



Departamento de Engenharia Mecânica  
Universidade de Aveiro

**Projecto em Automação e  
Robótica Industrial**

**Relatório Final  
Fevereiro de 2011**

**Actuação da Direcção  
do ATLASCAR**

Tutoria: David Gameiro

Francisco Costa  
Nº Mec: 38165



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. IMPLEMENTAÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1. Projecto Mecânico.....</b>	<b>5</b>
<b>3.2. Projecto Eléctrico.....</b>	<b>7</b>
<b>3.3. Cliente TCP/IP e Interface GTK .....</b>	<b>7</b>
<b>4. MATERIAL ADQUIRIDO .....</b>	<b>9</b>
<b>5. INSTALAÇÃO DA COLUNA.....</b>	<b>10</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>- ANEXO I - .....</b>	<b>12</b>
<b>- ANEXO II - .....</b>	<b>17</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O projecto ATLASCAR, sediado no Departamento de Eng. Mecânica da Universidade de Aveiro, tem como missão desenvolver e implementar sistemas de condução autónoma no veículo homónimo. Um veículo considera-se de condução autónoma quando não necessita de um condutor humano para efectuar um percurso entre dois pontos predefinidos, estando devidamente preparado para “tomar decisões” sobre o modo como efectua esse percurso e sendo também capaz de lidar, até certo ponto, com situações imprevistas, como faria um condutor humano.

Este relatório documenta, com o nível de detalhe apropriado, o sistema de actuação da direcção do ATLASCAR, encontrando-se este já devidamente implementado no veículo. Este sistema de actuação é essencial em contexto de condução autónoma, tendo em conta que substitui uma actuação humana directa, quando o condutor vira o volante. Assim, o veículo tem que ser capaz de se “aperceber” do tipo de curva que tem que fazer e conseguir actuar sobre as rodas, fazendo com que estas tenham o ângulo de viragem necessário.

## 2. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

O sistema implementado assenta no controlo da coluna através de um motor, sendo que é a actuação desse motor, através de um sistema de transmissão, que permite girar a coluna. Foi também necessário, dado que se está a falar de condução autónoma, implementar um sistema de controle do motor em posição: o *input* do sistema é o ângulo desejado da coluna, e é necessário que o sistema se “aperceba” quando atinge esse ângulo. Assim, faz parte do sistema um potenciómetro, ligado à coluna, que envia para o controlador informação sobre o ângulo actual da coluna. O sistema está também desenvolvido para ser *compliant*, existindo um sensor de binário que detecta actuação humana no volante, enviando uma ordem ao sistema para não a contrariar. Deste modo, o controlo de todo o sistema é feito em malha fechada.

O funcionamento de cada uma das partes do sistema é explicado com mais detalhe na secção seguinte, no entanto, a Figura 1 mostra um diagrama explicativo.

De notar que, em vez de se dimensionar um motor para o controlo da coluna e realizar todo o projecto mecânico que isso implicava, optou-se por substituir a coluna original do ATLASCAR por uma que tivesse direcção assistida electricamente, podendo o motor dessa direcção ser utilizado para o efeito desejado. Este procedimento foi necessário devido ao facto deste sistema não existir na direcção original do carro.

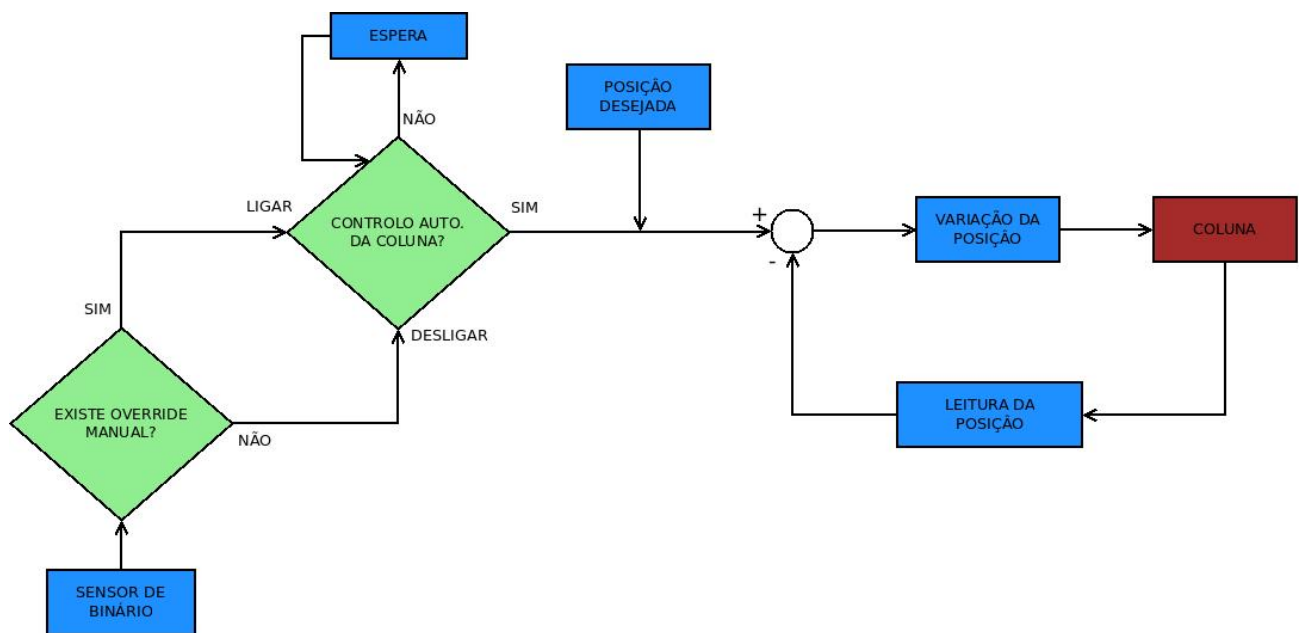


Figura 1: Funcionamento do Sistema

### 3. IMPLEMENTAÇÃO

A solução escolhida funciona de acordo com os seguintes aspectos:

**A. Motor e Controlador PID:** O motor, ligado à coluna, é controlado por um controlador PID, a que se aplica um sinal externo, calibrado de maneira a ser proporcional ao deslocamento angular a transmitir à coluna. Este controlador, devidamente programado, permite uma curva de resposta aceitável ao objectivo pretendido.

**B. Sensor e Realimentação:** Ao mesmo tempo que o controlador, ligado ao motor da coluna, lhe envia a tensão pretendida, um potenciómetro, ligado à coluna através de um sistema de polias, mede o deslocamento angular da coluna e realimenta o PID com um sinal proporcional a esse deslocamento. Assim, implementa-se o controlo em posição do motor.

**C. Actuação Humana:** Existe outro potenciómetro que mede o binário aplicado exteriormente à coluna, através do volante, permitindo ao sistema “saber” quando existe um condutor humano a controlar o veículo. Assim, a unidade de controlo sabe que não deve contrariar esta intervenção humana, desligando o motor nos momentos em que ela é detectada.

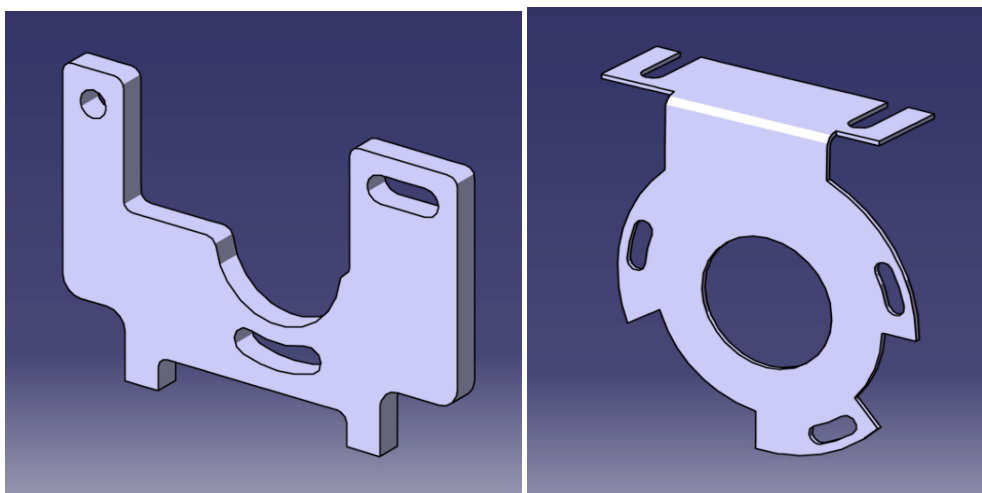
**D. Projecto Mecânico:** Tendo-se optado pela substituição da coluna actual do ATLASCAR, foi necessário fazer algumas modificações ao nível do habitáculo de modo a acomodar devidamente a nova coluna. Foi ainda necessário projectar o sistema de transmissão de movimento da coluna ao potenciómetro.

As secções seguintes apresentam e descrevem as tarefas de projecto eléctrico e mecânico realizadas no âmbito da implementação da nova coluna. Apresenta-se ainda um cliente TCP/IP, feito para permitir a comunicação com o sistema de controle da coluna, e a respectiva interface GTK.

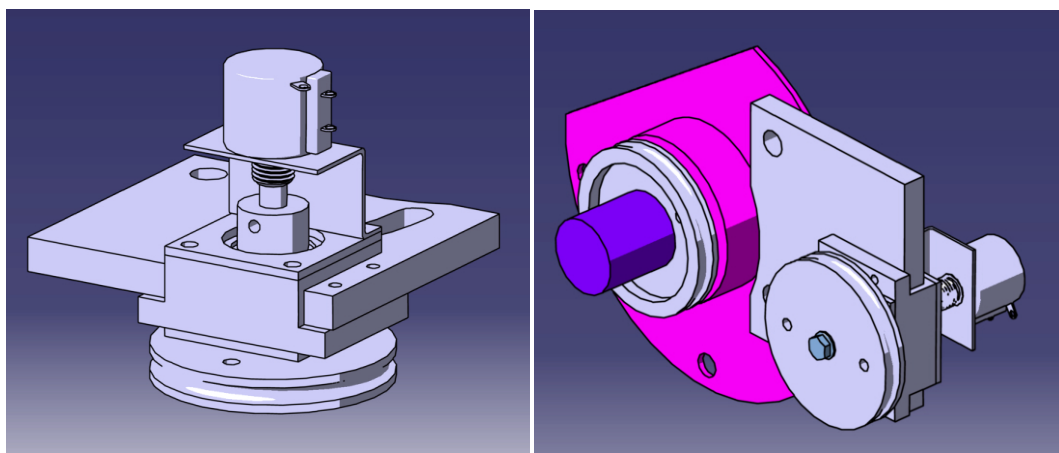
### **3.1. Projecto Mecânico**

Como se optou por adquirir uma nova coluna para o ATLASCAR, foi necessário desenhar dois suportes, um frontal e um traseiro, de modo a que esta pudesse ser fixada no habitáculo. A Figura 2 mostra estes suportes.

Foi também necessário desenhar um suporte para o potenciómetro e um sistema de transmissão, por polias, do movimento da coluna ao potenciómetro. A Figura 3 mostra todo este conjunto. Existe um conjunto de peças que fixam o potenciómetro e o veio a que este se liga, estando assente em rolamentos (alojados numa caixa). Do outro lado, o veio está ligado a uma polia, que por sua vez se liga a outra polia, fixa na coluna da direcção, por intermédio de um *O-Ring*. Deste modo garante-se que a rotação do potenciómetro é solidária com a da coluna.



*Figura 2: Suporte Frontal (esq.) e Suporte Traseiro (dir.)*



*Figura 3: Suporte para o Potenciómetro, Isolado (esq.) e Montado na Coluna da Direcção (dir.)*

Na imagem da direita da Figura 3 podemos ver todo o conjunto montado (não estando apenas representado o *O-Ring*). Pode ver-se, a magenta, o corpo da coluna, e a púrpura, o veio da coluna, a que está acoplada uma polia.

Os desenhos de definição de todas as peças encontram-se no Anexo II. A maioria das peças foi maquinada em Alumínio, na Oficina do DEM. Os suportes frontal e traseiro foram maquinados em Aço Inoxidável, exteriormente ao DEM.

### 3.2. Projecto Eléctrico

No Anexo I encontra-se o esquema eléctrico do projecto realizado. O sistema de actuação da direcção liga-se às seguintes cartas do PLC de monitorização do ATLASCAR:

- A. Entradas Analógicas:** a esta carta encontram-se ligados tanto o potenciómetro que mede a posição da coluna, como aquele que mede o binário externo aplicado ao volante.
  
- B. Saídas Digitais:** nesta carta é usada apenas uma das saídas, que envia um sinal ON/OFF para o controlador da direcção, caso se pretenda ligar ou desligar o motor da direcção.
  
- C. Saídas Analógicas:** nesta carta é também necessária apenas uma das saídas, que envia uma tensão de referência para o PID, variável conforme a posição que se deseja. É esta tensão que permite ao PID saber como posicionar correctamente a coluna.

### 3.3. Cliente TCP/IP e Interface GTK

Criou-se um cliente TCP/IP para comunicar com o sistema de controlo da direcção, de modo a que se possa realizar a actuação e monitorização das variáveis associadas. As Figuras 4 e 5 mostram este cliente em funcionamento e a respectiva interface GTK. O cliente foi testado em comunicação, via *Ethernet*, com o PLC da Siemens que será implementado no ALTASCAR.

Utilizou-se também o Doxygen para gerar a documentação este programa. A versão HTML encontra-se *online*, em <http://db.tt/vvqgkFR> .



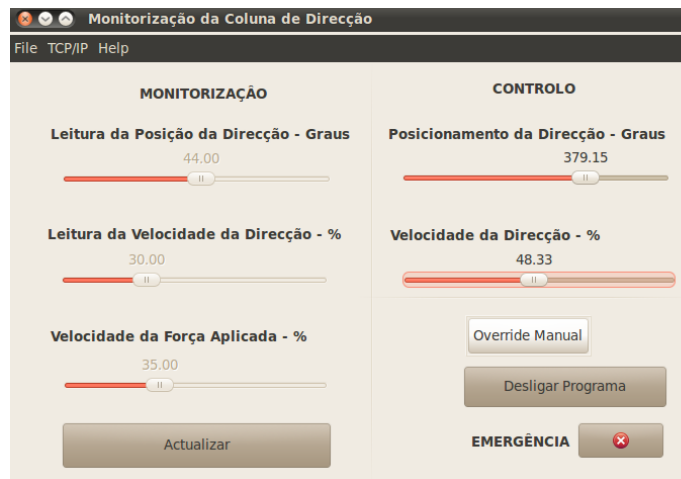


Figura 4: Interface GTK do Cliente

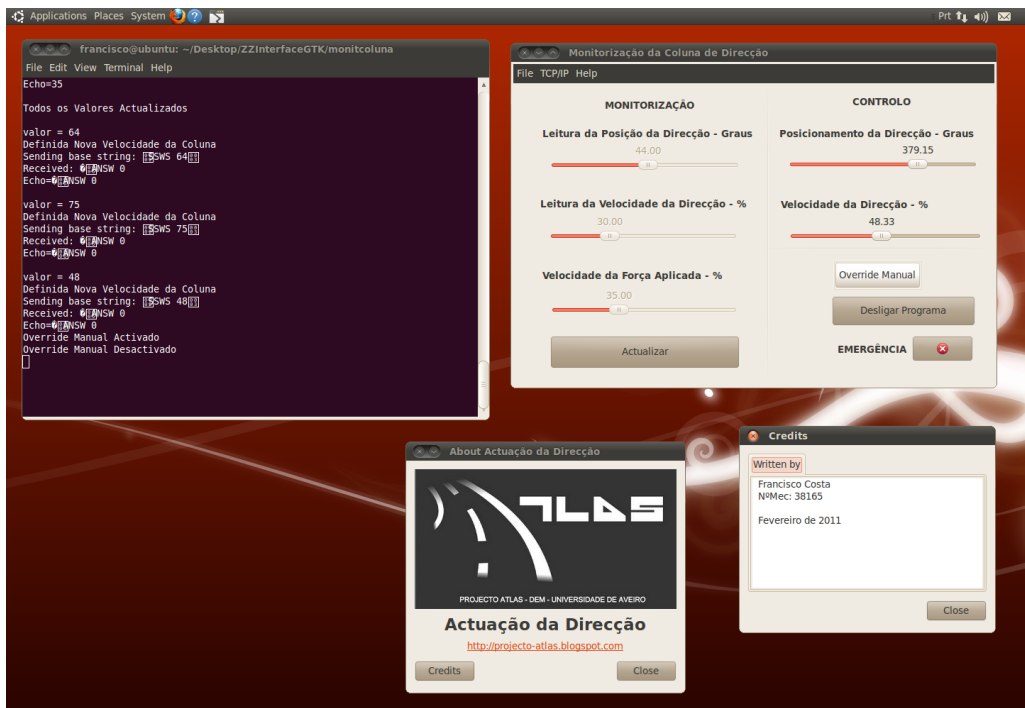


Figura 5: Cliente em Funcionamento

#### 4. MATERIAL ADQUIRIDO

Para além das peças maquinas, foi necessário adquirir mais alguns componentes:

- Nova coluna de direcção.  
Referência: coluna usada de um Opel Corsa B, assistida electricamente.  
Aquisição: foi adquirida numa loja de venda de peças usadas.  
Preço: 65€
- Controlador para o motor.  
Referência: RS 363-9645 / 1504 PANEL  
Aquisição: <http://pt.rs-online.com/web/search/searchBrowseAction.html?method=getProduct&R=3639645>  
Preço: 147,81€
- Potenciómetro de precisão, 10 voltas.  
Referência: 692-8538 / Bourns 3549S-1AA-502A  
Aquisição: <http://pt.rs-online.com/web/search/searchBrowseAction.html?method=getProduct&R=6928538>  
Preço: 20,01€
- Rolamentos (2 Unidades).  
Referência: 01S60002RS  
Aquisição: Trimáquinas, acessórios industriais, LDA.  
([www.trimaquinas.pt](http://www.trimaquinas.pt))  
Preço: 2 x 3,130€
- *O-Ring*.  
Referência: *O-Ring* 110x4 / 21OR1104  
Aquisição: Trimáquinas, acessórios industriais, LDA.  
([www.trimaquinas.pt](http://www.trimaquinas.pt))  
Preço: 1,40€

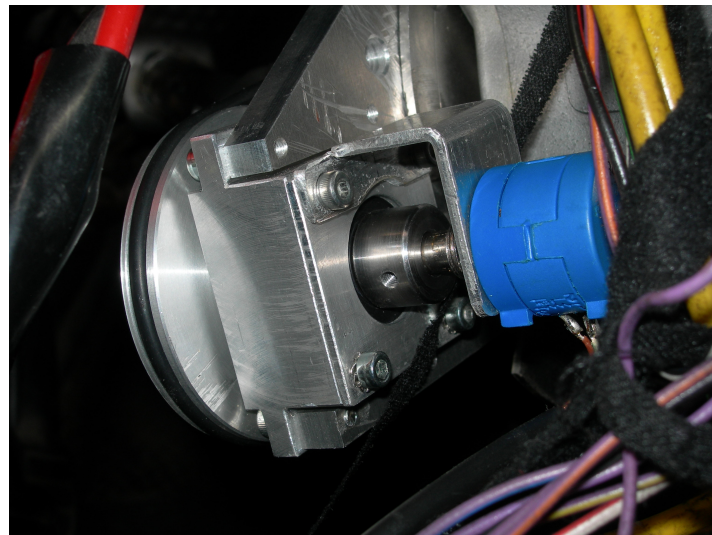
**TOTAL: 296,48€**

## 5. INSTALAÇÃO DA COLUNA

Actualmente, a coluna encontra-se já instalada no local definitivo, juntamente com o suporte do potenciómetro. As Figuras 6 a 8 mostram algumas fotografias da coluna.



*Figura 6: Suporte Frontal da Coluna*



*Figura 7: Potenciómetro e Respectivo Suporte*



*Figura 8: Instalação Definitiva da Coluna*

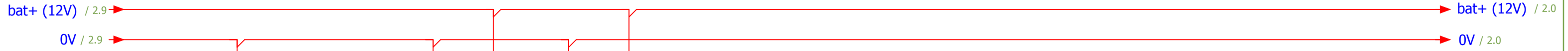
## **6. CONCLUSÃO**

Consideram-se cumpridos os principais objectivos deste trabalho, estando realizados o Projecto Mecânico e o Projecto Eléctrico e de Automação e tendo sido atingidos os níveis mínimos de implementação fixados. Foram ainda testadas as comunicações com o PLC utilizando o cliente TCP/IP desenvolvido.

A realização deste trabalho foi importante por ter permitido a aplicação de conhecimentos adquiridos anteriormente na construção da solução para um problema real de engenharia. Em concreto, permitiu aprofundar os conhecimentos em linguagem C adquiridos durante as aulas de PARI. Em geral, considera-se que aquilo que foi apreendido neste projecto poderá ter grande utilidade em trabalhos futuros, tanto em contexto académico como industrial.

**- ANEXO I -  
- PROYECTO ELÉCTRICO -**





SensorPosicao

SensorBinario

PLC1  
/3.0  
/4.0

0V

IW00

IW01

SIEMENS - 6ES7 232-4HA30-0XB0 - Entradas Analógicas

			Data	07-02-2011	Condução Autónoma - Direcção do ATLASCAR	DEM - UA	Entradas Analógicas	=	+
			Editor.	Francisco Costa					
			Verif						
Alteração	Data	Nome	Orig		Em substituição de	Substituído por			
								IEC_bas001	Folha 2
									Folha 4



PLC1  
/2.0  
/4.0

SIEMENS - 6ES7 232-4HA30-0XB0 - Saídas Analógicas

0V

QW00

Controlador da Direcção

PID

ReléON/OFF

4.4 / ON/OFF

Sinal ON/OFF originário de uma Saída Digital do PLC

MotorColuna

M

bat+ (12V) / 3.8

0V / 3.8

bat+ (12V) / 3.0

0V / 3.0

Data	07-02-2011		
Editor.	Francisco Costa		
Verif.			
Alteração	Data	Nome	Orig

Condução Autónoma - Direcção do ATLASCAR

DEM - UA



Saídas Analógicas

IEC\_bas001

Folha 3

Folha 4



PLC1  
/2.0  
/3.0

SIEMENS - 6ES7 232-4HA30-0XB0 - Saídas Digitais

OV

Q00

ON/OFF / 3.9

Sinal ON/OFF para o Controlador da Direcção

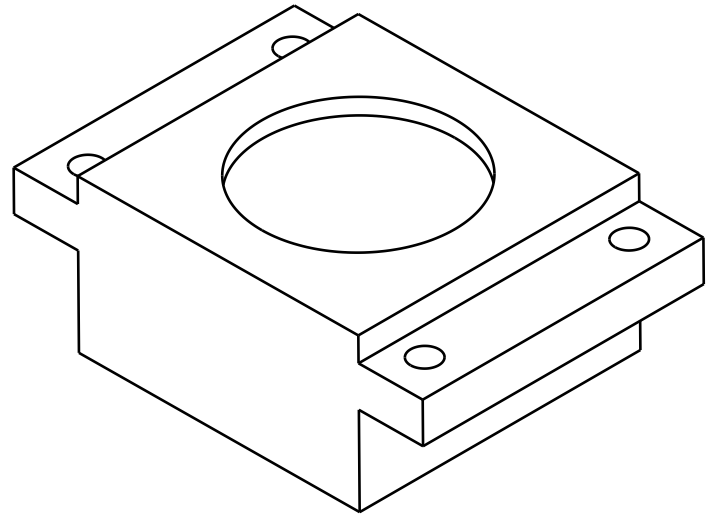
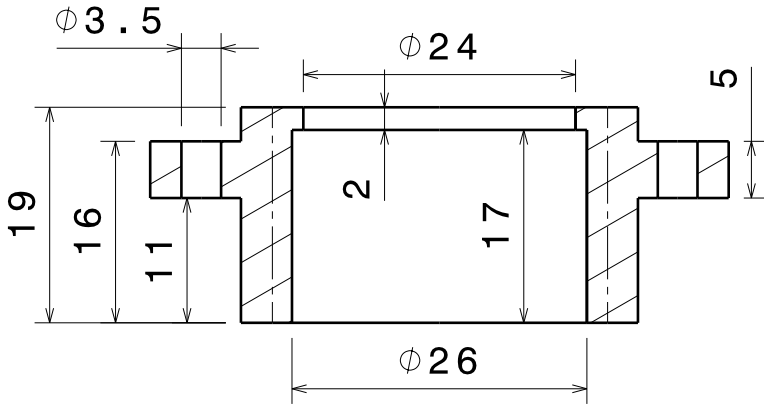
OV / 4.8

OV / 4.0

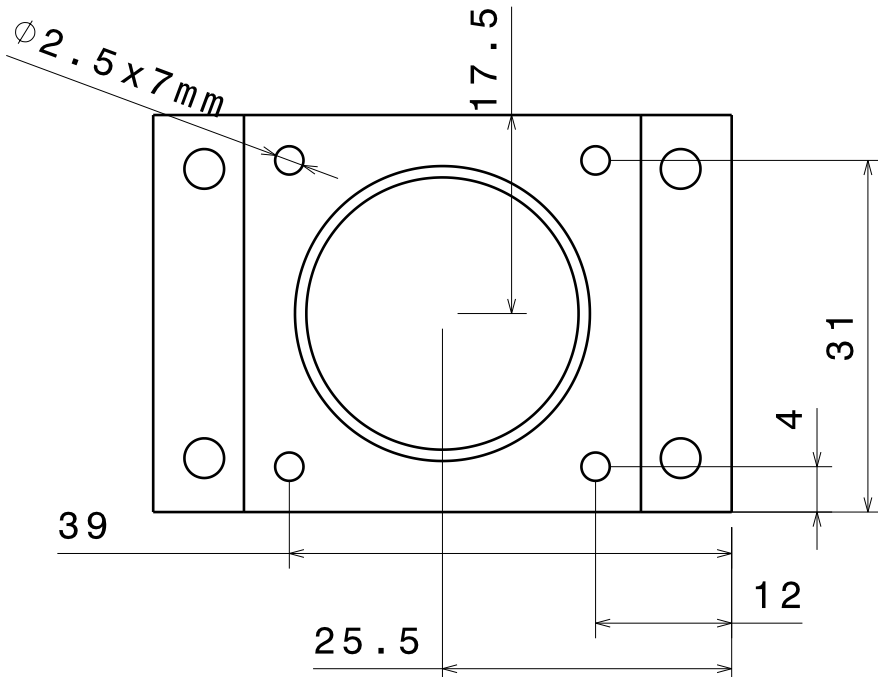
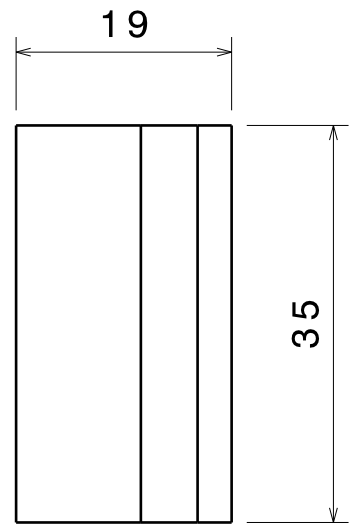
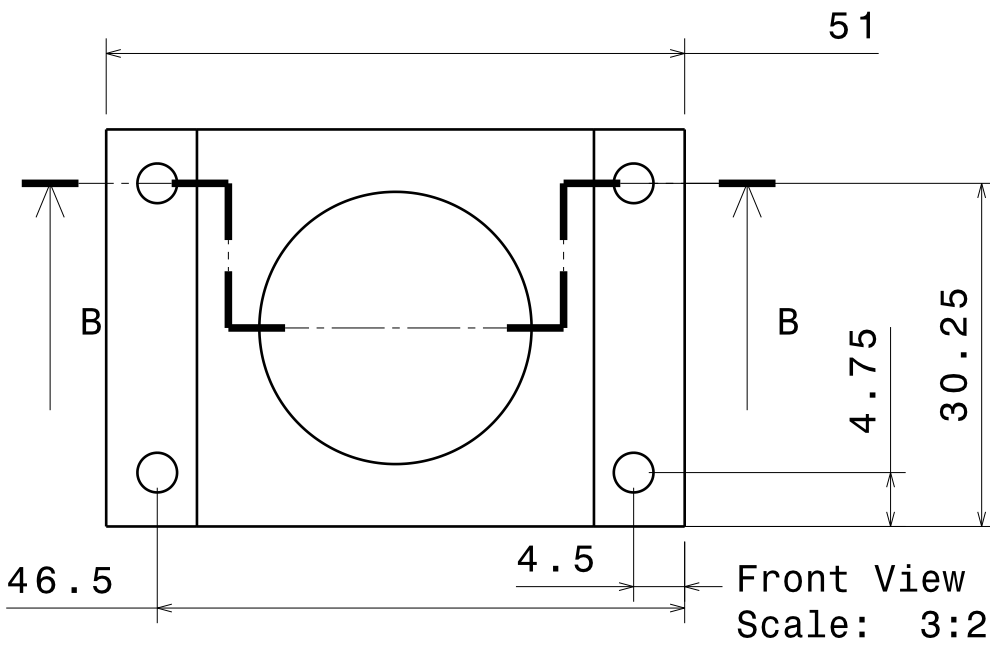
			Data	07-02-2011	Condução Autónoma - Direcção do ATLASCAR	DEM - UA		Saídas Digitais	IEC_bas001	Folha 4	
			Editor.	Francisco Costa							=
			Verif								+
Alteração	Data	Nome	Orig		Em substituição de	Substituído por				Folha 4	

**- ANEXO II -  
- PROJECTO MECÂNICO -**

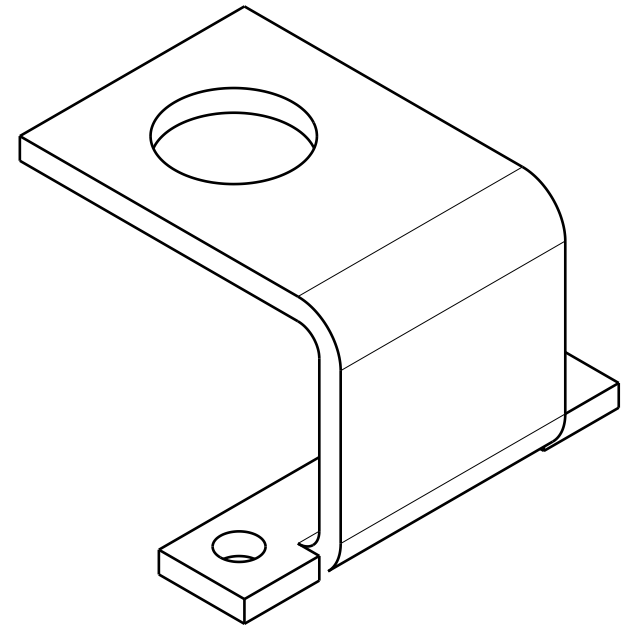
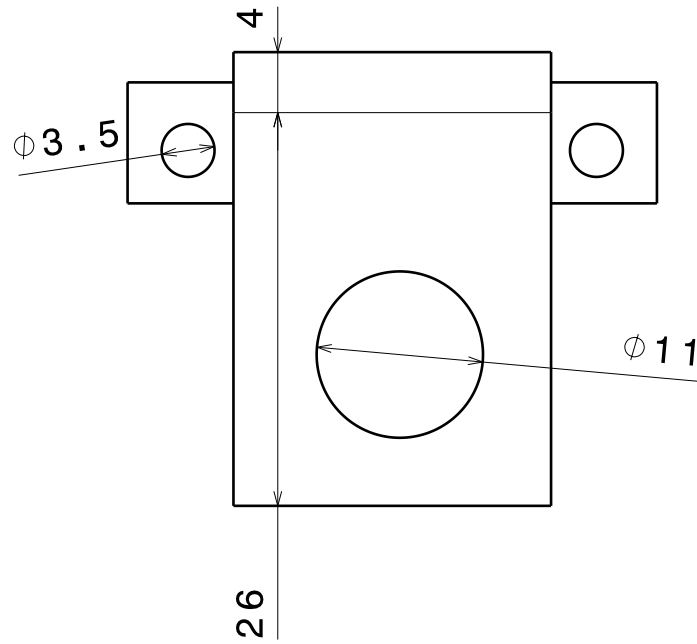
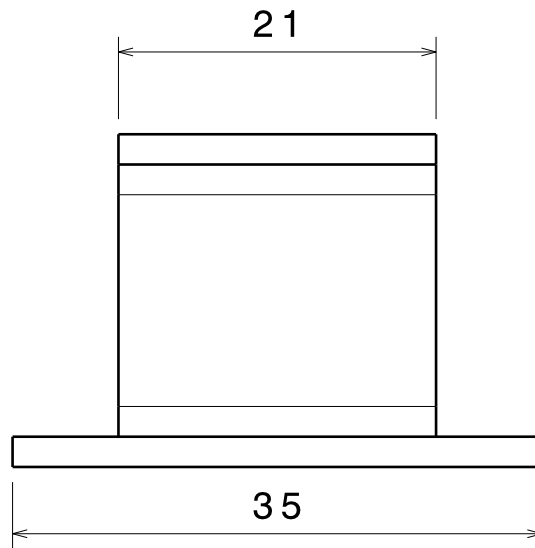
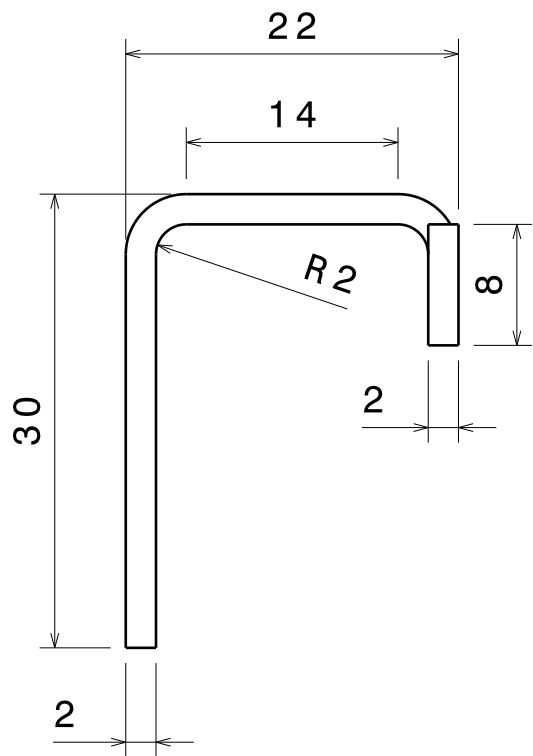
Section view B-B  
Scale: 3:2



Isometric view  
Scale: 3:2



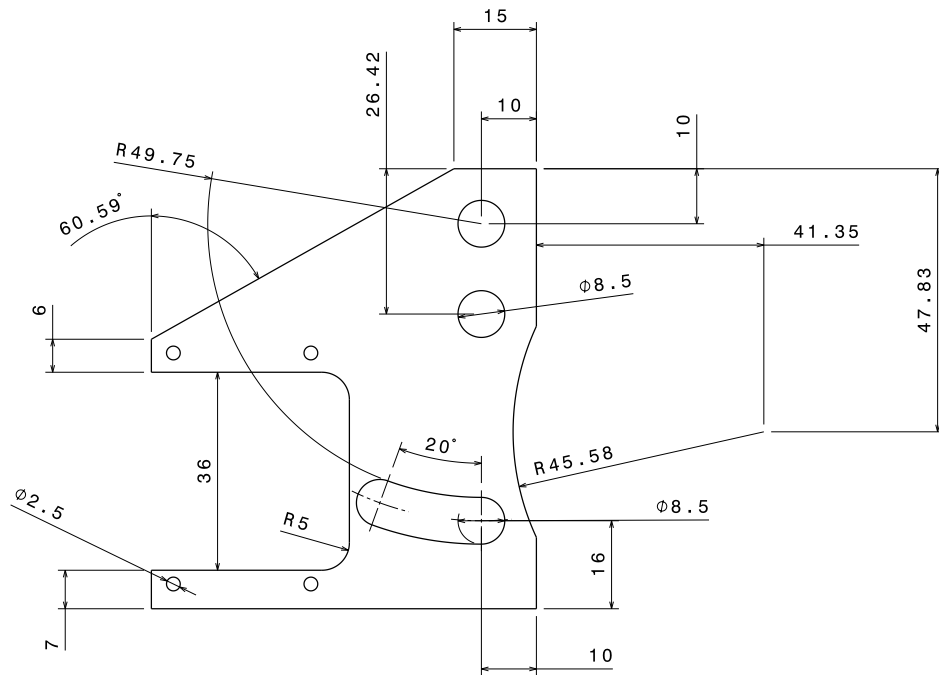
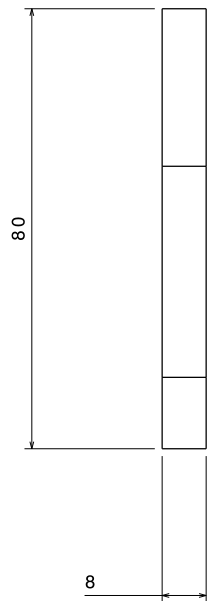
Caixa de Rolamentos



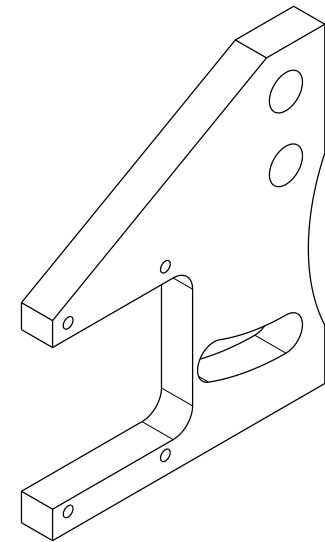
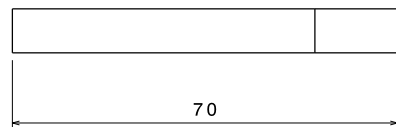
Isometric view  
Scale: 2:1

Fixador do Potenciômetro

Front view  
Scale: 2:1

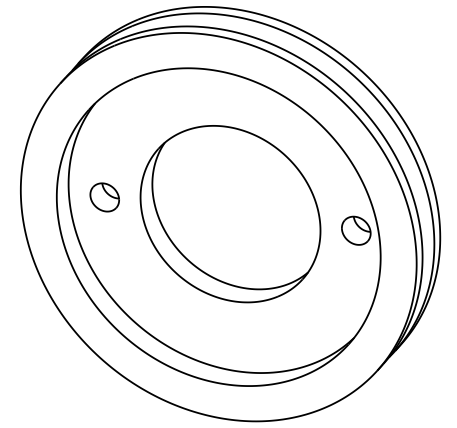
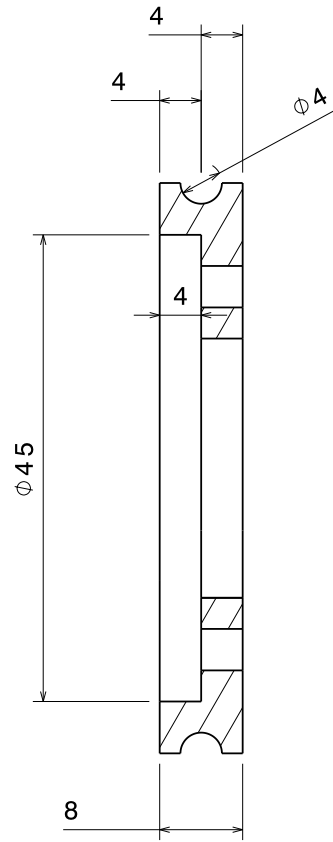
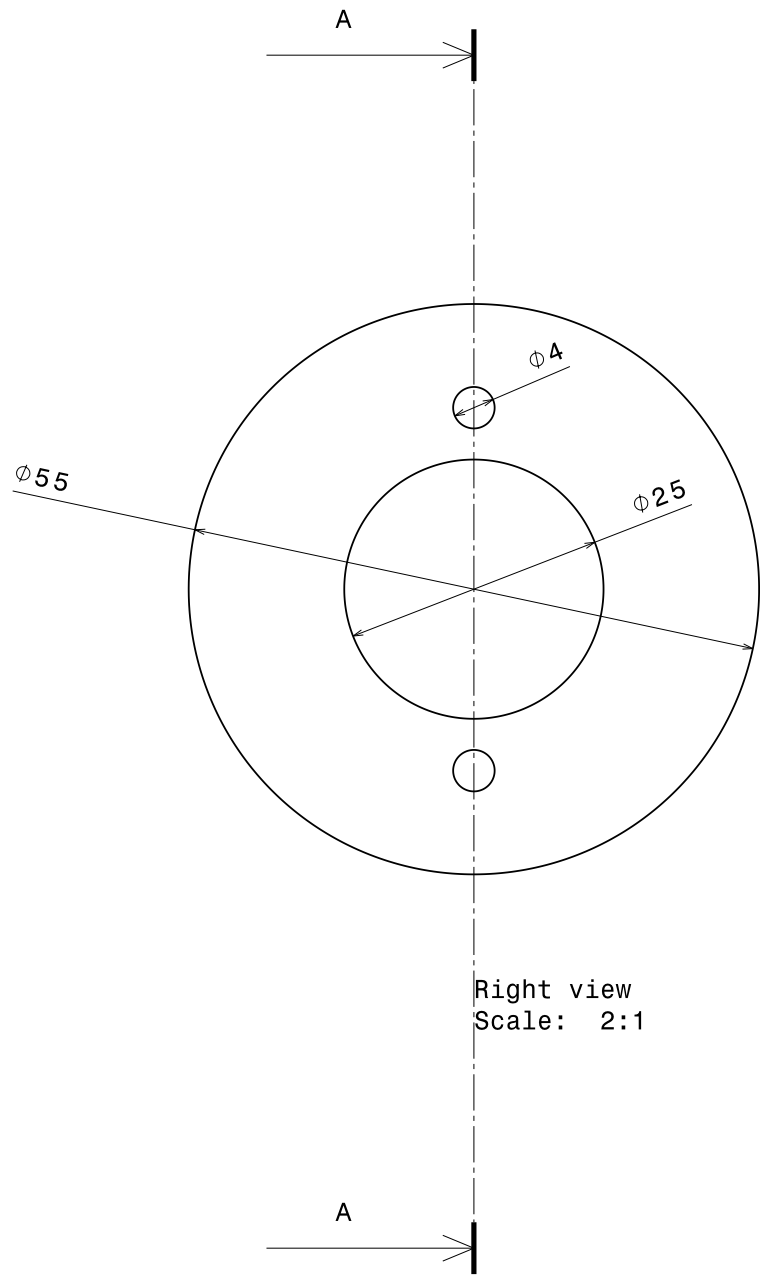


Front view  
Scale: 3:2

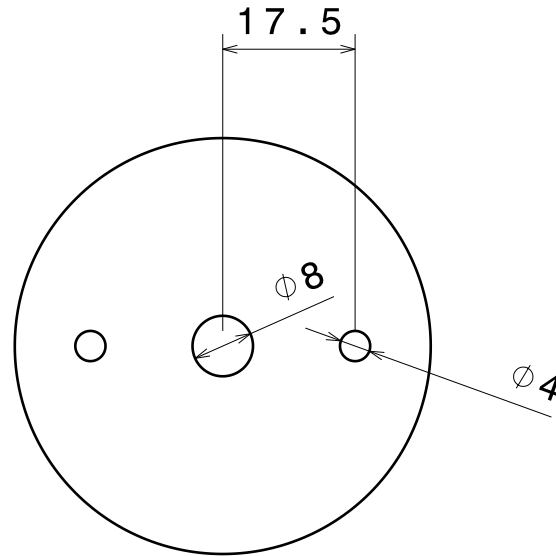
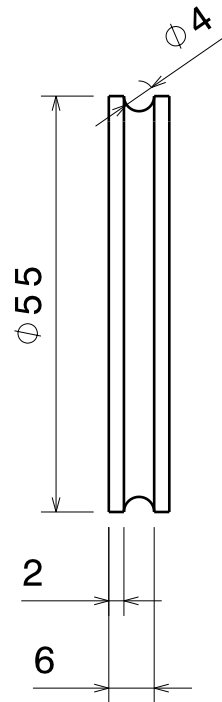


Isometric view  
Scale: 3:2

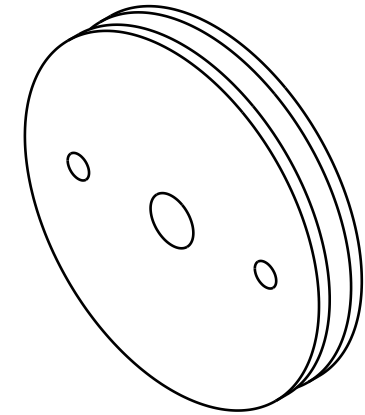
## Placa de Suporte



Polia do Veio  
da Coluna

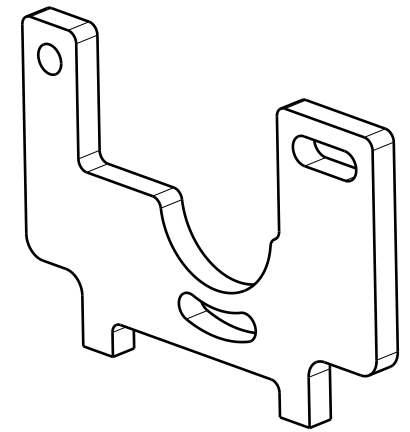
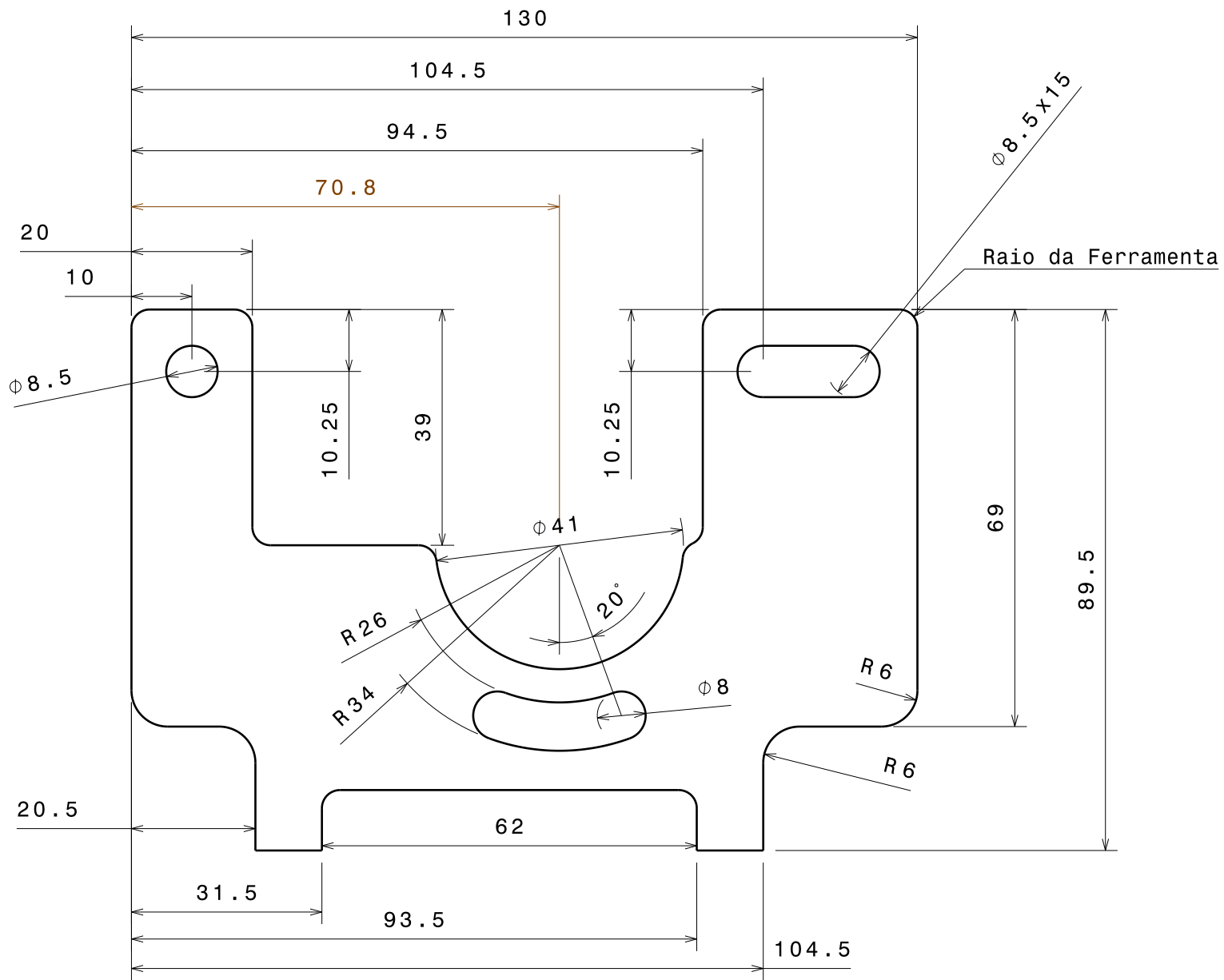


Front view  
Scale: 1:1



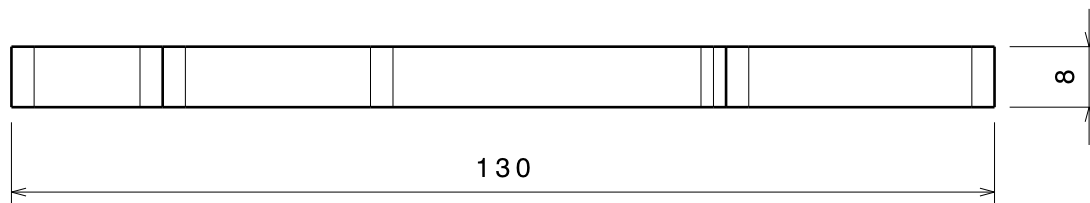
Isometric view  
Scale: 1:1

Polia do Veio do Potenciômetro



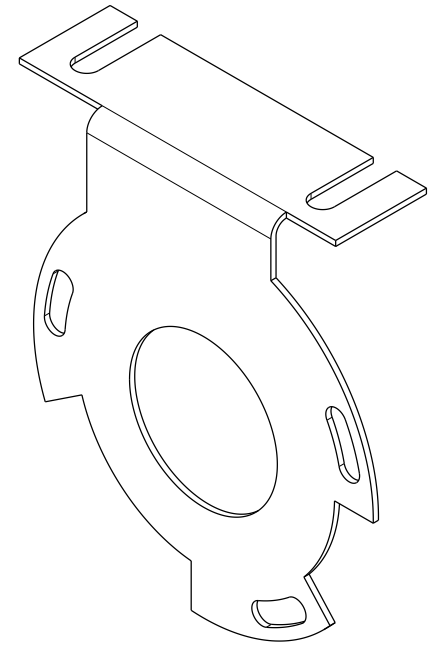
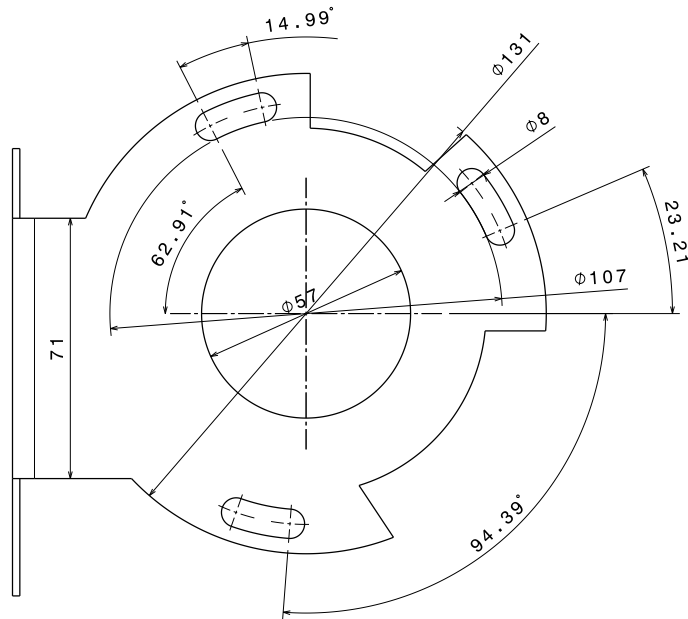
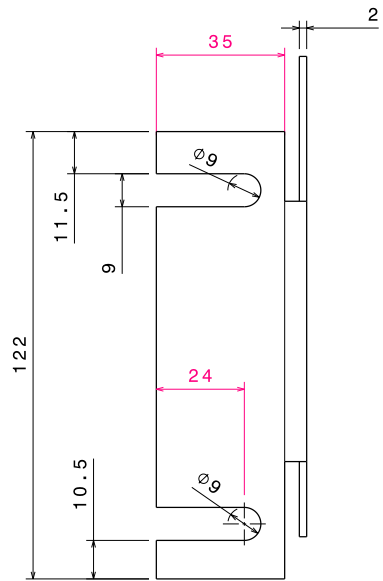
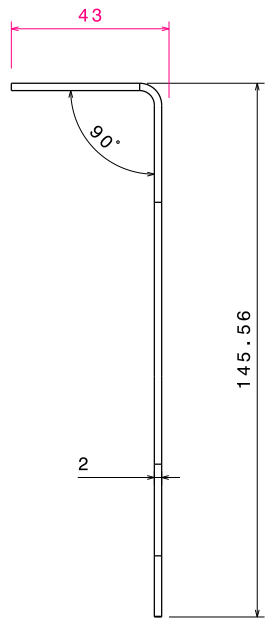
Isometric view  
Scale: 1:2

Suporte Frontal

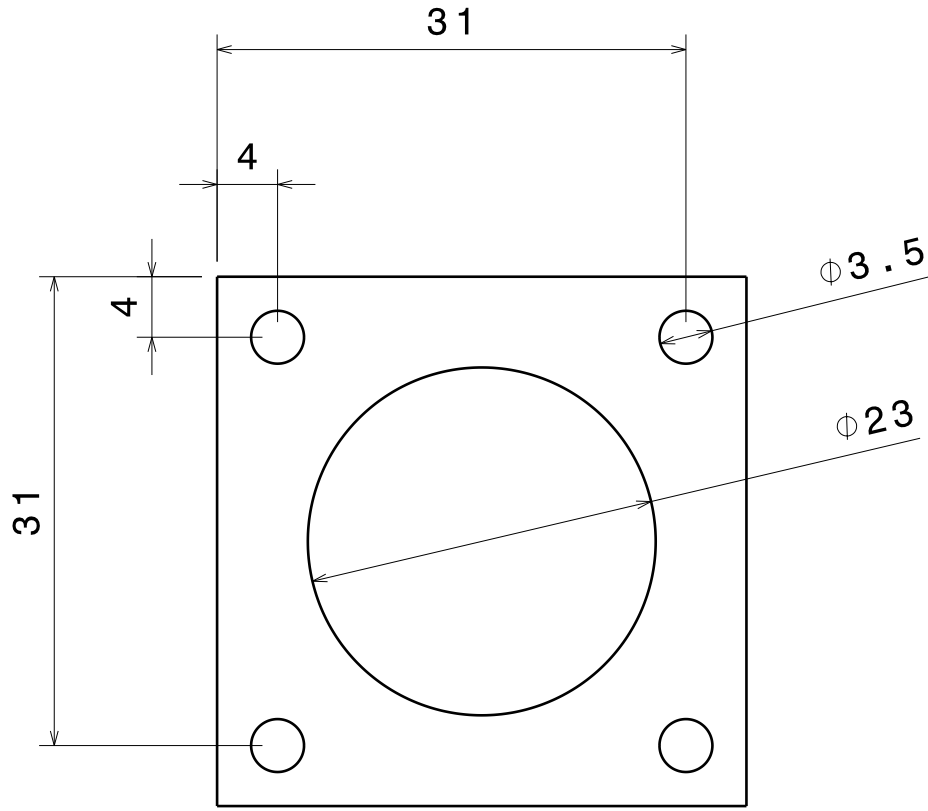
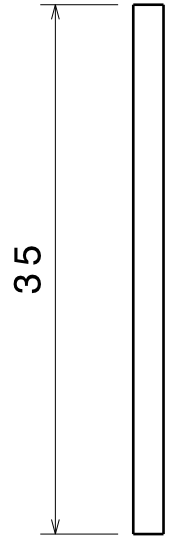


Material: Alumínio

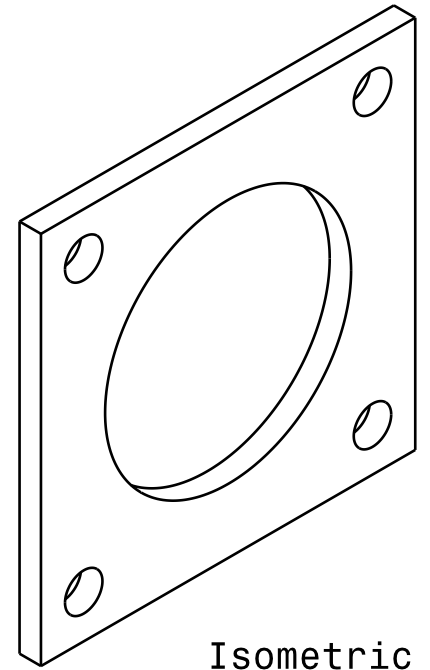




Suporte Traseiro

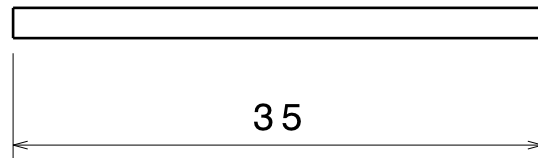


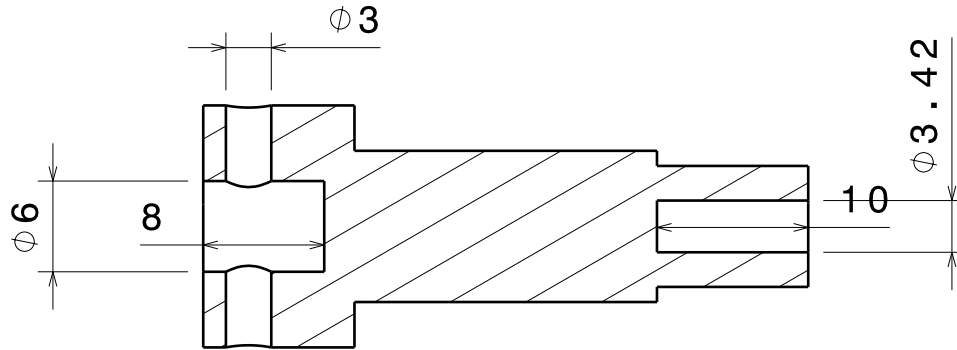
Front view  
Scale: 2:1



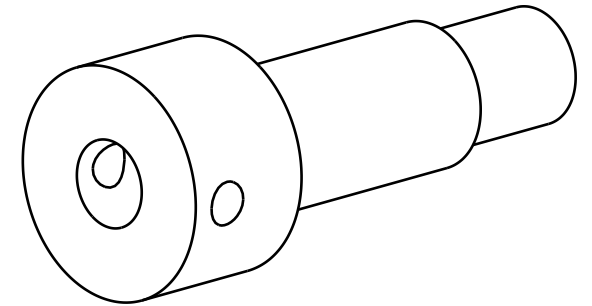
Isometric view  
Scale: 2:1

Tampa da Caixa de Rolamentos

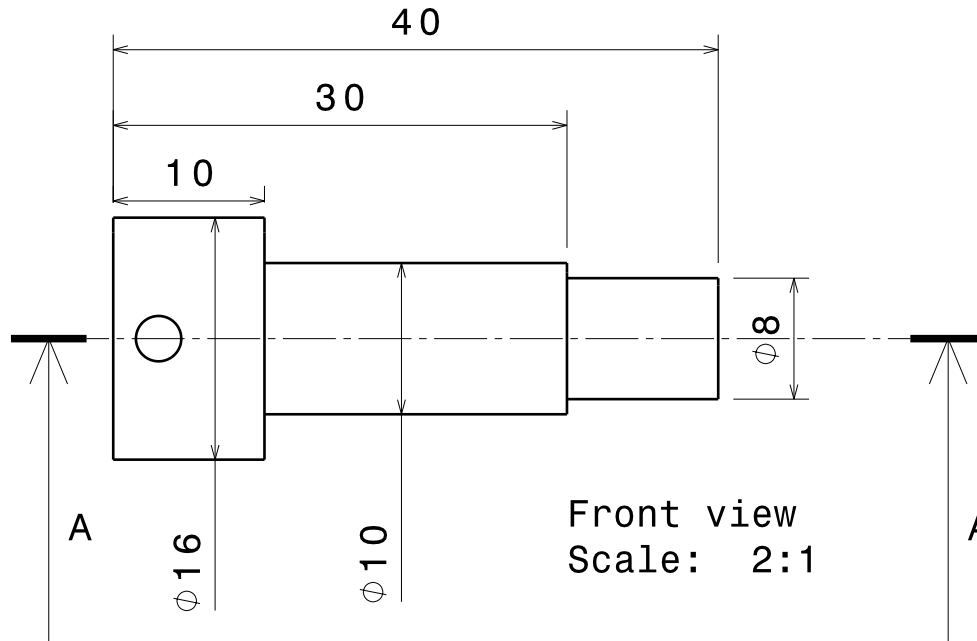
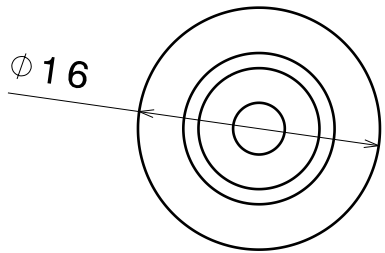




Section view A-A  
Scale: 2:1



Isometric view  
Scale: 2:1



Front view  
Scale: 2:1

Veio do Potenciómetro