

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTOS ACADÊMICOS DE ELETRÔNICA E MECÂNICA  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL

ALINE POLICARPO  
EWALD CARLOS FIEDLER DA COSTA MACHADO

## **MESA XY PARA OXICORTE-CUSTOMIZADA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA  
2013

ALINE POLICARPO  
EWALD CARLOS FIEDLER DA COSTA MACHADO

## **MESA XY PARA OXICORTE-CUSTOMIZADA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial do Departamento de Eletrônica – DAELN – e Mecânica – DAMEC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Valmir de Oliveira

CURITIBA  
2013

ALINE POLICARPO

EWALD CARLOS FIEDLER DA COSTA MACHADO

## **MESA XY PARA OXICORTE-CUSTOMIZADA**

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 14 de maio de 2013, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Os alunos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado

---

Prof. Milton Luiz Polli  
Coordenador de Curso  
Departamento Acadêmico de Mecânica

---

Prof. Sergio Moribe  
Responsável pela Atividade de Trabalho de Conclusão de Curso  
Departamento Acadêmico de Eletrônica

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. M. Sc. Gilmar Lunardon

---

Prof. M. Sc. Valmir de Oliveira  
Orientador

---

Prof. M. Sc. João Mário Fernandes

**\* A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.**

## **AGRADECIMENTOS**

Certamente nestes parágrafos não conseguiremos agradecer a todas as pessoas que ajudaram no desenvolvimento apresentado no trabalho. Portanto, cabem desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras.

Agradecemos ao professor Valmir de Oliveira por sua ajuda, e conselhos para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores que puderam ajudar no desenvolvimento das ideias para conclusão desse trabalho.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela estrutura e formação de qualidade proporcionada.

Agradecemos ainda aos amigos e familiares pelos momentos de descontração, pela amizade e paciência muitas vezes passada para nos acalmar nos momentos difíceis.

## RESUMO

POLICARPO, Aline; MACHADO, Ewald Carlos Fiedler da Costa. **Mesa XY para Oxicorte - Customizada**. 2013. 84p. Trabalho de conclusão de curso - Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, UTFPR, Curitiba, 2013.

Neste trabalho será apresentado o projeto, desenvolvimento e a construção de uma mesa com movimentação em dois eixos, ou seja, um cursor que possa percorrer um plano. A principal aplicação dessa máquina é o corte de chapas pelo processo de oxicorte, mas pode ser facilmente adaptada para processo de corte a plasma. Esses processos de corte de chapa são normalmente feitos manualmente, o que gera imprecisão e irregularidades, além de um longo tempo de preparação e de corte. Por isso existe a necessidade da automatização desse processo para aumento da produtividade. Existem no mercado muitas máquinas para corte de chapas, porém para algumas pequenas empresas o preço não é acessível.

A estrutura do equipamento foi feita de aço SAE 1020. A movimentação dos eixos da máquina é feita através de polias e correias sincronizadas. No alinhamento da movimentação foram usadas guias lineares.

Dois motores de passo foram usados como atuadores para possibilitar a movimentação dos eixos. Foram desenvolvidas placas eletrônicas de acionamento desses motores. O usuário controla através do programa Kcam. Nesse programa o usuário insere um desenho bidimensional CAD para a máquina seguir uma trajetória de corte.

**Palavras-chave:** Oxicorte. CAD. CNC. Motor de passo.

## ABSTRACT

POLICARPO, Aline; MACHADO, Ewald Carlos Fiedler da Costa. **Table XY for OxyAcetylene - Custom**. 2013. 84p. Trabalho de conclusão de curso - Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, UTFPR, Curitiba, 2013.

In this work will be presented the design, development and construction of a table with movement on two axes. It's a cursor that can go a plan. The main application of this machine is cut sheets in the process of Oxyacetylene Welding, but can easily be adapted to the plasma cutting process. These plate cutting processes are typically done manually, which causes irregularities and inaccuracies, and a long preparation time and cutting. Therefore there is a need for automation of this process to increase productivity. There are many machines on the market for sheet metal cutting, but for some small companies the price is not affordable.

The structure of the equipment has been SAE 1020 steel. Moving the machine axes is done through pulleys and belts synchronized. Drive alignment were used linear guides.

Two stepper motors are used as actuators to enable the movement of the axes. Plates were developed electronic actuation of these engines. The user control is done through the program kcam. In this program the user enters a dimensional CAD drawing to the machine following a path cut.

**Keywords:** OxyAcetylene Welding. CAD. CNC. Stepper motor.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Equipamento mínimo para Oxicorte e Maçarico manual.....	12
Figura 2: Acessórios para Oxicorte manual .....	12
Figura 3: Maçarico vertical ou 180° .....	13
Figura 4: Máquina pantográfica e tartaruga para oxicorte .....	14
Figura 5: Máquina de corte CNC .....	14
Figura 6: Esquema CIM .....	16
Figura 7: Tela do CATIA V5 .....	17
Figura 8: Guias Lineares .....	17
Figura 9: Fuso Mecânico .....	18
Figura 10: Polias e correia sincronizadas.....	18
Figura 11: Funcionamento dos motores de passo .....	20
Figura 12: Ponte H Fonte: NEWTON, Braga.....	21
Figura 13: Diagrama Interno L298.....	21
Figura 14: Diagrama de blocos L297 .....	22
Figura 15: Mesa XY para Oxicorte - Concepção inicial .....	23
Figura 16: Mesa XY para Oxicorte - Concepção modificada.....	24
Figura 17: Perfil 'U' enrijecido.....	25
Figura 18: Diagrama de força estática .....	26
Figura 19: Diagrama de força cortante e momento fletor .....	26
Figura 20: Mancais da bucha .....	27
Figura 21: Carro da plataforma .....	27
Figura 22: Polia tracionadora .....	28
Figura 23: Chapas de fixação da correia.....	28
Figura 24: Pé da guia e mancal de fixação .....	28
Figura 25: Plataforma X-2 .....	29
Figura 26: Foto da plataforma X-2.....	29
Figura 27: Foto da plataforma Y .....	29
Figura 28: Foto da mesa nivelada .....	30
Figura 29: Foto do quadro regulável .....	30
Figura 30: Foto do alinhamento da máquina .....	30
Figura 31: Imagem CAD da Máquina. ....	31
Figura 32: Foto da Máquina .....	31
Figura 33: Regulador 5V .....	32
Figura 34: DB25 conector da placa controladora .....	33
Figura 35: Controlador de motor de passo .....	33
Figura 36: L6210 Arranjo de Diodos.....	34
Figura 37: <i>Port Setup</i> .....	35
Figura 38: <i>Port Setup</i> .....	36
Figura 39: <i>Table Setup</i> .....	37
Figura 40: Exemplo do desenho.....	39
Figura 41: Código G .....	40
Figura 42: CNC <i>Controls</i> .....	40
Figura 43 - Mesa para oxicorte.....	41
Figura 44 - Desenho de teste .....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela de Corte de Aço Carbono.....	13
Tabela 2: Tabela de Tolerâncias de barras redondas trefiladas.....	25



# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
1.1	PROBLEMA .....	9
1.2	JUSTIFICATIVA .....	10
1.3	OBJETIVOS .....	10
1.3.1	Objetivo Geral .....	10
1.3.2	Objetivo Específico.....	10
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>11</b>
2.1	PROCESSO DE OXICORTE .....	11
2.1.1	Equipamento .....	11
2.1.2	Máquinas para Oxicorte Comercias.....	14
2.1.3	Normas de Segurança para Máquinas e Equipamentos.....	15
2.2.	DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR (CAD).....	16
2.3	FUNDAMENTOS MECÂNICOS.....	17
2.3.1	Guias Lineares .....	17
2.3.2	Fusos Mecânicos .....	18
2.3.3	Polias e Correias Sincronizadas .....	18
2.3.4	Mancais.....	19
2.3.5	Rolamentos .....	19
2.3.6	Buchas .....	19
2.3.7	Cremalheira e Pinhão.....	19
2.4	FUNDAMENTOS ELETRÔNICOS.....	20
2.4.1	Motor de Passo .....	20
2.4.2	Ponte H .....	20
2.4.3	Controladores de Motor de Passo .....	21
2.5	SOFTWARE DE CONTROLE CNC .....	22
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO</b> .....	<b>23</b>
3.1	REQUISITOS TÉCNICOS .....	23
3.2	DESENVOLVIMENTO MECÂNICO .....	23
3.2.1	Plataformas X-1, X-2 e Y.....	24
3.2.2	Alinhamento e Montagem.....	29
3.3	DESENVOLVIMENTO ELETRÔNICO .....	32
3.4	SOFTWARE DE CONTROLE .....	35
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>38</b>
4.1	TESTES MECÂNICOS .....	38
4.2	TESTES ELETRÔNICOS .....	38
4.3	TESTES DE SOFTWARE.....	38
4.4	INTEGRAÇÃO:.....	41
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>43</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>44</b>
	<b>APÊNDICES</b> .....	<b>46</b>
	APÊNDICE A - PROJETO MECÂNICO DETALHADO .....	47
	APÊNDICE B - PROJETO ELETRÔNICO DETALHADO .....	71
	APÊNDICE C - LISTA DE MATERIAIS E PROCESSOS .....	79
	APÊNDICE D - ORÇAMENTO .....	83

# 1 INTRODUÇÃO

O corte de materiais é um processo imprescindível em várias cadeias de fabricação. O aço é um dos materiais mais utilizado na indústria. Em geral, o processo de corte do aço pode ser feito de forma mecânica, por fusão do metal, por combinação de fusão e vaporização, e por reação química.

O oxicorte é um processo de corte por reação química que ocorre através de reações exotérmicas de oxidação do metal. Inicialmente o metal é aquecido e um jato de oxigênio expulsa o material fundido da região (RAMALHO, 2012).

Devido a simplicidade, baixo custo e por cortar chapas espessas, esse processo é amplamente aplicado na indústria, principalmente em pequenas fábricas com pouco recurso financeiro. Porém nessas fábricas o oxicorte é usado manualmente. Existe então a dificuldade em se manusear e obter uma boa precisão da trajetória do corte. Outra desvantagem do processo manual é o tempo perdido com a preparação e de corte.

O contínuo aumento da competitividade entre as empresas, faz-se imprescindível a redução de tempos de produção, para redução de custos e aumento da produtividade. Por isso há a necessidade de automatização de linhas de produção.

A utilização desse processo manualmente aumenta o risco de acidente de trabalho, ocasionado por queimaduras, choques elétricos, inalação dos gases tóxicos e danos à visão pela energia radiante.

O presente trabalho se dedica ao desenvolvimento e construção de uma mesa para o processo de oxicorte. Essa mesa pode ser ainda adaptada para corte a plasma. A máquina precisa ser customizada para tornar-se acessível para as indústrias de pequeno porte.

Com o desenvolvimento do equipamento, pretende-se atender as necessidades descritas, eliminando ou diminuindo os problemas devido ao processo manual de corte de chapas.

## 1.1 PROBLEMA

As indústrias que normalmente utilizam o processo de corte oxigás não automatizado são pequenas empresas, e que não dispõem de recursos financeiros para comprar uma máquina a laser ou a plasma, ou até mesmo uma máquina de corte oxigás automatizada. O preço dessas máquinas é alto devido à alta precisão de corte.

Atualmente o mercado de acessórios de oxicorte dispõem de uma grande quantidade de dispositivos guias que auxiliam o processo oxicorte manual, por exemplo o carrinho e o cintel. Porém se a trajetória de corte tiver diferentes tipos de traçado como circunferência e reta, o corte não é contínuo e tem-se um traçado falho. Isso pode impossibilitar a empresa de ter uma boa qualidade em seus produtos.

Outro problema com esse procedimento é o tempo perdido com a troca de dispositivos a cada traçado diferente. Esse tempo de produção perdido significa maior custo agregado ao produto.

Qualidade e custo do produto são fatores imprescindíveis para garantir competitividade de mercado.

Dessa forma essas pequenas indústrias necessitam de uma máquina que faça um corte contínuo, com maior precisão, e com um preço acessível.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O conhecimento adquirido no curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial possibilita os alunos criarem máquinas como a proposta nesse trabalho, e as indústrias necessitam desse conhecimento e dessas máquinas para manterem uma competitividade. As pequenas indústrias são as que mais necessitam de um baixo custo e tecnologia para crescerem.

Um dos processos mais necessários em uma indústria metalúrgica é o corte do aço. A máquina proposta atende as necessidades dessas entidades a um baixo preço.

Com a resolução desse problema, os conhecimentos técnicos adquiridos em disciplinas do curso serão aprofundados e integrados.

Os principais conhecimentos técnicos que serão aplicados nesse trabalho: processos industriais, mecanismos, resistência dos materiais, desenho assistido por computador (CAD), eletrônica, circuitos elétricos, redes industriais e custos.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Construir uma mesa a baixo custo controlada via computador para processo de oxicorte e que possibilite movimentos retilíneos e circulares.

### 1.3.2 Objetivo Específico

- Identificar atuadores e sistemas mecânicos necessários;
- Projetar a estrutura mecânica em Catia V5;
- Efetuar montagem da estrutura mecânica
- Desenvolver *hardware*;
- Desenvolver comunicação de *software* de controle dos atuadores e *interface* ao usuário;
- Integrar sistemas mecânicos com sistema eletrônico e programação;

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados fundamentos teóricos utilizados para elaboração do projeto.

### 2.1 PROCESSO DE OXICORTE

O processo de corte do aço pode ser feito de forma mecânica, por fusão do metal, por combinação de fusão e vaporização, e por reação química.

O corte mecânico ocorre pelo cisalhamento do material, esse conceito é usado em tesouras, guilhotinas e em usinagem. O corte por fusão do metal ocorre por um arco elétrico e é utilizado por exemplo em máquina de plasma. O processo de corte por combinação de fusão e vaporização utiliza o princípio de concentração de energia, por exemplo o corte a laser e a jato de água (RAMALHO, 2012).

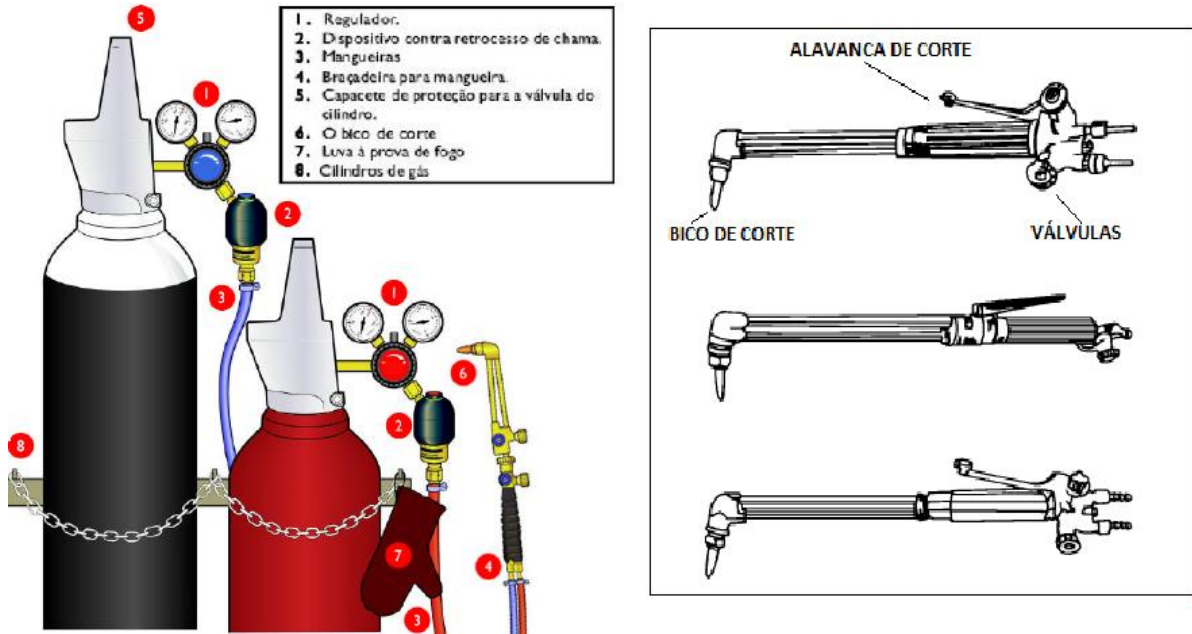
O oxicorte é um processo de corte por reação química que ocorre através de reações exotérmicas de oxidação do metal. Inicialmente o metal é aquecido por reações exotérmicas e por uma chama que é produzida por um gás combustível e o oxigênio com alta pureza. Esse aquecimento precisa ultrapassar a energia de fusão do metal. Posteriormente há a ação de um jato de oxigênio para expulsar o material da região. Existe a necessidade do material oxidar, por isso esse processo não é empregado no corte de aços inoxidáveis, nem em alumínio, e nem em aços aços-liga como cromo, normalmente em aços com menos de 0.5% de carbono. O processo pode ser utilizado para corte de chapas de grande espessura, devido a sua grande energia e potência de corte (WAINER; BRANDI; DE MELLO, 1992).

#### 2.1.1 Equipamento

A instalação de oxicorte é simples e contém os seguintes equipamentos:

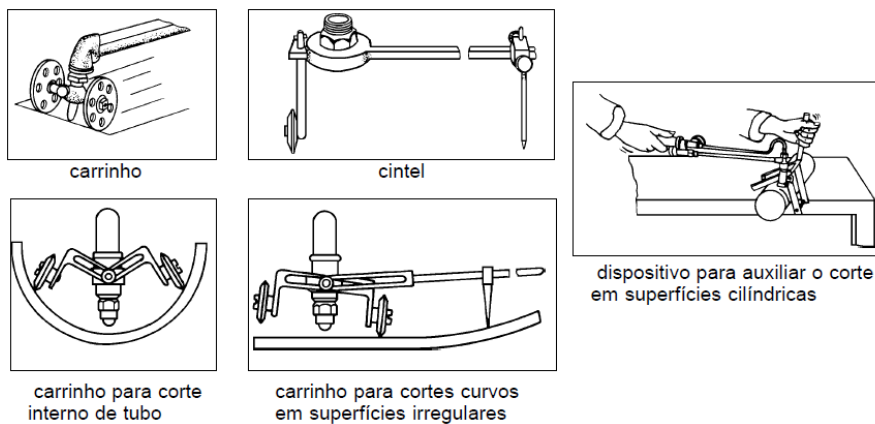
- Cilindro de gás comburente: oxigênio.
- Cilindro de gás combustível: normalmente acetileno por atingir maior temperatura de chama.
- Duas ou três mangueiras de alta pressão: uma mangueira para levar o gás acetileno até o maçarico, e outra para o oxigênio. No caso de três mangueiras, a terceira seria para injeção do oxigênio para expulsar material (corte efetivo), feita pela alavanca do maçarico.
- Manômetro: para controle dos gases.
- Maçarico: faz o controle e a mistura dos gases para produção de chama e a injeção do jato de oxigênio.
- Bico de corte: concentra o calor e da forma à chama. O tipo de bico de corte depende da espessura da chapa a ser usada

O equipamento básico para oxicorte é mostrado na Figura 1.



**Figura 1: Equipamento mínimo para Oxigênio manual**  
**Fonte: Adaptada de RAMALHO(2012)**

Além do equipamento básico, existem vários acessórios para o corte manual, por exemplo o carrinho e o cintel mostrado na Figura 2. Deve-se reservar um tempo de ajuste desses acessórios para o corte desejado.



**Figura 2: Acessórios para Oxigênio manual**  
**Fonte: Adaptada de TELECURSO 2000 (1997)**

Para fazer o corte por oxigênio manualmente, deve-se seguir o seguinte procedimento:

- Primeiramente colocar o bico de corte conforme as especificações de espessura de chapa a ser cortada;
- Abrir válvulas dos cilindros, e pré-ajustar a pressão de trabalho;
- Acender e regular a chama;
- Fazer o corte;
- Para apagar a chama, deve-se primeiro fechar a válvula de acetileno e depois a de oxigênio.

Caso haja retrocesso de chama, aguardar 10 segundos para fechar as válvulas dos cilindros.

O maçarico é a parte do equipamento mais importante porque ajusta a chama conforme as variáveis do processo. Ele dispõe de válvulas de oxigênio e de acetileno para ajuste da chama e mais uma alavanca para injeção do oxigênio de corte. Assim como na solda, os maçaricos podem ser injetores ou misturadores. Nos injetores a pressão do oxigênio é superior a pressão do gás combustível. Para o corte, normalmente usa-se os injetores.

Para máquinas semi-automáticas e automáticas, usa-se os maçaricos mecanizados. Para cortes em máquinas de pequeno porte como por exemplo a tartaruga ou a máquina de corte pantográfica, usa-se normalmente o TRISTAR (Figura 3) ou o C-205. O diâmetro dos maçaricos comerciais varia entre 30 e 35mm.



### **TSM TRISTAR**

Gás utilizado : **Acetileno ou GLP – mistura no bico.**

Espessura de corte : **até 380 mm.**

Comprimentos: **110, 250 e 450 mm.**

**Figura 3: Maçarico vertical ou 180°**  
Fonte: Adaptada de CARDIA,SOLCI (2013).

Os fabricantes de maçarico, fornecem tabelas com características técnicas, de velocidade, pressões e consumo para determinadas espessuras de chapa (Tabela 1). Essas informações são usadas para máquinas a corte manual e de máquinas a corte automático.

Espes- sura (mm)	Bicos de corte (mm)	Velocidades (cm/min)		Pressões de oxigênio de corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Pressões de aquecimento		Consumos horários		Largura da sangria (mm)
		Corte de peças	Cortes retilíneos		Oxigênio (kg/cm <sup>2</sup> )	Acetileno (kg/cm <sup>2</sup> )	Oxigênio (l/h)	Acetileno (l/h)	
5	1,0	50	80	1,7 a 2	1,5	0,150	1200 a 1300	175 a 280	1,8 a 2,6
8	*	45	72	2 a 2,7	*	*	1300 a 1700	* *	* *
10	*	42	66	2,2 a 3	*	*	1400 a 1900	* *	* *
12	*	37	60	2,4 a 3	*	*	1550 a 1900	* *	1,8 a 3
15	*	33	53	2,7 a 3	*	*	1700 a 1900	* *	* *
12	1,5	43	70	1,8 a 2,5	*	*	2600 a 3600	220 a 400	2,4 a 3,5
15	*	41	66	2 a 2,5	*	*	3000 a 3600	* *	* *
20	*	37	60	2,3 a 3,5	*	*	3400 a 4600	* *	* *
25	*	33	57	2,7 a 3,8	*	*	3800 a 5000	* *	* *
30	*	30	53	3 a 4	*	0,200	4150 a 5150	350 a 450	* *
35	*	27	49	3,4 a 4,2	*	*	4550 a 5300	* *	* *
40	*	25	46	3,7 a 4,5	*	*	4800 a 5600	* *	* *
40	2,0	26	53	3 a 4,3	*	0,150	7100 a 9850	400 a 600	3,2 a 6
50	*	25	49	3,1 a 5	*	*	7250 a 11350	* *	* *
60	*	24	45	3,2 a 6	*	*	7500 a 13400	* *	* *
70	*	23	41	3,3 a 6,3	*	*	7700 a 14000	* *	* *
80	*	22	38	3,4 a 6,5	*	0,200	7900 a 14400	530 a 680	* *
90	*	21	34	3,5 a 6,7	*	*	8100 a 14800	* *	* *
100	*	20	30	3,6 a 7	*	*	8350 a 15500	* *	* *
100	2,5	22	35	3,4 a 7	*	*	11150 a 22000	600 a 850	4,3 a 8
110	*	20	32	3,5 a 7,3	*	*	11500 a 22900	* *	* *
125	*	18	29	3,7 a 7,6	*	*	12050 a 23800	* *	* *
150	*	16	26	3,9 a 8	*	0,250	12700 a 25000	850 a 950	* *
150	3,0	17	30	3 a 7	*	0,200	14300 a 26700	850 a 1000	5 a 12
175	*	18	27	4 a 7,8	*	*	17800 a 31500	* *	* *
200	*	14	23	5 a 8,5	*	*	21300 a 34000	* *	* *
250	*	11	18	6 a 9	*	0,300	25000 a 36000	1150 a 1300	* *
300	*	10	14	7 a 9,5	*	*	28500 a 38000	* *	* *

**Tabela 1: Tabela de Corte de Aço Carbono**  
Fonte: Adaptada de WAINER; BRANDI; DE MELLO (1992).

### 2.1.2 Máquinas para Oxicorte Comercias

No mercado, existem alguns tipos de máquinas para efetuar o corte à oxigás: as máquinas de corte semi-automáticas como por exemplo a máquina de corte portátil ou a máquina de corte pantográfica, ilustradas na Figura 4. E as automáticas como por exemplo que usam Comando numérico (CNC).

Máquinas de oxicorte são equipamentos eletrônicos com velocidade constante e trajetória definida. Máquina de corte portátil, ou tartaruga, é um equipamento com carro motriz com uma haste e controle simples de velocidade por um potenciômetro. Máquina de corte pantográfica é um equipamento copiador, onde em uma extremidade encontra-se um dispositivo fotoelétrico ou mecânico para copiar um molde e em outra extremidade o maçarico. Máquina de corte CNC são equipamentos com maiores recursos, com sistema computadorizados controlados por CAD (RAMALHO, 2012).

As máquinas de corte pantográfica tem um preço entre R\$10.000,00 à R\$50.000,00. Preço razoavelmente alto, mas essas máquinas têm problema de instabilização do corte devido ao maçarico estar preso a um braço pendente, além da restrição ao comprimento do corte.



**Figura 4: Máquina pantográfica e tartaruga para oxicorte**  
 Fonte: Adaptada de CARDIA, SOLCI (2013).

As máquinas de corte CNC, fornecem um corte com um acabamento ideal, mas o preço dessas máquinas variam entre R\$40.000,00 à R\$100.000,00, esses valores são altos para empresas pequenas. A Figura 5 apresenta uma máquina de corte CNC de grande porte.



**Figura 5: Máquina de corte CNC**  
 Fonte: Adaptada de OXIMAQ (2012).

### 2.1.3 Normas de Segurança para Máquinas e Equipamentos

As normas regulamentadoras servem para estabelecer requisitos técnicos e legais sobre aspectos mínimos de segurança e saúde ocupacional. As NR são obrigatórias para qualquer empresa ou instituição que tem empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT.

A NR-12 padroniza a segurança de trabalho em máquinas e equipamentos, nos quesitos:

- Arranjo físico: área de instalação demarcada e limpa;
- Instalação e dispositivos elétricos: derivações de condutores deve ser feitas conforme normas técnicas, quadros de energia com acesso fechado;
- Dispositivos de partida e parada: deve haver dispositivos de segurança de fácil acesso;
- Sistemas de segurança: zonas de perigo devem ter sistemas de segurança;
- Meios de acesso permanente: as instalações devem ter meios de fácil acesso;
- Componentes pressurizados: devem ser colocados em locais seguros de explosão e presos para evitar risco de acidente;
- Transportadores de materiais;
- Aspectos ergonômicos: Devem ser construídos locais de trabalho de acordo com a necessidade do operário;
- Manutenção, inspeção e preparação: Manutenções preventiva e corretiva devem ser feitas, para evitar riscos de acidente devido a anomalias das máquinas;

A norma NR-10 regulariza a segurança em instalações e serviços em eletricidade. Essa tem como definição:

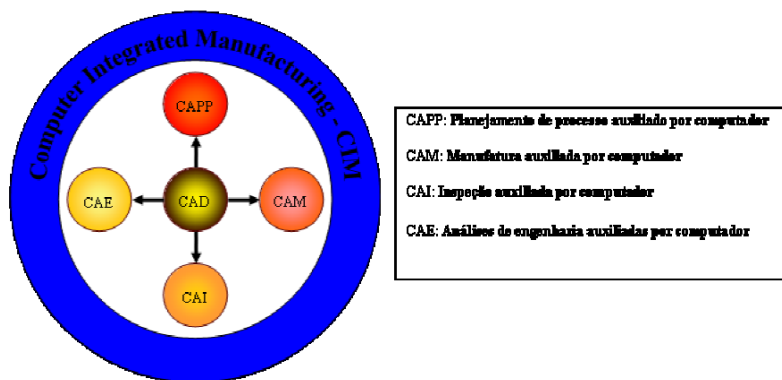
- Medidas de Controle: tange a proteção coletiva e individual;
- Segurança em projetos: conter dispositivos de desligamento de circuitos, memorial descritivo deve conter itens de segurança;
- Segurança em construção, montagem, operação e manutenção: deve-se usar ferramentas e dispositivos adequados, e com acompanhamento de profissional autorizado;
- Segurança em instalações elétricas;
- Habilitação, qualificação e capacitação dos trabalhadores: os trabalhadores devem estar desempenhando atividades compatíveis com sua qualificação;
- Proteção contra incêndio e explosão;
- Sinalização de segurança: identificação de áreas de risco;
- Procedimentos de trabalho: serviços devem ser planejados e realizados conforme procedimentos de trabalho;
- Situação de emergência: ações de emergência deve constar no plano de emergência da empresa (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2013).



## 2.2. DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR (CAD)

A origem dos softwares de CAD foi na representação de componentes em desenhos bidimensionais, a ligação entre a área de projeto e produção. Porém com o aumento no número de componentes e complexidade, necessitou-se das representações em diferentes vistas tridimensionais e visualização do modelo sólido auxiliado por simuladores (NORTON, 2003).

A manufatura contemporânea tem como base a integração associada a ferramentas computacionais como a Manufatura Integrada por Computador (CIM). A Figura 6 mostra o esquema CIM. A etapa mais importante e a base dessa integração do CIM é o Desenho Assistido por Computador (CAD), devido a estar relacionado com todas as outras (SETTI, 2007).



**Figura 6: Esquema CIM**  
Fonte: Adaptada de SOUZA (2003).

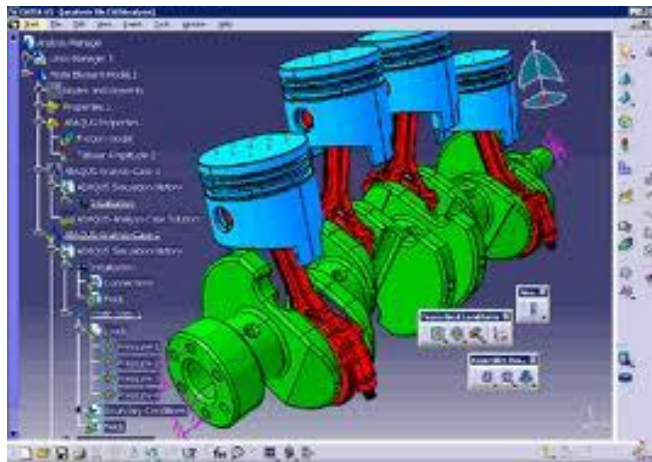
A sequência a ser seguida para o projeto de peças usando a ferramenta CIM inicia-se pelo modelamento tridimensional no CAD, paralelamente o sistema CAE pode ser aplicado para análise de esforços em engenharia (elementos finitos). Quando a análise estiver pronta, pode-se fazer o detalhamento bidimensional (desenho técnico) para a produção. A próxima etapa é a utilização do *software* CAM para gerar o Comando Numérico (NC) para enviar coordenadas para as máquinas de precisão. Existe ainda o sistema CAI para gerar relatório de desvios de forma do processo.

Atualmente classifica-se os softwares CAD em três tipos quanto a quantidade de sistemas para realizar tarefas (potência da "máquina calculadora" do *software*).

- Sistemas CAD de pequeno porte (low-end): esse *software* faz somente representação tridimensional do modelo.
- Sistemas CAD de médio porte (meddle-end): no mercado atual está em maior ascensão. Nesse *software* já existe a comunicação com outros sistemas. Por exemplo Solid Works e Solid Edge.
- Sistemas CAD de grande porte (high-end): além das características do meddle-end, esse *software* contém módulos CAM, CAE e CAI. Como por exemplo Pro-Engeneering e CATIA.

O *software* CATIA V5 foi desenvolvido pela empresa francesa Dassault Systems e é uma sigla: "Computer Aided Three Dimensional Interactive Application". Este *software* é o mais conhecido da sua classe. Empresas automobilísticas e de aeronáutica como a Embraer, Boeing, Fiat, Mercedes Benz, Volvo, Volkswagen, Ford, Renault, Peugeot, Chrysler, BMW, Good Year utilizam desse *software* para

projetar e simular seus produtos. Na Figura 7 segue o ambiente de trabalho do CATIA V5 com exemplo de lista de estrutura de um sólido e de componentes.



**Figura 7: Tela do CATIA V5**  
**Fonte: Software CATIA V5 (2009).**

## 2.3 FUNDAMENTOS MECÂNICOS

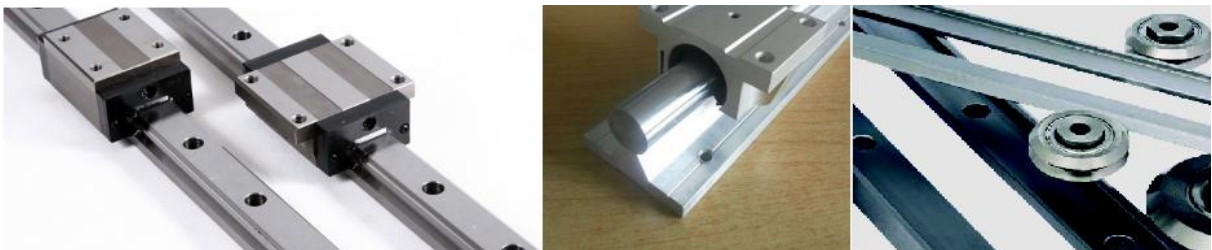
Para o desenvolvimento da máquina, necessita-se a fundamentação de conceitos mecânicos.

### 2.3.1 Guias Lineares

Guias lineares possuem movimentação de um bloco sobre um trilho em uma única direção. A Figura 8 mostra exemplo de guias lineares. Os trilhos podem suportar cargas em diversas direções, e aumentam a precisão consideravelmente ao trabalharem concomitante a fusos (NORTON, 2003).

São utilizadas para dar estabilidade ao deslocamento e permitir um posicionamento preciso. O acabamento superficial das guias é de ótima qualidade para garantir suavidade nos movimentos.

A vida útil de uma guia varia conforme a carga aplicada no carro. Porém, esta vida será diminuída se não forem feitas manutenções periódicas.



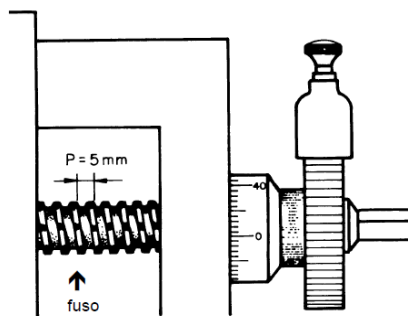
**Figura 8: Guias Lineares**  
**Fonte: Adaptada de WGB (2013).**

### 2.3.2 Fusos Mecânicos

Normalmente são usados para grande precisões, por exemplo em fresas e tornos, trabalhando conjuntamente com anéis graduados. Os anéis graduados estão no mesmo eixo que o fuso mecânico. Ao girar o fuso, um carro com rosca presa ao fuso movimenta-se linearmente. A cada volta que o fuso girar o carro vai correr o mesmo que o passo do fuso (NORTON, 2003). A Figura 9 apresenta um fuso mecânico.

É um componentes usado normalmente para aplicações que necessita-se de uma estabilização maior na transmissão, por exemplo um torno em que forças radiais de usinagem não possam interferir na transmissão.

Fusos mecânicos tem boa precisão, mas tem um custo alto de fabricação, devido a necessidade de se ter precisão na usinagem de em uma barra de grande comprimento.

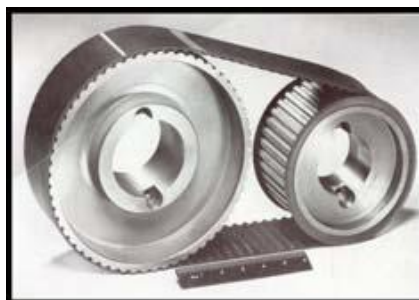


**Figura 9: Fuso Mecânico**  
Fonte: Adaptada de MARIANO (2012).

### 2.3.3 Polias e Correias Sincronizadas

Correia é um elemento flexível utilizado para transmissão de potência entre dois eixos paralelos. São fabricadas de muitas formas e de diversos materiais. Normalmente são utilizadas pelo baixo custo, facilidade na montagem e manutenção. Outra vantagem é reduzir o choque, vibrações e ruídos na transmissão devido a sua flexibilidade. Para algumas aplicações limita cargas, podendo servir como fusível mecânico. Uma desvantagem é a necessidade em tencionar a correia, colocando carga sobre o sistema (MARCO, 2013).

Correias e polias sincronizadas possibilitam a flexibilidade e precisão por conter dentes que não permitam que se perca a relação entre as polias. A Figura 10 traz um exemplo de polias e correias sincronizadas.



**Figura 10: Polias e correia sincronizadas**  
Fonte: Adaptada de MARCO (2013).

#### 2.3.4 Mancais

Mancais são dispositivos fixos em que se apoia um eixo girante, deslizante ou oscilante. Internamente ao mancal, encontram-se rolamentos com esferas ou cilindros para possibilitar o deslizamento. Os mancais são usados para movimentos em que o coeficiente de atrito deve ser baixo entre as partes, devido a precisão que seus rolamentos internos foram fabricados (NSK, 2013).

Dependendo da solicitação de esforços os mancais podem ser de deslizamento ou de rolamento. Mancais de deslizamento possuem uma bucha fixa ao suporte para movimentos axiais. Mancais de rolamento são utilizados quando precisa-se de maiores velocidades de rotação.

#### 2.3.5 Rolamentos

O rolamento permite o movimento relativo e controlado entre duas partes. Serve para substituir a fricção do deslizamento entre superfícies. O sistema consiste em uma gaiola em que duas partes são movidas e elementos rolantes internamente a essa gaiola, possibilitam esse movimento. Existem diversos tipos de rolamentos, normalmente esses elementos rolantes são esferas ou rolos. Quanto a movimentação eles se classificam em axiais, radiais, lineares e autocompensadores (compensar forças não desejáveis, como por exemplo a torção em uma barra) (NSK, 2013).

O rolamento linear que é composto por um cilindro externo (gaiola de esferas) com esferas e duas vedações. Essas esferas mantêm o contato entre a gaiola de esferas e a guia linear. Esse sistema é usado para aplicações em que se necessita movimento linear a baixo atrito. Mas tem a desvantagem de um alto custo se comparadas com buchas. Normalmente esses rolamentos são usados com mancais padronizados, conhecidos como "pillow blocks".

#### 2.3.6 Buchas

Buchas são componentes em forma cilíndrica ou cônica servem para guiar um eixo. Normalmente são fabricadas com metal antifricção, por exemplo bronze ou materiais plásticos. Pode ainda serem feitas de metal com revestimento de teflon, um material que possibilita um melhor deslizamento sem muito atrito. As buchas são boas soluções quando se necessita de um baixo custo (TELECURSO 2000, 1998).

#### 2.3.7 Cremalheira e Pinhão

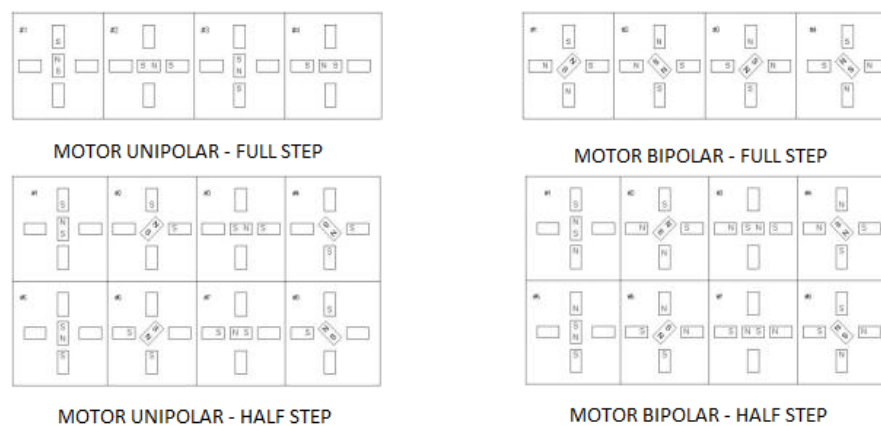
Pinhão e cremalheira servem para converter rotação em movimento linear. O fundamento e o cálculo desse sistema de engrenamento. Esse sistema Da mesma forma que sistemas de engrenamento de coroa e pinhão, a coroa é uma engrenagem com dentes internos. Porém a coroa tem diâmetro infinito, tornando-se reta. O cálculo para dimensionamento é semelhante às engrenagens cilíndricas ou helicoidais.

## 2.4 FUNDAMENTOS ELETRÔNICOS

Os principais componentes eletroeletrônicos são descritos nas seções seguintes.

### 2.4.1 Motor de Passo

O Motor de passo é um motor DC que tem seu eixo rotacionado em pequenos incrementos angulares, os passos. Pulsos elétricos são aplicados nos terminais do motor e a sequência em que são aplicados definem o tamanho do passo (*half* ou *full step*) e a direção de rotação do motor. A velocidade do motor está associada a frequência em que os pulsos são recebidos. Por ser possível controlar a velocidade, ângulo de rotação e posição, os motores de passo são precisos quando comparados a motores DC, porém com baixo torque e velocidade. Na Figura 11 está ilustrado o funcionamento de motores de passo. O motor em estado *full step* gira de bobina a bobina, ou seja passo por passo. No estado *half step* o motor gira além de passos alinhados com a bobina, passos entre as bobinas. Isso possibilita girar metade do ângulo que o *full step* gira.



**Figura 11: Funcionamento dos motores de passo**  
**Fonte: Adaptado de BRITES, SANTOS(2012)**

Os motores de passo podem ser unipolares ou bipolares. Os motores unipolares têm dois enrolamentos por fase, um para cada sentido de corrente, já os motores bipolares têm somente um enrolamento por fase, sendo necessário utilizar ponte H para fazer seu acionamento porque requer inversão de polos (BRITES,SANTOS, 2012).

### 2.4.2 Ponte H

A Ponte H é um circuito que permite um motor DC gire nos sentidos horário e anti-horário. Como o sentido de giro do motor está associado ao sentido da corrente elétrica que passa por seus enrolamentos, a ponte H funciona como chaves que permitem que hora a corrente passe por um sentido ou por outro. A figura 12 mostra o funcionamento da Ponte H, que permite que a corrente passe de Q1 para Q4 e de Q2 para Q3, possibilitando que o motor girem para ambos os sentidos.

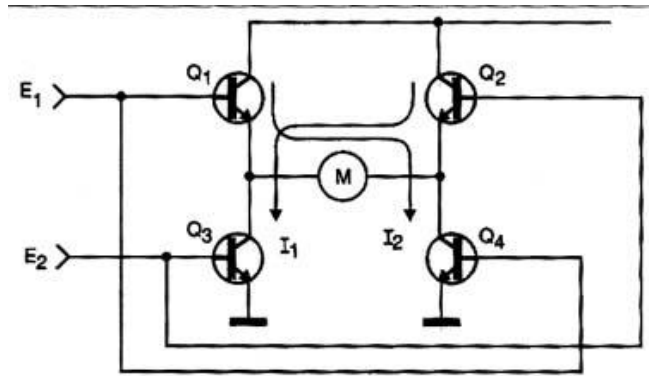


Figura 12: Ponte H  
Fonte: NEWTON, Braga

O Circuito integrado L298 possui internamente duas pontes H, e entradas para habilitar o funcionamento das mesmas. Além da ponte H, o circuito chaveia a tensão para até 45V e suporta até 4A. A Figura 13 mostra o diagrama interno do L298

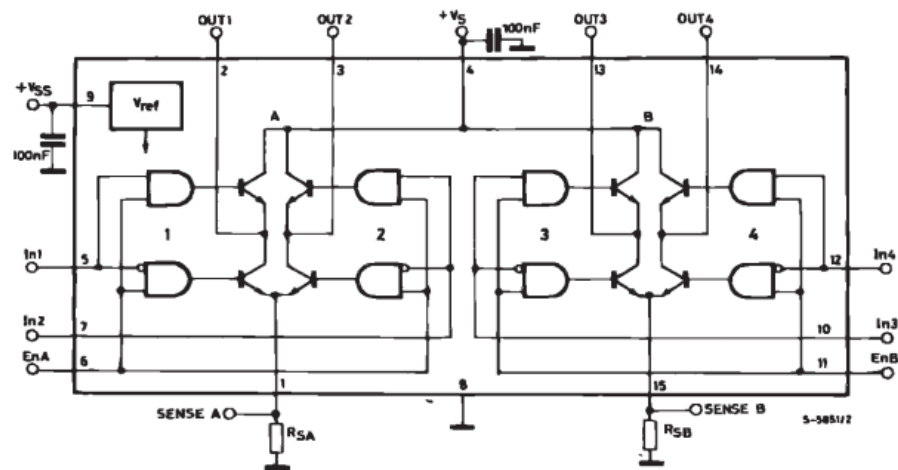


Figura 13: Diagrama Interno L298  
Fonte: NEWTON, Braga

### 2.4.3 Controladores de Motor de Passo

Um controlador de motor de passo é um circuito eletrônico que recebe sinais externos para comandar um motor de passo. É capaz de controlar motores unipolares ou bipolares, quando se utiliza pontes H, trabalhando no modo full step ou half step. Ao receber um sinal que indique o sentido de rotação, um sinal para habilitar o funcionamento e um sinal PWM referente ao número de passos, o controlador é capaz de gerar sinais em suas saídas que ao serem conectadas em motores de passo faz com que este gire no sentido desejado a quantidade de passos comandada.

O circuito integrado L297 é um controlador de motor passo cujo diagrama de blocos interno é apresentado na figura 14.

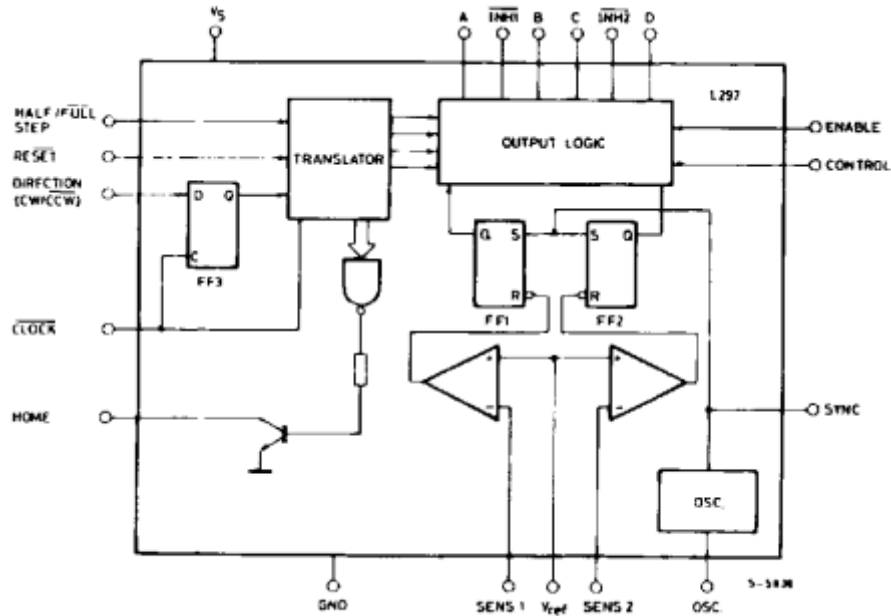


Figura 14: Diagrama de blocos L297

## 2.5 SOFTWARE DE CONTROLE CNC

O Programa **Kcam** é um *shareware* que lê e interpreta o desenho/programa de peça para controlar a máquina que cortará a mesma. Funciona como um controlador de máquina e emitirá os sinais para os acionamentos dos motores da placa controladora e receberá os sinais dos sensores através da porta paralela do computador. O programa pode ser utilizado com diversos tipos de máquinas CNC de três eixos e ainda um *spindle*, ou seja, pode ser utilizado para comandar fresadoras, tornos e máquinas de corte que utilizem motores de passo ou servomotores.

O programa interpreta diversos tipos de arquivos, **como dxf (AutoCAD), Gerber, bitmap** e os converte em código G. A partir deste, o programa comanda os eixos da máquina. É possível acionar manualmente os motores através das teclas de *Jogging*.

O programa também pode receber sinais de sensores dos limites mínimos dos eixos e de botões de emergência, assim código criando uma segurança para a máquina e podendo criar uma posição inicial.

A configuração do programa é bastante simples, porém é fundamental a leitura do manual do programa.

### 3 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

#### 3.1 REQUISITOS TÉCNICOS

Analisando o processo de oxicorte, a mesa de coordenadas necessita de um maquinário robusto (aguentar chapas espessas sobre a mesa). Deve ter a movimentação automática de dois eixos com velocidade variável (conforme espessura de chapa). Existe ainda a necessidade de um terceiro eixo para regular a altura da tocha e manter a distância entre o bico da tocha e as diferentes chapas a serem cortadas. O sistema necessita de um programa que receba um desenho bidimensional em CAD, calcule a trajetória e envie o Comando Numérico para os atuadores movimentarem os eixos. A comunicação desse programa será feita por placas eletrônicas.

#### 3.2 DESENVOLVIMENTO MECÂNICO

O equipamento além de ser robusto e de baixo custo deve cumprir algumas necessidades mecânicas para um melhor funcionamento:

- Ser compacto para não utilizar muito espaço;
- Ser lacrado quanto possível, para evitar os respingos do processo de oxicorte;
- Ter boa precisão e rigidez para possibilitar um bom corte;
- Não ter folgas na troca de sentido de movimentação;
- O eixo inferior deve conter somente um motor. Com isso reduz-se o custo, e não há preocupação com perda de passo relativo entre motores de passo. Então deve haver uma comunicação com o outro lado da mesa para movimentação do eixo inferior.
- Ter a dimensão de corte de 1 metro quadrado. Porque uma máquina de dimensões maiores complicaria no transporte.
- Ter o máximo possível de componentes comerciais, para diminuir o custo de processos de usinagem.

Inicialmente teve-se uma concepção do equipamento, conforme as disponibilidades de componentes do mercado e preço, e análise mais profunda das necessidades do processo, a máquina teve algumas alterações. A concepção inicial está ilustrada na Figura 15.

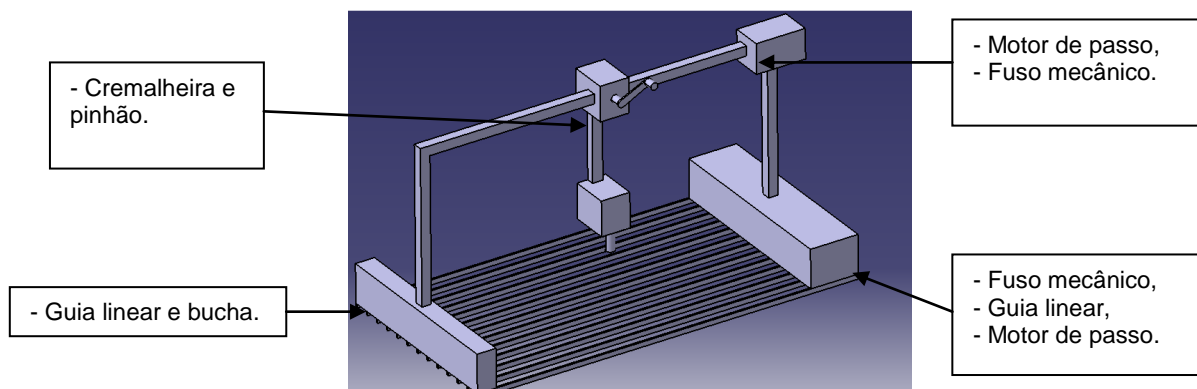


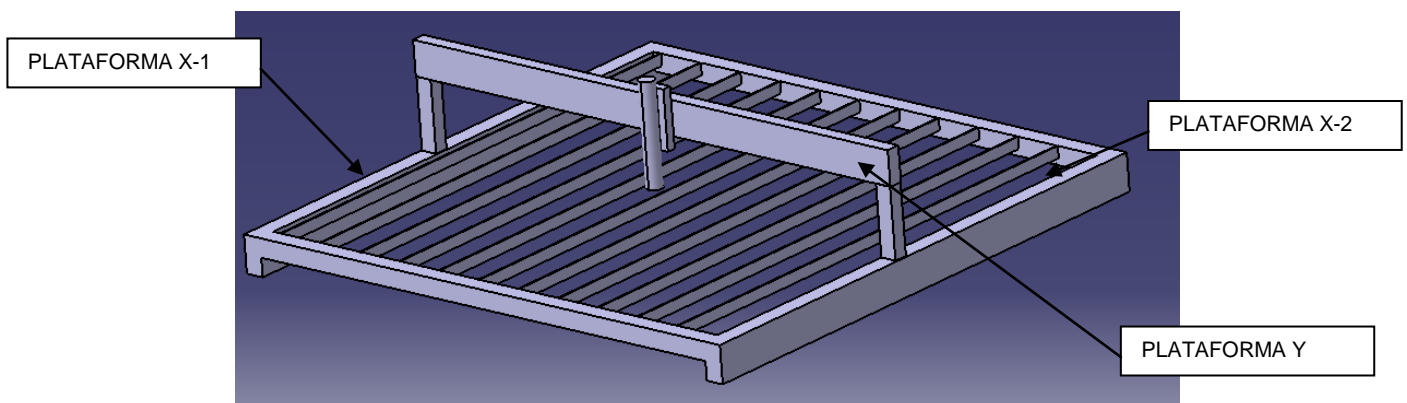
Figura 15: Mesa XY para Oxicorte - Concepção inicial  
Fonte: Autoria própria.



Na nova concepção a movimentação deixaria de ser por fuso mecânico e passaria a ser por correia e polias sincronizadas. Conforme descrito na fundamentação teórica, o fuso mecânico tem boa precisão, porém o custo de fabricação é alto. Estudou-se a possibilidade de usar outros fusos mais baratos, como fusos de sistema basculante de movimentação de portão, ou até mesmo barras roscadas. Porém, a folga desses componentes impossibilitaria um deslizamento com precisão, principalmente em movimentos em que houvesse necessidade de mudar o sentido repetidamente, como por exemplo o desenho de um círculo.

Outra alteração foi a retirada da cremalheira e pinhão para movimentação da altura da tocha, passaria a ser feita somente por aperto de um manípulo. Obviamente que a máquina não é projetada para cortes de espessura de chapas excessivamente grossas. Foi restringida ao primeiro bico de corte da Tabela 1, ou seja até corte de 15mm. Devido a estrutura da máquina não suportar grandes massas. Calculando a massa de uma chapa de um metro quadrado por 15mm de espessura tem-se 118Kg. Dessa forma, não há necessidade da inserção do sistema de regulagem de altura para grandes comprimentos como o sistema a pinhão e cremalheira. Porque o usuário precisa alterar a altura da tocha em um comprimento pequeno. O custo e o peso sobre o sistema aumentaria, por requisitar maior robustez da máquina.

Para atender a nova concepção foi feito um esboço (Figura 16):



**Figura 16: Mesa XY para Oxicorte - Concepção modificada**  
**Fonte: Autoria própria.**

Nessa nova concepção as três plataformas teriam a mesma disposição interna. E teriam os componentes: guias lineares, polias com correia sincronizada, mancais e um carro que seria o cursor do eixo. A plataforma Y estaria ligada aos carros das plataformas X-1 e X-2.

### 3.2.1 Plataformas X-1, X-2 e Y

A estrutura da plataforma necessita ser resistente principalmente a flexões, ser lacrada para evitar respingos decorrentes ao processo de oxicorte, ter menores componentes, possibilitar o movimento linear do carro (cursor), possibilitar a comunicação do carro que está interno com partes externas à estrutura, e ter menor custo. A melhor solução encontrada que cumpriria os requisitos, foi um perfil "U" enrijecido. Na Figura 17 pode-se ver um exemplo de perfil "U" enrijecido.



**Figura 17: Perfil 'U' enrijecido**  
Fonte: Autoria própria.

A dimensões do perfil 'U' comercial encontrado que se encaixa nas necessidades, é o com 40mm de base por 75mm de altura e 2mm de espessura.

Dentro das plataformas haveriam guias lineares para auxílio na movimentação. Foram estudadas possibilidades do mercado, considerando preços e precisões. Guias lineares comerciais tanto as de alumínio, como as prismáticas de aço tem um custo elevado aproximado de R\$300,00, devido aos materiais utilizados e a precisão. Varões retificados sairiam caros para usinagem custo de R\$150,00 por varão. Pensou-se na possibilidade de se usar barras trefiladas no lugar de guias. O custo por barra seria inferior a R\$10,00. Estudou-se a precisão de barras trefiladas. Na Tabela 2 pode-se ver que a tolerância das barras redondas trefiladas são apertadas, oferecendo boa precisão.

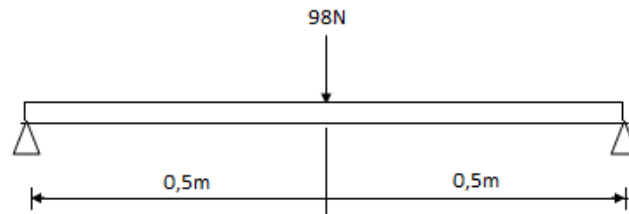
Bitola	Tolerância	Peso Nominal	Bitola	Tolerância	Peso Nominal	Bitola	Tolerância	Peso Nominal	Bitola	Tolerância	Peso Nominal
d (mm)	mm	kg/m	d (mm)	mm	kg/m	d (mm)	mm	kg/m	d (mm)	mm	kg/m
3.97	+0/-0.08	0.097	12.70	+0/-0.11	0.994	22.22	+0/-0.13	3.044	41.28	+0/-0.16	10.506
4.76	+0/-0.08	0.140	13.30	+0/-0.11	1.091	23.15	+0/-0.13	3.304	44.45	+0/-0.16	12.182
5.00	+0/-0.08	0.154	14.00	+0/-0.11	1.208	23.81	+0/-0.13	3.495	45.00	+0/-0.16	12.485
5.50	+0/-0.08	0.187	14.28	+0/-0.11	1.257	25.00	+0/-0.13	3.853	46.00	+0/-0.16	13.046
6.00	+0/-0.08	0.222	14.35	+0/-0.11	1.270	25.20	+0/-0.13	3.915	47.62	+0/-0.16	13.981
6.35	+0/-0.09	0.249	14.50	+0/-0.11	1.296	25.30	+0/-0.13	3.946	50.00	+0/-0.16	15.413
6.90	+0/-0.09	0.294	15.00	+0/-0.11	1.387	25.40	+0/-0.13	3.978	50.80	+0/-0.19	15.911
7.00	+0/-0.09	0.302	15.88	+0/-0.11	1.555	26.00	+0/-0.13	4.168	53.98	+0/-0.19	17.965
7.94	+0/-0.09	0.389	16.00	+0/-0.11	1.578	26.99	+0/-0.13	4.491	55.00	+0/-0.19	18.650
8.00	+0/-0.09	0.395	16.90	+0/-0.11	1.761	28.00	+0/-0.13	4.834	57.15	+0/-0.19	20.137
8.20	+0/-0.09	0.415	17.00	+0/-0.11	1.782	28.58	+0/-0.13	5.036	60.00	+0/-0.19	22.195
8.40	+0/-0.09	0.435	17.20	+0/-0.11	1.824	30.00	+0/-0.13	5.549	60.32	+0/-0.19	22.433
8.50	+0/-0.09	0.445	17.46	+0/-0.11	1.880	30.16	+0/-0.16	5.608	63.50	+0/-0.19	24.860
9.00	+0/-0.09	0.499	17.90	+0/-0.11	1.975	30.30	+0/-0.16	5.660	65.00	+0/-0.19	26.049
9.52	+0/-0.09	0.559	18.00	+0/-0.11	1.998	31.75	+0/-0.16	6.215	66.68	+0/-0.19	27.413
9.80	+0/-0.09	0.592	19.05	+0/-0.13	2.237	32.00	+0/-0.16	6.313	76.20	+0/-0.19	35.799
10.00	+0/-0.09	0.617	20.00	+0/-0.13	2.466	32.30	+0/-0.16	6.432	80.00	+0/-0.22	39.458
10.50	+0/-0.11	0.680	20.20	+0/-0.13	2.516	34.92	+0/-0.16	7.518	85.00	+0/-0.22	44.545
11.00	+0/-0.11	0.746	20.64	+0/-0.13	2.627	35.00	+0/-0.16	7.553	90.00	+0/-0.22	49.940
11.11	+0/-0.11	0.761	20.94	+0/-0.13	2.703	36.00	+0/-0.16	7.990	95.00	+0/-0.22	55.642
11.30	+0/-0.11	0.787	21.00	+0/-0.13	2.719	38.10	+0/-0.16	8.950	100.00	+0/-0.22	61.654
11.84	+0/-0.11	0.864	21.05	+0/-0.13	2.732	39.00	+0/-0.16	9.378			
12.00	+0/-0.11	0.888	22.00	+0/-0.13	2.984	40.00	+0/-0.16	9.865			

**Tabela 2: Tabela de Tolerâncias de barras redondas trefiladas**  
Fonte: Adaptada de GERDAU (2013).

Nota-se que a tolerância para a barra redonda trefilada para diâmetros pequenos fica inferior a um décimo de milímetro. Para metal SAE 1045, que aguentaria mais a riscos e a torção, procurou-se o dimensionamento da barra trefilada. Estimou-se que a força da massa da plataforma Y (superior) sobre as guias das plataformas X (inferiores) fosse de:

$$F = m \cdot g = 20 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 = 196 \text{ N}$$

Essa força é dividida por dois por estar apoiada sobre as duas plataformas no eixo X. O esboço dessa barra em um diagrama de força estática fica:



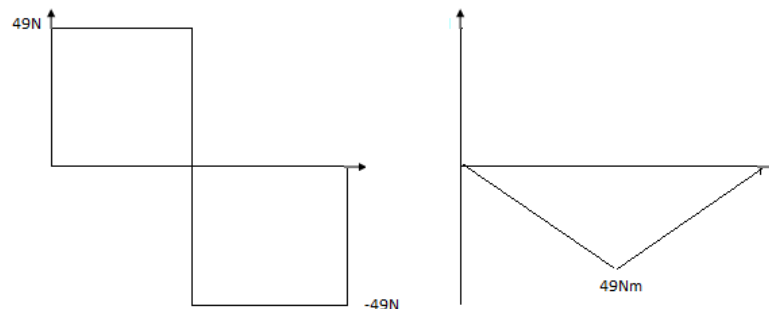
**Figura 18: Diagrama de força estática**  
**Fonte: Autoria própria.**

Devido a essa carga concentrada estar no centro da barra (caso em que a flexão é maior), as forças de reação nos apoios são de 49N.

Esse é um diagrama simples, sem carga distribuída ou momento adicional, com uma força centrada. Nesse caso, pode-se calcular o momento fletor pela equação:

$$M = F \cdot L/2 = 98\text{N} \cdot 0,5\text{m} = 49\text{Nm}$$

E o diagrama de força cortante e momento fletor ficaria:



**Figura 19: Diagrama de força cortante e momento fletor**  
**Fonte: Autoria própria.**

Para o aço SAE 1045 a tensão de elasticidade:  $\sigma_e$ : 350Mpa

O momento de inércia para barras circulares e cálculo de tensão de elasticidade:

$$I = [\pi \cdot (r)^4]/4 \quad \text{e} \quad \sigma_e = M \cdot c/I$$

Com 'c' igual ao raio para esse caso e 'r' igual ao raio. Isolando a variável 'r' e passando para diâmetro:

$$d = 2 \cdot [(4 \cdot M) / (\sigma_e \cdot \pi)]^{1/3} = 11,2\text{mm}$$

Como medida de cautela, é escolhida barra redonda com diâmetro superior, que seria de 12mm. Mas comercialmente essa barra redonda trefilada não é vendida. Então a barra comercial disponível é a de meia polegada, ou seja 12,7mm.

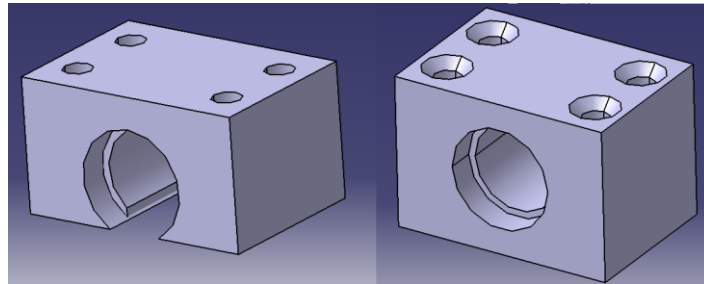
Devido a isso rolamentos lineares não poderão ser utilizados, porque eles têm medidas métricas, ou seja, seriam para barra de 12mm. Dessa forma escolheu-se a utilização de buchas.

Foi encontrada bucha comercial, isso descartaria a usinagem, baixando o custo. Essas buchas encontradas são de bronze com revestimento de teflon, material que facilita o deslizamento pela diminuição do atrito entre a bucha e a guia.

Com somente uma guia, a movimentação pode ser linear e rotacional, por isso foram usadas duas guias por plataforma para que o carro estabilizasse e tivesse somente o grau de liberdade linear.

Como medida de cautela, a guia inferior foi presa em dois pontos além do mancal que prende as extremidades, para evitar flambagem das guias.

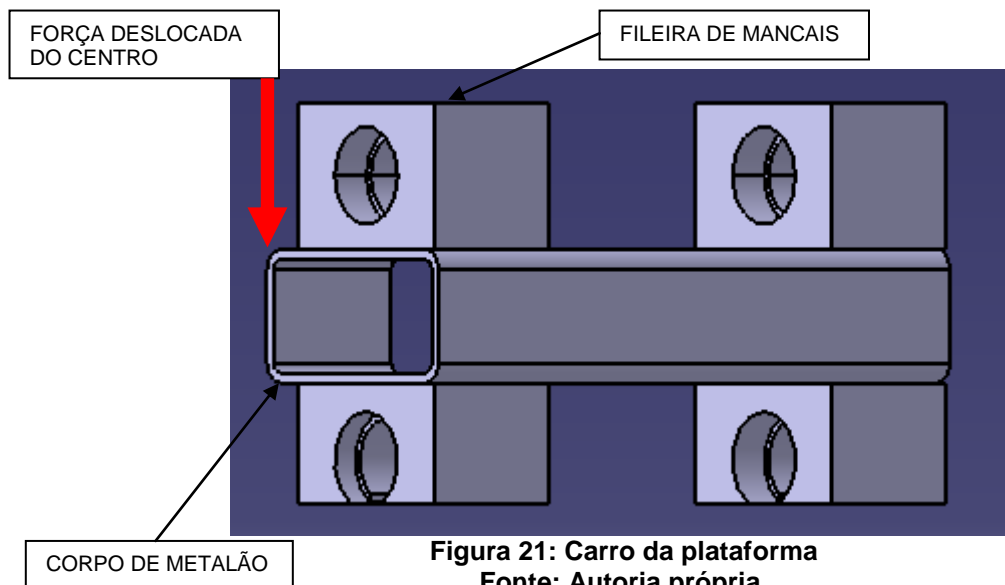
Para segurar as buchas foram feitos mancais, baseados nos mancais para rolamentos lineares, os chamados *pillow blocks* conforme a Figura 20.



**Figura 20: Mancais da bucha**  
Fonte: Autoria própria.

Será necessário fazer o mancal da bucha inferior vazado, para que o mancal possa passar livremente pelo componente que prende a guia inferior.

O Carro necessita ter duas fileiras de mancais, para estabilizá-lo quanto a momento criado por forças deslocadas do centro, como pode-se ver na Figura 21.

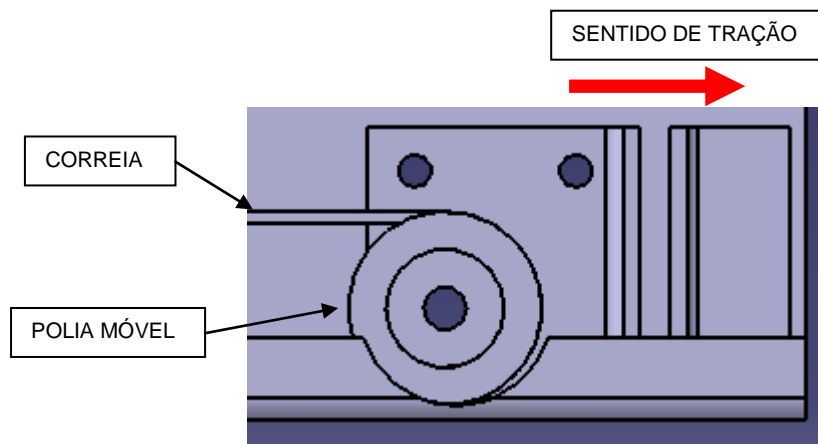


**Figura 21: Carro da plataforma**  
Fonte: Autoria própria.

O corpo de metalão do carro, serve para fixar os mancais, possibilitar a passagem da correia, e por ser maleável serve para ajustes finais de alinhamento entre as guias.

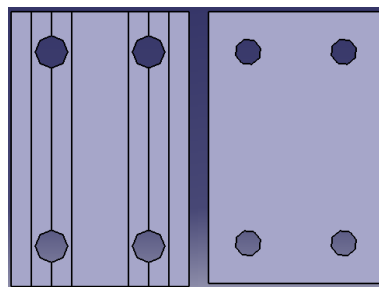
As polias sincronizadas foram alocadas externo aos mancais de fixação das guias, para que o percurso completo entre mancais fosse usado. Por isso a correia precisa passar por dentro desse mancal de fixação.

Para tracionar a correia, foi usado uma polia não sincronizada e que fosse móvel. O sistema está esquematizado na Figura 22.



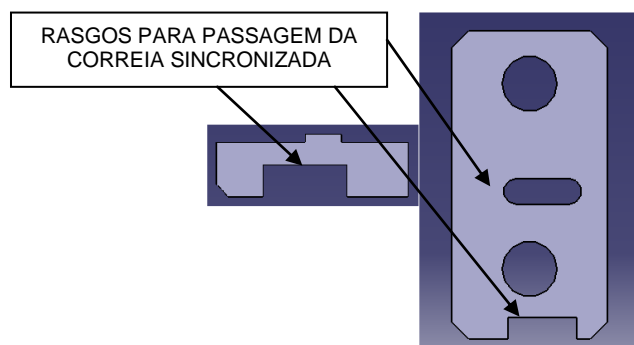
**Figura 22: Polia tracionadora**  
**Fonte: Autoria própria.**

Para prender a correia sincronizada no carro para a movimentação do mesmo, fez-se duas chapas para comprimir a correia. Uma das chapas foi ranhurada para encaixar nos dentes da polia sincronizada. Como está mostrado na Figura 23.



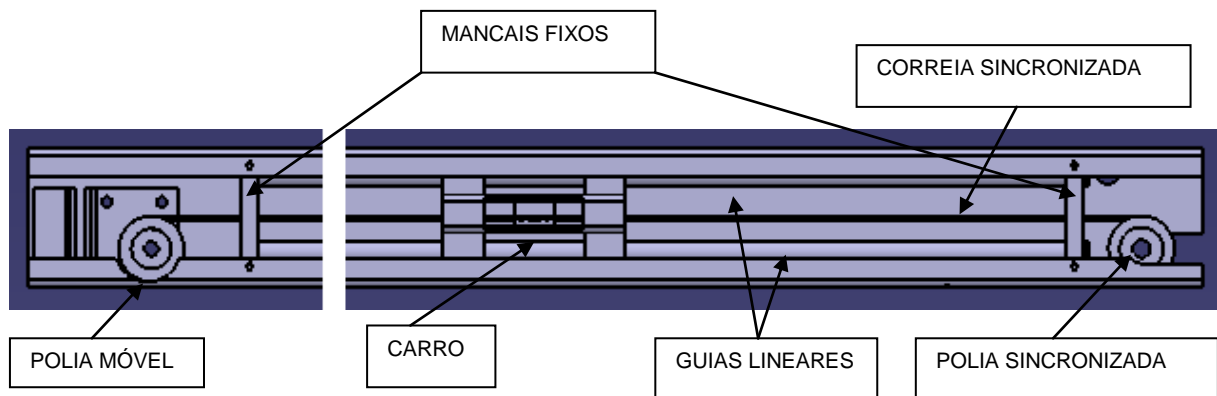
**Figura 23: Chapas de fixação da correia**  
**Fonte: Autoria própria.**

Devido ao retorno da correia sincronizada pela parte inferior da plataforma, houve a necessidade de fazer os mancais e o sistema de fixação da guia inferior vazados. Essa passagem da correia está esquematizada na Figura 24.



**Figura 24: Pé da guia e mancal de fixação**  
**Fonte: Autoria própria.**

A plataforma com a estrutura, guias, carro, mancais, polias e correia fica da seguinte forma mostrado na Figura 25.



**Figura 25: Plataforma X-2**  
**Fonte: Autoria própria.**

A plataforma produzida para o protótipo, sem as polias e a correia (somente o alinhamento das guias, ficou da seguinte forma mostrado na Figura 26.



**Figura 26: Foto da plataforma X-2**  
**Fonte: Autoria própria.**

Essa plataforma é a plataforma X-2, ou seja, sem o motor. A plataforma X-1 e Y ficaram da forma mostrada na Figura 27.



**Figura 27: Foto da plataforma Y**  
**Fonte: Autoria própria.**

A comunicação da plataforma X-1 com a plataforma X-2 foi feita com varão usinado e mancais autocompensadores. Esse varão possibilita a sincronização entre os carros do eixo X (inferior).

### 3.2.2 Alinhamento e Montagem

O local que a máquina foi montada, foi uma mesa de mármore com boa planicidade. Essa mesa está mostrada na Figura 28.



**Figura 28: Foto da mesa nivelada**  
**Fonte: Autoria própria.**

Foi usado além dessa mesa, esquadros paquímetros, trenas, réguas de boa precisão. Para o ajuste preciso de paralelismo e ortogonalidade entre as plataformas, foi construído um quadro regulável por parafusos. Esse quadro regulável está mostrado na Figura 29.



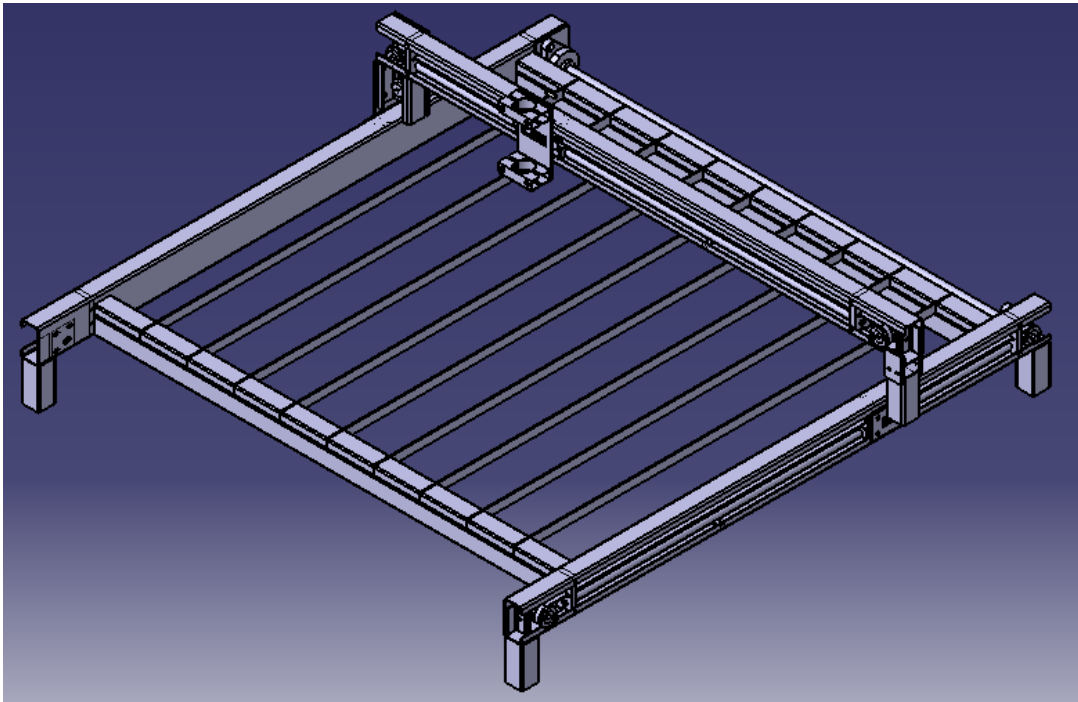
**Figura 29: Foto do quadro regulável**  
**Fonte: Autoria própria.**

A máquina após alinhamento e montagem de todas as plataformas, teve a seguinte disposição mostrada na Figura 30.



**Figura 30: Foto do alinhamento da máquina**  
**Fonte: Autoria própria.**

O projeto em CAD final teve a disposição mostrado na Figura 31.



**Figura 31: Imagem CAD da Máquina**  
Fonte: Autoria própria.

Após a montagem de todos os componentes e o alinhamento, a máquina ficou da forma apresentada na Figura 32.



**Figura 32: Foto da Máquina**  
Fonte: Autoria própria.

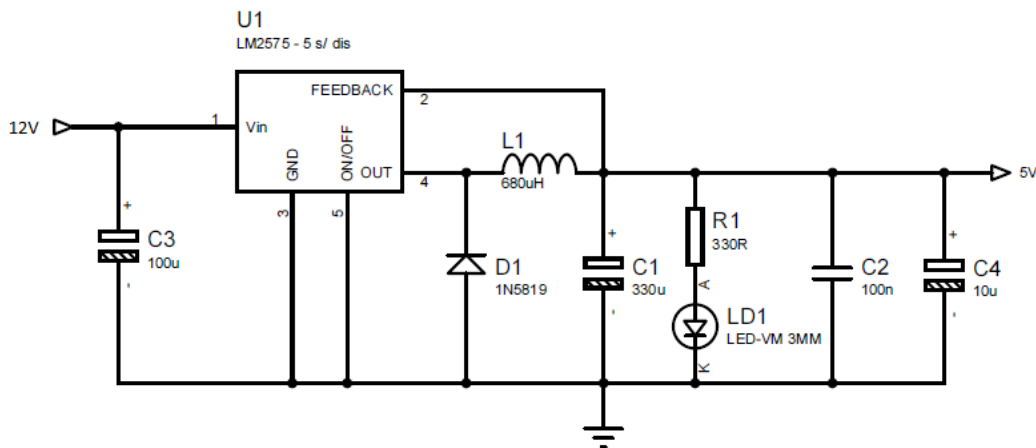


### 3.3 DESENVOLVIMENTO ELETRÔNICO

A partir das características do projeto mecânico, foram definidos os motores de passo que seriam necessários para movimentar os eixos. Para o eixo X foi aplicado o motor AK57H/3-1.8 e, para o eixo Y, o motor AK23/10F8FN1.8, ambos ligados de forma bipolar para fornecerem os torques de 15kgf.cm e 10kgf.cm, respectivamente.

Depois de dimensionados os motores, o dispositivo de acionamento foi projetado de forma a suportar a corrente dos mesmos. O projeto da placa controladora foi desenvolvido e simulado através do programa *Proteus* (LABCENTER), que permitiu verificar o correto dimensionamento e funcionamento dos componentes.

A placa controladora utiliza para alimentação uma fonte externa de 12V de 108W, porém pode ser utilizada fonte de até 40V. Na placa, o regulador LM2575 chaveia a tensão para 5V (Figura 33) para alimentação dos componentes eletrônicos e dos dispositivos de segurança, e a maior tensão é utilizada para o acionamento dos motores de passo.

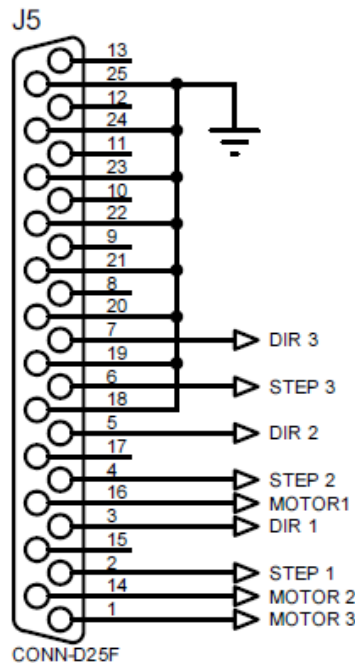


**Figura 33: Regulador 5V**  
Fonte: Autoria própria

A placa controladora recebe os sinais do computador, gerados pelo programa, via porta paralela do computador. Para o funcionamento de cada motor, o programa envia três sinais:

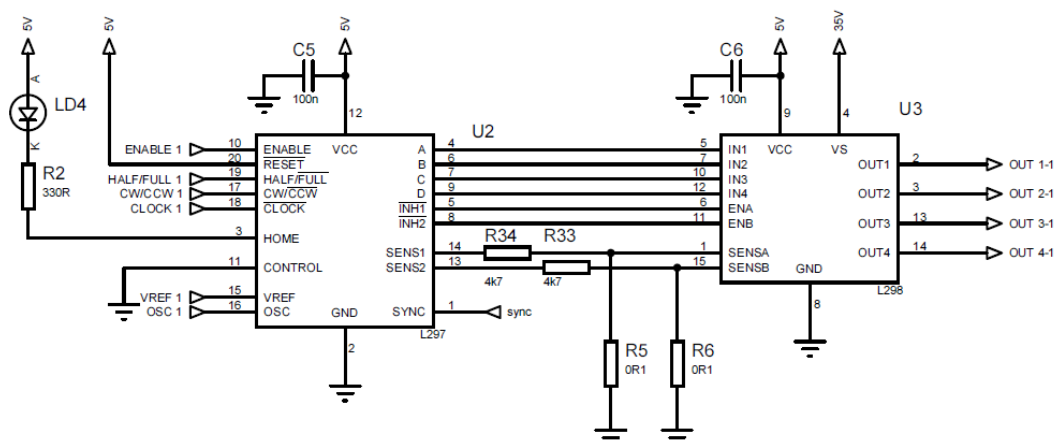
- Motor: habilita o funcionamento do motor.
- *Step*: envia pulsos, que serão convertidos pela placa controladora em sinais de passos do motor.
- Direção: sinal que indica o sentido de giro do motor

A saída da porta paralela é configurada de forma que os sinais de cada motor cheguem ao conector da placa controladora conforme a Figura 34.



**Figura 34: DB25 conector da placa controladora**  
**Fonte: Autoria própria**

Na placa, os sinais são processados pelos CIs L297, controladores de motor de passo (Figura 35), que geram em suas saídas os sinais para os passos dos motores. A saída do computador foi ligada diretamente ao CI L297, sem a utilização de optoacopladores, pois a utilização destes geravam problemas para o recebimento do sinal de STEP, causando um mau funcionamento do motor.



**Figura 35: Controlador de motor de passo**  
**Fonte: Autoria própria**

Na placa também é configurado:

- O tipo de passo do motor: *full* ou *half step* através do *microswitch* da placa, porém cada vez que se muda o tipo de passo, é necessário reconfigurar a quantidade de passos/mm no *software*, pois o programa precisará gerar o

dobro de pulsos no pino 18 para o mesmo avanço quando se opera em modo *half-step*.

- A corrente máxima dos motores: através dos potenciômetros conectados aos pinos 15 dos CIs L297, ajusta-se a corrente pela tensão no pino. A corrente é verificada pelos pinos 14 e 13 (SENS1 e SENS2).

O LED do pino 3 (*HOME*) de cada L297 indica toda vez que as saídas do controlador estão no estado 0101.

As saídas dos CIs L297 são ligadas aos CIs L298, que permitem a ligação dos motores de forma bipolar, além de fornecer a tensão e corrente necessários para o acionamento dos motores. O L298 recebem do L297 os sinais referentes aos passos e também os sinais de *Enable* (pinos 6 e 11) para habilitar as saídas de cada ponte H.

As fases do motor são ligados as saídas do L298, juntamente com o CI L6210, arranjo de diodos rápidos de 4A, responsáveis por filtrar qualquer corrente reversa que possa ser gerada pela carga indutiva. O Arranjo de Diodos do L610 está esquematizado na Figura 36.

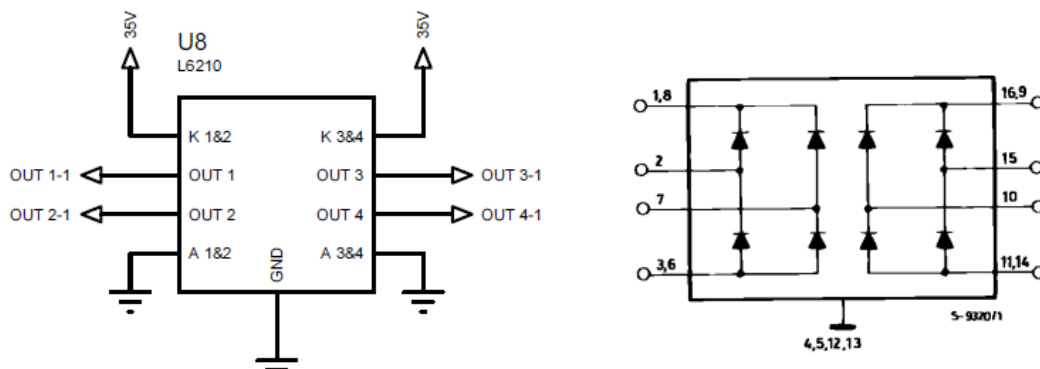


Figura 36: L6210 Arranjo de Diodos  
Fonte: Autoria própria

Apesar dos CIs L298 e L6210 representarem um custo maior do que se fossem utilizados *Mosfets* para construir as pontes H e diodos Ultrarrápidos para os filtros, ocupam menos espaço na placa e são mais facilmente montados e substituídos, justificando assim o seu emprego.

Além de enviar os sinais para a placa controladora, a porta paralela recebe os sinais dos sensores fim de curso mecânicos instalados nos limites de cada eixo da máquina, desta forma, é possível trabalhar com coordenadas relativas no programa sem correr o risco de manter os motores acionados quando já estão no limite da máquina, além de poder gerar um ponto de posição inicial de máquina (*Home*) no programa. Outro dispositivo conectado a placa é o botão de emergência, que ao ser pressionado para a rotina da máquina e desativa os motores. Para retomar o trabalho é necessário destravar o botão e inicializar a máquina pelo *software*.

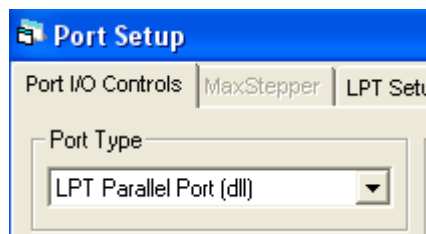
### 3.4 SOFTWARE DE CONTROLE

Primeiramente foi proposto o desenvolvimento de um programa de interface com o usuário, porém a construção de um programa traria várias limitações para o usuário. Este necessitaria fazer toda a programação da peça em código próprio para que o programa pudesse interpretar, além disso, a interface visual não seria atrativa e de fácil comando. Devido à facilidade de encontrar programas de baixo custo e até mesmo gratuitos para teste que comandem máquinas CNC, que aceitam formatos de arquivos bastante familiares aos projetistas mecânicos, como dxf, optou-se por configurar um destes programas para comandar a mesa de oxicorte. Esta decisão influenciou também na construção do *driver* da máquina: não há necessidade de utilizar microcontroladores uma vez que os controles são feitos todos pelo programa próprio para máquinas CNCs. A comunicação passa a se feita via porta paralela, que é facilmente configurada pelo usuário.

O *software* escolhido para controle da máquina é o Kcam (*Kellyware*), porém outros *softwares* podem ser utilizados para o comando da mesa de oxicorte. Após a instalação do *software*, é criado um perfil de máquina para que as configurações padrões do programa não sejam perdidas.

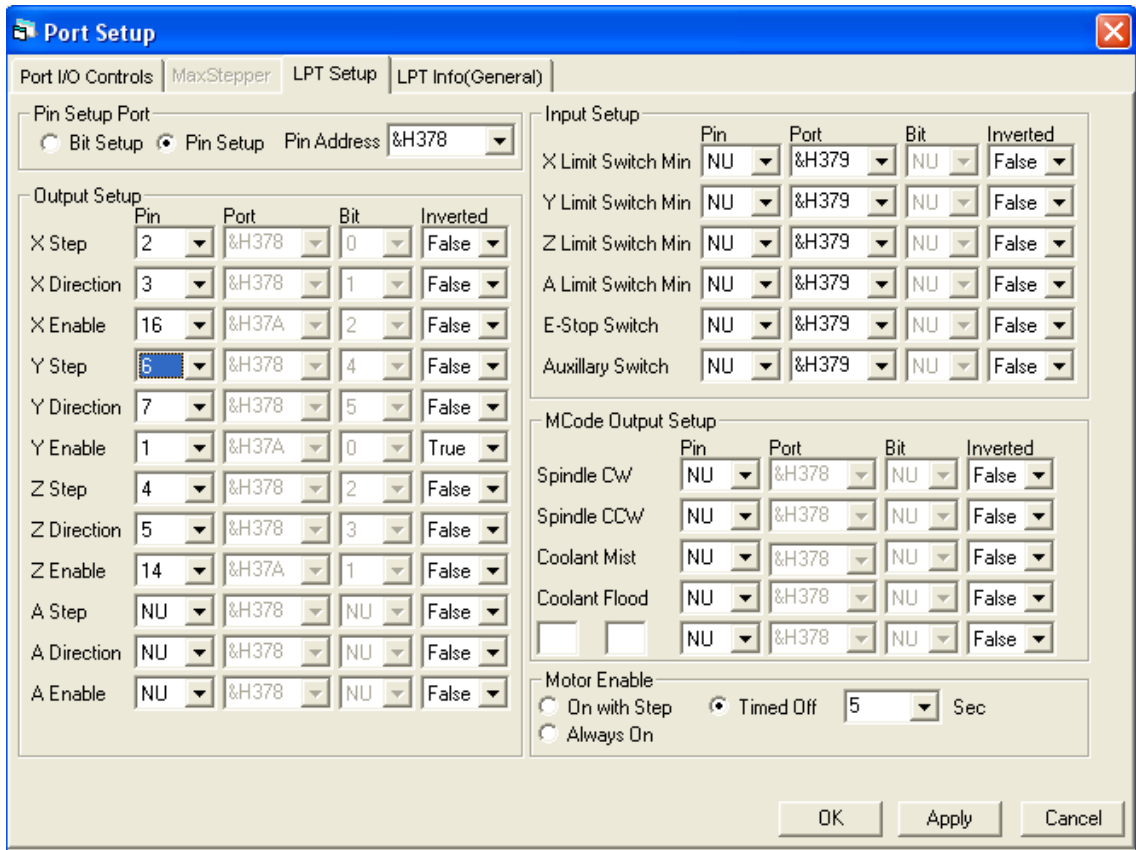
As configurações principais a serem feitas são:

- Pinagem da porta paralela: no menu “*SETUP*” clica-se em “*PORT SETUP*”. A porta paralela já é configurada como padrão. A Figura 37 mostra o caminho para “*PORT SETUP*”.



**Figura 37: Port Setup**  
**Fonte: Autoria própria**

Na aba “*LPT SETUP*” (Figura 38) indica-se a função de cada pino, e se é acionado em nível lógico alto ou baixo.

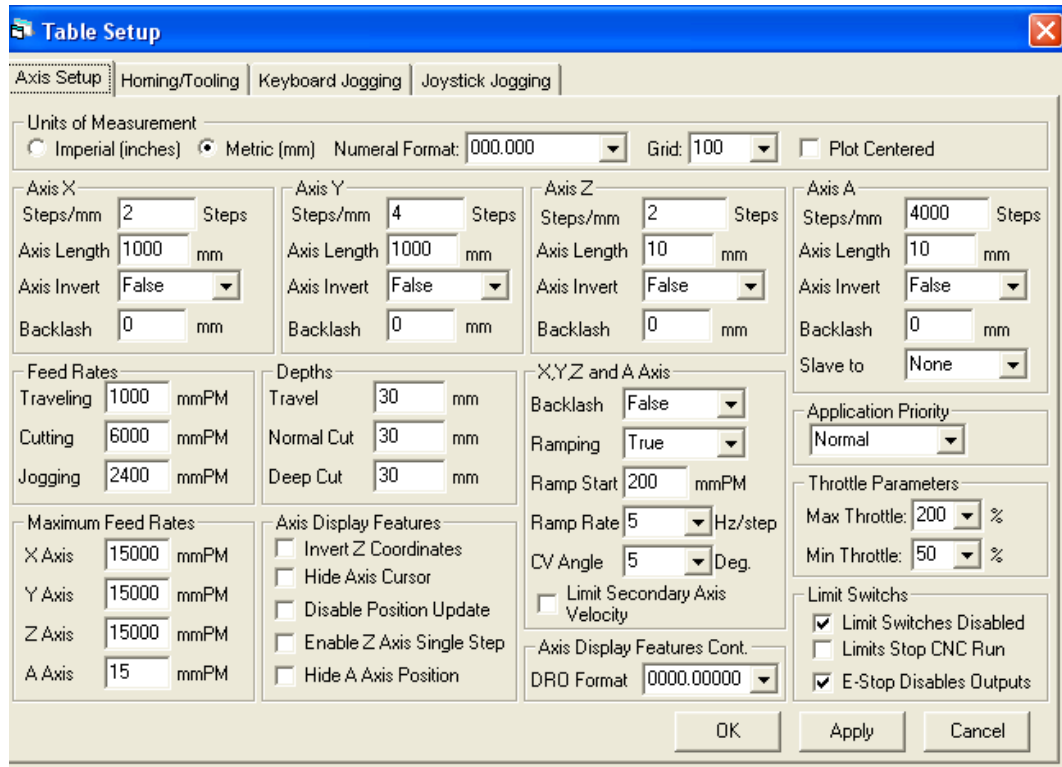


**Figura 38: Port Setup**  
**Fonte: Autoria própria**

Nesta aba deve-se configurar as saídas dos três sinais para o funcionamento de cada motor conforme os pinos da placa controladora e também as entradas dos sensores de limite e botão de emergência.

Outro campo importante é o “*Motor Enable*” que configura o tempo em o sinal de *enable* é enviado para a placa. Se este ficar sempre ativado, a bobina do motor que estiver parado ficará travada, porém consumirá corrente desnecessária e pode sobreaquecer o circuito dependendo do tempo que ficar ligado. Para a mesa de Oxicorte em questão, 5 segundos após o término do movimento do eixo é suficiente para o bom funcionamento do equipamento.

Parâmetros da mesa: no menu “*SETUP*” clica-se em “*TABLE SETUP*”, conforme mostrado na Figura 39.



**Figura 39: Table Setup**  
**Fonte: Autoria própria**

Na janela aberta são configurados os parâmetros de unidade de medida (mm), resolução em passos/mm que dependerá da forma como o *driver* está configurado (*full* ou *half step*), as taxas de avanço, folgas, e pode-se habilitar ou desabilitar os sensores e botão de emergência.

- Tempo de máquina: no menu “*SETUP*” clica-se em “*SYSTEM TIMING*” e em seguida “*START*” o processo que se iniciará verifica a constante de tempo que será aplicada no computador que se está utilizando.

Feitas estas configurações já é possível começar a utilizar a máquina.

## 4 RESULTADOS

Os ensaios realizados na máquina e seus respectivos resultados foram os seguintes:

### 4.1 TESTES MECÂNICOS

Foi testado e ajustado o funcionamento dos elementos mecânicos entre si. Fez-se o alinhamento dos eixos da mesa, ajuste da tração da correia e lubrificação das guias. Após testar manualmente o deslizamento dos eixos, e verificada a ausência de possíveis defeitos, a mesa foi soldada.

### 4.2 TESTES ELETRÔNICOS

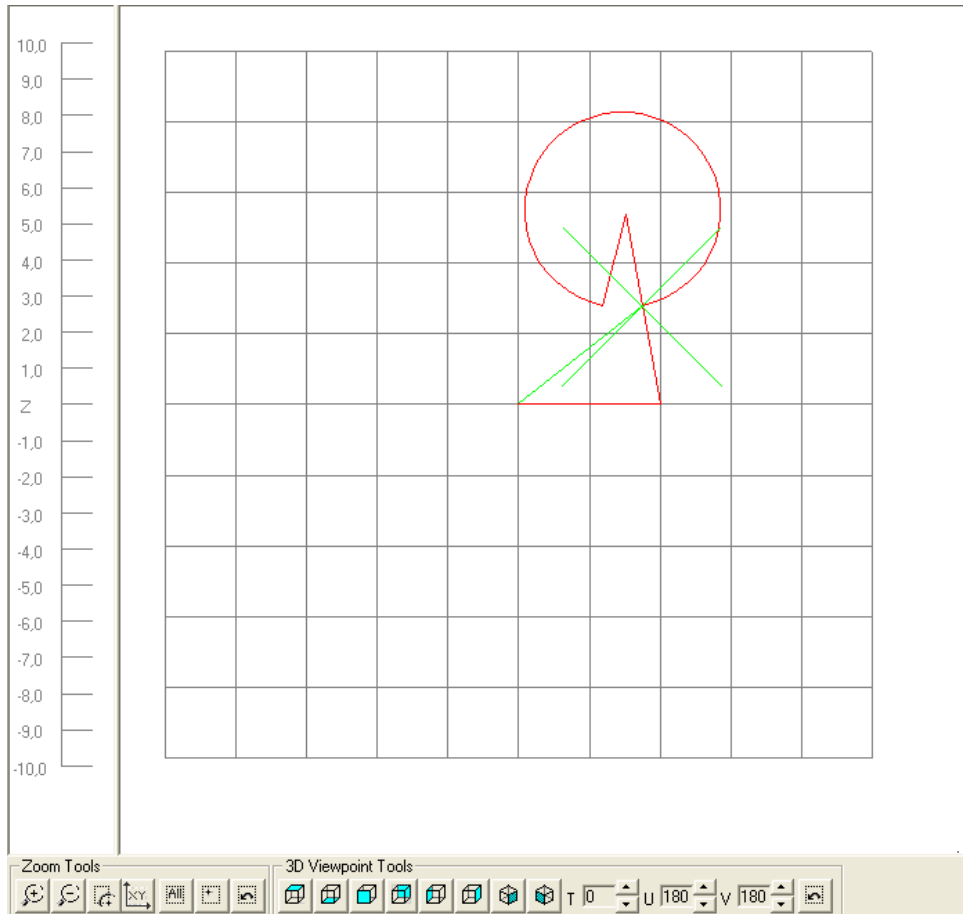
Foi testado primeiramente o funcionamento da comunicação da placa com o computador. Foram colocados *LEDs* no lugar dos motores e verificou-se o correto funcionamento da placa com relação ao sinal gerado em sua saída, conforme os comandos realizados via *software*. Foram testados por fim os motores, que foram acionados sem problemas.

### 4.3 TESTES DE SOFTWARE

No *software* foram feitas parametrizações até que fosse encontrada a configuração na qual os motores tivessem uma velocidade de avanço boa para o corte sem perder o torque.

A interface com o usuário se apresenta da seguinte maneira:

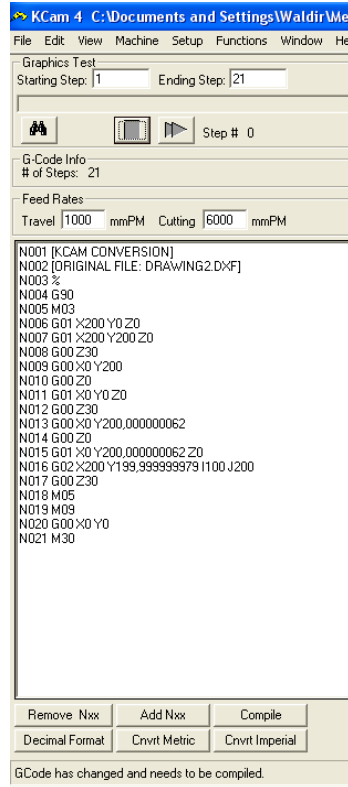
- O usuário escreve um código G, ou importa um arquivo com a peça desenhada. Para isto, clica-se no menu "*FILE*" e em seguida em "*IMPORT FILE*". O desenho da peça aparecerá na janela "*PLOT*" (ver Figura 40).



**Figura 40: Exemplo do desenho**  
**Fonte: Autoria própria**

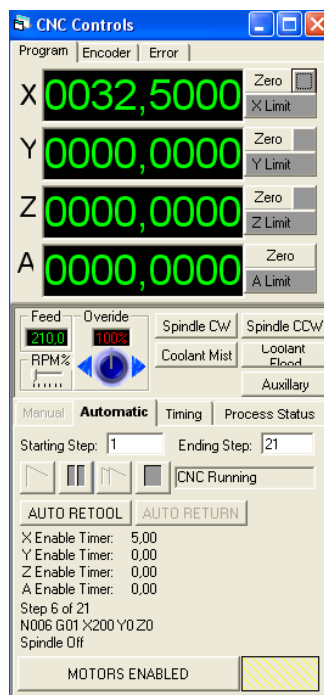
- Para verificar o código da peça, no menu “VIEW” clica-se em *G-Code*. É possível alterar o código e depois compilá-lo para alterar alguma rotina indesejada. A janela que mostra o código G está mostrada na Figura 41.





**Figura 41: Código G**  
**Fonte: Autoria própria**

- Para abrir os controladores da máquina clica-se no menu “VIEW” em seguida “CNC CONTROL”. Essa janela está mostrada na Figura

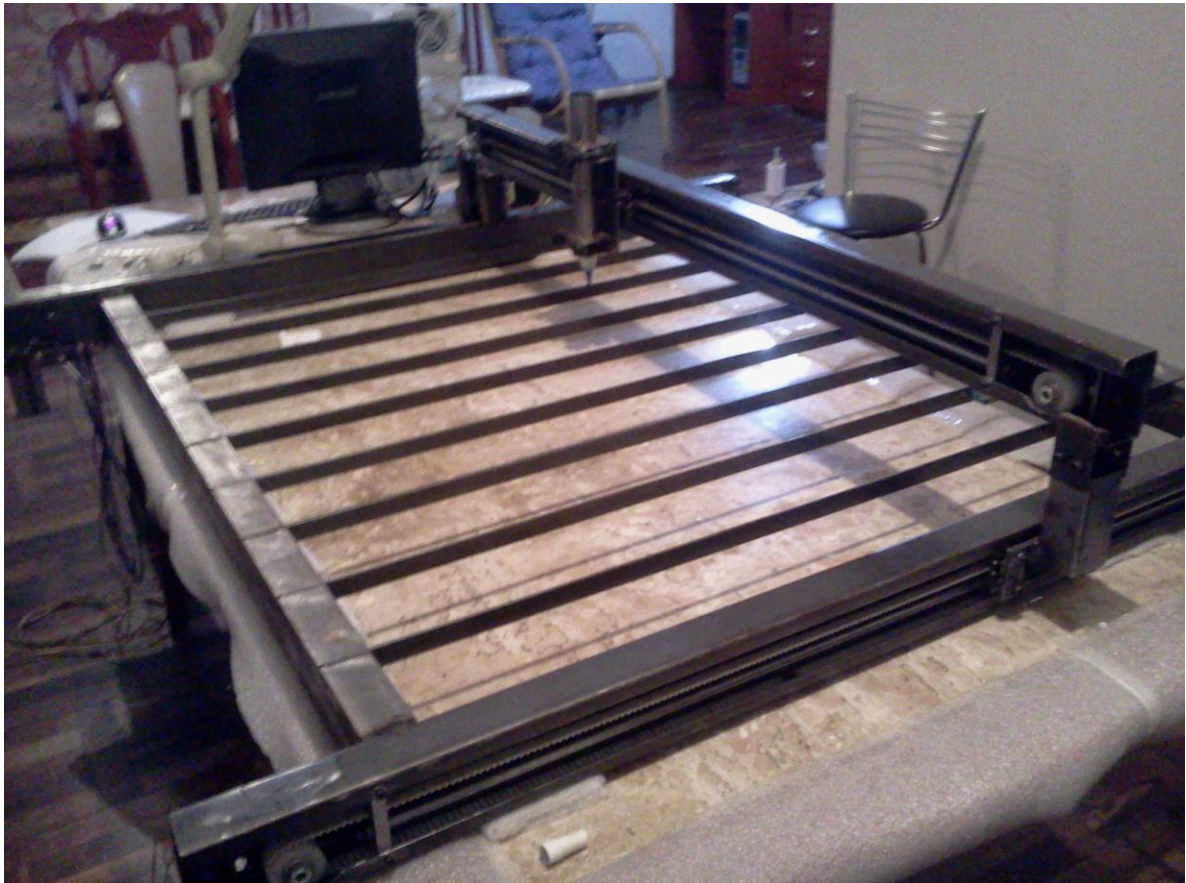


**Figura 42: CNC Controls**  
**Fonte: Autoria própria**

- Nesta tela é possível zerar as coordenadas dos eixos, fazer comandos manuais, desabilitar os motores e ainda rodar o programa da peça em automático.

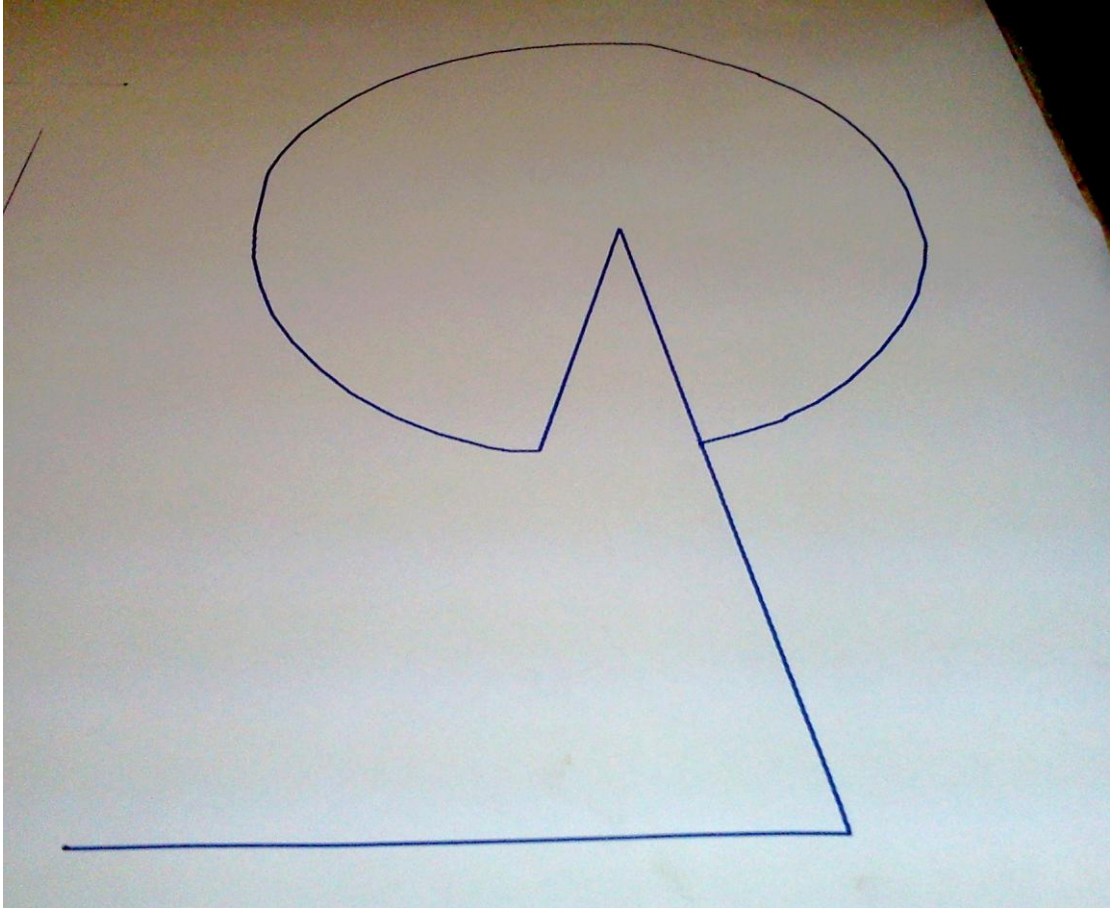
#### 4.4 INTEGRAÇÃO:

Após os testes de cada uma das partes, foram instalados os motores na máquina. A Figura 43 mostra a máquina montada para realizar os testes.



**Figura 43 - Mesa para oxicorte**  
**Fonte: Autoria própria**

No programa, o desenho da peça foi importado, e com uma caneta no lugar da tocha foram feitos os testes. A Figura 44 é um dos desenhos feitos pela máquina, que apresenta ângulos diversos e um arco a fim de testar as diversas formas de desenho.



**Figura 44 - Desenho de teste**  
**Fonte: Autoria própria**

As linhas da Figura 44 foram geradas pela máquina, conforme o desenho copilado no programa, esboçado na Figura 40.

A resolução da máquina foi obtida através de testes, onde se configurava a quantidade de passos por milímetros que o programa deveria gerar para a placa controladora. Inicialmente foi configurado 2passos/mm e as linhas apresentavam um erro de 10%. Ao configurar 1,8passos por milímetros este erro desapareceu, logo, a resolução da máquina é de 0,55mm e o erro apresentado foi de aproximadamente 2mm, mas o fato da caneta gerar um atrito com o papel quando troca o sentido do motor contribuiu com este erro.

## 5 CONCLUSÃO

O protótipo da mesa de coordenadas destinado à corte de chapas pelo processo de oxicorte, apresentou precisão e estabilidade no movimento conforme esperado. E um custo baixo e acessível à pequenas empresas.

Após a realização de testes para verificar o bom funcionamento da máquina, o projeto foi concluído atingindo seu objetivo geral: uma mesa com cursor cartesiano para movimento controlado por um programa. A máquina deve possibilitar o encaixe do maçarico mecanizado para corte de chapas por oxicorte.

A mesa com dimensões úteis para corte de 1x1m, com controle automático dos eixos X e Y por computador, tem estrutura mecânica robusta e ao mesmo tempo permite um deslize fácil dos eixos pelas guias, desta forma os motores de passo conseguem realizar os movimentos facilmente, sem sobrecarregar o sistema eletrônico. O software de controle faz a interface com o usuário de maneira bastante visual, proporciona total controle do processo no que se diz respeito ao posicionamento dos eixos da máquina e possibilita o corte de chapas com os mais variados tipos de desenho; retas, círculos e até *splines*.

O custo final do projeto ficou acessível para o caso proposto de empresas de pequeno porte. O custo de materiais e equipamentos para o protótipo ficou em R\$2.171,54. Para a mão de obra pode ser destinada duas horas por dia em duas pessoas, o que equivale a R\$2.240,00. Então o valor total do protótipo ficou em R\$4.411,51.

Dentre as vantagens dessa máquina está em gerar maior produtividade, diminuir erros, riscos de acidentes e riscos ergonômicos pelo fato do operador não precisar manusear o equipamento para o corte todo o tempo do processo.

O projeto contribuiu ainda para o desenvolvimento pessoal dos integrantes da equipe, pois foram revisados e agregados conhecimentos de projetos mecânicos, eletrônico e programação em código G.

Fica como sugestão para futura melhoramento deste projeto a automação do eixo Z. Esse eixo possibilitaria o movimento vertical da tocha para que o usuário pudesse conforme a espessura da chapa a ser cortada, controlar a distância entre a chapa e da tocha automaticamente.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, Renato Dias Calado do; FILHO, Armando Carlos de Pina. **A Evolução do CAD e sua Aplicação em Projetos de Engenharia**. Nono Simpósio de Mecânica Computacional. Rio de Janeiro. 2012

BRITES, Felipe Gonçalves; SANTOS, Vinicius Puga de Almeida. **Motor de Passo**. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABf-UAL/motor-passo>> Acesso em 15 de dezembro de 2012.

CARDIA, Carlos Eduardo Ferreira; SOLCI, Arnaldo Mello. **Catálogo de Produtos**. Disponível em: < <http://www.jobferramentas.com.br/catalogo.pdf>>. Acesso em 20 de dezembro de 2013.

GERDAU, **Catálogo GERDAU**. Disponível em: <[http://www.comercialgerdau.com.br/produtos/download/catalogos/catalogo\\_barras\\_e\\_perfis-tabela\\_de\\_bolso.pdf](http://www.comercialgerdau.com.br/produtos/download/catalogos/catalogo_barras_e_perfis-tabela_de_bolso.pdf)>. Acesso em 10 de abril de 2013.

MARCO, Flavio de. **Elementos de Máquinas II**. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=23514>>. Acesso em 15 de abril de 2013.

MARIANO, Carlos H. **Notas de Aula**. Disponível em: <[pessoal.utfpr.edu.br/mariano/arquivos/19manu.pdf](http://pessoal.utfpr.edu.br/mariano/arquivos/19manu.pdf)>. Acesso em 11 de dezembro de 2012.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Normas Regulamentadoras**. Disponível em: < <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr10.htm>>. Acesso em 15 de maio de 2013.

NORTON, Robert L. **Projeto de Máquinas: uma Abordagem**. BOOKMAN, 2003.

NSK. **Bearing Doctor**. Disponível em <[http://www.nsk.com.br/pag\\_cat\\_bdoc1.pdf](http://www.nsk.com.br/pag_cat_bdoc1.pdf)>. Acesso em 15 de abril de 2013.

OXIMAQ, **Blog da Oxi-maq**. Disponível em: <<http://oximaq.com.br/blog/?p=77>>. Acesso em 12 de dezembro de 2012.

RAMALHO, José. **Processo Oxicorte**. Disponível em:  
< [www.infosolda.com.br/download/62ddm.pdf](http://www.infosolda.com.br/download/62ddm.pdf)>. Acesso em 11 de dezembro de 2012.

SGS-THOMSON MICROELETRONICS, **Stepper Motor Controlers**. Disponível em  
<http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/22436/STMICROELECTRONICS/L297.html>>. Acesso em 10 de abril de 2013.

SGS-THOMSON MICROELETRONICS, **Dual Full-Bridge Driver**. Disponível em  
<<http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/22437/STMICROELECTRONICS/L298.html>> Acesso em 10 de abril de 2013.

SOUZA, Adriano Fagali de; COELHO, Reginaldo Teixeira. **Tecnologia CAD/CAM - Definições e estado da arte visando auxiliar sua implantação em um ambiente fabril**. XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção. Minas Gerais. 2003

TELECURSO 2000 PROFISSIONALIZANTE. **Buchas (Aula 15)**. São Paulo. 1998.

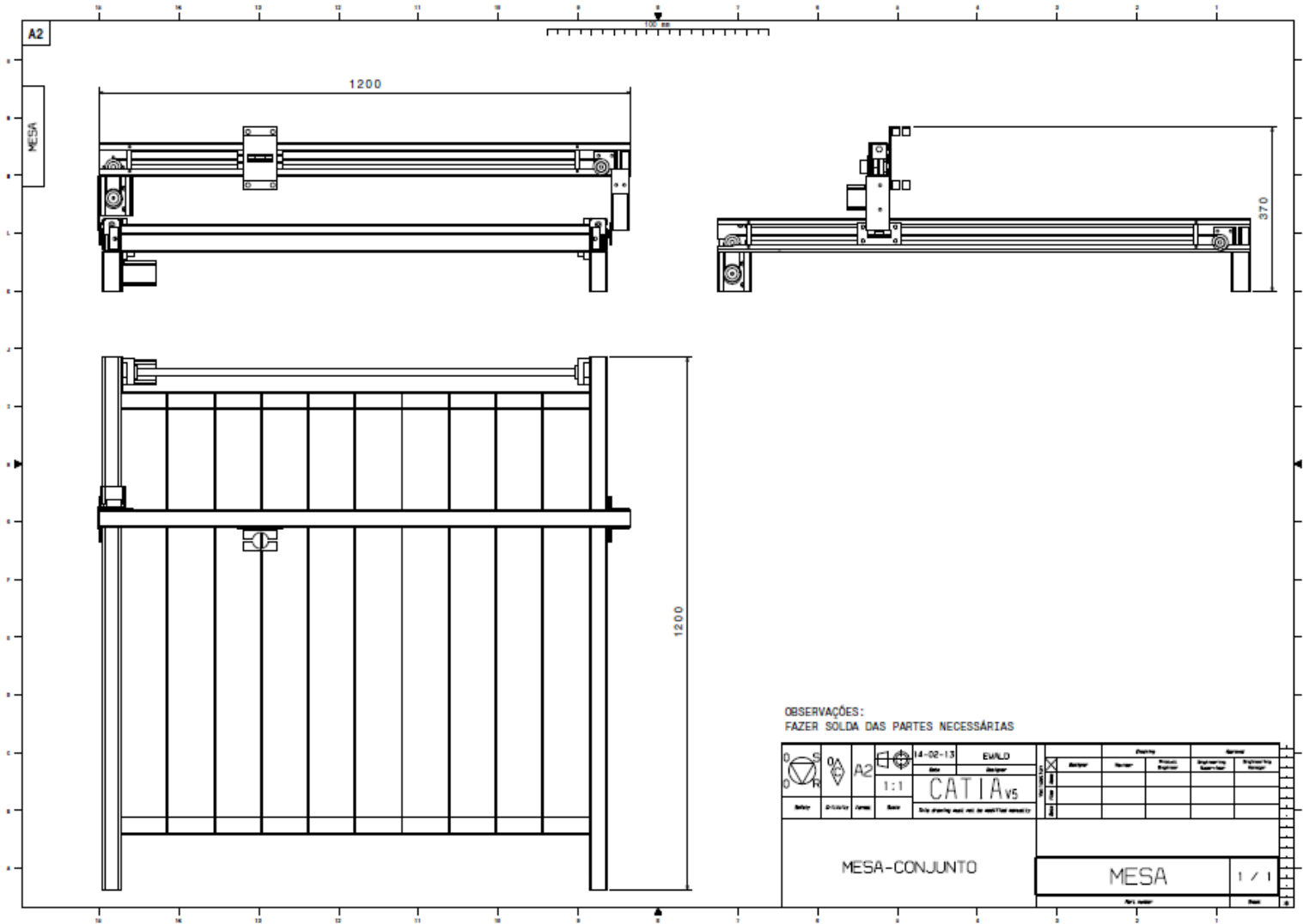
TELECURSO 2000 PROFISSIONALIZANTE. **Oxicorte (Aula 63)**. São Paulo. 1997.

WAINER, Emílio; BRANDI, Sérgio D.; DE MELLO, Fábio D. H. **Soldagem - Processos e Metalurgia**. São Paulo: EDGAR BLÜCHER, 1992.

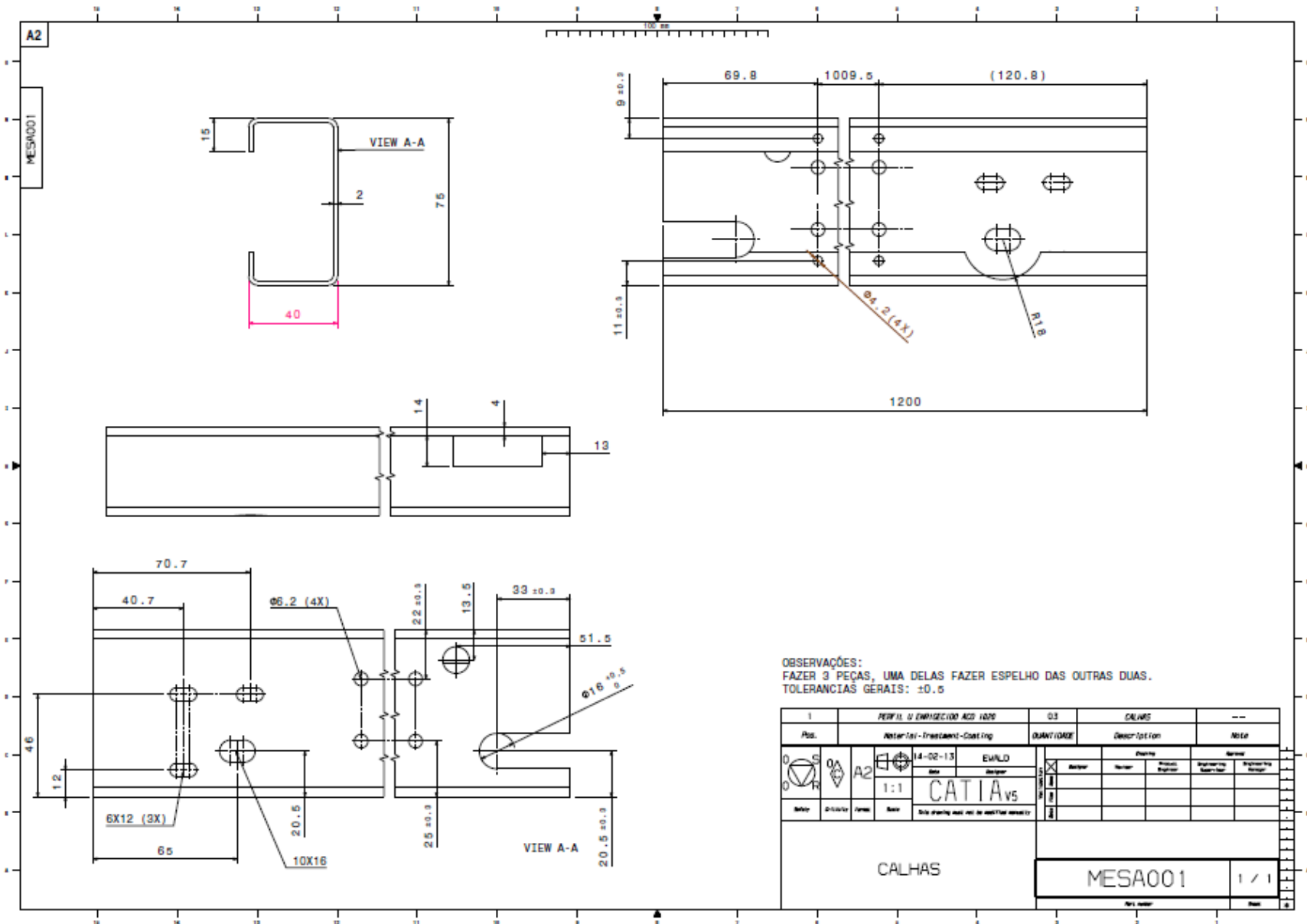
WGB Automação. **Catálogo de Produtos**. Disponível em:  
<<http://www.wgbautomacao.com.br/guias-lineares>>. Acesso em 15 de abril de 2013.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A - Projeto Mecânico Detalhado

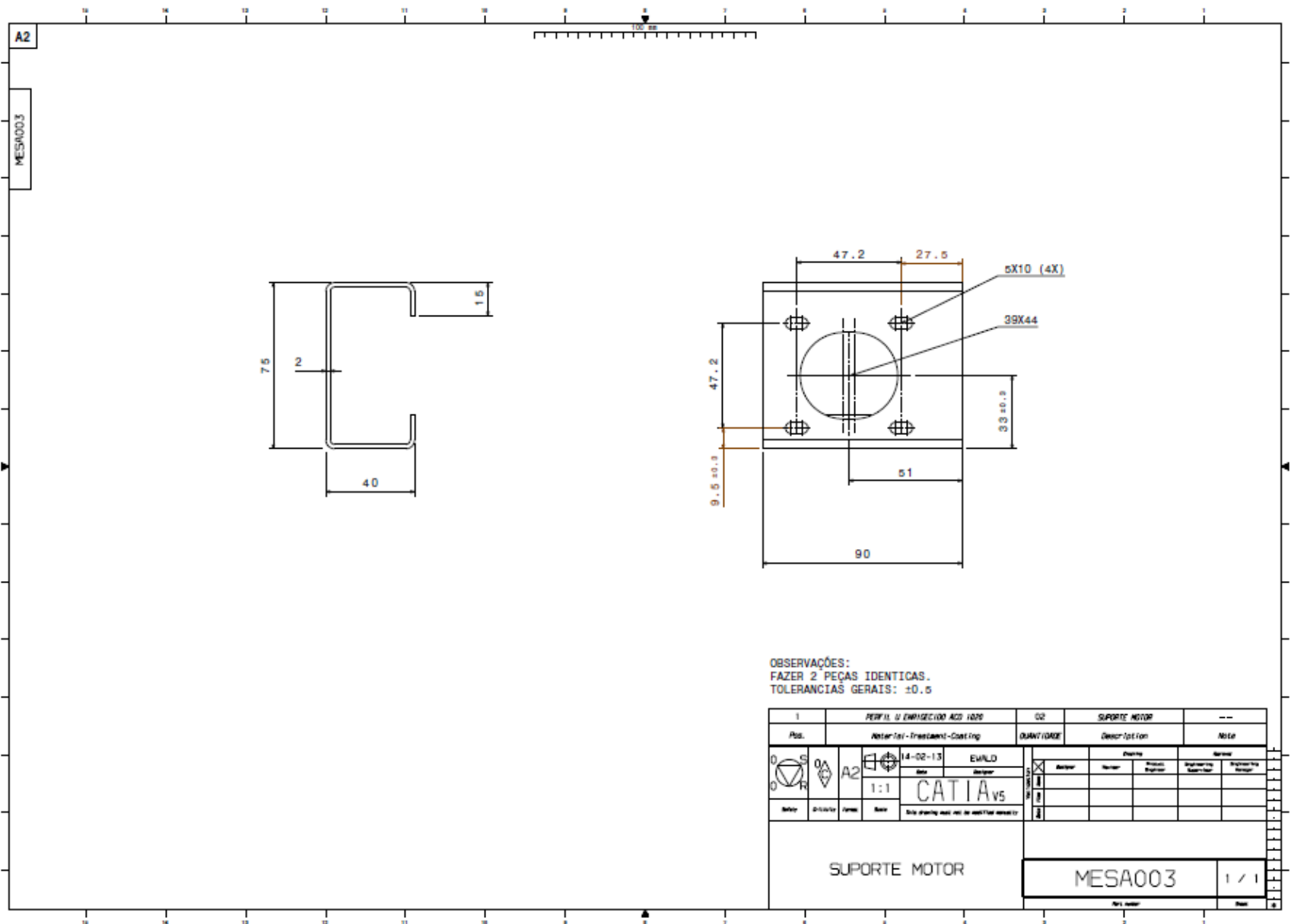






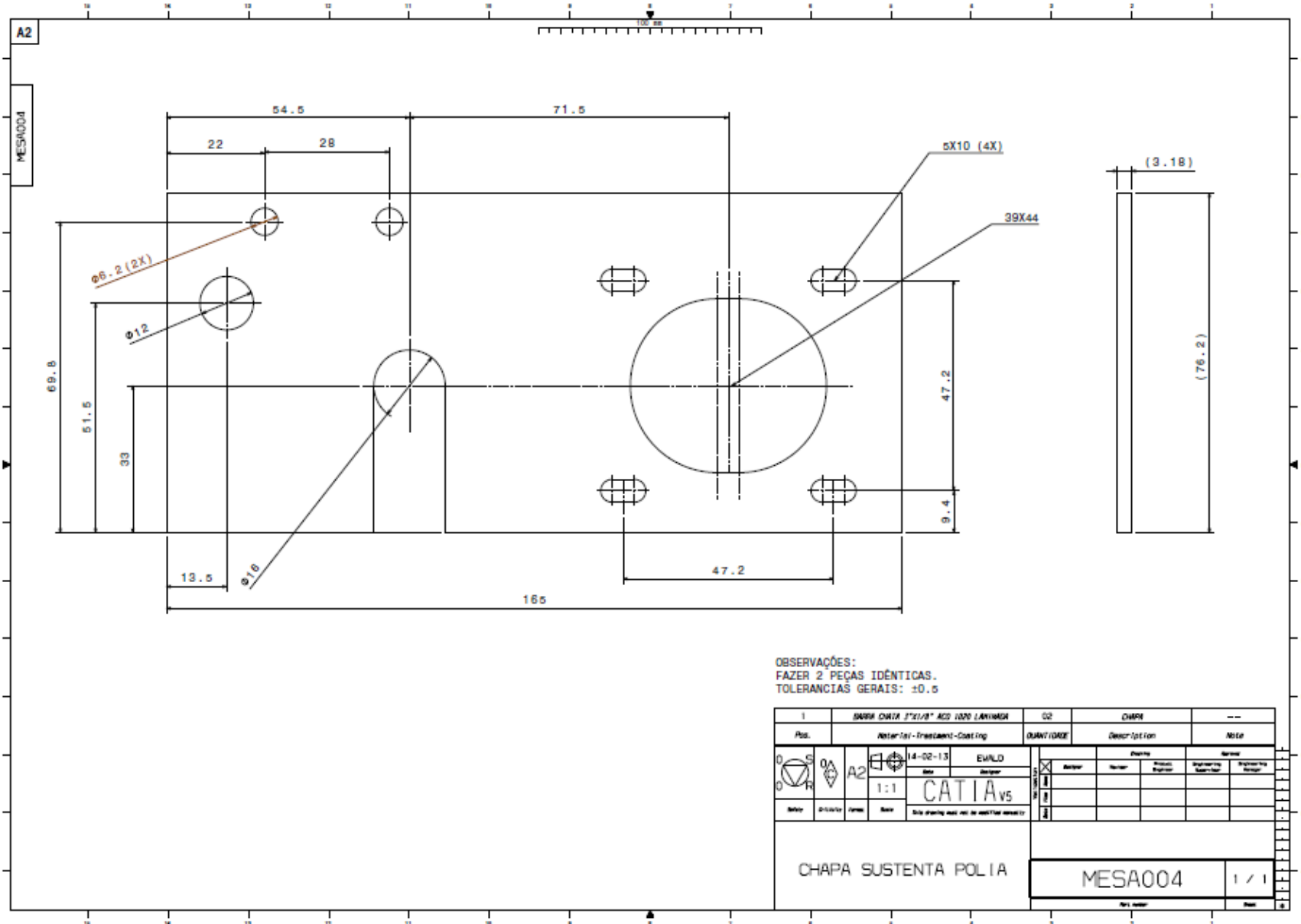
OBSERVAÇÕES:  
 FAZER 3 PEÇAS, UMA DELAS FAZER ESPELHO DAS OUTRAS DUAS.  
 TOLERANCIAS GERAIS: ±0.5

1	PERFIL 3 ENFUSCADO ACB 1026	0.3	CALHAS		---
Pos.	Material - Treatment - Coating	QUANTIDADE	Description		Notes
	A2	14-02-13	EWALD		
	1:1	1	Designer	Checker	Product Engineer
Reviz	Projeto	Revis	Engineering Supervisor	Engineering Manager	
CALHAS			MESA001		
			1 / 1		



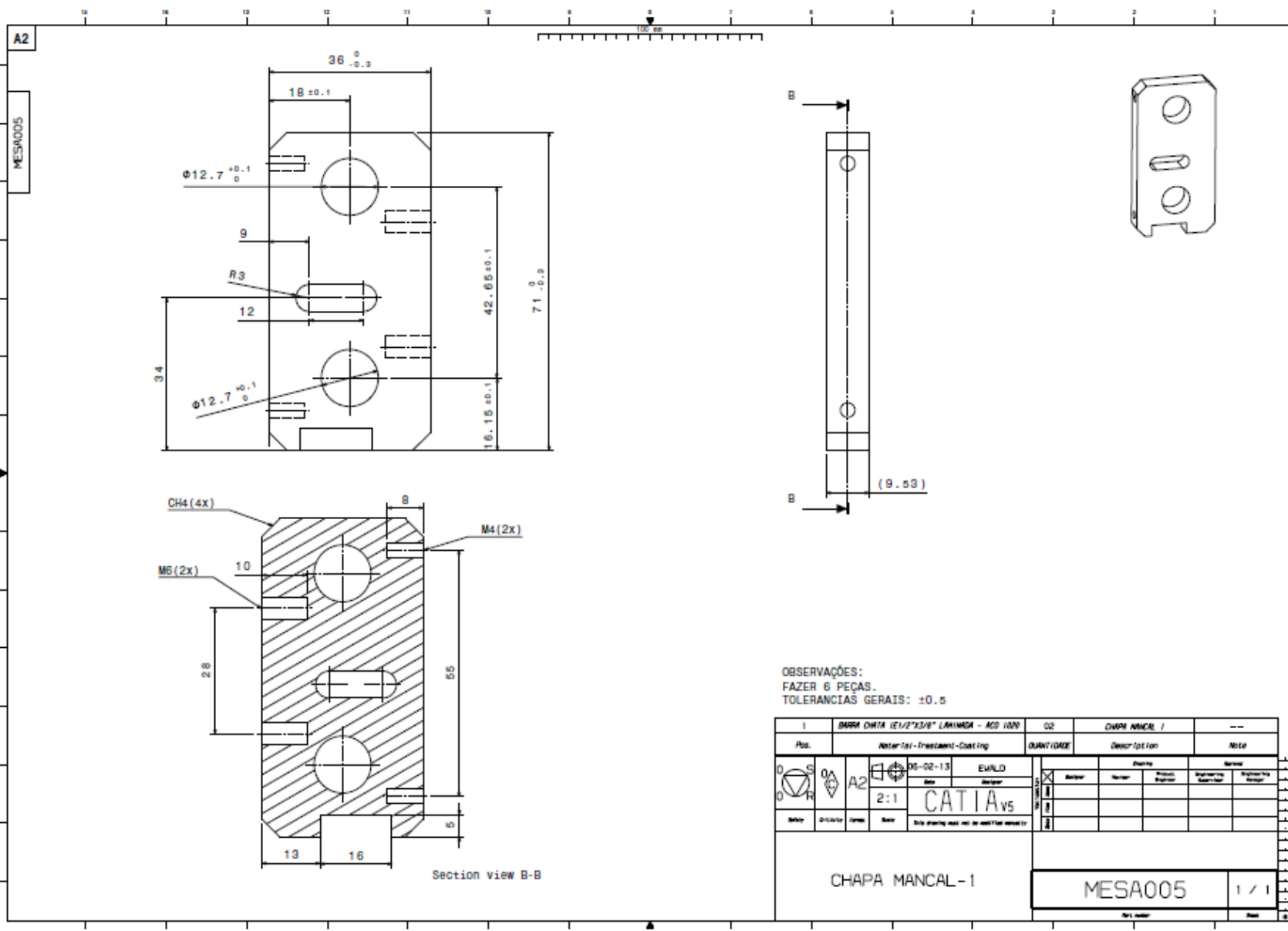
OBSERVAÇÕES:  
 FAZER 2 PEÇAS IDENTICAS.  
 TOLERANCIAS GERAIS: ±0.5

1	PERFIL U EMBALECAO ACO 1020			02	SUPORTE MOTOR		---
Pos.	Material - Treatment - Coat.ing			QUANTIDADE	Description		Nota
0	0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/> Alterar <input type="checkbox"/> Excluir <input type="checkbox"/> Incluir	Projeto	Produto	Engenharia
Projeto	Desenho	Nome	Nota		Engenheiro	Supervisor	Engenheiro
14-02-13	EWILDO	1:1	CATIA v5				
SUPORTE MOTOR				MESA003		1 / 1	



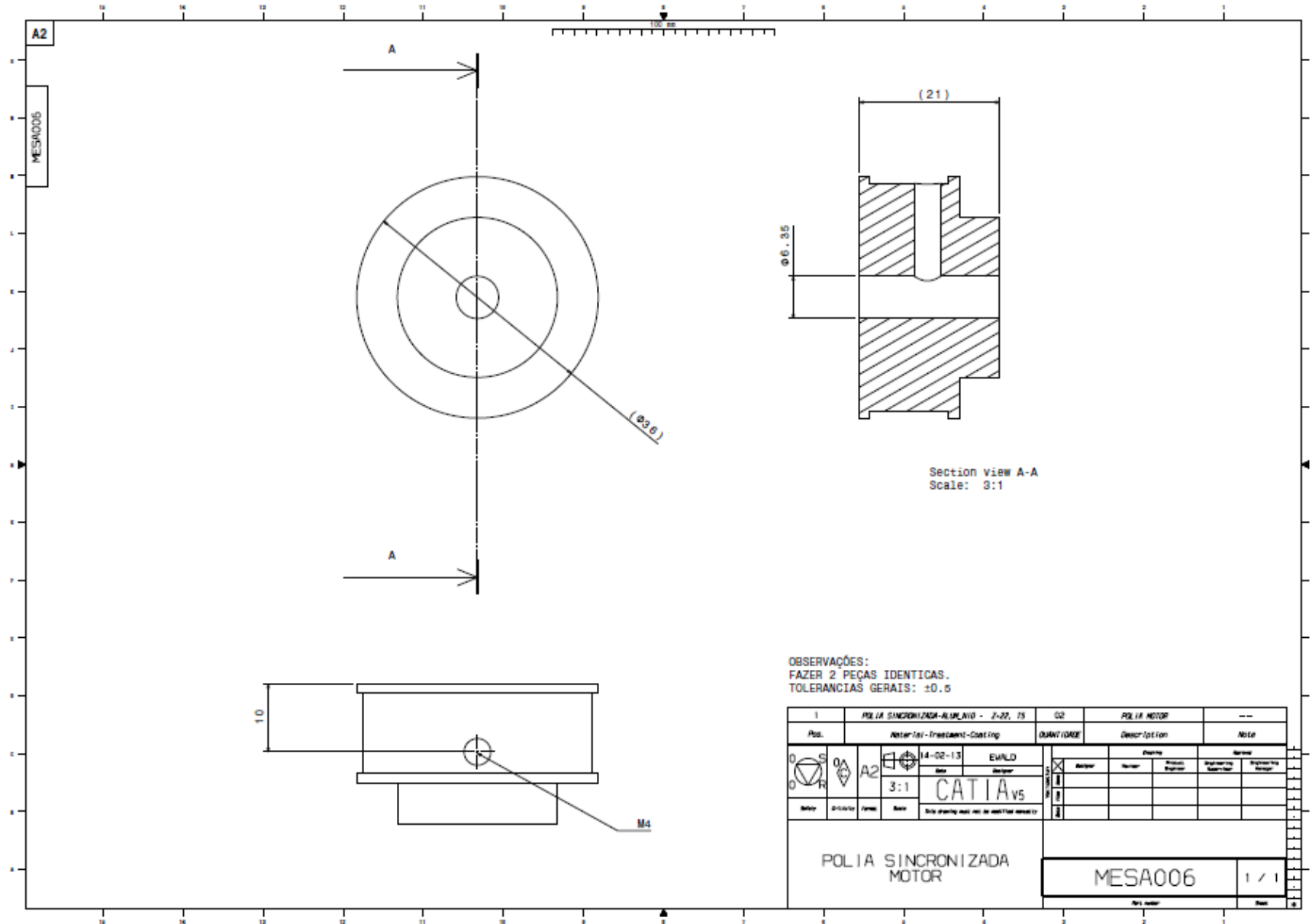
OBSERVAÇÕES:  
 FAZER 2 PEÇAS IDÊNTICAS.  
 TOLERÂNCIAS GERAIS: ±0.5

1	SERRA CHATA 17X1/8" ACQ 1020 LAMINAR		02	CHAVE	---
Pos.	Material - Treatment - Coating		QUANTIDADE	Description	Note
	14-02-13	EMPLD	<input checked="" type="checkbox"/> Designer <input type="checkbox"/> Checker <input type="checkbox"/> Project Engineer <input type="checkbox"/> Engineering Supervisor <input type="checkbox"/> Engineering Manager	Designer: _____ Checker: _____ Project Engineer: _____ Engineering Supervisor: _____ Engineering Manager: _____	
	1:1	CATIA v5			
Part	Quantity	Unit	Note	This drawing must not be modified manually	
CHAPA SUSTENTA POLIA			MESA004	1 / 1	
			Part number	Rev.	



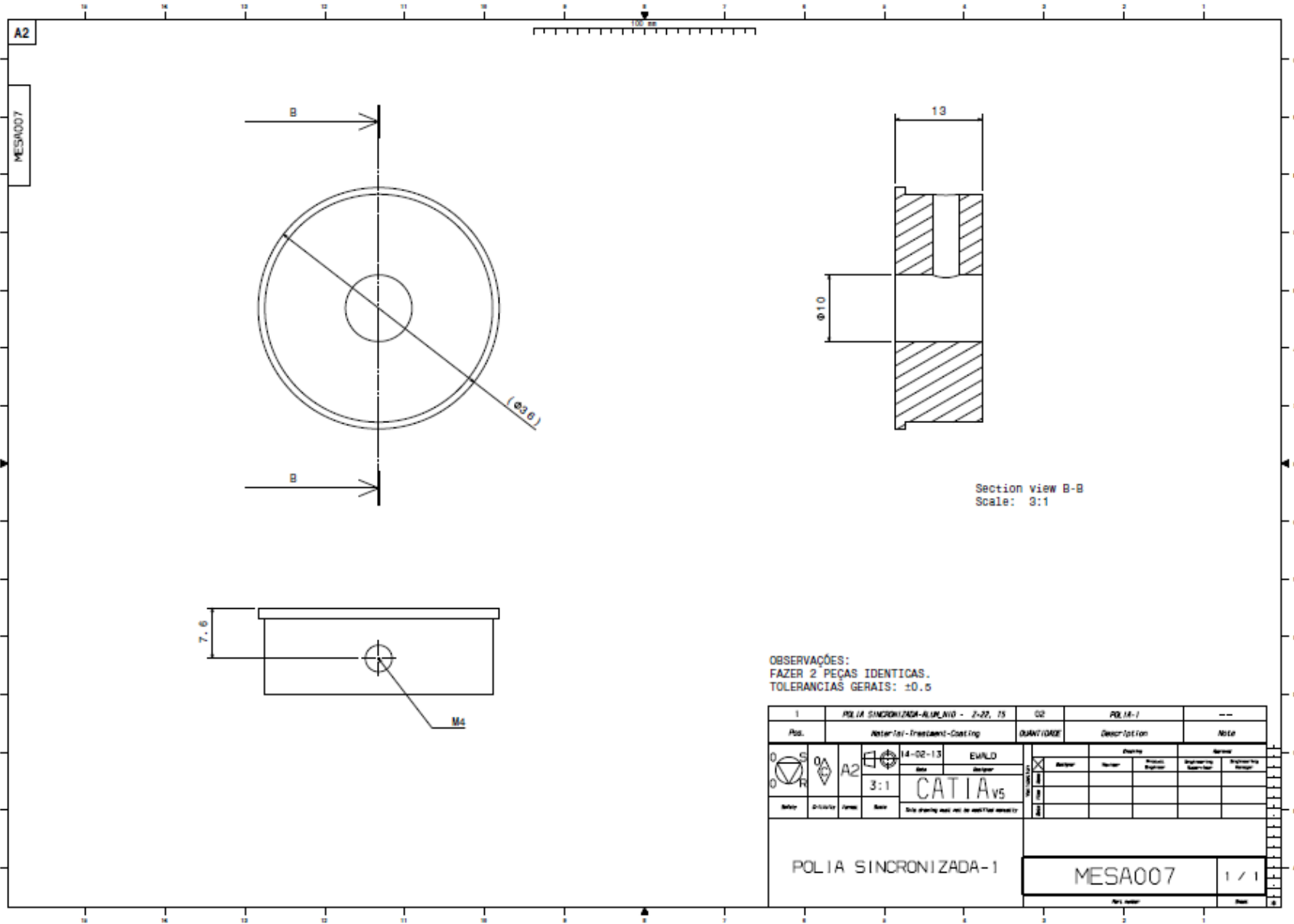
OBSERVAÇÕES:  
 FAZER 6 PEÇAS.  
 TOLERÂNCIAS GERAIS: ±0.5

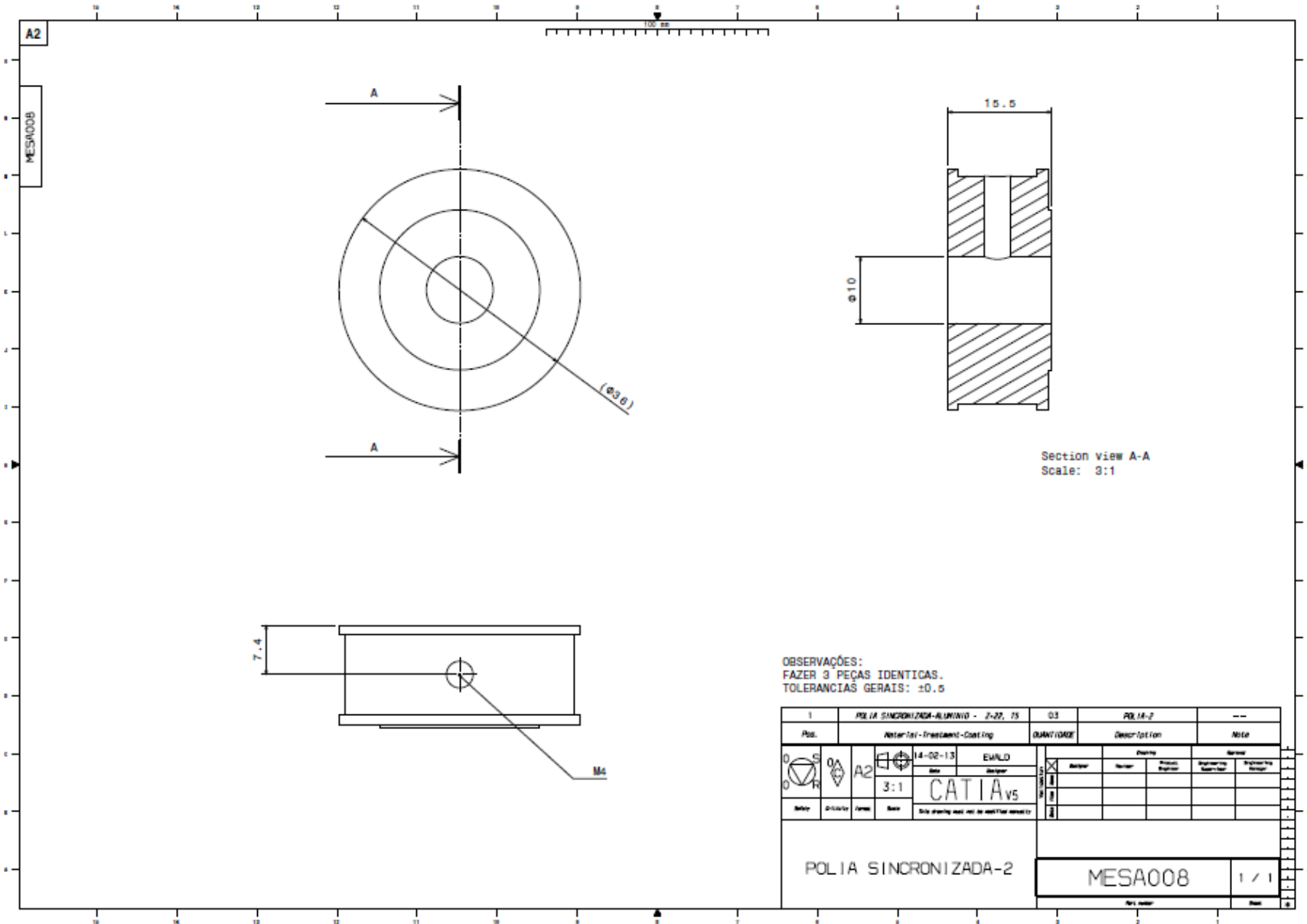
1	BARRA CHATA (E1/2"x3/8") LAINACR - Aço 1020	02	CHAPA MANCAL 1	---
Pos.	Material - Treatment - Coating	QUANTIDADE	Description	Nota
		02-02-13		
CHAPA MANCAL-1		MESA005		1 / 1
		Part number	Rev.	Date



OBSERVAÇÕES:  
FAZER 2 PEÇAS IDENTICAS.  
TOLERANCIAS GERAIS: ±0.5

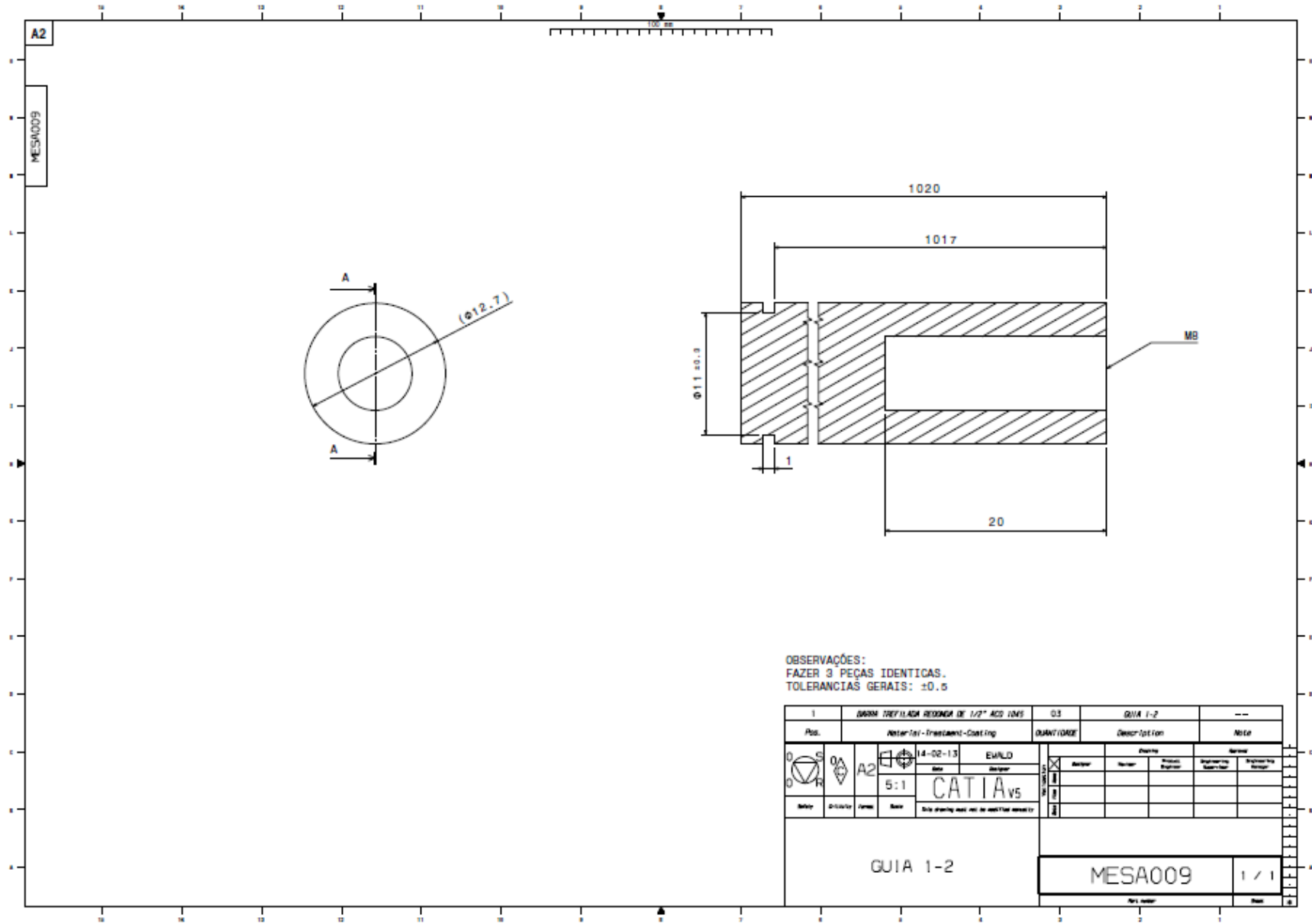
1	POLIA SINCRONIZADA-ALUMINIO - 2-22, 75	02	POLIA MOTOR	---
Pos.	Material - Treatment - Coating	QUANTIDADE	Description	Note
0	A2	14-02-13	EMILIO	
0	3:1	CATIA v5		
0	M4			
POLIA SINCRONIZADA MOTOR				
			MESA006	1 / 1





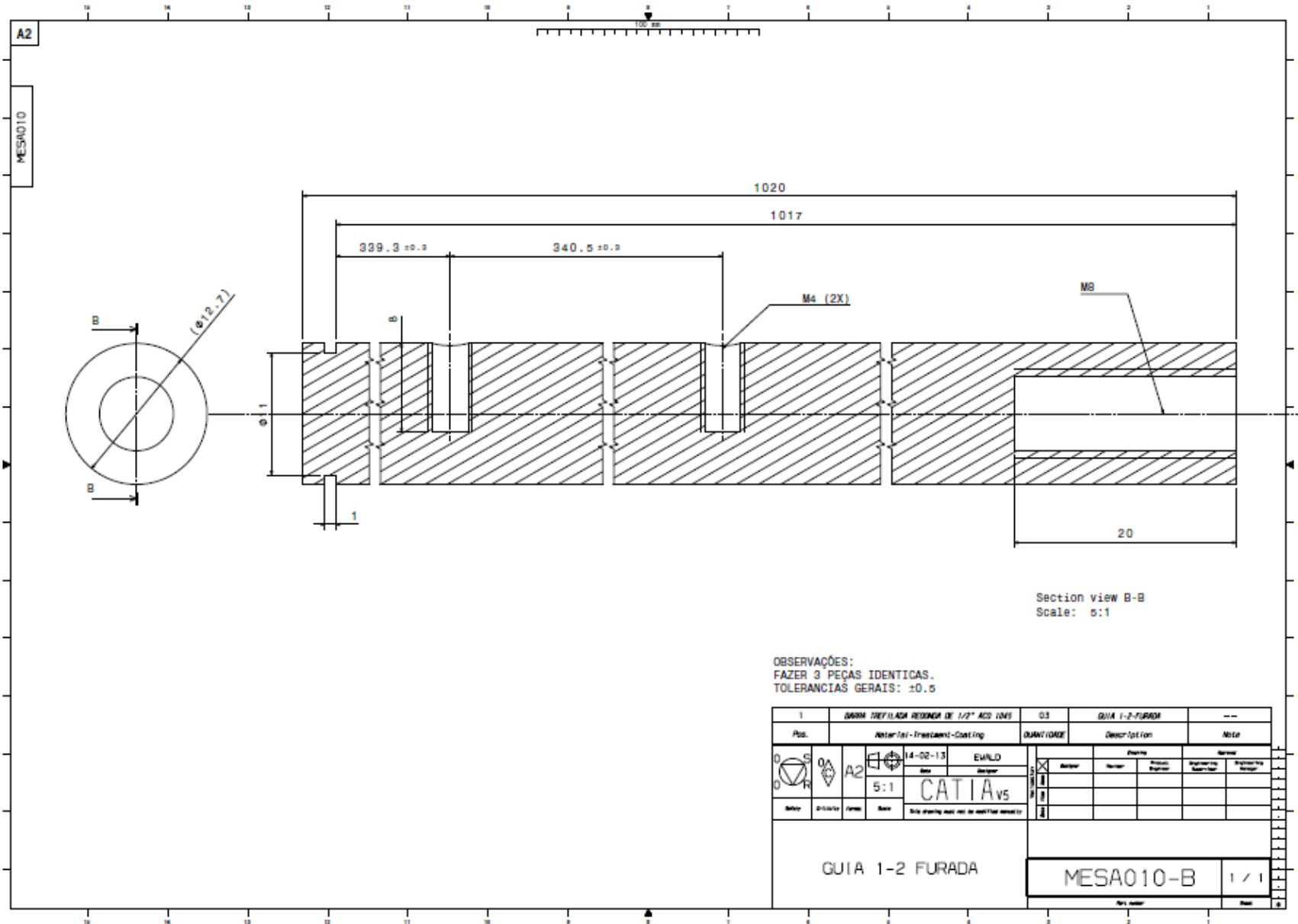
OBSERVAÇÕES:  
FAZER 3 PEÇAS IDENTICAS.  
TOLERANCIAS GERAIS:  $\pm 0.5$

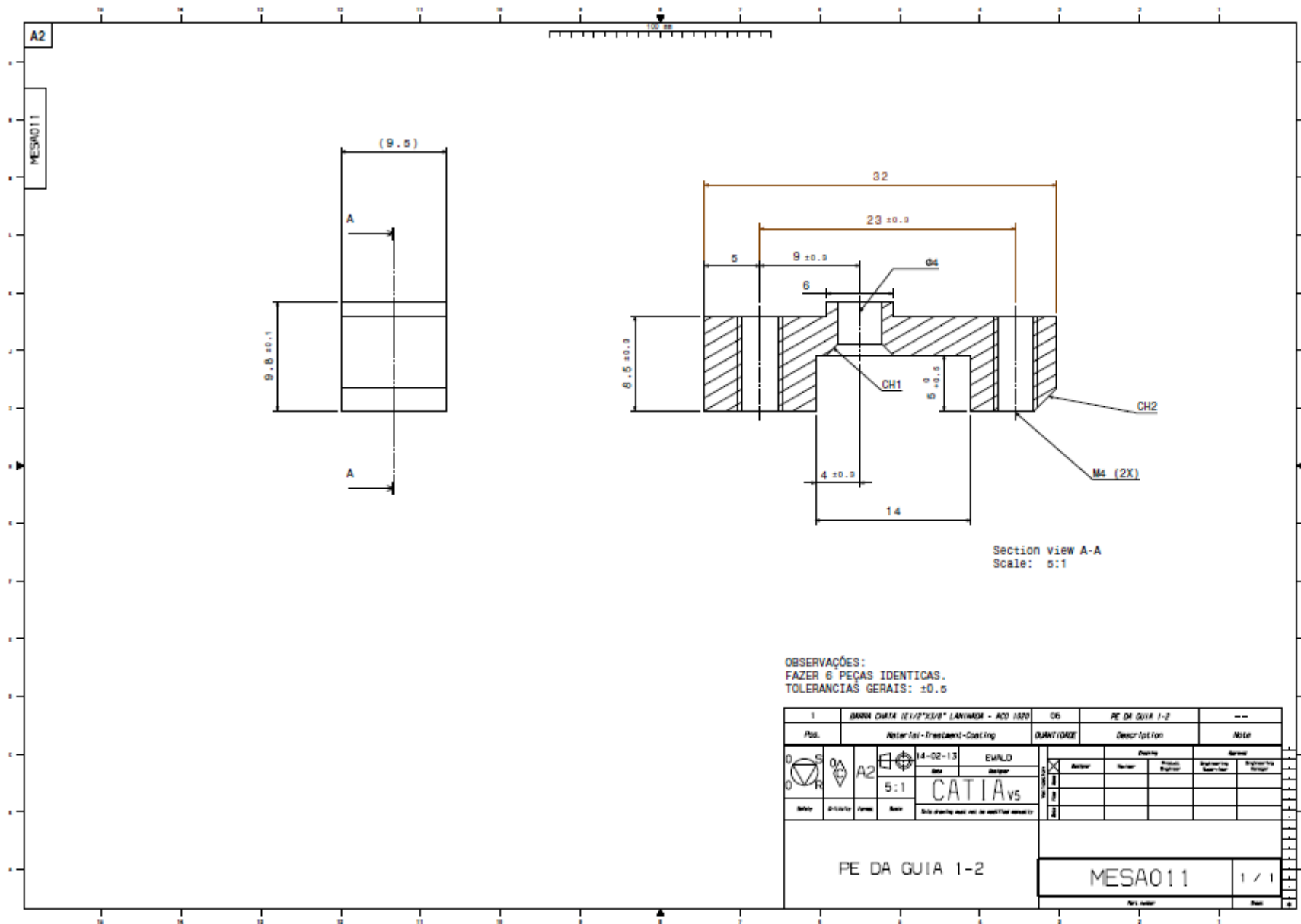
1	POLIA SINCRONIZADA-ALUMINIO - 2-22, 25		03	POLIA-2		---
Pos.	Material - Treatment - Coating		QUANTIDADE	Description		
	14-02-13	EW/LO	<input checked="" type="checkbox"/> Author <input type="checkbox"/> Designer <input type="checkbox"/> Engineer <input type="checkbox"/> Checker <input type="checkbox"/> Approver	Drawing		Sheet
	14-02-13	EW/LO		Designer Engineer Checker Approver	Engineering Supervisor Manager	Engineer Designer
Scale	3:1	Notes	CATIA v5 This drawing must not be modified manually.			
POLIA SINCRONIZADA-2			MESA008		1 / 1	

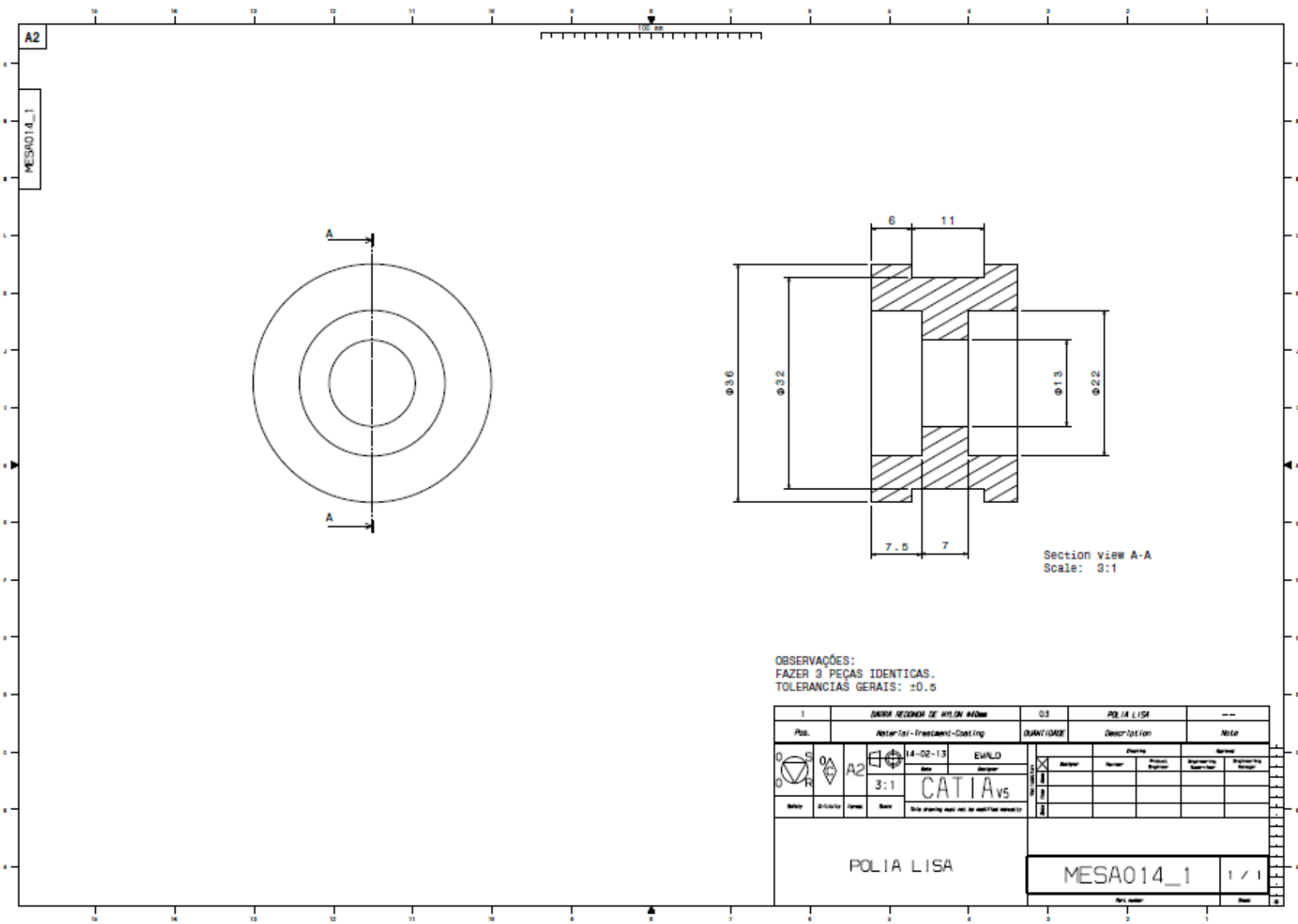


OBSERVAÇÕES:  
 FAZER 3 PEÇAS IDENTICAS.  
 TOLERANCIAS GERAIS:  $\pm 0.5$





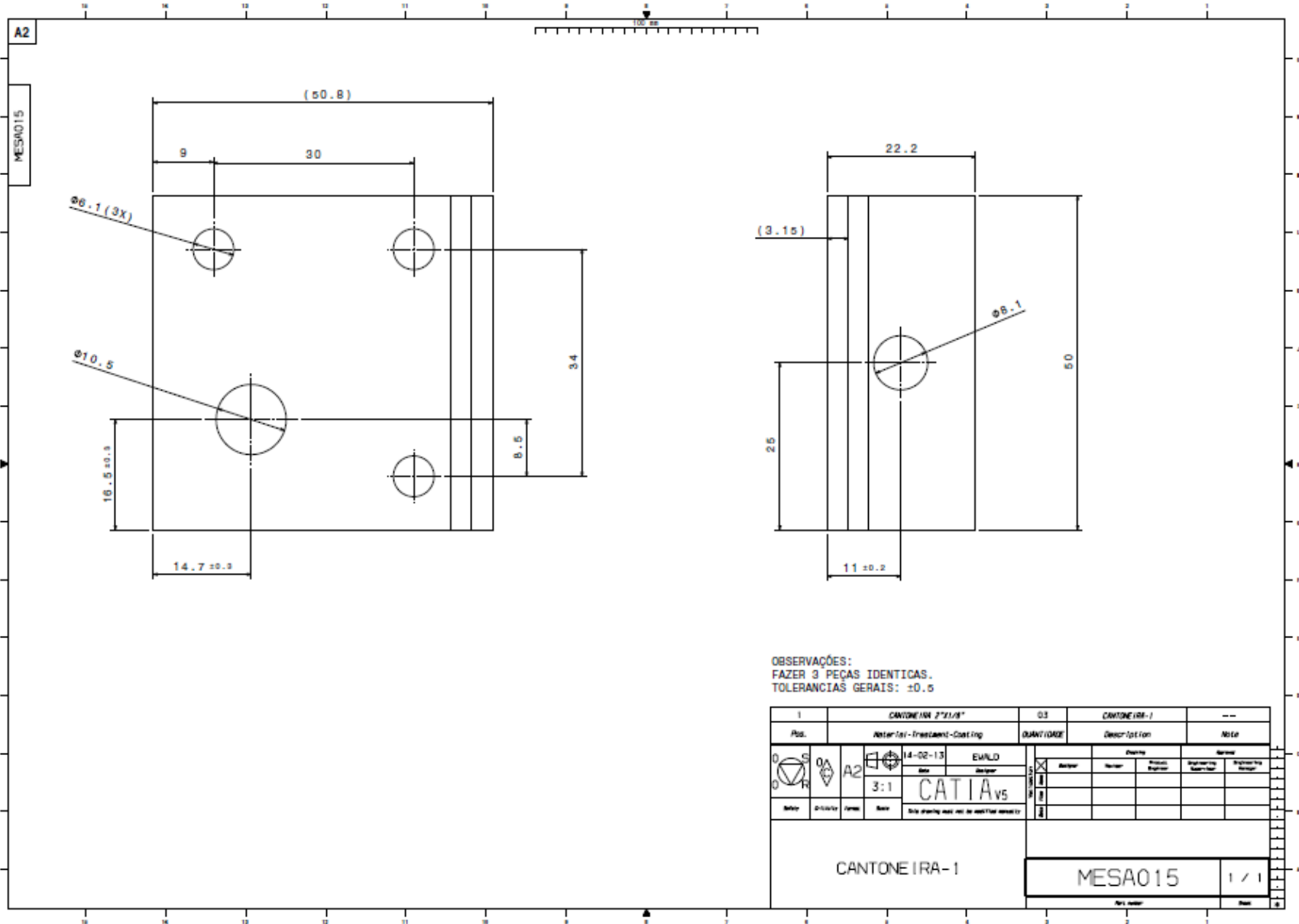


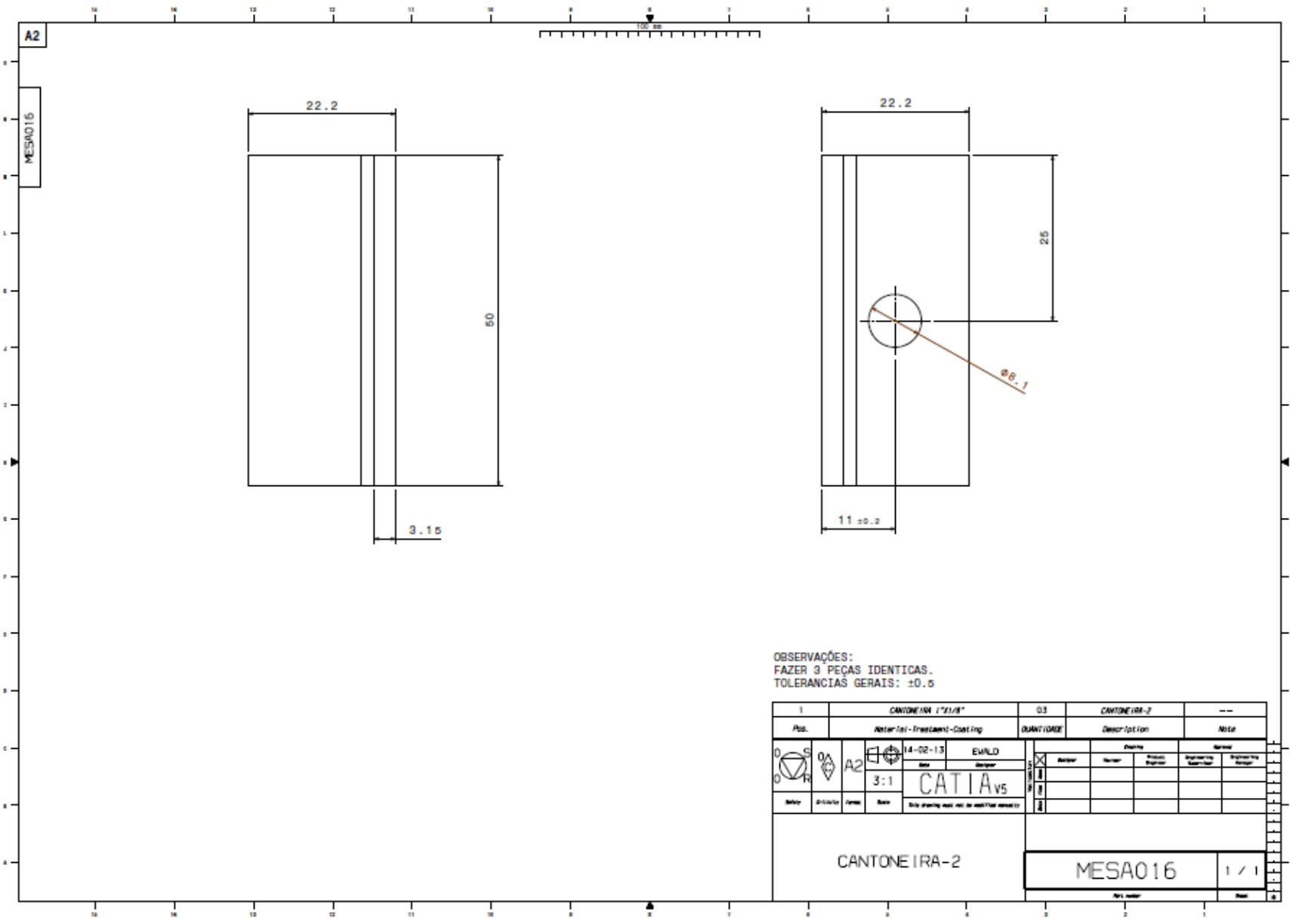


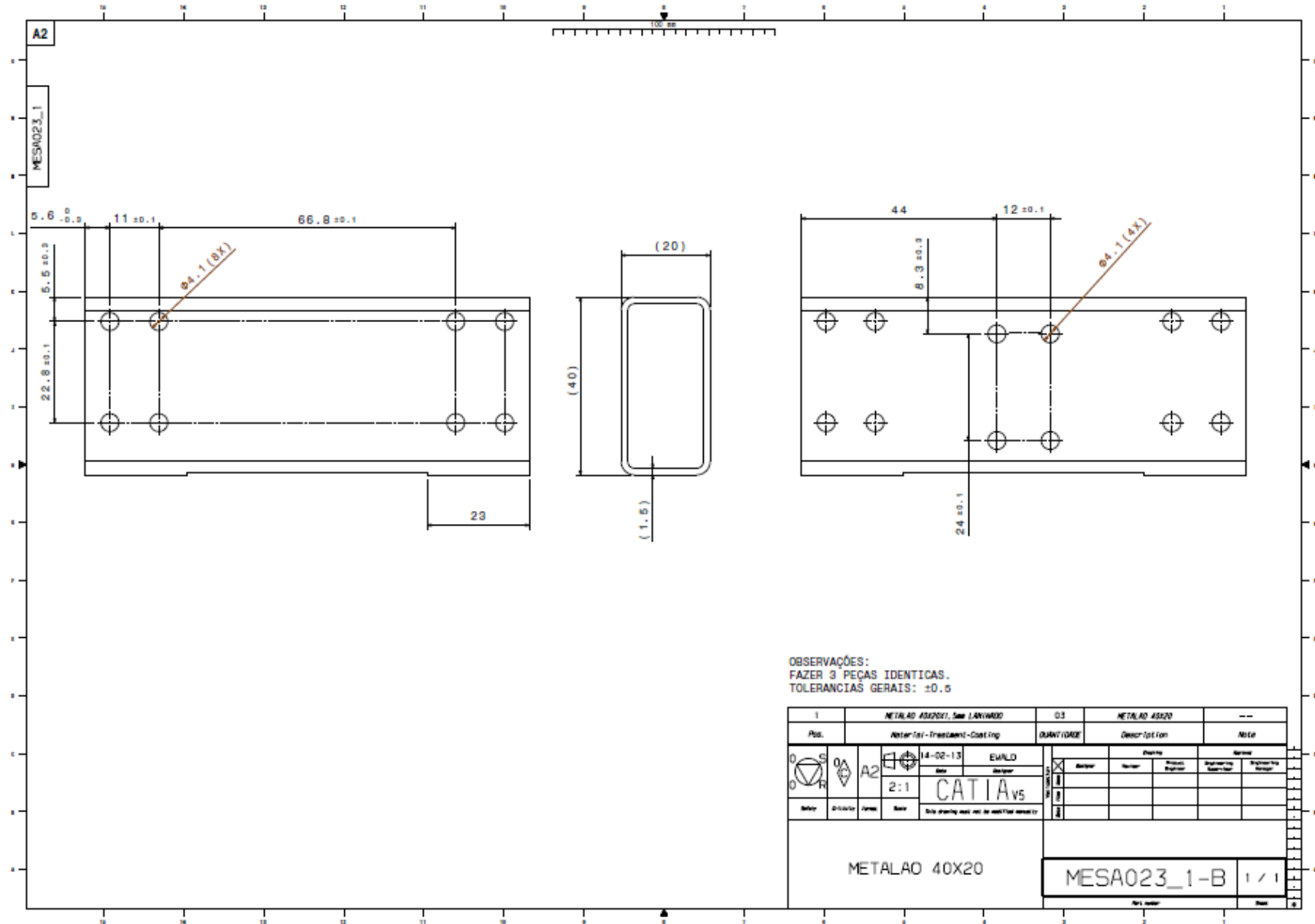
Section view A-A  
Scale: 3:1

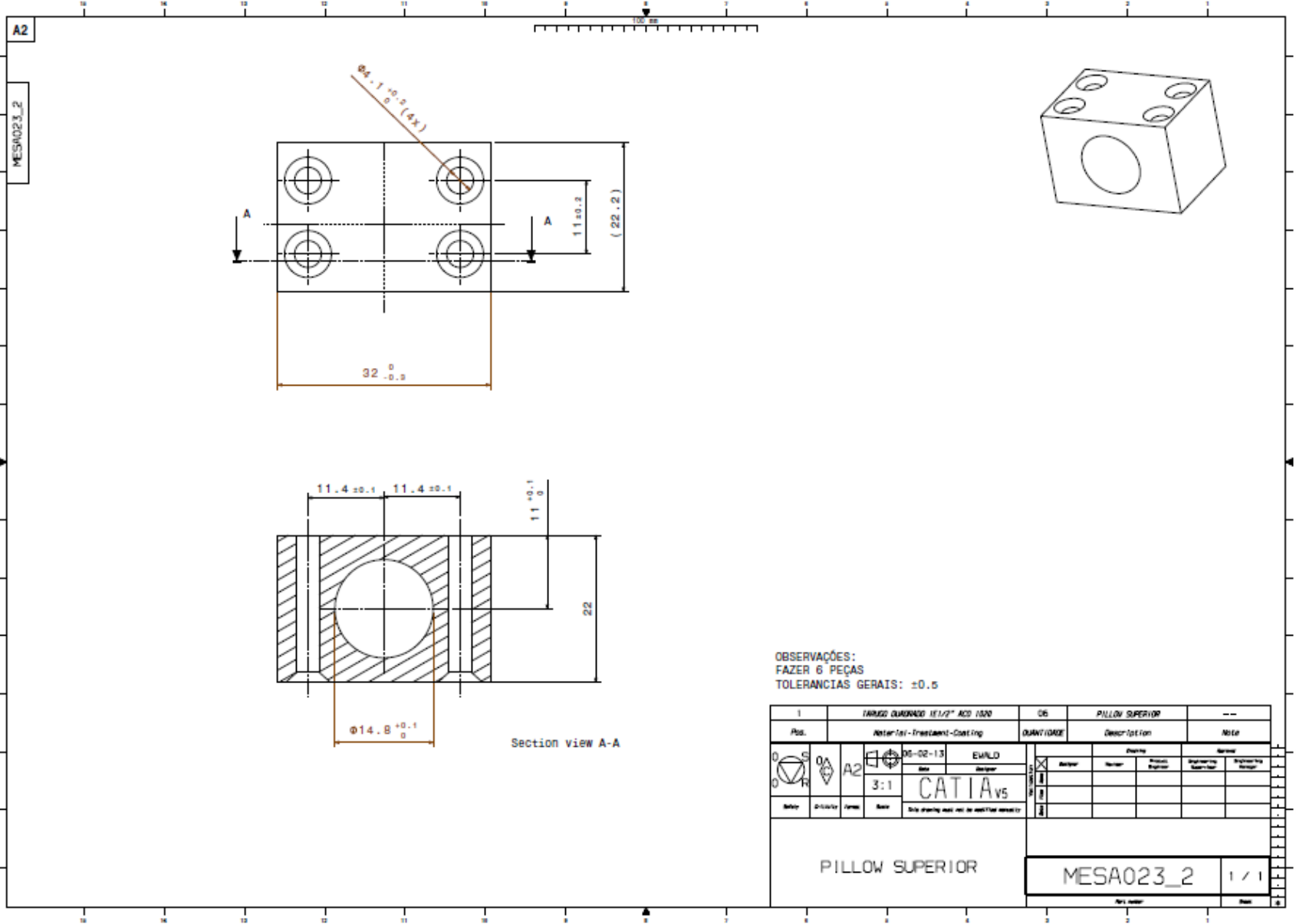
OBSERVAÇÕES:  
FAZER 3 PEÇAS IDENTICAS.  
TOLERANCIAS GERAIS: ±0.5

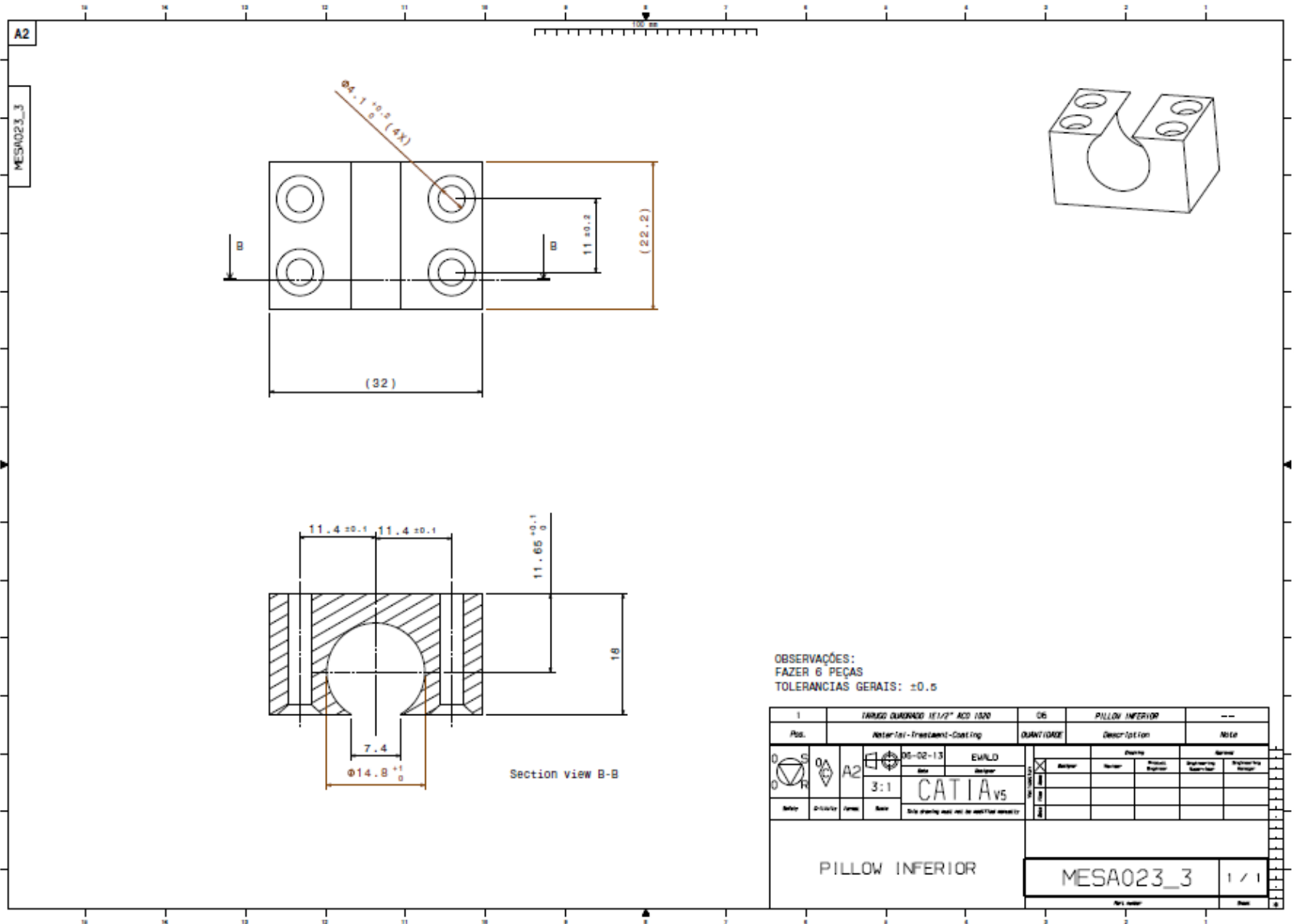
1		DURA REGINA DE WILSON 400w		03	POLIA LISA		---												
Pos.	Material - Treatment - Casting			QUANTIDADE	Description		Nota												
	A2	14-02-13	EWALD		Drawing		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Author</th> <th>Number</th> <th>Project</th> <th>Engineering</th> <th>Supervisor</th> <th>Engineer in Charge</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Author	Number	Project	Engineering	Supervisor	Engineer in Charge						
		Author	Number		Project	Engineering		Supervisor	Engineer in Charge										
3:1	CATIA v5																		
Author	Quantity	Form	Note	This drawing was not designed directly															
POLIA LISA					<table border="1"> <tr> <td colspan="2">MESA014_1</td> <td>1 / 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Part number</td> <td>Sheet</td> </tr> </table>			MESA014_1		1 / 1	Part number		Sheet						
MESA014_1		1 / 1																	
Part number		Sheet																	



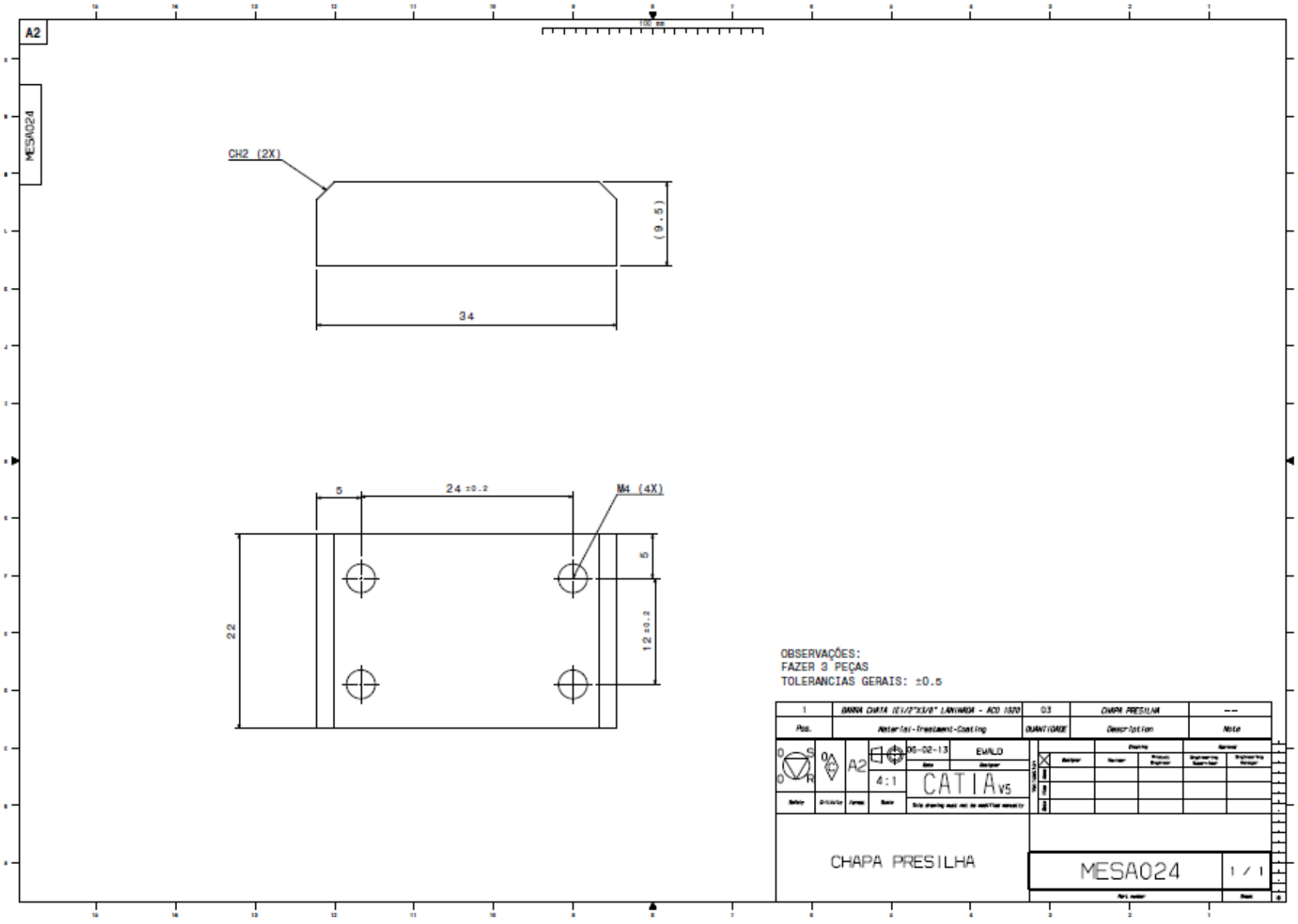






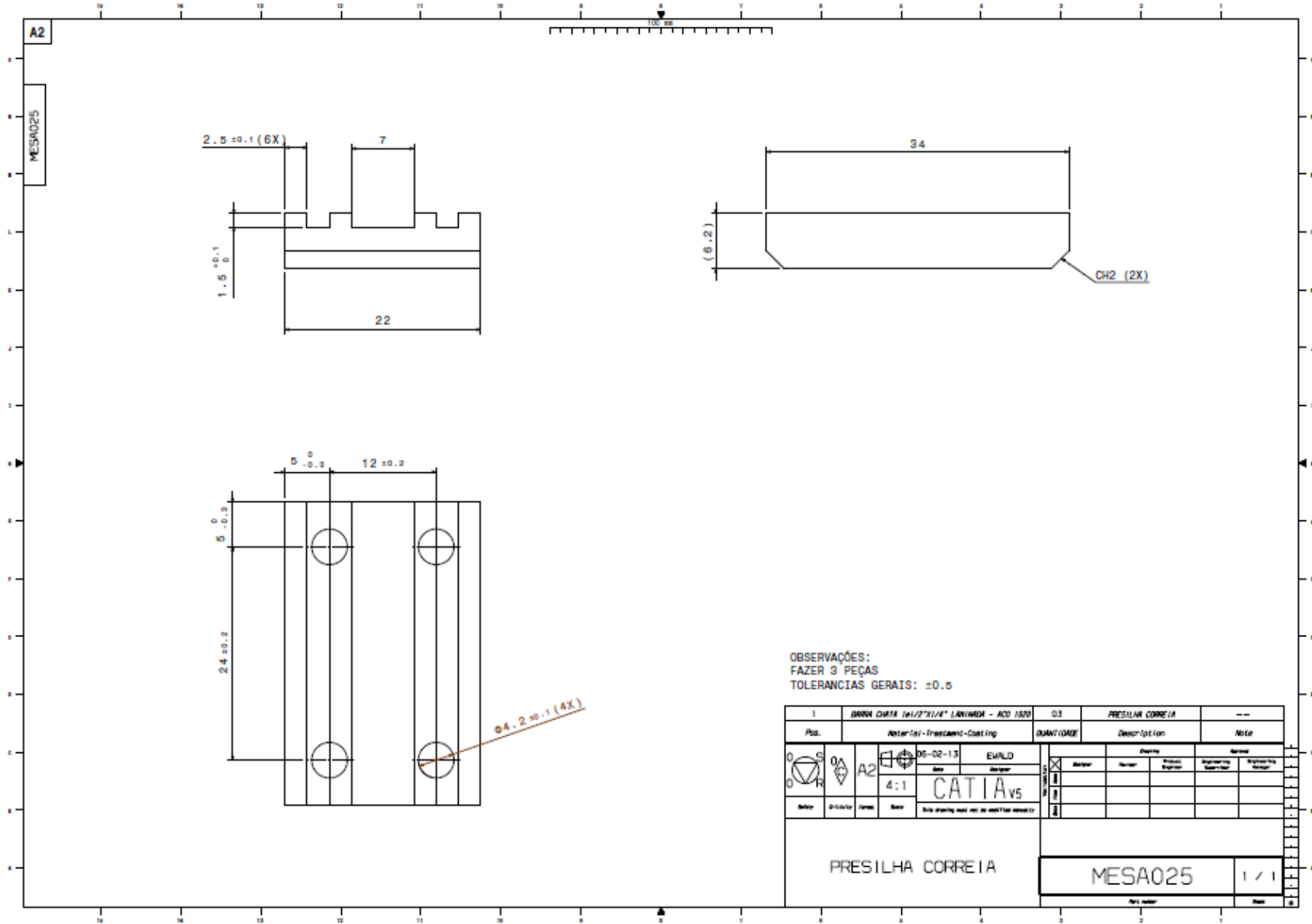






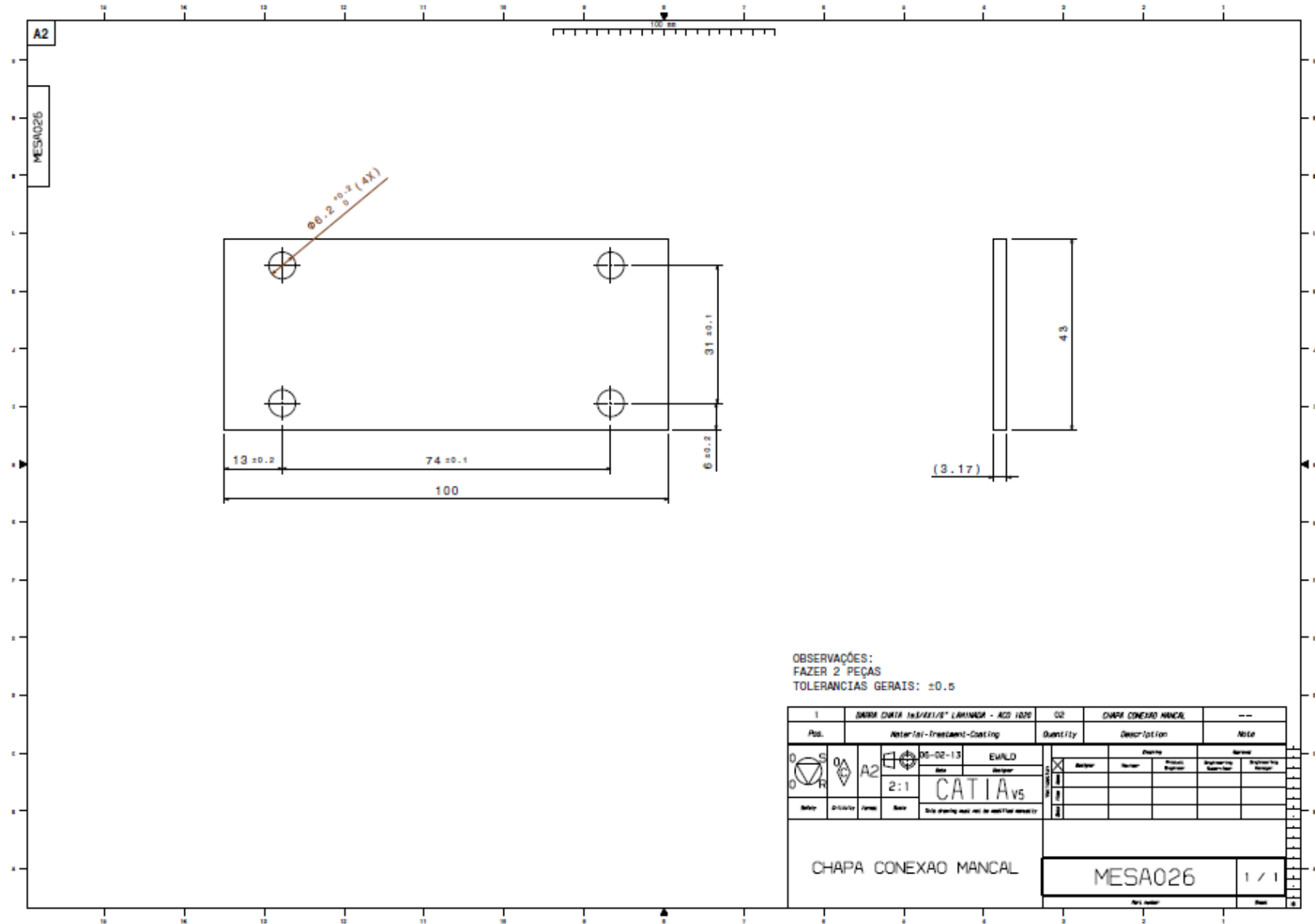
OBSERVAÇÕES:  
 FAZER 3 PEÇAS  
 TOLERANCIAS GERAIS: ±0.5

1		BARRA CHATA 25x25x2500 - ACO 1020		0.3	CHAPA PRESILHA		---
Pos.	Material - Treatment - Coating			QUANTIDADE	Descrição Item		
	05-02-13	EM/LO		<input checked="" type="checkbox"/> Designer <input type="checkbox"/> Checker <input type="checkbox"/> Project Engineer <input type="checkbox"/> Engineering Supervisor <input type="checkbox"/> Engineering Manager		<input type="checkbox"/> Designer <input type="checkbox"/> Checker <input type="checkbox"/> Project Engineer <input type="checkbox"/> Engineering Supervisor <input type="checkbox"/> Engineering Manager	
	4:1	CATIA v5					
Refer	Projeto	Nome	Site: www.empresa.com.br				
CHAPA PRESILHA				MESA024		1 / 1	
				Part number		Rev	



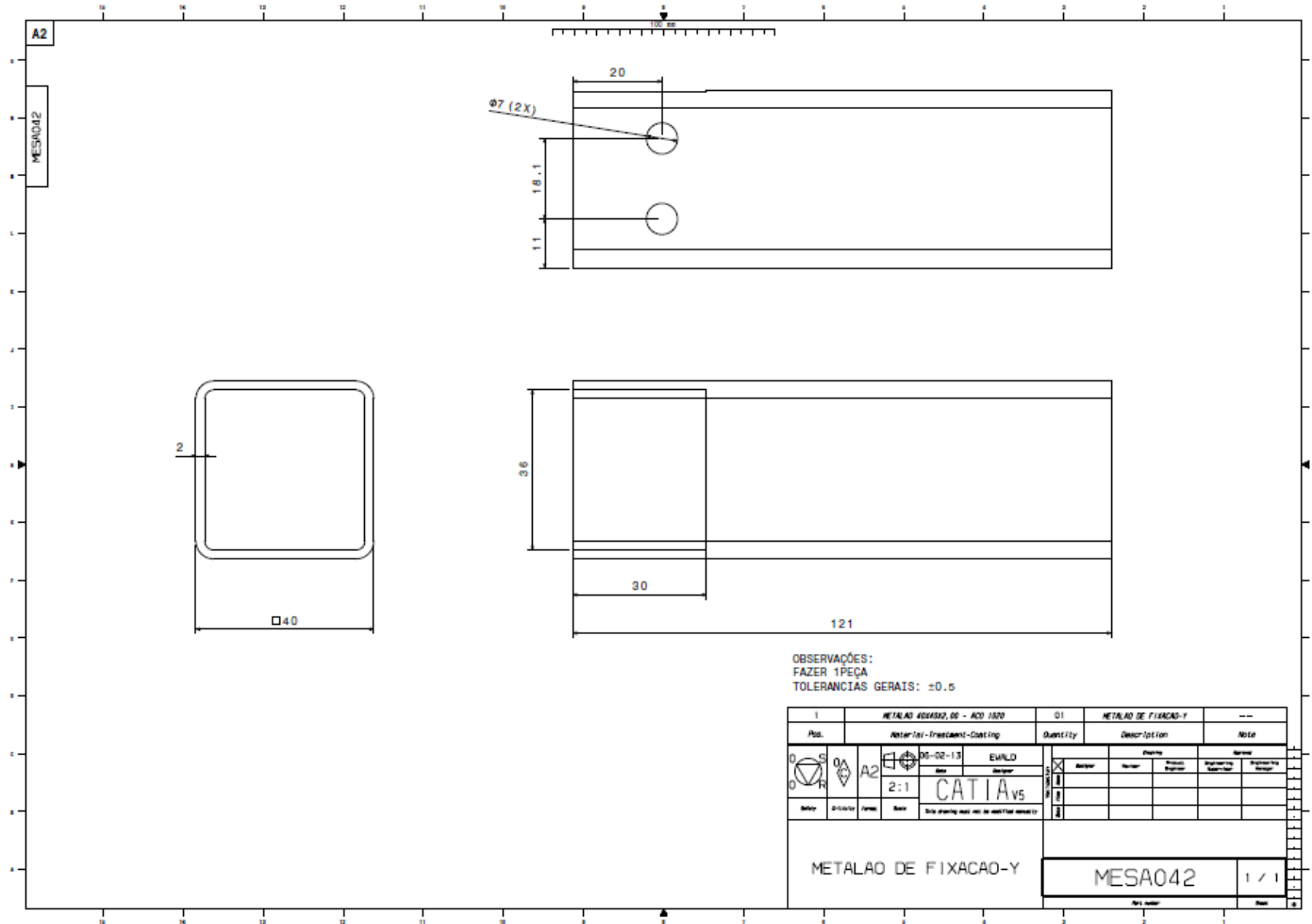
OBSERVAÇÕES:  
 FAZER 3 PEÇAS  
 TOLERANCIAS GERAIS: ±0.5

1	BARRA QUINA 20X20X1400 - Aço 1020			03	PRESILHA CORREIA		---
Pos.	Material - Treatment - Coating			QUANTIDADE	Description		Nº de
	05-02-13	ENALD		3 3 3 3	Design Review Process Engineer Engineering Supervisor Engineering Manager		
	4:1	CATIA v5					
Refer.	Quantity	Form	Note	This drawing must not be modified manually			
PRESILHA CORREIA					MESA025		1 / 1
					Rev. number	Date	



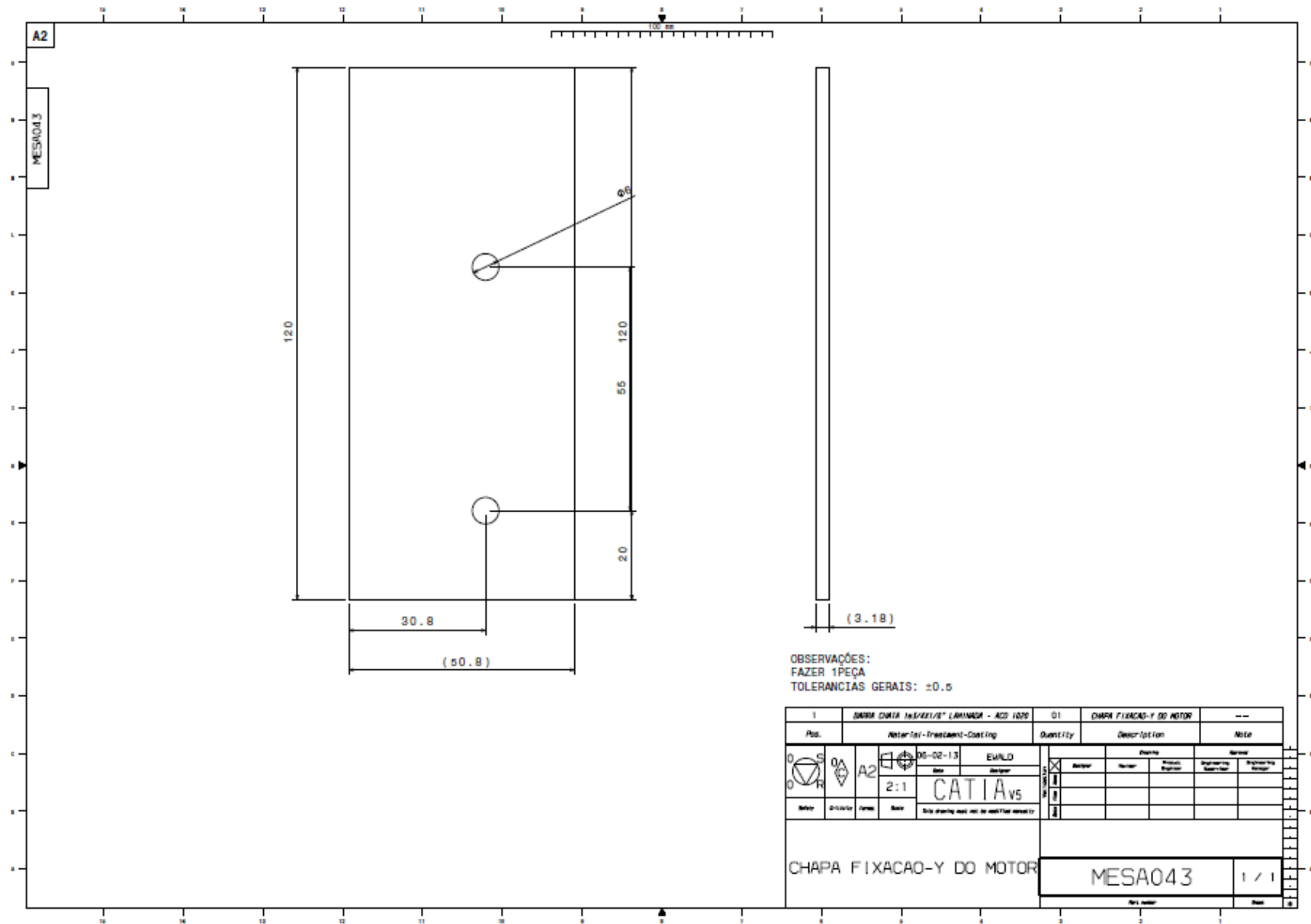
OBSERVAÇÕES:  
FAZER 2 PEÇAS  
TOLERANCIAS GERAIS: ±0.5

1	BARRA CUNTA 16X16X1,5* LAMINADA - Aço 1020		02	CHAPA CONEXAO MANCAL	--
Pos.	Material - Treatment - Coating		Quantity	Description	Note
	05-02-13	EWALD	<input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Finish <input type="checkbox"/> Heat Treatment <input type="checkbox"/> Mechanical Properties <input type="checkbox"/> Inspection		
	2:1	CATIA v5			
Refer.	Quantity	Form	Note	This drawing and all its modifications	
CHAPA CONEXAO MANCAL				MESA026	1 / 1
				Rev. number	Rev.



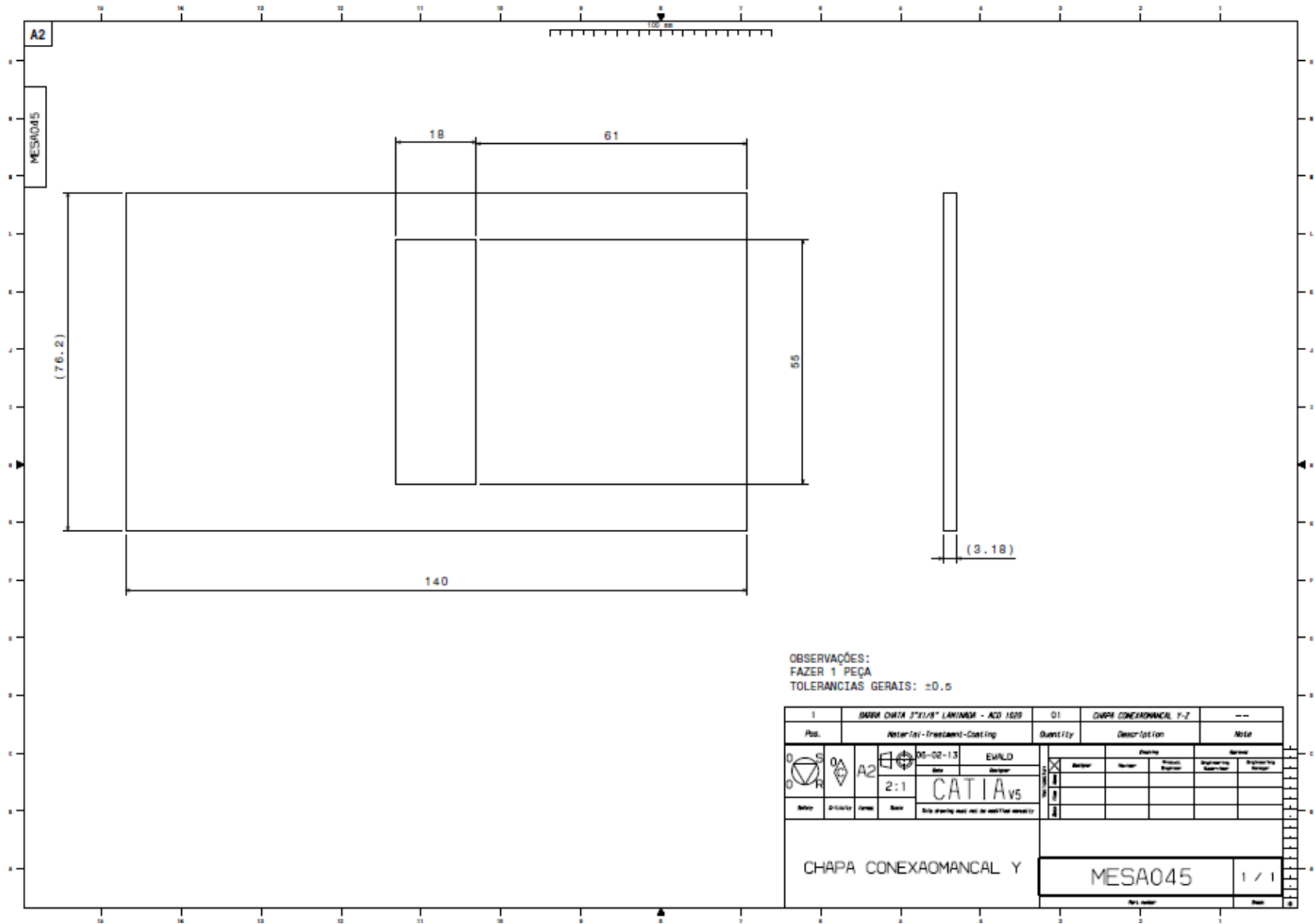
OBSERVAÇÕES:  
FAZER 1 PEÇA  
TOLERANCIAS GERAIS: ±0.5

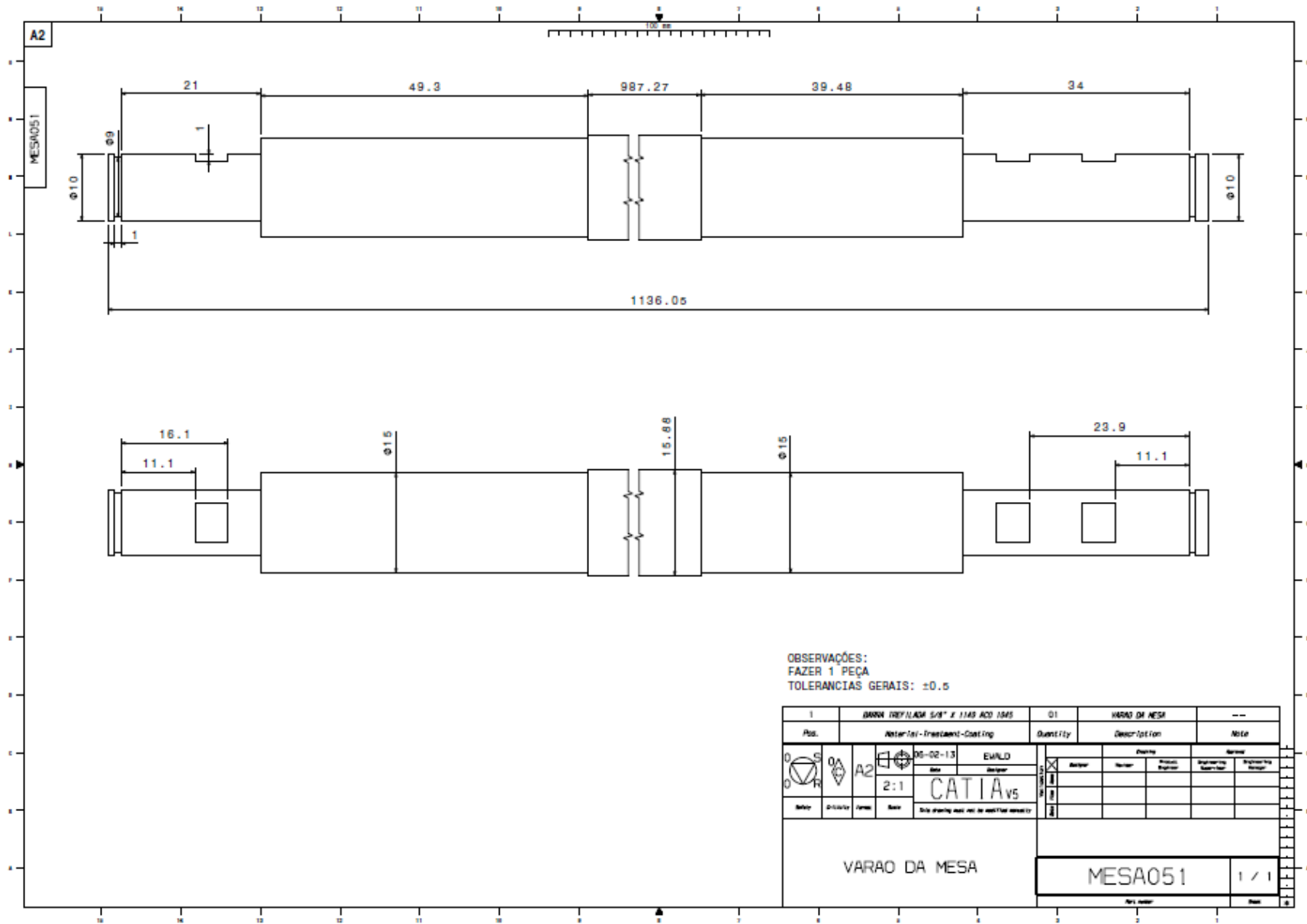
1	METALAO 40243A2,00 - ACO 1020	01	METALAO DE FIXACAO-Y	--
Abd.	Material - Treatment - Coating	Quantity	Description	Note
	05-02-13 EMILO Designer	<input checked="" type="checkbox"/> Author <input type="checkbox"/> Checker <input type="checkbox"/> Engineer <input type="checkbox"/> Designer	Project Engineer Supervisor Designer	
Note: This drawing must not be modified manually.	METALAO DE FIXACAO-Y		MESA042	1 / 1



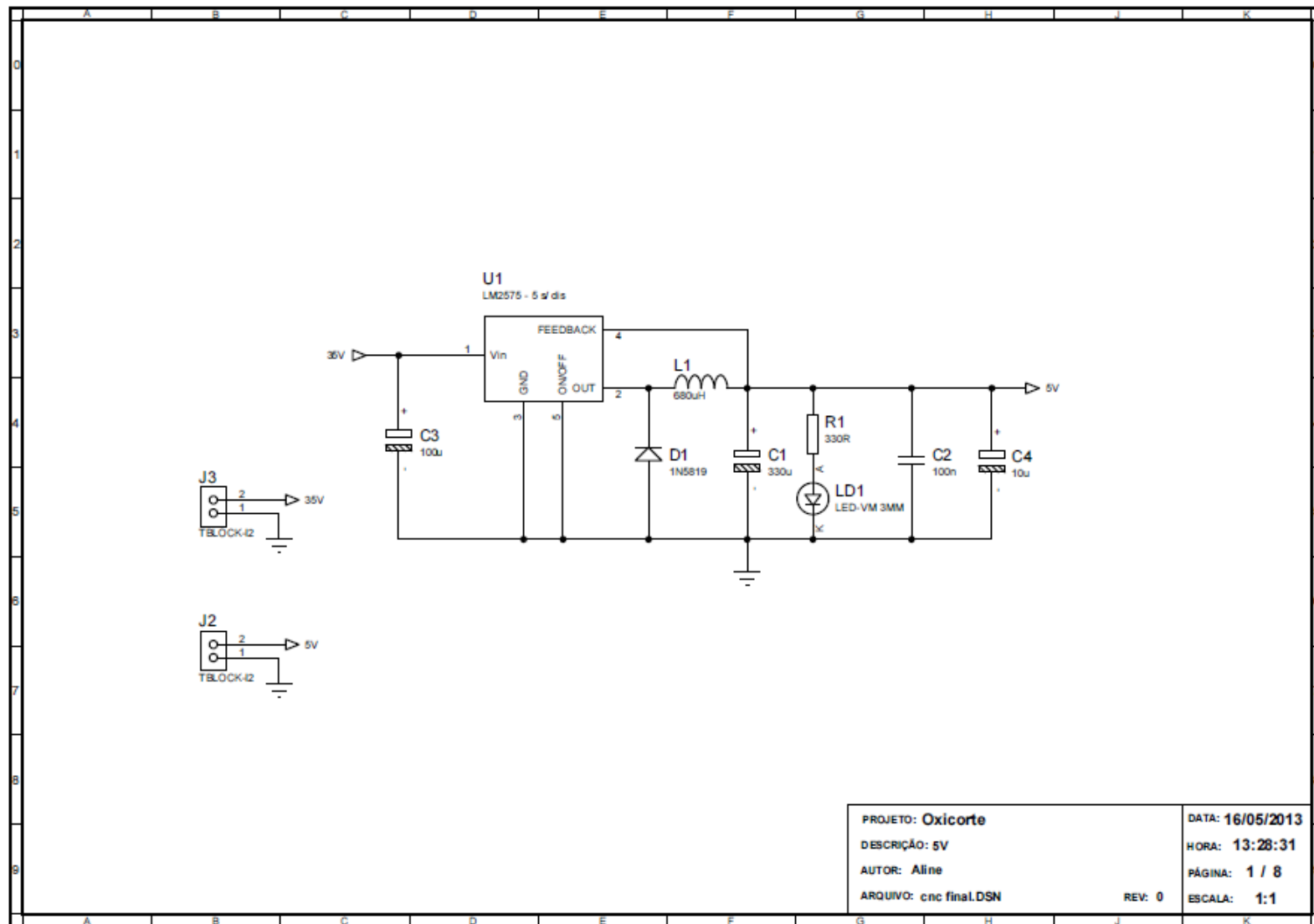
OBSERVAÇÕES:  
 FAZER 1 PEÇA  
 TOLERANCIAS GERAIS: ±0.5

1	CHAPA FIXACAO-Y DO MOTOR	01	CHAPA FIXACAO-Y DO MOTOR	--
Pos.	MATERIAL - Treatment - Coating	Quantity	Description	Note
0	05-02-13 Ewald	2		
0	2:1 CATIA v5	1		
0		1		
0		1		
CHAPA FIXACAO-Y DO MOTOR		MESA043		1 / 1

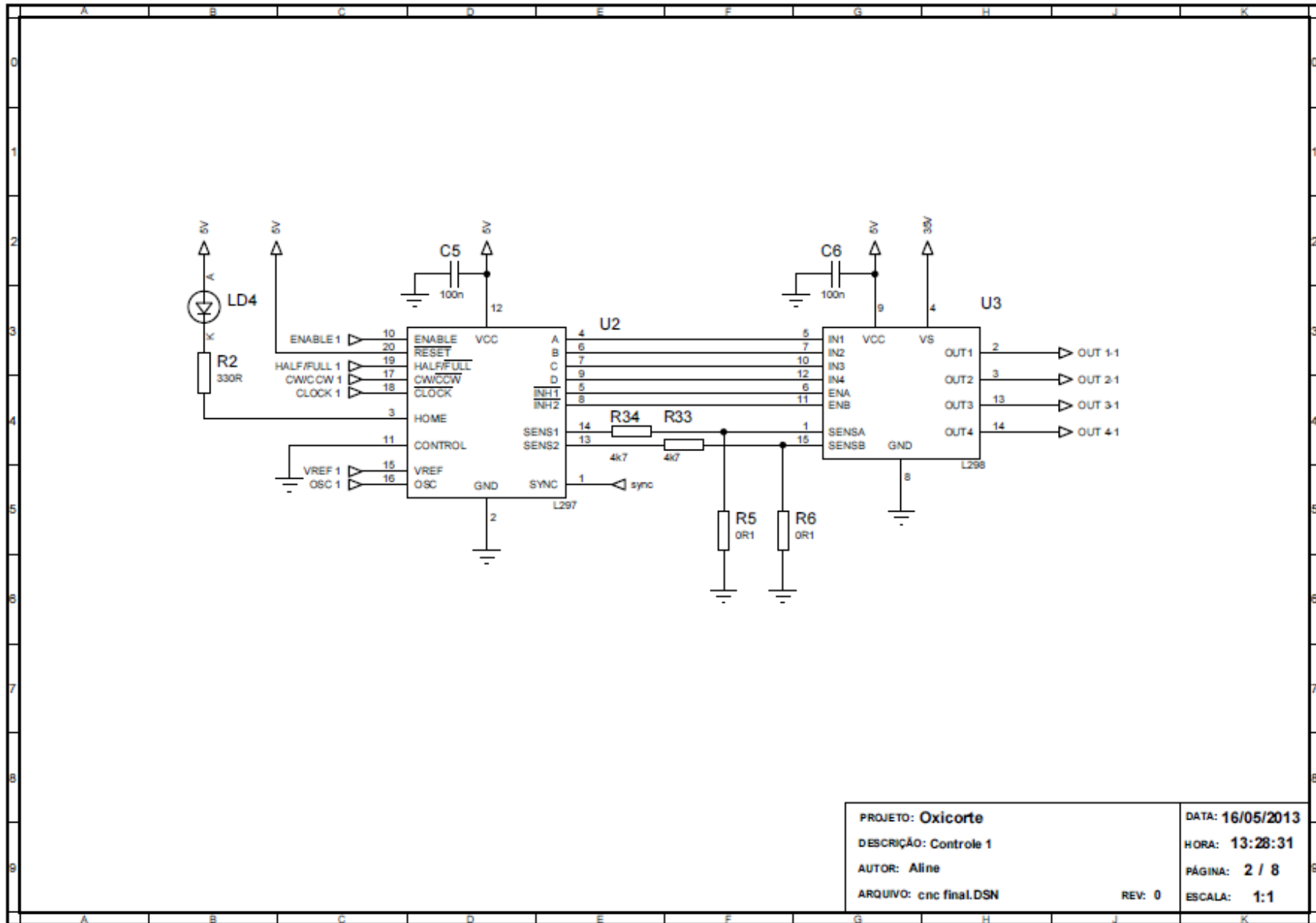


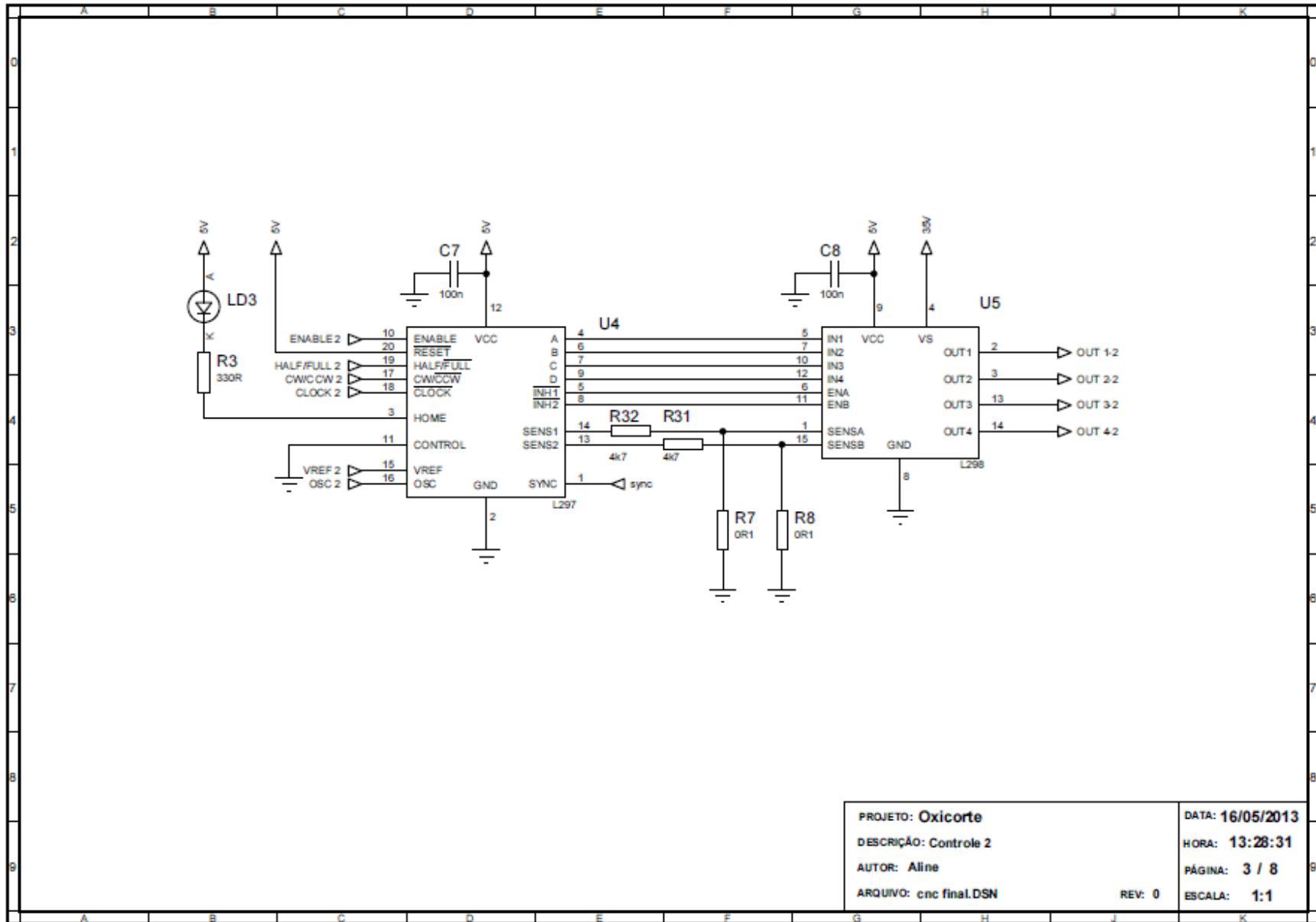


## APÊNDICE B - Projeto Eletrônico Detalhado

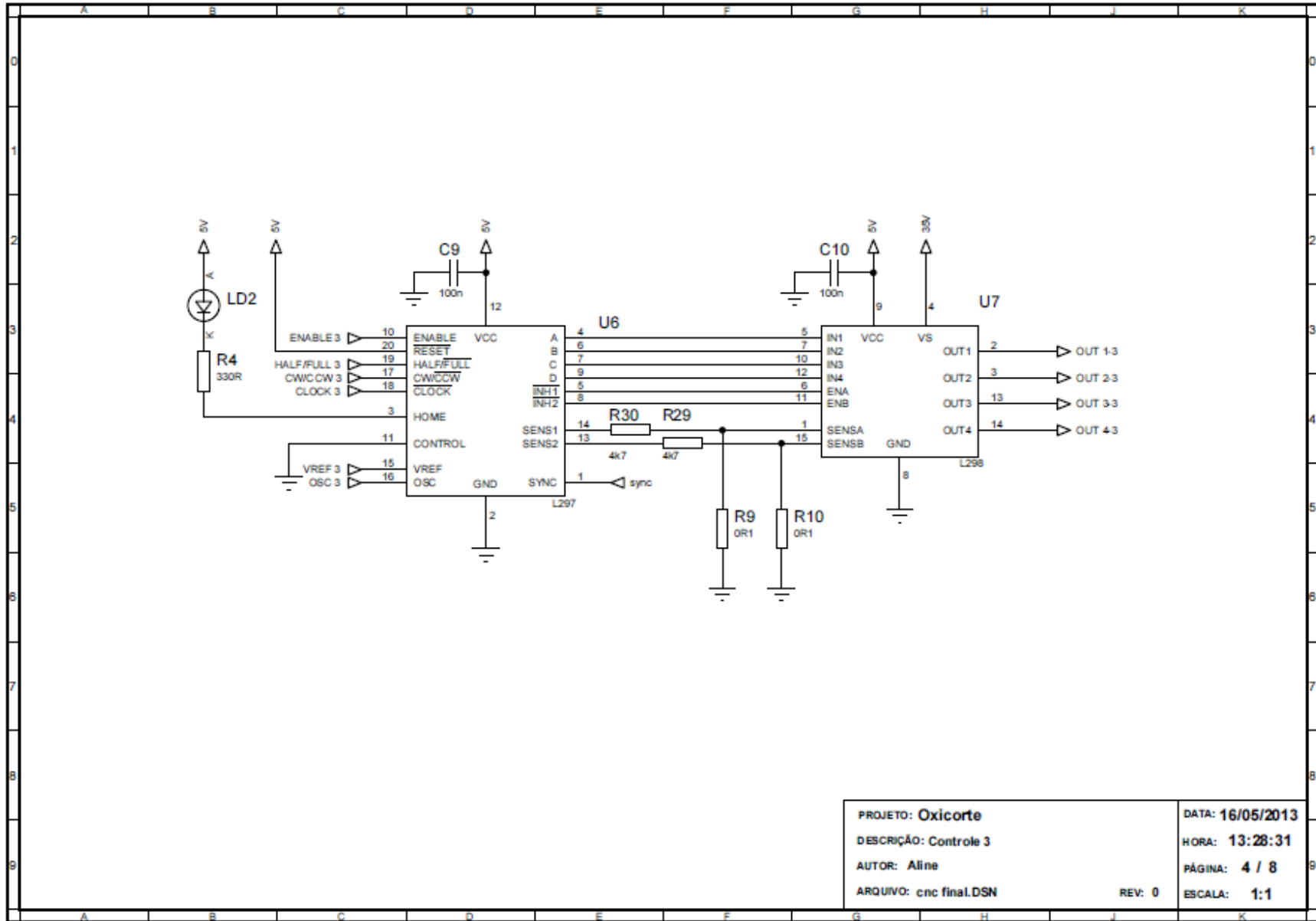




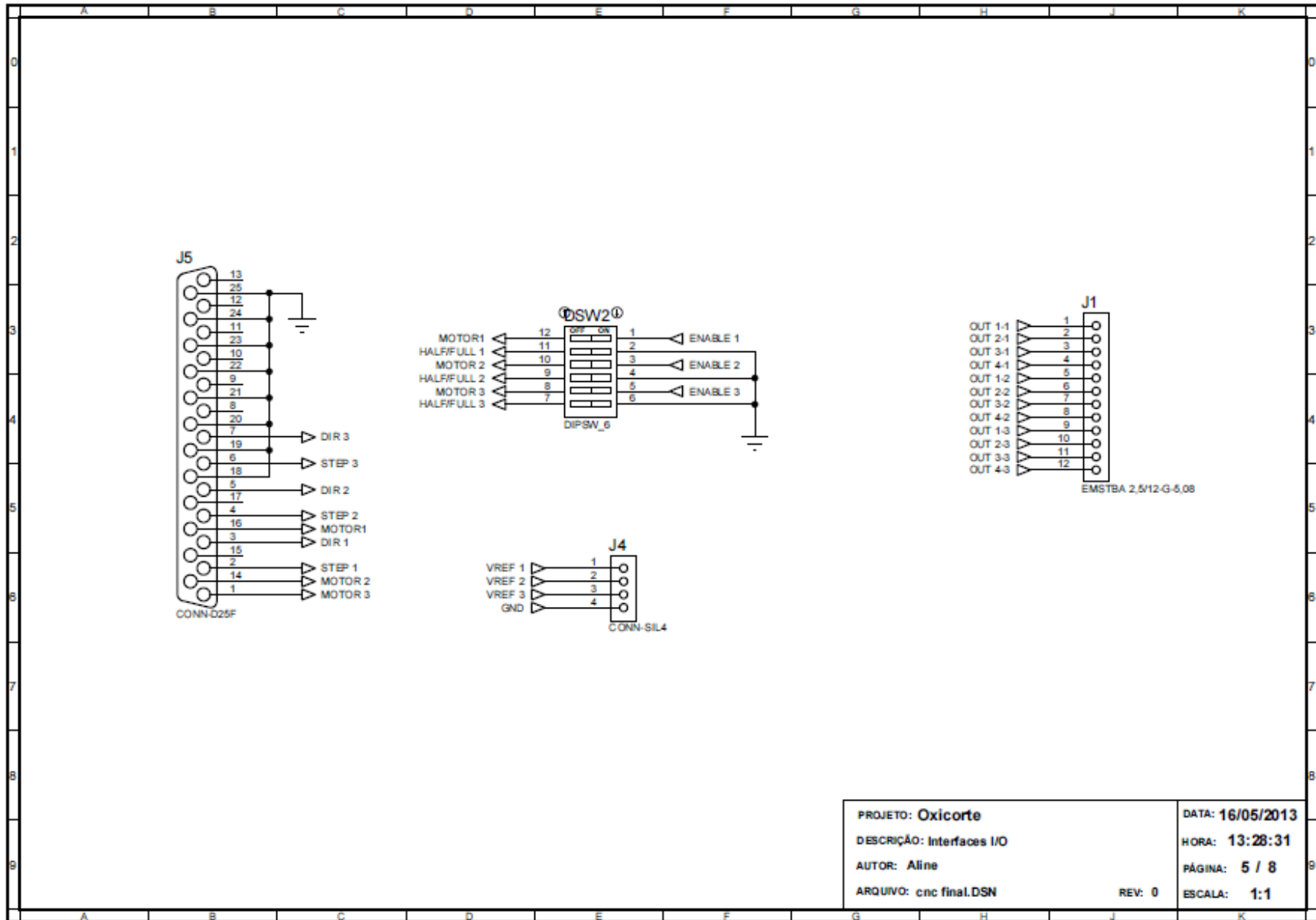




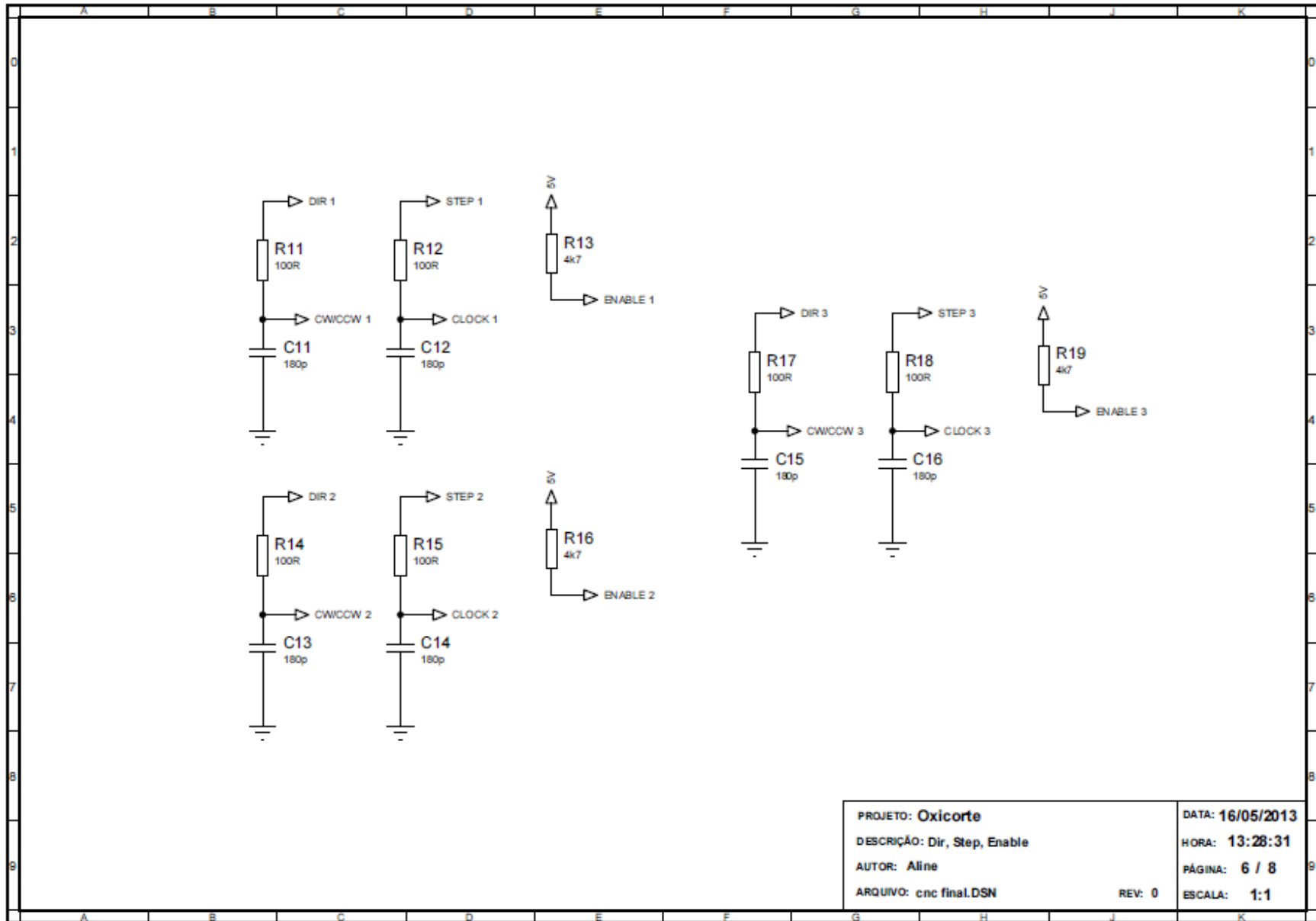
PROJETO: Oxicorte	DATA: 16/05/2013
DESCRIÇÃO: Controle 2	HORA: 13:28:31
AUTOR: Aline	PÁGINA: 3 / 8
ARQUIVO: cnc final.DSN	REV: 0
	ESCALA: 1:1

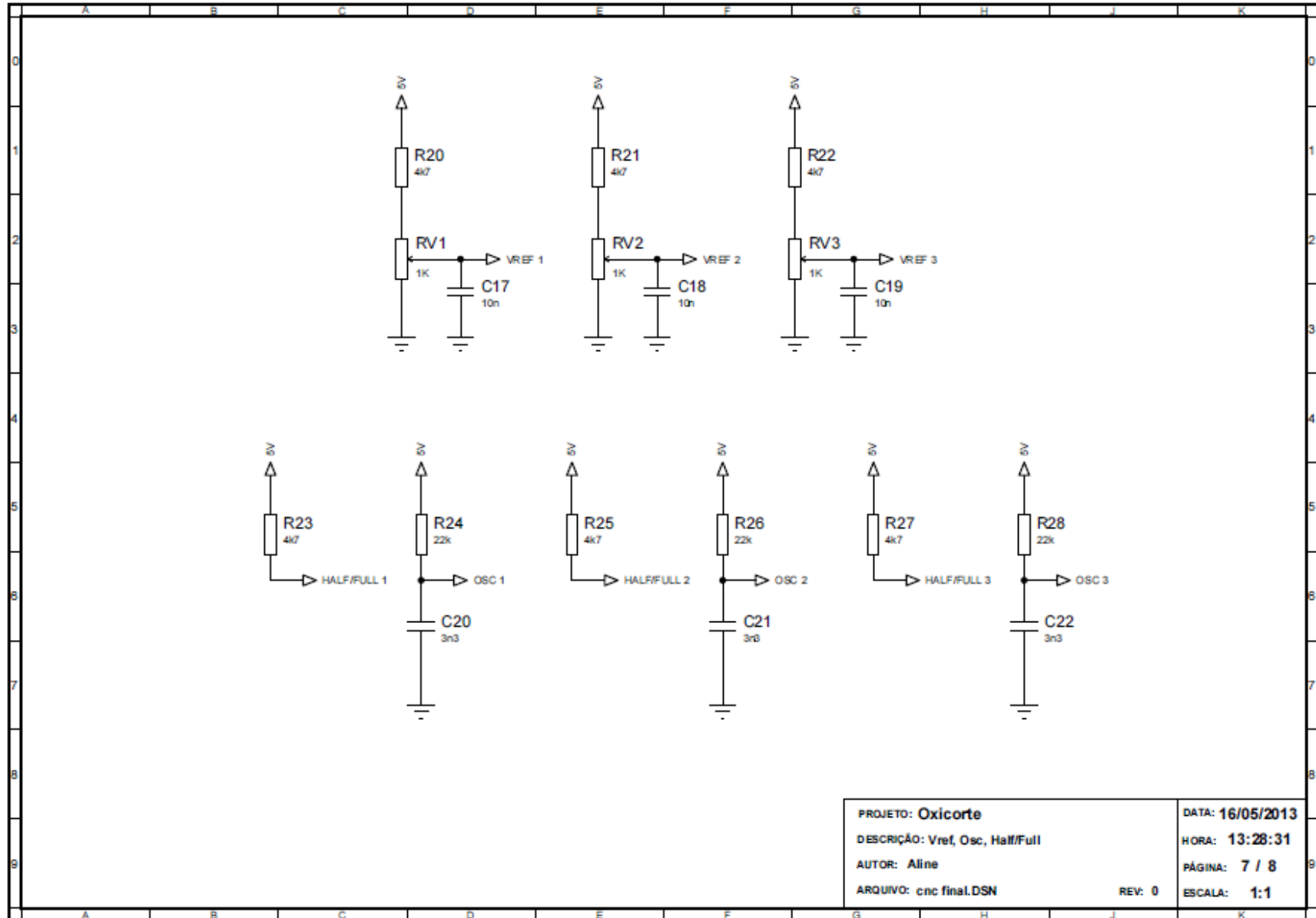


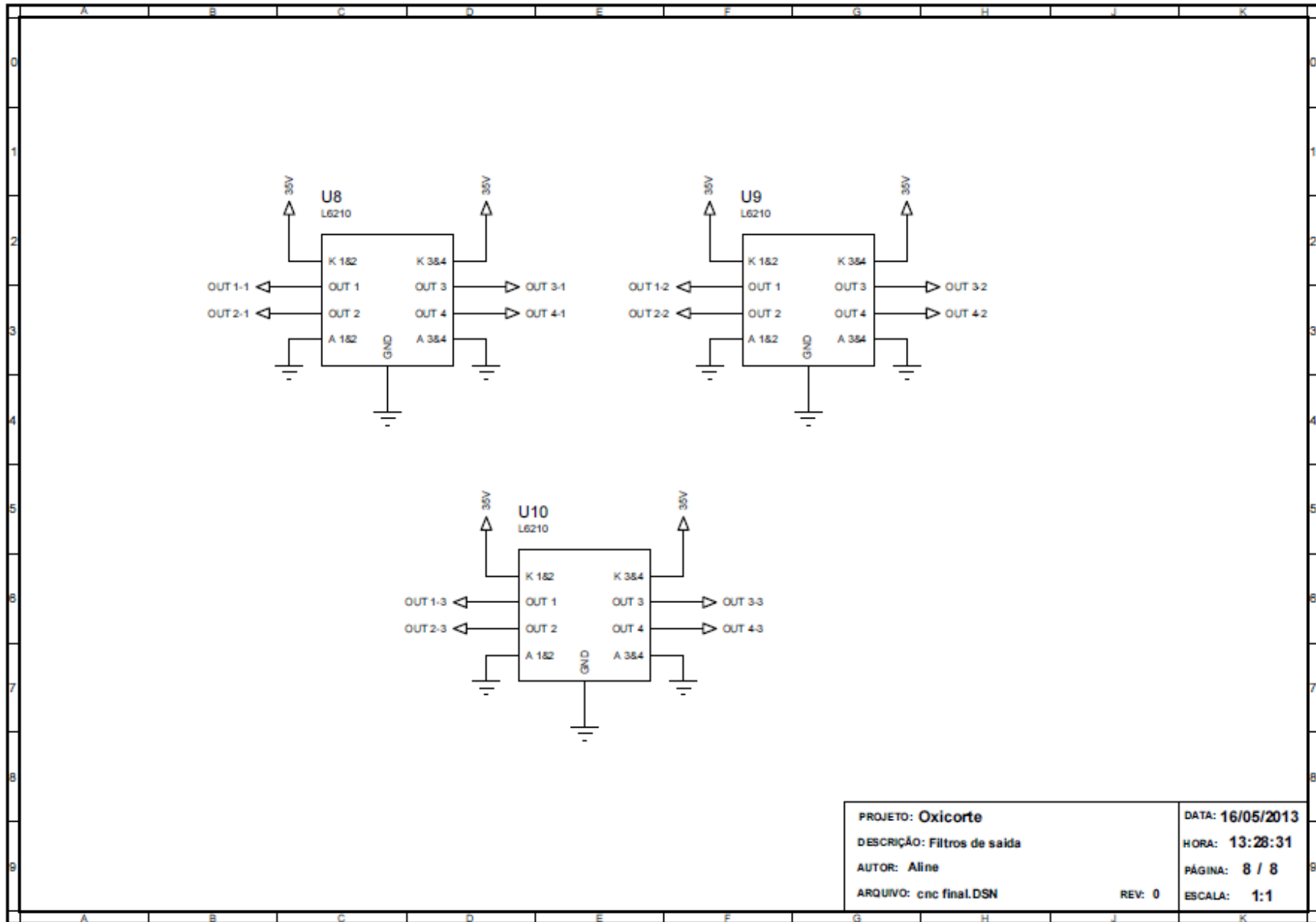
PROJETO: <b>Oxicorte</b> DESCRIÇÃO: <b>Controle 3</b> AUTOR: <b>Aline</b> ARQUIVO: <b>cnc final.DSN</b>	DATA: <b>16/05/2013</b> HORA: <b>13:28:31</b> PÁGINA: <b>4 / 8</b> ESCALA: <b>1:1</b>
--	--



PROJETO: Oxicorte	DATA: 16/05/2013
DESCRIÇÃO: Interfaces I/O	HORA: 13:28:31
AUTOR: Aline	PÁGINA: 5 / 8
ARQUIVO: cnc final.DSN	REV: 0
	ESCALA: 1:1







PROJETO: <b>Oxicorte</b>	DATA: <b>16/05/2013</b>
DESCRIÇÃO: <b>Filtros de saída</b>	HORA: <b>13:28:31</b>
AUTOR: <b>Aline</b>	PÁGINA: <b>8 / 8</b>
ARQUIVO: <b>cnc final.DSN</b>	REV: <b>0</b>
	ESCALA: <b>1:1</b>

## APÊNDICE C - Lista de Materiais e Processos

NIVEL	QTDE			DESCRIÇÃO	MATERIAL	FORNECEDOR	TRABALHO	MAQUINÁRIO	
	X1-X2	Y	TOTAL						
				COMPONENTES ABAIXO	-	-	ALINHAMENTO E MONTAGEM E PONTEAMENTO	SOLDA ELETRODO	
				COMPONENTES ABAIXO	-	-	ALINHAMENTO E MONTAGEM	ALINHAMENTO COM TODOS COMPONENTES	
1		2	1	3	CALHA	PERFIL U ENRIGECIDO 1200mm	ACOLAMI	FURACÕES E RASGOS	FURADEIRA E CORTE A DISCO
2		1	-	1	MOTOR 15KGFCM	MOTOR 15KGFCM	AKYAMA-NEOYAMA	-	-
3		1	1	2	SUPORTE MOTOR	PERFIL U ENRIGECIDO 90mm	ACOLAMI	FURACÕES E RASGOS	FURADEIRA E CORTE A DISCO
4		1	1	2	CHAPA-SUSTENTA-POLIA	BARRA CHATA 3"X1/8"X165mm	BARRANCO	FURACOES E CORTE DO MOTOR	FURADEIRA E CORTE A DISCO
5		4	2	6	CHAPA MANCAL1	BARRA CHATA 1e1/2"X3/8" X 75mm	BARRANCO	CORTE DA CHAPA	CORTE A DISCO
								FRESA E FURACOES DE 14,8 E OBLONGO	FRESA
								FURACAO D4, D6 E ROSCA M4 E M6	FURADEIRA
								RASGO E CHANFROS	CORTE A DISCO
6		1	1	2	POLIA SINCRONIZADA-MOTOR	BLANK POLIA SINCRONIZADA	ATI DO BRASIL	FURO D6,35	TORNO
								FURO DE D4 E ROSCA M4	FURADEIRA DE BANCADA, MACHO M4
7		1	1	2	POLIA SINCRONIZADA-1	BLANK POLIA SINCRONIZADA	ATI DO BRASIL	FURO D10 E FACEAMENTO	TORNO
								FURO DE D4 E ROSCA M4	FURADEIRA DE BANCADA, MACHO M4
8		2	1	3	POLIA SINCRONIZADA-2	BLANK POLIA SINCRONIZADA	ATI DO BRASIL	FURO D10	TORNO
								FURO DE D4 E ROSCA M4	FURADEIRA DE BANCADA, MACHO M4
9		2	1	3	GUIA 1-2	BLANK GUIA 1045 D1/2"X1100	BARRANCO	CORTE EM TAMANHO POUCO ACIMA DE 1020	CORTE A DISCO
								FACEAMENTO, CANAL E FURO D 7,5	TORNO, MACHO M8
10		2	1	3	GUIA 1-2-FURADA	BLANK GUIA 1045 D1/2"X1100	BARRANCO	CORTE EM TAMANHO POUCO ACIMA DE 1020	CORTE A DISCO
								FACEAMENTO, CANAL E FURO DE M8	TORNO, MACHO M8
								FURACÃO DE M4	FRESA



11 e 12	4	2	6	PE DE EIXO X	BARRA CHATA 1e1/2"X3/8" X 12mm	BARRANCO	CORTE DE BLANK E CANTOS	CORTE A DISCO	
							FRESA DE BASE E TOPO	FRESA	
							FURACOES E M4	FURADEIRA DE BANCADA, MACHO M4	
13	2	1	3	CORREIA	CORREIA PU T5	ATI DO BRASIL	CORTE	TESOURA	
14	2	1	3	POLIA LISA MONTADA	POLIA DE NYLON, ROLAMENTOS E ESPACADOR	-	MONTAGEM	-	
	14_1	2	1	3	POLIA LISA	BLANK DE NYLON D40mmX25mm	BARRANCO	FACEAR E TORNEAR	TORNO
	14_2	4	2	6	ROLAMENTOS	d8,D22X7mm (skate)	ROLAMENTOS	-	-
	14_3	2	1	3	ESPAÇADOR	BUCHA d8XD10X8mm	ATI DO BRASIL	-	-
15	2	1	3	CANTONEIRA-1-SIST TRACAO POLIA	CANTONEIRA 2"	DOAÇÃO	CORTAR	CORTE A DISCO	
							FURAR	FURADEIRA	
16	2	1	3	CANTONEIRA-2-SIST TRACAO POLIA	CANTONEIRA 2"	DOAÇÃO	CORTAR	CORTE A DISCO	
							FURAR	FURADEIRA	
17	1	1	2	CORREIA DO MOTOR	CORREIA PU T5 X 270mm	ATI DO BRASIL	-	-	
18	2	1	3	PORCA SOLDADA	PORCA SOLDADA	FERRAMENTAS GERAIS	-	-	
19	2	1	3	FLANGE DO VARAO D15	FLANGE DO VARAO D15	ATI DO BRASIL	CORTE	CORTE A DISCO	
							SOLDA	ELETRODO REVESTIDO	
20-21-22	6	3	9	CHAPA LACRE	BARRA CHATA 1e1/4"X1/8"X74mm CADA	BARRANCO	CORTE	CORTE A DISCO	
							SOLDA	ELETRODO REVESTIDO	
23	2	1	3	MANCAL EIXO-X	MANCAIS, BUCHAS E METALAO	BARRANCO	MONTAGEM	-	
	23_1	2	1	3	METALAO 40X20	METALAO 40X20X1,5	BARRANCO	CORTE	CORTE A DISCO
								FURAR	FURADEIRA
	23_2	4	2	6	PILLOW SUPERIORES	TARUGO 1e1/4" 1020 X 20mm	BARRANCO	CORTAR	CORTE A DISCO
								FRESAR	FRESA
								FURAR E ESCAREAR	FRESA
								MONTAR COM COLA METAL	-
	23_3	4	2	6	PILLOW INFERIORES	TARUGO 1e1/4" 1020 X 20mm	BARRANCO	CORTAR	CORTE A DISCO
								FRESAR	FRESA
								FURAR E ESCAREAR	FRESA
								MONTAR COM COLA METAL	-
23_4	4	2	6	BUCHAS FECHADAS	BUCHA d12,7D14,7X12mm	ATI DO BRASIL	ENCAIXAR(MOLDANDO)	-	
23_5	4	2	6	BUCHAS CORTADAS	BUCHA d12,7D14,7X12mm	ATI DO BRASIL	CORTAR E ENCAIXAR(MOLDANDO)	CORTE A DISCO	
24	2	1	3	CHAPA PRESILHA	BARRA CHATA 1e1/2"X3/8" X 24mm	BARRANCO	CORTE	CORTE A DISCO	

							FURAR E FAZER ROSCA M4	FURADEIRA DE BANCADA E MACHO M4	
25		2	1	3	PRESILHA CORREIA	BARRA CHATA 1e1/2"X1/4"X24mm	BARRANCO	CORTE	CORTE A DISCO
								FRESA E FURACOES	FRESA
26		2	-	2	CHAPA CONEXAO MANCAL	BARRA CHATA 1e3/4X1/8"X103mm	BARRANCO	CORTE	CORTE A DISCO
								FURACOES	FURADEIRA
27		4	4	8	PARAFUSO E PORCA PARA MOTOR	PARAFUSO ALLEN M5X15mm C/PORCA PORLOC	FERRAMENTAS GERAIS	-	-
28		8	4	12	PARAFUSOS PRENDER MANCAL EM CALHA	PARAFUSO ALLEN M4X10mm C/ARRUELA	FERRAMENTAS GERAIS	-	-
29		8	4	12	PARAFUSOS PRENDER MANCAL EM CALHA	PARAFUSO ALLEN M6X10mm	FERRAMENTAS GERAIS	-	-
30		4	2	6	ANEL TRAVA P GUIA	ANEL TRAVA EIXO 11mm	FERRAMENTAS GERAIS	-	-
31		4	2	6	PARAFUSO PRENDER AS GUIAS	PARAFUSO ALLEN M8X25mm CARRUELA	FERRAMENTAS GERAIS	-	-
32		8	4	12	PARAFUSO P PRENDER PES	PARAFUSO ALLEN M4X10mm CARRUELA	FERRAMENTAS GERAIS	-	-
33		4	2	6	PARAFUSO PES-GUIAS	PARAFUSO CONICO M4X 10mm	FERRAMENTAS GERAIS	-	-
34		6	3	9	PARAFUSOS PRENDER CANTONEIRA SIST FIX	PARAFUSO ALLEN M6X10mm	FERRAMENTAS GERAIS	-	-
35		2	1	3	PARAFUSO PUXAR CANTONEIRA SIST FIX	PARAFUSO ALLEN M8X20mm	FERRAMENTAS GERAIS	-	-
36		2	1	3	PARAFUSO PARA PORCA SOLDADA	PARAFUSO ALLEN M8X35mm	FERRAMENTAS GERAIS	-	-
37		16	8	24	PARAFUSO PILLOW SUPERIOR	PARAFUSO CONICO M4X 25mmOU30mm C/PORCA PORLOC	FERRAMENTAS GERAIS	-	-
38		16	8	24	PARAFUSO PILLOW INFERIOR	PARAFUSO CONICO M4X 25mm C/PORCA PORLOC	FERRAMENTAS GERAIS	-	-
39		8	4	12	PARAFUSO PRISILHA	PARAFUSO ALLEN M4X20mm	FERRAMENTAS GERAIS	-	-
40		6	3	9	PARAFUSO MOSQUINHA POLIAS	PARAFUSOS M4X10mm MOSQUINHA	FERRAMENTAS GERAIS	-	-
41		-	1	1	MOTOR 10KGFCM	MOTOR 10KGFCM	AKYAMA-NEOYAMA	-	-
42		-	1	1	METALAO DE FIXACAO-Y	METALAO 40X40X 154mm	BARRANCO	CORTAR	CORTE A DISCO
43		-	1	1	CHAPA FIXACAO -Y DO MOTOR	BARRA CHATA 1e3/4X1/8"X90mm	BARRANCO	CORTAR	CORTE A DISCO
44		-	2	2	CHAPA CONEXAO-Y	BARRA CHATA 1e3/4X1/8"X103mm	BARRANCO	CORTAR	CORTE A DISCO
								FURAR	FURADEIRA
45		-	1	1	CHAPA CONEXAO MANCAL-Y-Z	BARRA CHATA 3"X1/8"X100mm	BARRANCO	CORTAR	CORTE A DISCO
46		-	1	1	MANCAL DO MAÇARICO-1-ROSCA	TARUGO 1e1/4" 1020 X 60mm	BARRANCO	CORTAR	CORTE A DISCO
								FURAR E FAZER ROSCA M8	FURADEIRA DE

								BANCADA E MACHO M8	
47		-	1	1	MANCAL DO MAÇARICO-2-LISO	TARUGO 1e1/4" 1020 X 60mm	BARRANCO	CORTAR	CORTE A DISCO
								FURAR	FURADEIRA DE BANCADA
48		-	1	1	PINO DE SINCRONIZAÇÃO	BARRA TREFILADA 1020 DE D20mmX83mm	BARRANCO	CORTAR	CORTE A DISCO
								FACEAR E TORNEAR	TORNO
								FAZER RASGOS	CORTE A DISCO
49		-	1	1	MAÇARICO	MAÇARICO		-	-
50		-	2	1	MANIPULO MAÇARICO	MANÍPULO	ATI DO BRASIL	-	-
51		-	-	1	VARAO DA MESA	BARRA TREFILADA 1020 DE D20mmX1140mm	BARRANCO	CORTAR	CORTE A DISCO
								FACEAR E TORNEAR	TORNO
								FAZER RASGOS	CORTE A DISCO
52		-	-	2	METALAO 40X40 BASE	METALAO 40X40X1,5X1060mm	BARRANCO	CORTE	CORTE A DISCO
53		-	-	2	METALAO 40X20 FATIADO	METALAO 40X20X1,5X1060mm	BARRANCO	CORTE, FAZER 9 RASGOS	CORTE A DISCO
54		-	-	9	BARRA CHATA DA MESA	BARRA CHATA 7/8"X1/8"X1000mm	BARRANCO	CORTE	CORTE A DISCO
55		-	-	3	PE DA MESA	METALAO 40X40X1,5X90mm	BARRANCO	CORTE	CORTE A DISCO
56		-	-	8	PARAFUSO FIXAO EIXOS	PARAFUSOS ALLEN M6X10mm COM PORCA PORLOC	FERRAMENTAS GERAIS	-	-
57		-	-	3	ANEL TRAVA P POLIAS	ANEL TRAVA EIXO 8mm	FERRAMENTAS GERAIS	-	-

## APÊNDICE D - Orçamento

DESCRIÇÃO	FRONECEDOR	TOTAL
ELETRODO 6013 2,0	GM PARAFUSOS	R\$ 3,00
FERRO TREFILADO 1045 D5/8	BARRANCO FERRO	R\$ 18,08
BUCHA D12	ATI BRASIL	R\$ 4,26
COMBUSTIVEL	POSTO IPIRANGA	R\$ 20,00
ELETRODO 6013 2,0	GM PARAFUSOS	R\$ 10,00
DISCO PARA CORTE	GM PARAFUSOS	R\$ 7,20
LIXA PARA FURADEIRA	GM PARAFUSOS	R\$ 2,90
PARAFUSOS CABEÇA CILINDRICA	GM PARAFUSOS	R\$ 10,00
FERRO CHATO 1/8X3/4	BARRANCO FERRO	R\$ 20,70
FERRO CHATO 3/8X1 1/2	BARRANCO FERRO	R\$ 3,12
TUBO INDUSTRIAL QUADRADO 40X40	BARRANCO FERRO	R\$ 25,38
BARRA RETANGULAR ALUMINIO 1 1	BARRANCO FERRO	R\$ 3,60
VERGALHAO ALUMINIO QUADRADO	BARRANCO FERRO	R\$ 23,40
BARRA RETANGULAR ALUMINIO 1 1	BARRANCO FERRO	R\$ 1,80
SERVICOS DE CORTE	BARRANCO FERRO	R\$ 6,92
BUCHA D12	ATI BRASIL	R\$ 12,77
4-POLIA SINCRON T5 22	ATI BRASIL	R\$ 79,36
CORREIA PU T5 10	ATI BRASIL	R\$ 126,72
ANEL TRAVA D10	ATI BRASIL	R\$ 0,24
BUCHA D12	ATI BRASIL	R\$ 6,23
SERVICOS DE CORTE	BARRANCO FERRO	R\$ 0,88
SERVICOS DE CORTE	BARRANCO FERRO	R\$ 2,00
FERRO TREFILADO 1045 D1/2	BARRANCO FERRO	R\$ 22,88
FERRO MECANICO QUADRADO 1020 (MANCAL)	BARRANCO FERRO	R\$ 27,90
TUBO RETANGULAR 20X40	BARRANCO FERRO	R\$ 19,74
TUBO U ENRIGECIDO 75X40X15X2X6000mm	ACOLAMI	R\$ 60,00
CORREIA 260 T5/18	ATI BRASIL	R\$ 8,80
3-POLIA SINCRON T5 22	ATI BRASIL	R\$ 53,76
MANIPULO TM M10X50	ATI BRASIL	R\$ 1,91
BUCHA D12	ATI BRASIL	R\$ 8,52
CORREIA PU T5 10	ATI BRASIL	R\$ 58,08
BUCHA D8	ATI BRASIL	R\$ 5,24
ANEL TRAVA D11	ATI BRASIL	R\$ 0,52
ANEL TRAVA D8	ATI BRASIL	R\$ 0,18
MANCAL D15	ATI BRASIL	R\$ 38,08
BARRA CHATA 1/8X1 1/4	BARRANCO FERRO	R\$ 4,95
BARRA CHATA 1/8X2	BARRANCO FERRO	R\$ 3,60
BARAA CHATA 1/8X3	BARRANCO FERRO	R\$ 5,40
BARRA CHATA 3/ 16 X 3 1/2	BARRANCO FERRO	R\$ 4,73
BARRA CHATA 3/8 X 1 1/2	BARRANCO FERRO	R\$ 7,41
FERRO TREFILADO 1020 D20	BARRANCO FERRO	R\$ 15,68
FERRO TREFILADO 1/2	BARRANCO FERRO	R\$ 11,96
BARRA REDONDA DE NYLON	BARRANCO FERRO	R\$ 3,20
DISCO DE CORTE	BARRANCO FERRO	R\$ 20,50
ELETRODO 6013 2,5	BARRANCO FERRO	R\$ 10,50
PARAFUSOS EM GERAL	MAXIFUSO PARAFUSOS	R\$ 37,00
BROCA D4,2	GM PARAFUSOS	R\$ 5,20
BROCA D5	GM PARAFUSOS	R\$ 5,30
BROCA D6,3	GM PARAFUSOS	R\$ 8,00
PORCA M8	GM PARAFUSOS	R\$ 0,40
SERVICOS DE CORTE	BARRANCO FERRO	R\$ 4,00
SERVICOS DE CORTE	BARRANCO FERRO	R\$ 6,00
FERRO CHATO DE SEGUNDA	BARRANCO FERRO	R\$ 2,79
FERRO TREFILADO QUADRADO (PILLOW)	BARRANCO FERRO	R\$ 10,71
FERRO TREFILADO REDONDO(VARAO)	BARRANCO FERRO	R\$ 9,36
2 ROLAMENTOS APOIO EIXO	LOJA DOS ROLAMENTOS	R\$ 3,12

6 ROLAMENTOS DA POLIA	LOJA DOS ROLAMENTOS	R\$	19,92
LIXA DE FERRO 320	MAXIFUSO PARAFUSOS	R\$	4,00
BROCA 3,3 (M4)	MAXIFUSO PARAFUSOS	R\$	4,40
BROCA 6,8 (M8)	MAXIFUSO PARAFUSOS	R\$	9,70
MATERIAIS USINADOS	PASSAUNA USINAGEM	R\$	450,00
COLA ARALDITE	GM PARAFUSOS	R\$	22,00
DISCO DE CORTE	GM PARAFUSOS	R\$	2,90
DISCO DE LIXA	GM PARAFUSOS	R\$	2,40
ESTACIONAMENTO	BEST PARK	R\$	8,00
DISCO DE CORTE 4MM	MAXIFUSO PARAFUSOS	R\$	2,40
DISCO DESBASTE	MAXIFUSO PARAFUSOS	R\$	9,50
PARAFUSOS	GM PARAFUSOS	R\$	29,25
PARAFUSOS E FERRAMENTAS	MAXIFUSO PARAFUSOS	R\$	63,48
MOTORES	NEOYAMA	R\$	243,61
L297	BETA COMERCIAL	R\$	48,40
L298	PARESTECK	R\$	36,00
LEDS	BETA COMERCIAL	R\$	2,00
RESISTORES 1/4W	BETA COMERCIAL	R\$	8,00
CABO FLEXIVEL	BETA COMERCIAL	R\$	5,60
DB25	PARESTECK	R\$	1,90
CABO MANGA	PARESTECK	R\$	25,00
L6215	CENTERCOMP	R\$	67,00
RESISTORES 10W	PARESTECK	R\$	8,00
CAPACITORES	PARESTECK	R\$	10,00
BARRA DE PINOS	PARESTECK	R\$	0,55
BORNE KRE	PARESTECK	R\$	5,00
LM2575	PARESTECK	R\$	7,60
PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO	CIRCUITEL	R\$	150,00
CHAVE DIP 06	PARESTECK	R\$	1,60
SOQUETE TORNEADO 20 PINOS	PARESTECK	R\$	9,90
SENSORES FIM DE CURSO	BETA COMERCIAL	R\$	16,00
BOTÃO EMERGÊNCIA + CONTATO NF	IRMÃO ABAGE	R\$	18,00
INDUTOR	BETA COMERCIAL	R\$	2,00
DIODO	BETA COMERCIAL	R\$	0,45
ESTANHO	BETA COMERCIAL	R\$	3,00
	TOTAL	R\$	2.171,54