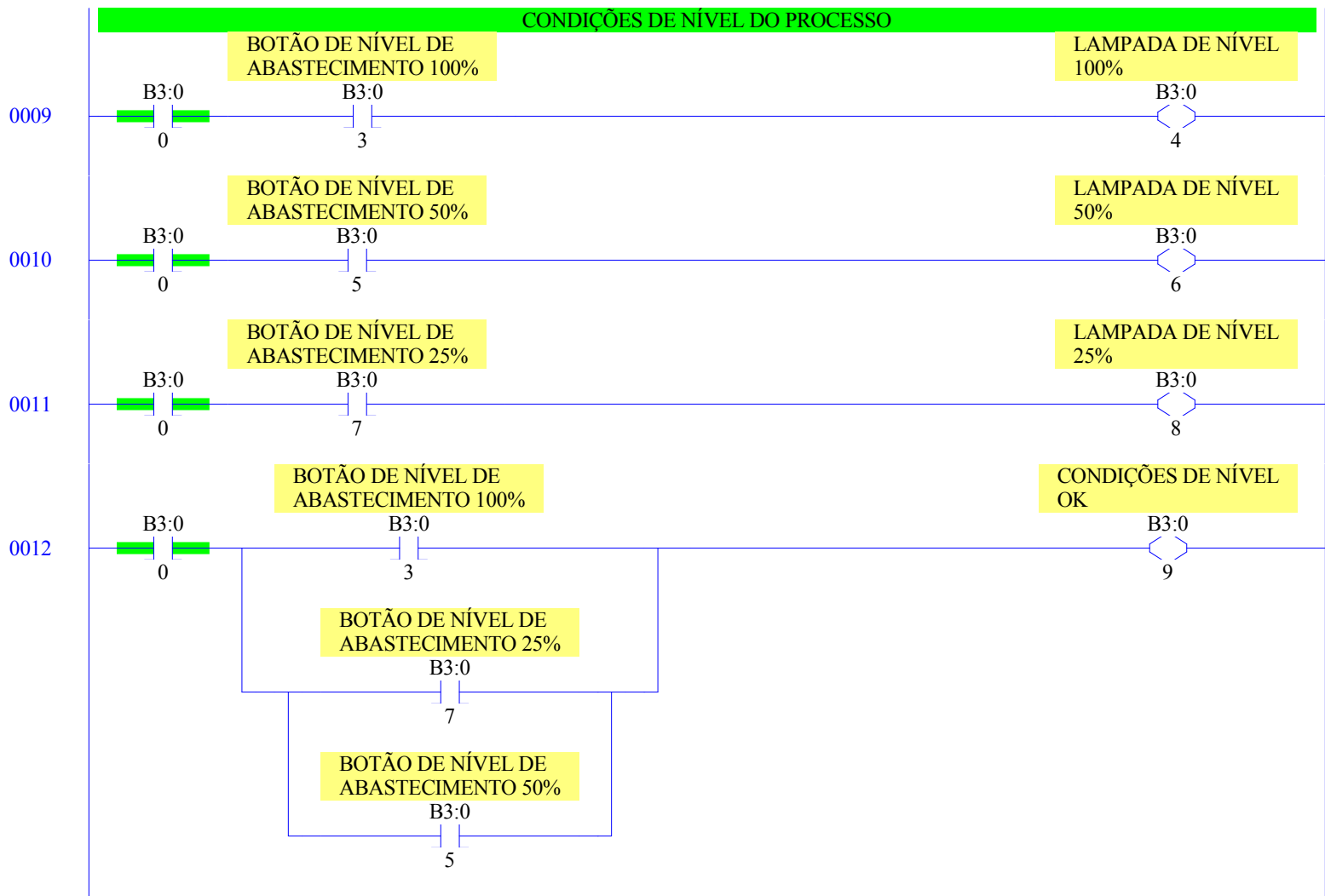
O:0.0/0 - ACIONA SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DA RESISTENCIA ELÉTRICA
          OTE - File #2 MAIN_PROG - 5
O:0.0/1 - ACIONA MOTOR DA BRÓCA VELOCIDADE 1
          OTE - File #2 MAIN_PROG - 6
O:0.0/2 - OTE - File #2 MAIN_PROG - 7
O:0.0/3 - ACIONA MOTOR DA BRÓCA VELOCIDADE 3
          OTE - File #2 MAIN_PROG - 8
O:0.0/5 - MOTOR EM FUNCIONAMENTO MANUAL
          OTE - File #2 MAIN_PROG - 13
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 15
O:0.0/6 - LAMPADA MODO MANUAL
          OTE - File #2 MAIN_PROG - 14
O:0.0/7 - OTE - File #2 MAIN_PROG - 19
O:0.4 - MOV - File #2 MAIN_PROG - 16, 17, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30
          31, 32, 33, 34
I:0.0/0 - BOTÃO DE EMERGÊNCIA
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 0
I:0.0/2 - CONDIÇÕES DE TEMPERATURA DO PROCESSO 1
          XIO - File #2 MAIN_PROG - 1
I:0.0/3 - CONDIÇÕES DE TEMPERATURA DO PROCESSO 2
          XIO - File #2 MAIN_PROG - 2
I:0.0/4 - CONDIÇÕES DE TEMPERATURA DO PROCESSO 3
          XIO - File #2 MAIN_PROG - 3
I:0.0/5 - CONDIÇÕES DE TEMPERATURA DO PROCESSO 4
          XIO - File #2 MAIN_PROG - 4
I:0.0/6 - Acionamento resistência 1
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 5
I:0.0/7 - Acionamento resistência 2
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 6
I:0.0/8 - Acionamento resistência 3
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 7
I:0.0/9 - Acionamento resistência 4
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 8
B3:0/0 - OTE - File #2 MAIN_PROG - 0
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
          13
B3:0/3 - XIC - File #2 MAIN_PROG - 9, 12
B3:0/4 - OTE - File #2 MAIN_PROG - 9
B3:0/5 - XIC - File #2 MAIN_PROG - 10, 12
B3:0/6 - LAMPADA DE NÍVEL 50%
          OTE - File #2 MAIN_PROG - 10
B3:0/7 - BOTÃO DE NÍVEL DE ABASTECIMENTO 25%
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 11, 12
B3:0/8 - LAMPADA DE NÍVEL 25%
          OTE - File #2 MAIN_PROG - 11
B3:0/9 - CONDIÇÕES DE NÍVEL OK
          OTE - File #2 MAIN_PROG - 12
B3:0/12 - Liga/Desliga
          XIO - File #2 MAIN_PROG - 5, 6, 7, 8
B3:1/2 - {B} MODO AUTOMÁTICO
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 13, 17, 18, 19
          XIO - File #2 MAIN_PROG - 13, 16, 36
B3:2/0 - TEMPERATURA 1
          OTE - File #2 MAIN_PROG - 1
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 18
B3:2/1 - TEMPERATURA 2
          OTE - File #2 MAIN_PROG - 2
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 18
B3:2/2 - TEMPERATURA 3
          OTE - File #2 MAIN_PROG - 3
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 18
B3:2/3 - TEMPERATURA 4
          OTE - File #2 MAIN_PROG - 4
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 18
B3:3/0 - LIGA MOTOR MODO MANUAL
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 13, 14
          XIO - File #2 MAIN_PROG - 13
B3:3/1 - MOTOR EM FUNCIONAMENTO
          OTE - File #2 MAIN_PROG - 15
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 16
B3:5/0 - MODO AUTOMÁTICO EM FUNCIONAMENTO
          OTE - File #2 MAIN_PROG - 18
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 20, 21
          XIO - File #2 MAIN_PROG - 22
B3:6/0 - SILO VAZIO
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 35
B3:7/0 - MATERIAL 1
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 23, 24, 25, 26
B3:7/1 - MATERIAL 2
          XIC - File #2 MAIN_PROG - 27, 28, 29, 30
B3:7/2 - MATERIAL 3

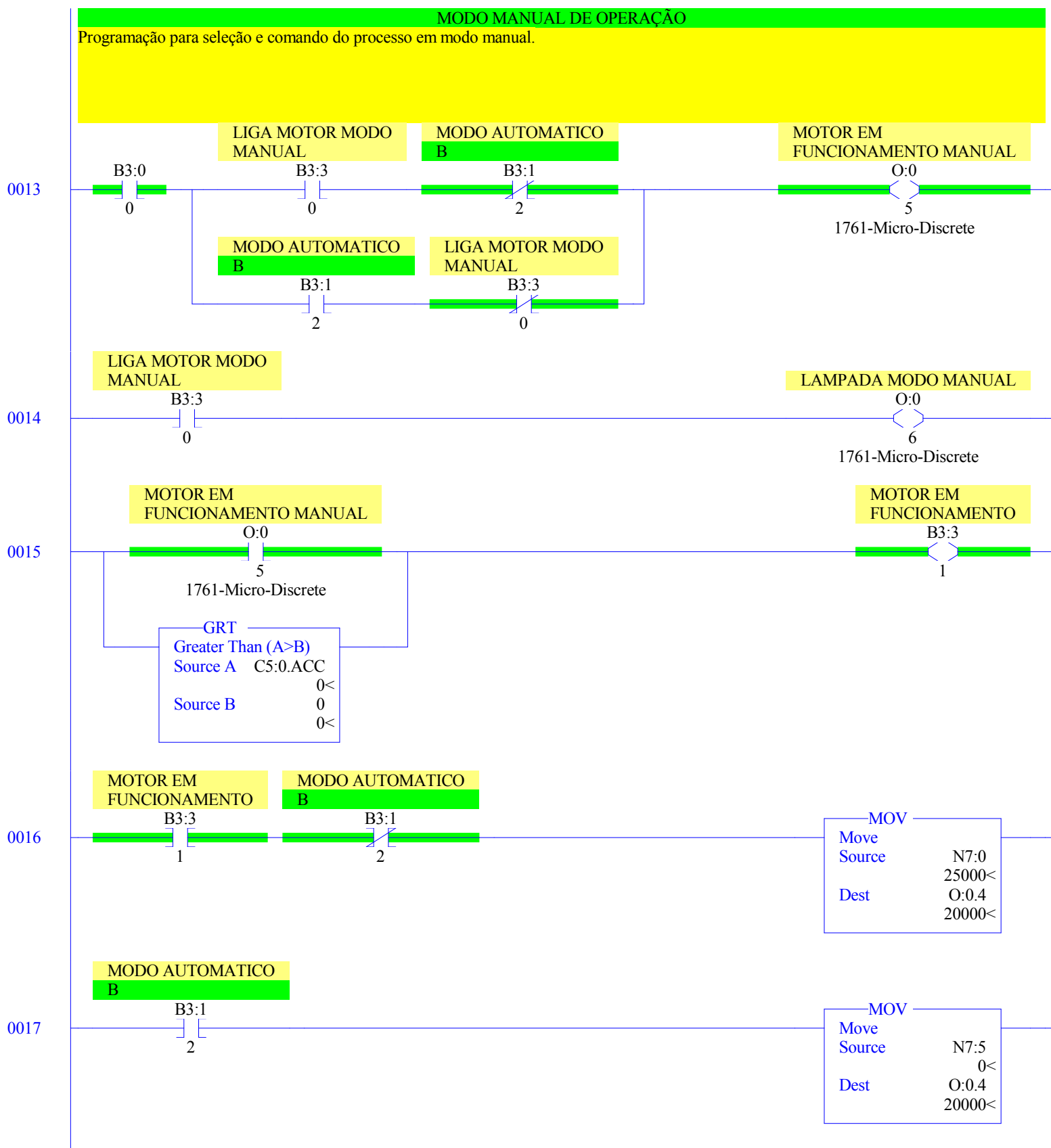
```

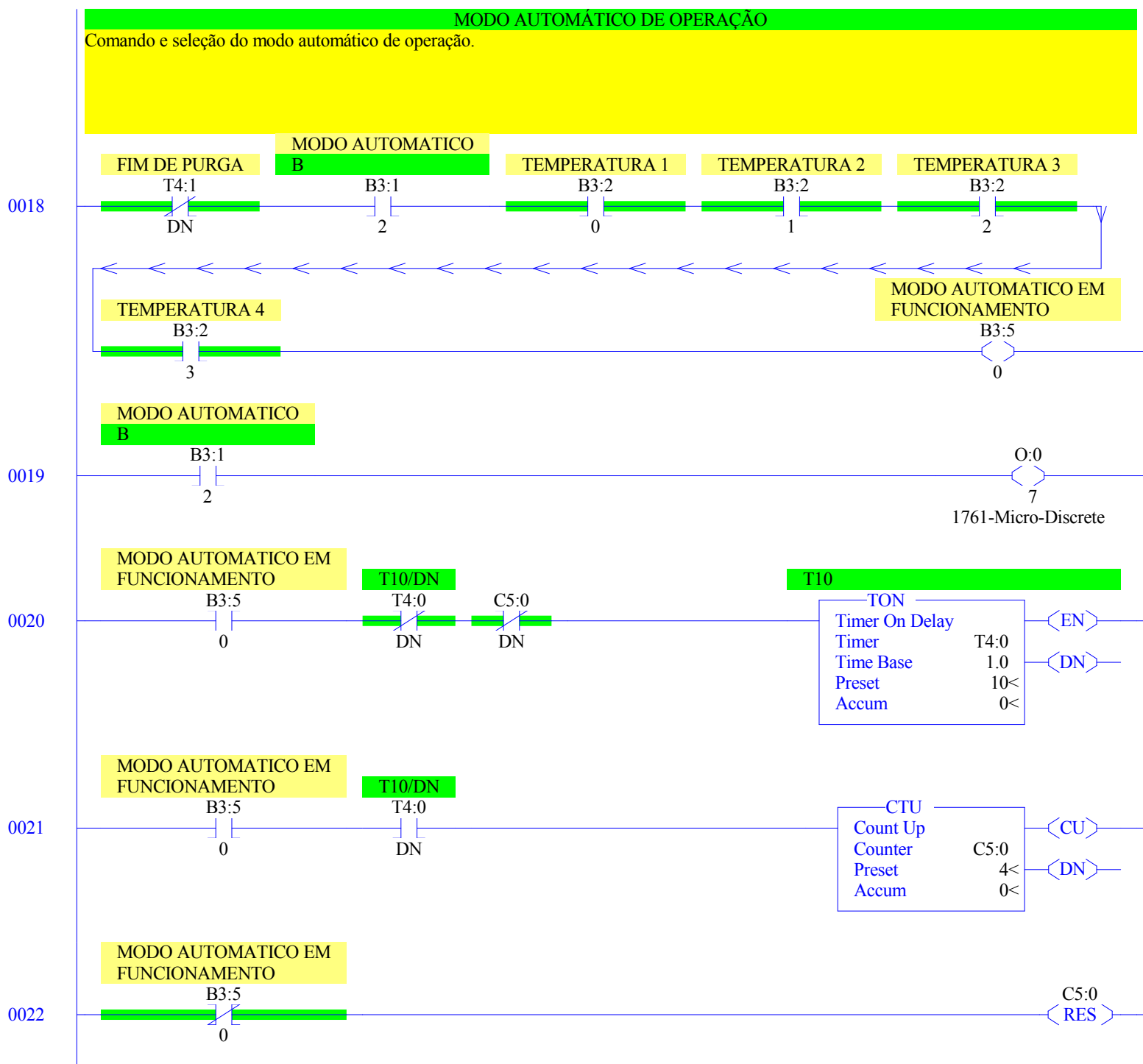




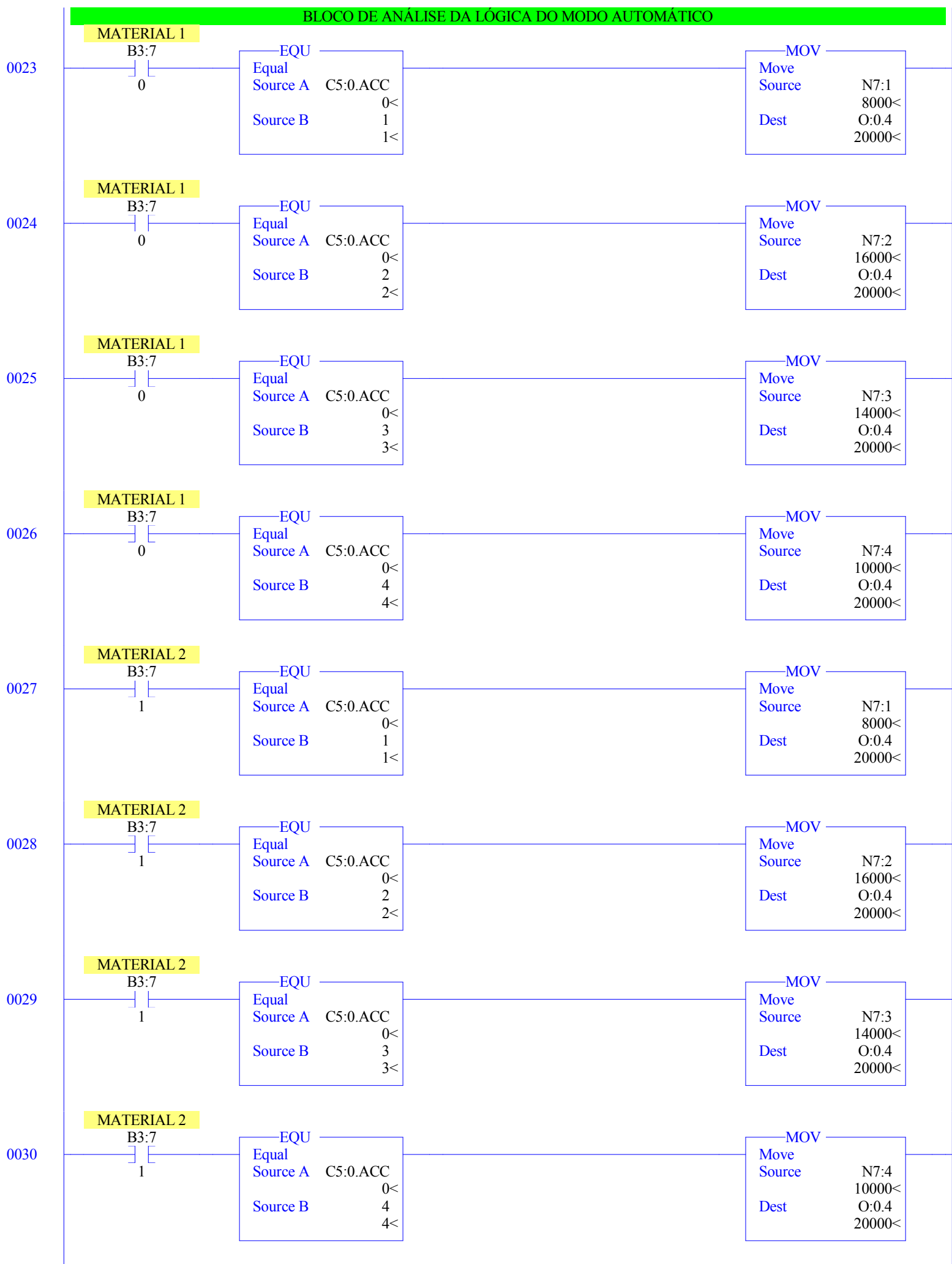


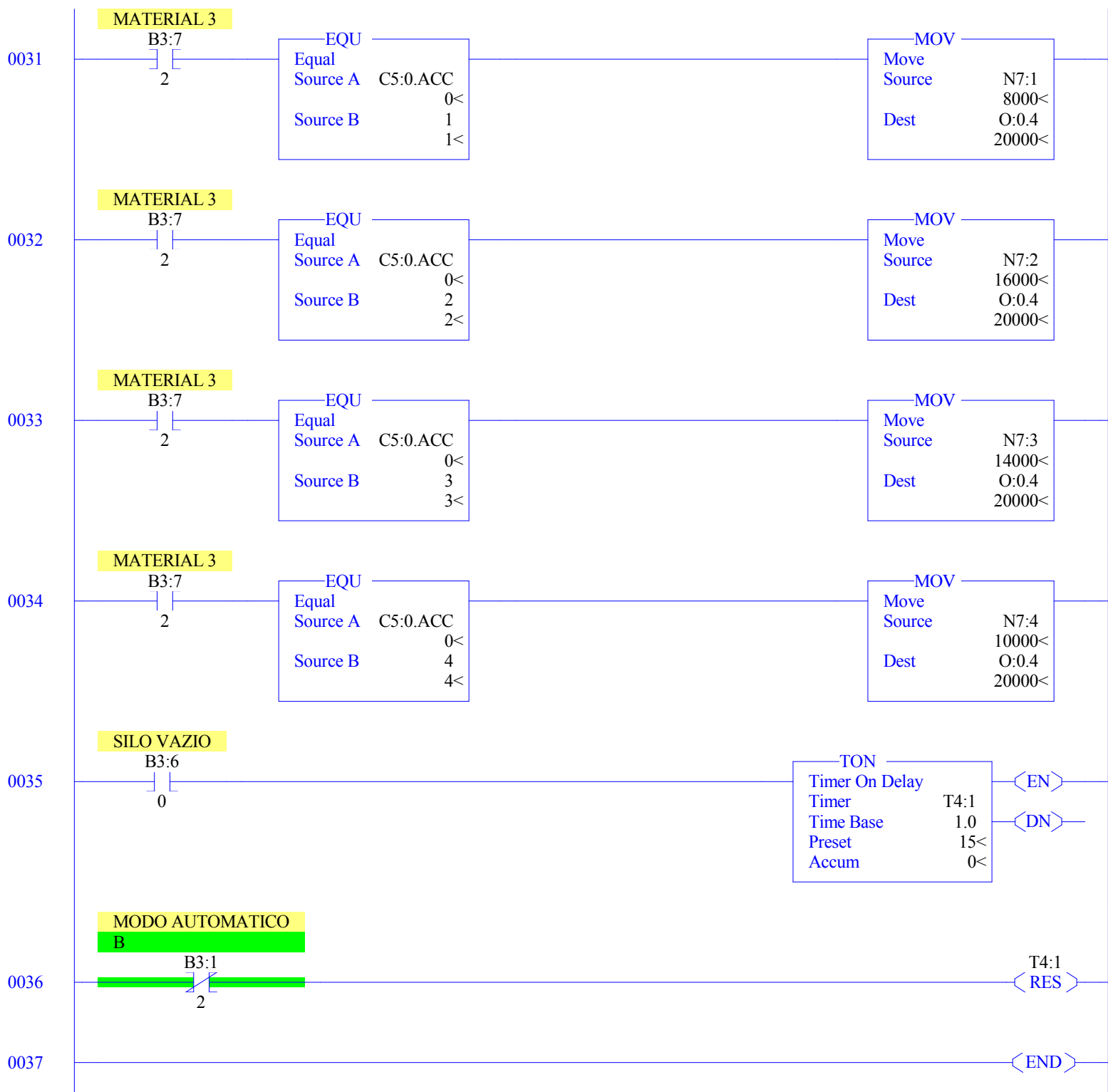






**BLOCO DE ANÁLISE DA LÓGICA DO MODO AUTOMÁTICO**





## RSLogix 500 Cross Reference Report - Sorted by Address

---

T4:0	XIC - File #2 MAIN_PROG - 31, 32, 33, 34
	- {T10}
	TON - File #2 MAIN_PROG - 20
T4:0/DN	- XIC - File #2 MAIN_PROG - 21
	XIO - File #2 MAIN_PROG - 20
T4:1	- TON - File #2 MAIN_PROG - 35
	RES - File #2 MAIN_PROG - 36
T4:1/DN	- FIM DE PURGA
	XIO - File #2 MAIN_PROG - 18
C5:0	- CTU - File #2 MAIN_PROG - 21
	RES - File #2 MAIN_PROG - 22
C5:0/DN	- XIO - File #2 MAIN_PROG - 20
C5:0.ACC	- EQU - File #2 MAIN_PROG - 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32
	33, 34
	GRT - File #2 MAIN_PROG - 15
N7:0	- MOV - File #2 MAIN_PROG - 16
N7:1	- MOV - File #2 MAIN_PROG - 23, 27, 31
N7:2	- MOV - File #2 MAIN_PROG - 24, 28, 32
N7:3	- MOV - File #2 MAIN_PROG - 25, 29, 33
N7:4	- MOV - File #2 MAIN_PROG - 26, 30, 34
N7:5	- MOV - File #2 MAIN_PROG - 17

## 8.4 Anexo D – Cartas



SOLUÇÕES EM POLÍMEROS

## AFINKO Soluções em Polímeros

---

São Carlos, 18 de janeiro de 2018.

À  
UNIFOA – RJ  
Paulo Estevão Quimas Quelho  
Engenheiro de Controle e Automação

Nós da empresa Afinko Soluções em Polímeros Ltda, mediante a esta carta, demonstramos nossa contribuição para o desenvolvimento da dissertação do projeto "DESENVOLVIMENTO DE EXTRUSORA EXPERIMENTAL E SOFTWARE PARA CONTROLE E SUPERVISÃO DAS VARIÁVEIS DE EXTRUSÃO DO ABS", realizando para o autor o ensaio de Índice de Fluidez, como incentivo a pesquisa científica, do trabalho realizado na UNIFOA - Departamento de Mestrado de Materiais, sob a orientação do Dsc Alexandre A. Palmeira.

Guilherme Finocchio  
Gerente Comercial  
Afinko Soluções em Polímeros Ltda



São Paulo, 21 de agosto, 2017

FM009/17

À  
UNIFOA – RJ  
Paulo Estevão Quimas Quelho  
**Engenheiro de Controle e Automação**

Nós da empresa Videolar-Innova S/A, mediante a esta carta, demonstramos nossa contribuição para o desenvolvimento da dissertação do projeto " DESENVOLVIMENTO DE EXTRUSORA EXPERIMENTAL E SOFTWARE PARA CONTROLE E SUPERVISÃO DAS VARIÁVEIS DE EXTRUSÃO DO ABS", enviando ao autor a quantidade dos seguintes materiais: 3 kg de resina plástica ABS AG1000 e 3kg de resina plástica ABS AE8000, como incentivo a pesquisa científica, do trabalho realizado na UNIFOA - Departamento de Mestrado de Materiais, sob a orientação do Dsc Alexandre A. Palmeira.

**Fábio Meireles**  
**VIDEOLAR-INNOVA S.A.**  
Gerente Comercial PS/ABS  
Commercial Manager PS/ABS