



## Otimização de ecopontos

**ANTONIO MANUEL DOS SANTOS GOUVEIA**

Setembro de 2020

## **OTIMIZAÇÃO DE ECOPONTOS**

António Manuel dos Santos Gouveia  
Nº 1161780

**2020**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica





## OTIMIZAÇÃO DE ECOPONTOS

António Manuel dos Santos Gouveia  
Nº 1161780

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Doutor Adriano Manuel de Almeida Santos e coorientação do Doutor António José de Sousa Ferreira da Silva.

**2020**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica.





# JÚRI

## **Presidente**

<Grau Académico e Nome>

<Categoria, Instituição>

## **Orientador**

Doutor Adriano Manuel de Almeida Santos.

Engenharia Mecânica, especialização em Manutenção Industrial e Automação, ISEP.

## **Coorientador**

Doutor António José de Sousa Ferreira da Silva.

Engenharia Mecânica, especialização em Sistemas, ISEP.

## **Arguente**

<Grau Académico e Nome>

<Categoria, Instituição>



## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Diretor Doutor Manuel Carlos Malheiro de Carvalho Felgueira e Vice-Diretora Doutora Nídia de Sá Caetano, quero expressar o meu enorme reconhecimento pela ajuda, apoio e compreensão manifestados desde o início do meu percurso académico, bem como pelos conhecimentos e orientações transmitidos no apoio aos alunos.

Agradeço ao Orientador Doutor Adriano Manuel de Almeida Santos e ao coorientador Doutor António José de Sousa Ferreira da Silva, pelas preciosas ajudas no desenvolvimento e debate sobre o tema da dissertação.

Por fim os agradecimentos aos meus pais e meus tios por me apoiarem na obtenção do mestrado e principalmente aos meus colegas de curso e de turma, pelas horas de trabalhos em grupo, do estudos em grupo e pelo apoio mútuo, de dia e de noite, muitas vezes nas instalações do Instituto Superior de Engenharia do Porto, com vista à finalização das unidades curriculares do Mestrado de Energia Sustentáveis.

## PALAVRAS CHAVE

Otimização, Reciclagem, Ecoponto, Cyclea, Plástico, Metal e Compactação.

## RESUMO

Com a presente dissertação pretende-se criar um projeto de um novo modelo Cyclea, procurando-se otimizar e melhorar os ecopontos recicláveis existentes, economizar e facilitar nas etapas de reciclagem e tarefas efetuadas pelas entidades gestoras de reciclagem de resíduos urbanos em Portugal e também com a finalidade de ajudar a atingir as metas pretendidas pela União Europeia segundo o Plano Europeu de Resíduos, Sólidos Urbanos (PERSU).

O novo modelo Cyclea, para além de ter o objetivo principal de coletar o resíduo urbano pretendido, vai ter a capacidade de o poder compactar (neste caso de estudo para o resíduo plástico e metal) através de uma Prensa Manual. A descarga de resíduo urbano vai ser feita por método mais simples, que não passará pelo uso de veículos convencionais, mas sim pelo uso de veículos pequenos, menos robustos, e de maior mobilidade para que possam chegar ao seu objetivo com maior facilidade.

Para a elaboração desta dissertação foi necessário o uso do *software* de desenho 3D (Inventor 2018, AutoDesk) para elaboração do novo modelo Cyclea e para a análise de tensões de determinadas estruturas metálica fulcrais.

No fim, foi feito o estudo Mecânico de Flexão nos elementos estruturais superficiais fulcrais, placas ou chapas e o dimensionamento dos rebites e parafusos sextavados necessários para o projeto.

## KEYWORDS

Optimization, Recycling, Ecopoint, Cyclea, Plastic, Metal and Compaction.

## ABSTRACT

This dissertation intends to create a project for a new Cyclea model, seeking to optimize and improve the existing recyclable ecopoints, save and facilitate the recycling steps and tasks performed by the municipal waste recycling management entities in Portugal and also with the purpose of helping to achieve the goals sought by the European Union according to the European Waste Plan, Urban Solids (PERSU).

The new Cyclea model, in addition to having the main objective of collecting the desired urban waste, will have the ability to compact it (this case study for plastic and metal waste) through a Manual Press. The discharge of urban waste will be carried out by a simpler method, which will not involve the use of conventional vehicles, but rather the use of small, less robust, and more mobile vehicles so that they can reach their goal more easily.

For the elaboration of this dissertation, it was necessary to use the 3D design software to elaborate the new Cyclea model and to analyze the stresses of certain key metallic structures (Inventor 2018 AutoDesk).

In the end, the Mechanical Bending study was not carried out on the superficial structural elements, plates or plates and dimensioning of rivets and hexagonal screws required for the project.

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

<Termo>	<Designação>
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
INE	Instituto Nacional de Estatística
LIPOR	Entidade Gestora de Resíduos do Grande Porto
Norma AISI-SAE	Norma American Iron and Steel Institute- Society of Automotive Engineers
PERSU	Plano Estratégico para Resíduos Urbanos
REA	Portal do Estado do Ambiente
RU	Resíduos Urbanos

### Lista de Unidades

<Termo>	<Designação>
g	Gramma
g/m <sup>3</sup>	Gramma por metro cubico
Kg	Quilograma
kg/(hab.ano)	Quilograma por habitante ano
Kg mm <sup>2</sup>	Quilograma milímetros quadrados
L	Litro
m	Metro
m/s <sup>2</sup>	Metro por segundo ao quadrado
m <sup>3</sup>	Metro cubico
mm	Milímetros
mm <sup>2</sup>	Milímetros quadrados
mm <sup>3</sup>	Milímetros cúbicos
N	Newton
N m	Newton metro
N mm	Newton milímetros
N/mm <sup>2</sup>	Newton por milímetro ao quadrado
T	Toneladas
%	Percentagem

---

**Lista de Símbolos**

---

<Termo>	<Designação>
A	Área
a	Aceleração
e	Espessura
F	Força, dimensão fundamental de força
FS	Fator de segurança
g	Aceleração decorrente da gravidade
h	Distancia, altura
I	Momento de massa de inércia, segundo momento de área
L	Distancia, comprimento
m	Massa
$M_f$	Momento Fletor
N	Valor numérico
P	Força, dimensão fundamental de peso
R	Força, Reação de apoio
T	Momento Torsor ou Torque
V	Volume
x	Variante em x
y	Variante em y
$\emptyset$	Diâmetro
$\gamma$	Peso específico
$\sigma$	Tensão Normal
$\pi$	Pi, número irracional

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-1- ECOPONTOS CYCLEAS 1500 (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, 2018).	2
FIGURA 2-1 - PRODUÇÃO E CAPITAÇÃO DE RESÍDUOS URBANOS EM PORTUGAL CONTINENTAL (FONTE: REA, 2020).	8
FIGURA 2-2- RETOMAS COM ORIGEM EM RECOLHAS SELETIVAS (FONTE: LIPOR, 2020).	9
FIGURA 2-3- SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS URBANOS (FONTE: APA, 2011).	9
FIGURA 2-4- CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS URBANOS (FONTE: APA, 2019).	10
FIGURA 2-5- EQUIPAMENTOS E PESSOAS ESPECIALIZADAS (FONTE: SUMA, 2019).	11
FIGURA 2-6- MOVIMENTAÇÃO COM UMA GRUA (FONTE: OVO, 2019).	13
FIGURA 2-7- SISTEMA DE ELEVAÇÃO POR ANEL SIMPLES (À DIREITA) OU ANEL DE DUPLA ARGOLA (À ESQUERDA) (FONTE: OVO, 2019).	14
FIGURA 2-8- INVÓLUCRO EXTERIOR. (FONTE: OVO, 2019).	15
FIGURA 2-9- BOCA DE DEPOSIÇÃO E AS SUAS RESPECTIVAS CORES (FONTE: OVO, 2019).	16
FIGURA 3-1- NOVO ECOPONTO CYCLEA (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, INVENTOR 2018).	18
FIGURA 3-2- ANEL SIMPLES E ESTRUTURA FIXA (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, INVENTOR 2018).	19
FIGURA 3-3- INVÓLUCRO EXTERIOR (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, INVENTOR 2018).	20
FIGURA 3-4- ALTURA DE UMA GARRAFA DE 2 L E DIÂMETRO MÁXIMO DE LATA DE CONSERVA (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, 2019).	20
FIGURA 3-5- PRENSA MANUAL (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, INVENTOR 2018).	21
FIGURA 3-6- MEDIDOR DA PRENSA MANUAL (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, INVENTOR 2018).	21
FIGURA 3-7- BOCA DE DEPOSIÇÃO (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, INVENTOR 2018).	22
FIGURA 3-8- APOIOS PARA A BOCA DE DEPOSIÇÃO (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, INVENTOR 2018).	23
FIGURA 3-9- GAVETA DO ECOPONTO CYCLEA (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, INVENTOR 2018).	24
FIGURA 3-10- RAMPAS DO NOVO CYCLEA (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, INVENTOR 2018).	24
FIGURA 3-11- MOMENTOS DOS ESFORÇOS E DIMENSIONAMENTO DE REBITES A EFETUAR NA PRENSA (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, INVENTOR 2018).	25
FIGURA 3-12- LATA DE ESTUDO (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, 2019).	26
FIGURA 3-13- DIAGRAMA DO CORPO LIVRE (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, 2019).	31
FIGURA 3-14- DIGRAMA DE CORPO DE LIVRE DO CORTE (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, 2019).	35
FIGURA 3-15- DIGRAMA DE CORPO DE LIVRE DO 1º CORTE (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, 2019).	36
FIGURA 3-16- DIGRAMA DE CORPO DE LIVRE DO 2º CORTE (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, 2019).	37
FIGURA 3-17- DIAGRAMA DO MOMENTO TORSOR AO LONGO DA PEÇA.	38
FIGURA 3-18- DIAGRAMA DO MOMENTO FLETOR AO LONGO DA PEÇA.	39
FIGURA 3-19- DIAGRAMA DO CORPO LIVRE (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, 2019).	41
FIGURA 3-20- DIGRAMA DE CORPO DE LIVRE DO CORTE (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, 2019).	43
FIGURA 3-21- DIGRAMA DE CORPO DE LIVRE DO 1º CORTE (ANTÓNIO GOUVEIA, 2019).	44
FIGURA 3-22- DIAGRAMA DO MOMENTO TORSOR AO LONGO DA PEÇA2.	45
FIGURA 3-23- DIAGRAMA DO MOMENTO FLETOR AO LONGO DA PEÇA2.	46
FIGURA 3-24- ESQUEMA DO REBITE NA PRENSA (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, 2019).	48
FIGURA 3-25- MOMENTOS DOS ESFORÇOS E DIMENSIONAMENTO DE REBITES A EFETUAR NOS APOIOS (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, INVENTOR 2018).	50

---

FIGURA 3-26- ESQUEMA DO PARAFUSO NOS APOIOS (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, 2019).	52
FIGURA 3-27- DIAGRAMA DO CORPO LIVRE (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, 2019).	55
FIGURA 3-28- DIGRAMA DE CORPO DE LIVRE DO CORTE (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, 2019).	56
FIGURA 3-29- DIGRAMA DE CORPO DE LIVRE DO 1º CORTE (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, 2019).	57
FIGURA 3-30- DIGRAMA DE CORPO DE LIVRE DO 2º CORTE (FONTE: ANTÓNIO GOUVEIA, 2019).	58
FIGURA 3-31- DIAGRAMA DO MOMENTO FLETOR AO LONGO DO SUPORTE.	59

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 2-1- RESÍDUOS URBANOS POR LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA EM PORTUGAL (FONTE: INE, 2019)	10
TABELA 3-1- DADOS NECESSÁRIO PARA O CÁLCULO DA FORÇA DA LATA.	26
TABELA 3-2- RESULTADOS DAS ÁREAS PRETENDIDAS.	27
TABELA 3-3- VOLUME DA LATA.	28
TABELA 3-4- RESULTADO DA MASSA DA LATA.	28
TABELA 3-5- RESULTADO DO PESO DA LATA.	29
TABELA 3-6- RESULTADO DA FORÇA DA LATA A COMPRIMIR.	29
TABELA 3-7- PARÂMETROS A TER CONTA PARA OS CÁLCULOS INICIAS.	30
TABELA 3-8- RESULTADO DA FORÇA RESULTANTE EM Y NA PEÇA.	32
TABELA 3-9- RESULTADO DA FORÇA RESULTANTE EM X NA PEÇA.	33
TABELA 3-10- MOMENTO TORSOR MÁXIMO NA PEÇA.	33
TABELA 3-11- FORÇA Y NO PONTO B NA PEÇA.	34
TABELA 3-12- REAÇÃO DE APOIO NO PONTO A DA PEÇA.	35
TABELA 3-13- MOMENTO TORSOR E MOMENTO FLETOR DO 1º CORTE DA PEÇA.	36
TABELA 3-14- MOMENTO TORSOR E MOMENTO FLETOR DO 2º CORTE DA PEÇA.	37
TABELA 3-15- ESFORÇOS DE CORTE E MOMENTOS FLETORES ATUANTES NA PEÇA.	38
TABELA 3-16- TENSÃO INSTALADA DA PEÇA.	39
TABELA 3-17- TENSÃO ADMISSÍVEL DA PEÇA.	40
TABELA 3-18- RESULTADO DA FORÇA RESULTANTE EM Y DA PEÇA2.	42
TABELA 3-19- MOMENTO TORSOR MÁXIMO DA PEÇA2.	43
TABELA 3-20- MOMENTO TORSOR E MOMENTO FLETOR DO 1º CORTE DA PEÇA 2.	44
TABELA 3-21- ESFORÇOS DE CORTE E MOMENTOS FLETORES ATUANTES DA PEÇA2.	45
TABELA 3-22- TENSÃO INSTALADA DA PEÇA2.	46
TABELA 3-23- TENSÃO ADMISSÍVEL DA PEÇA2.	47
TABELA 3-24- DIÂMETRO DO REBITE.	48
TABELA 3-25- DIÂMETRO DO FURO.	49
TABELA 3-26- PARÂMETROS A TER CONTA PARA OS CÁLCULOS INICIAS.	51
TABELA 3-27- DIÂMETRO DO PARAFUSO.	53
TABELA 3-28- NÚMERO DE PARAFUSOS.	54
TABELA 3-29- FORÇA DE CADA PARAFUSO.	54
TABELA 3-30- FORÇA RESISTENTE.	55
TABELA 3-31- FORÇA PARAFUSO EM Y.	56
TABELA 3-32- MOMENTO FLETOR DO 1º CORTE NO APOIO.	57
TABELA 3-33- MOMENTO FLETOR DO 2º CORTE NO APOIO.	58
TABELA 3-34- TENSÃO INSTALADA DO APOIO.	59
TABELA 3-35- TENSÃO ADMISSÍVEL DO APOIO.	60
TABELA 3-36- NÚMERO DE GARRAFAS NÃO COMPACTADAS.	62
TABELA 3-37- VOLUME DA GARRAFA COMPACTADA.	62
TABELA 3-38- NÚMERO DE GARRAFAS COMPACTADAS.	63

# ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	ENQUADRAMENTO .....	3
1.2	CALENDARIZAÇÃO .....	4
1.3	ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO .....	5
1.4	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	6
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	8
2.1	GESTÃO DE RESÍDUOS URBANOS EM PORTUGAL .....	8
2.2	RECOLHA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS .....	11
2.3	ECOPONTOS CYCLEAS.....	12
2.3.1	FICHA TÉCNICA DO ECOPONTO CYCLEA .....	13
3	DESENVOLVIMENTO.....	18
3.1	NOVO MODELO CYCLEA .....	18
3.1.1	FICHA TÉCNICA DO NOVO ECOPONTO CYCLEA.....	19
3.2	PRENSA MANUAL .....	25
3.2.1	PESO DA LATA E FORÇA NECESSÁRIA PARA COMPRIMIR A LATA .....	26
3.2.1.1	ÁREA DA LATA .....	27
3.2.1.2	VOLUME DA LATA .....	27
3.2.1.3	MASSA DA LATA.....	28
3.2.1.4	PESO DA LATA.....	28
3.2.1.5	FORÇA NECESSÁRIA PARA COMPRIMIR.....	29
3.2.2	CÁLCULO DOS ESFORÇOS NA PRENSA MANUAL.....	30
3.2.2.1	EQUAÇÕES DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO NA PEÇA DA PRENSA .....	31
3.2.2.1.1	DIAGRAMA DE CORPO LIVRE.....	31
3.2.2.1.2	EQUAÇÃO DO MOMENTO TORSOR MÁXIMO DA PEÇA DA PRENSA .....	32
3.2.2.1.3	EQUAÇÃO DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO QUANTO À ROTAÇÃO .....	34
3.2.2.1.4	EQUAÇÃO DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO QUANTO A TRANSLAÇÃO .....	34
3.2.2.1.5	EQUAÇÕES DOS ESFORÇOS ATUANTES NA PEÇA DA PRENSA.....	35
3.2.2.2	EQUAÇÕES DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO NA PEÇA2 DA PRENSA .....	41
3.2.2.2.1	DIAGRAMA DE CORPO LIVRE.....	41
3.2.2.2.2	EQUAÇÃO DO MOMENTO TORSOR MÁXIMO DA PEÇA2 DA PRENSA .....	41
3.2.2.2.3	EQUAÇÕES DOS ESFORÇOS ATUANTES NA PEÇA2 DA PRENSA .....	43

3.2.2.3	DIMENSIONAMENTO DE REBITE .....	47
3.2.2.3.1	DIÂMETRO DO REBITE .....	47
3.2.2.3.2	DIÂMETRO DO FURO .....	49
3.3	SUPORTES DA PRENSA MANUAL .....	49
3.3.1	DIMENSIONAMENTO DE PARAFUSOS .....	50
3.3.1.1	DIÂMETRO DO PARAFUSO .....	52
3.3.1.2	QUANTIDADE DE PARAFUSOS PARA SUSTENTAR A ESTRUTURA .....	53
3.3.1.3	FORÇA EM CADA PARAFUSO .....	54
3.3.1.4	EQUAÇÕES DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO NOS SUPORTES .....	55
3.3.1.4.1	DIAGRAMA DE CORPO LIVRE .....	55
3.3.1.4.2	EQUAÇÃO DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO QUANTO À ROTAÇÃO .....	55
3.3.1.4.3	EQUAÇÃO DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO QUANTO A TRANSLAÇÃO .....	56
3.3.1.4.4	EQUAÇÕES DOS ESFORÇOS ATUANTES NO SUPORTE .....	56
3.4	CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DO NOVO CYCLEA .....	60
3.4.1	NÚMERO DE GARRAFAS NÃO COMPACTADAS .....	61
3.4.2	NÚMERO DE GARRAFAS COMPACTADAS .....	62
3.4.3	RESULTADO .....	63
3.5	VANTAGEM E DESVANTAGENS DO NOVO MODELO CYCLEA .....	63
4	CONCLUSÕES .....	67
4.1	CONCLUSÕES .....	67
4.2	PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS .....	68
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO .....	70
5.1	WEB GRAFIA .....	70
5.2	DISSERTAÇÕES E TRABALHOS ACADÊMICOS .....	71
5.3	ARTIGOS CIENTÍFICOS .....	72
5.4	LIVROS CIENTÍFICOS DE APOIO .....	72
6	ANEXOS .....	74
6.1	ANEXO1: PROPRIEDADES DOS MATERIAS .....	74
6.2	ANEXO2: PROPRIEDADES AUTODESK INVENTOR 2019 .....	75
6.2.1	PEGA da PRENSA MANUAL .....	75
6.2.2	PEÇA DA PRENSA MANUAL .....	75
6.2.3	PEÇA2 DA PRENSA MANUAL .....	76

---

6.2.4	PRENSA DA PRENSA MANUAL .....	76
6.2.5	PRENSA MANUAL.....	77
6.2.6	BOCA DE DEPOSIÇÃO .....	77
6.2.7	APOIOS EM L.....	78
6.3	ANEXO3: TABELA DA LIGAS DE ALUMÍNIO .....	79
6.4	ANEXO4: TABELA DA RESISTÊNCIA DOS PARAFUSOS DE CLASSE MÉTRICA .....	79
6.5	ANEXO5: TABELA DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DAS LIGAS DE AÇO DE CARBONO.....	80
6.6	ANEXO6: DESENHOS DO CYCLEA .....	81

# INTRODUÇÃO

- 1.1 ENQUADRAMENTO
- 1.2 CALENDARIZAÇÃO
- 1.3 ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO
- 1.4 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

## 1 INTRODUÇÃO

Vive-se, atualmente, numa sociedade de consumo onde o aumento da poluição mundial é uma realidade catastrófica. O aumento dos resíduos é uma constante, especialmente dos plásticos e das embalagens metálicas, o que nos leva a levantar a questão: **“O que fazer com tantos resíduos?”** (Rodrigues e Alves, 2018).

Os resíduos sólidos urbanos produzidos diariamente nas cidades, se não forem tratados, levantam sérios problemas ambientais ao nosso planeta (Rodrigues e Alves, 2019).

Torna-se necessário criar métodos de prevenção e reaproveitamento dos resíduos, com o objetivo de diminuir as necessidades de matérias-primas e as quantidades desperdiçadas (Parker, 2018).

A melhor forma de reduzir e/ou reaproveitar os resíduos, é promover a reciclagem, nada mais de que um processo de conversão de desperdício em materiais ou produtos de potencial utilidade, conduzir o produtor a separar o resíduo. A reciclagem permite reduzir o consumo de matérias-primas, racionalizar a utilização de energia e a poluição do ar e da água, ao reduzir também a necessidade de tratamento convencional do lixo e a emissão de gases de efeito de estufa. Este processo só poderá ser fomentado se a população for sensibilizada e educada para a necessidade de se aumentar os resíduos recicláveis e diminuir os resíduos desperdiçados (Koch, 2018).

O processo da reciclagem tem várias etapas, vai desde o depósito do resíduo nos seus respetivos contentores “ecopontos”, transporte dos resíduos, até à separação e tratamento dos resíduos nas empresas de processamento de resíduos urbanos.

Existem vários modelos de ecopontos, espalhados por todo mundo, no entanto, em Portugal e em todas as pequenas, médias e grandes zonas urbanas, os contentores mais utilizados são os Cycleas (OVO, 2019)

Os ecopontos chamados Cycleas, são contentores de carga vertical, fabricados em plástico polietileno (plástico mais comum, mais utilizado e o mais barato), com

capacidade de armazenamento de 1500 litros (plástico, metal e vidro) e 2500 litros (papel) (OVO, 2019), como é representado na Figura 1-1.

Os Cycleas, tem só como objetivo o armazenamento de lixo reciclável em cada um dos respetivos contentores, diferenciados pelas suas cores (OVO, 2019).

Mas, durante todo o processo de reciclagem (etapa inicial o armazenamento dos resíduos até a etapa final, tratamento dos resíduos) é às empresas de tratamento de resíduos que cabe o suporte de todos os custos de investimento e gastos durante todo o processo de reciclagem. Com o desenvolvimento de novas tecnologias de apoio à área da mecânica, podem-se desenvolver, de modo mais expedito e menos oneroso, novas ideias de projetos na área de engenharia, tornar os contentores de lixo mais eficientes. Este desenvolvimento visa facilitar a diminuição dos custos e prejuízos originados no processo de reciclagem nas empresas de resíduos, fazer com que se tornem mais lucrativas e rentáveis para a sociedade, sempre com o objetivo principal diminuir a poluição mundial e cumprir as metas estipuladas pelo Plano Europeu de Resíduos, Sólidos Urbanos (PERSU 2020, 2020) da União Europeia a Portugal (Ferreira, 2015).



Figura 1-1- Ecopontos Cycleas 1500 (fonte: António Gouveia, 2018).

## 1.1 ENQUADRAMENTO

A presente Dissertação tem como objetivo, através dos conhecimentos adquiridos ao longo da Licenciatura em Engenharia Mecânica, do Mestrado em Energias Sustentáveis e com a ajuda de Software Autodesk 3D Inventor, otimizar os ecopontos Cycleas 1500, uma vez que são os ecopontos mais utilizados em Portugal. Fazer com que eles compactem o produto reciclável, neste caso o plástico e o metal, dado que ocupam demasiado volume e facilitar a extração do resíduo compactado.

As melhorias propostas para estes modelos de contentores recicláveis, vão ajudar as empresas gestoras de reciclagem, a fazer em menor tempo o processo de reciclagem, a diminuir as etapas de todo o processo de reciclagem. Facilitarão a extração do produto reciclável, a compactação do resíduo e o volume do produto reciclável. No caso do plástico ou das latas de alumínio ou de material metálico utilizado, reduzir o volume do seu formato inicial, o que permitirá às Camaras Municipais transportar mais resíduos ou a mesma quantidade com veículos menores, do que os que usualmente são usados no transporte de lixos convencionais.

Por fim a otimização dos contentores permitirá às empresas gestoras de resíduos urbanos como por exemplo a Lipor, a Suldouro, a Tratorlixo, entre outras entidades existentes no território português, aumentar a produtividade de separação de resíduos recicláveis, diminuir o investimento, aumentar os seus lucros com redução do capital investido mantendo-se um dos principais objetivos, facilitar e ajudar no cumprimento das metas exigidas, a Portugal, pelo Plano Europeu de Resíduos.

## 1.2 CALENDARIZAÇÃO

O primeiro momento deste projeto da dissertação consiste na seleção do tema e discussão de ideias sobre o tema com os respetivos orientadores como por exemplo o caminho a decidir na realização na dissertação e planeamento do mesmo. O tema em interesse foi otimização de ecopontos caso nos modelos Cyclea, tornando mais eficazes e mais lucrativos para as empresas de recolha de resíduos.

O segundo momento da dissertação, iniciou-se um processo de recolha de documentação necessária para inicialização da criação do projeto do novo Cyclea.

No terceiro momento da dissertação, efetua-se o desenvolvimento da elaboração e a criação dos desenhos 3D do protótipo Cyclea com a ajuda do Software Autodesk 3D Inventor. Simultaneamente, inicia-se a realização escrita do pré-relatório, estado de arte da dissertação.

O quarto momento, depois dos desenhos 3D finalizados, inicia-se a parte do capítulo de desenvolvimento da dissertação, como a explicação do funcionamento, a sua constituição e o tipo de material do novo Cyclea e recolha de mais informação necessária para o desenvolvimento da dissertação.

O quinto momento, ainda na parte de desenvolvimento da dissertação, efetua-se todo o estudo de cálculos matemáticos necessários, elaboração de esquemas e desenhos e também toda a recolha da informação necessária.

O sexto momento, efetua-se os ajustes necessários nos desenhos 3D do protótipo Cyclea no *software* Autodesk 3D Inventor. Continuação da elaboração do relatório da dissertação e finalização da parte de desenvolvimento da dissertação.

No sétimo momento, apresenta-se a conclusão obtida no projeto, elabora-se também as propostas futuras necessárias para melhorar os ecopontos.

No último momento da dissertação, fixação dos anexos necessários no relatório, correção e ajustes no relatório pelos orientadores e respetivo orientando. Entrega do projeto e respetiva avaliação final do projeto da dissertação.

### 1.3 ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

O presente documento é constituído por 4 capítulos de texto, referências bibliográficas e anexos.

O CAPÍTULO 1 está reservado a uma breve introdução ao tema da Dissertação, onde se descreve também a calendarização do projeto, os respetivos objetivos, estrutura do relatório e considerações iniciais que constituem a presente Dissertação.

O CAPÍTULO 2 está reservado a revisão biográfica da dissertação, isto é todo o estado de arte da dissertação. No estado de arte, está referido a três subcapítulos, um sobre a gestão dos resíduos urbanos em Portugal, outro subcapítulo referente a operação de recolha de resíduos sólidos urbanos e último subcapítulo aos ecopontos Cyclea existentes em Portugal e sua descrição técnica;

O CAPÍTULO 3 descreve todo o desenvolvimento da dissertação. Este capítulo é constituído por vários subcapítulos onde está inserida toda descrição pormenorizado do novo modelo Cyclea, cálculos matemáticos ou físicos necessários nos apoios e prensa manual do novo modelo Cyclea; a capacidade de armazenamento do novo modelo Cyclea e por fim as vantagens em relação ecopontos Cyclea 1500 existentes.

O CAPÍTULO 4 apresenta a análise crítica e conclusões obtidas relativamente ao desenvolvimento da dissertação e as respetivas propostas futuras do trabalho referente a esta dissertação.

## 1.4 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para que haja otimização nos ecopontos Cycleas 1500, tornando mais eficientes e mais rentáveis (figura 1-1), devem ser tidos em conta os seguintes tópicos:

- Fazer um estudo e uma análise estatística sobre a gestão de resíduos sólidos urbanos em Portugal;
- Pesquisa e estudo teórico sobre as operações de gestão de resíduos sólidos urbanos;
- Fazer uma pesquisa sobre os ecopontos Cyclea, sobre o seu funcionamento, sobre o volume que ela armazena, o seu peso, altura, largura, tipo de material que é feito e como é constituído um Cyclea;
- Efetuar medidas como altura, comprimento e largura de algumas peças a reciclar (garrafas de plástico, latas, entre outros), para se poder construir a prensa manual e cálculos sejam necessários no desenvolvimento da dissertação;
- O tipo de melhoramentos deve ter na estrutura do Cyclea 1500;
- O tipo de melhoramentos mecânicos deve ter o Cyclea 1500.

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- 2.1 GESTÃO DE RESÍDUOS URBANOS EM PORTUGAL
- 2.2 RECOLHA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
- 2.3 ECOPONTOS CYCLEAS

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 GESTÃO DE RESÍDUOS URBANOS EM PORTUGAL

Nos últimos anos, nomeadamente a partir de 2013, a produção de resíduos em Portugal tem vindo a aumentar, contudo a quantidade de resíduos urbanos recicláveis produzidos por habitante ainda se encontra abaixo da média europeia. No entanto, este aumento de produção de resíduos urbanos é motivado, essencialmente, pela melhoria da situação económica de Portugal, o que parece indicar não se estar a atingido o objetivo da dissociação da produção de resíduos do crescimento económico, Figura 2-1 (REA, 2020).

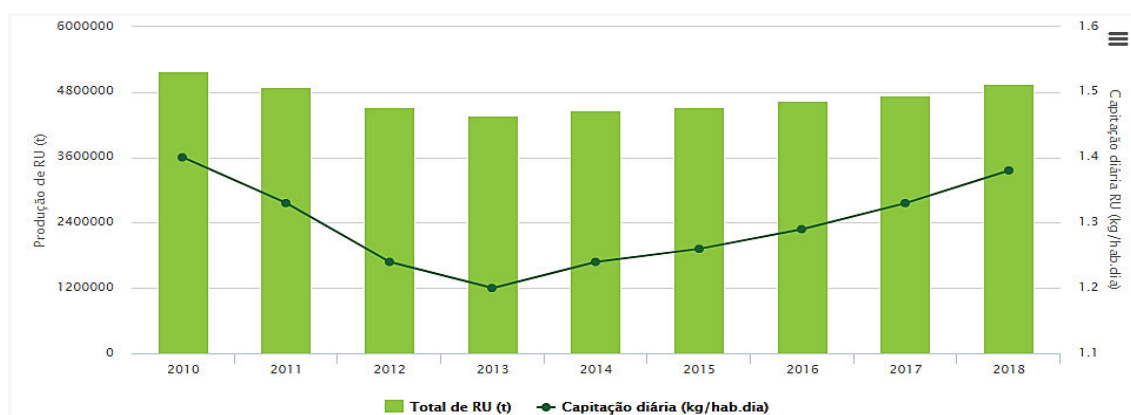


Figura 2-1 - Produção e captação de resíduos urbanos em Portugal continental (fonte: REA, 2020).

O Portal do Estado do Ambiente através da REA (Relatório do Estado do Ambiente) disponibilizou, em 2020, os dados relativos às quantidades de resíduos recolhidos durante o período compreendido 2010 e 2018. Dos últimos dados de análise, verifica-se que houve uma produção cerca de **4,94 milhões** de toneladas de resíduos, isto é uma captação anual de **505 kg/(hab.ano)**, ou seja, uma produção diária de resíduos urbanos (RU) de **1,38 kg** por habitante (REA, 2020).

Como é referenciado, Portugal produzia-se cerca de **505 kg/hab.ano** de resíduos, sendo que destes apenas **57,50 kg/Hab.ano** é material reciclável como plástico, metal, papel e cartão (REA, 2020).

Estes valores são efetuados em 2019 pela Lipor (Entidade gestora de resíduos do grande Porto), ver Figura 2-2.

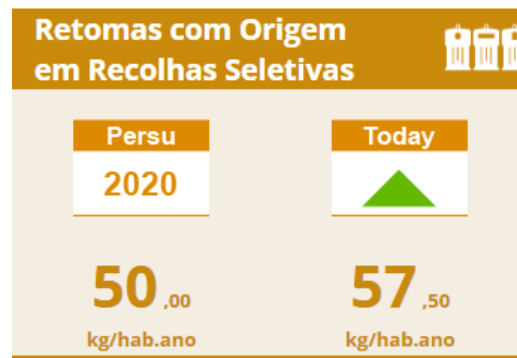


Figura 2-2- Retomas com Origem em Recolhas Seletivas (fonte: Lipor, 2020).

Para além da Entidade Gestora de resíduos Lipor, existem mais de 23 Entidades Gestoras (Figura 2-3), ocupando toda a totalidade do território Português, verificando-se, ao longo dos últimos anos, uma melhoria de recolhas, por parte das entidades gestoras, como caso da Lipor, mas, mesmo assim, não se consegue atingir as metas predefinidas pela União Europeia, visto que, Portugal tem apenas um ano para atingir as metas impostas pela União Europeia (Rojas, 2014).

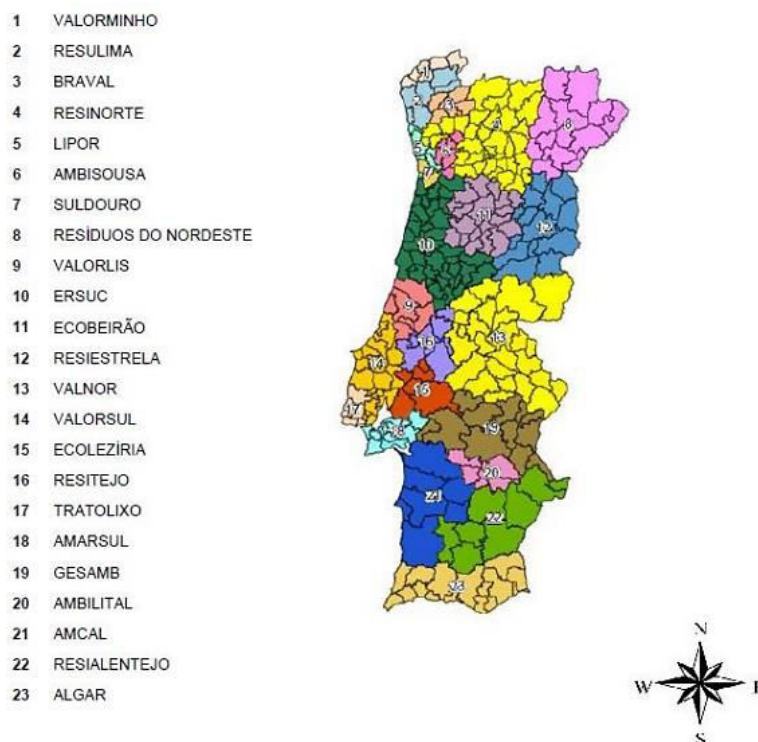


Figura 2-3- Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos (fonte: APA, 2011).

Este curto intervalo de tempo até que a meta seja atingida exige um esforço considerável e uma aposta forte na recolha seletiva de material reciclável doméstico de plástico, metal, papel e cartão.

A através dos dados apresentados na Tabela 2-1 atualizados a 8 de janeiro de 2019 pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) e pelo gráfico das características físicas dos resíduos urbanos disponibilizado pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), ver Figura 2-4, verifica-se uma elevada predominância de resíduos urbanos domésticos e por isso, a necessidade desse esforço, para que Portugal não esteja a pagar coimas impostas pela União Europeia e esteja de acordo com o PERSU 2020 (INE, 2019).

Tabela 2-1- Resíduos urbanos por localização geográfica em Portugal (fonte: INE, 2019).

Localização geográfica	Resíduos urbanos recolhidos por Localização geográfica e tipo de material reciclável.				
	Período de referência dos dados: 2018				
	Tipo de material reciclável				
	Total:	Papel e cartão	Plástico	Metal	Vidro
	Toneladas				
<b>1: Continente</b>	847061	168714	104653	2720	162289
<b>2: Região Autónoma dos Açores</b>	45292	6934	5689	4610	3999
<b>3: Região Autónoma da Madeira</b>	52769	4683	3267	229	5889

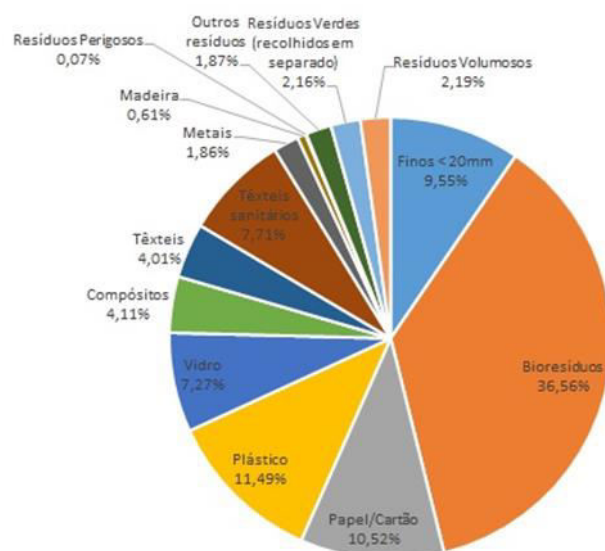


Figura 2-4- Caracterização física dos resíduos urbanos (fonte: APA, 2019).

## 2.2 RECOLHA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A recolha de resíduos é uma componente da operação de gestão de resíduos urbanos que passa pela coleta de resíduos seletivos (papel, cartão, plástico, metal e vidro) ou indiferenciados (lixos orgânicos), desde a sua seleção ao armazenamento em recipientes próprios para que estes possam ser transportados para as instalações de tratamento.

O sistema de recolha de resíduos sólidos urbanos é composto por três operações (Rojas, 2014):

- Deposição – é o conjunto de operações que engloba a armazenagem domiciliária de resíduos sólidos urbanos e a sua deposição em contentores para serem removidos;
- Remoção – é a transferência dos resíduos sólidos urbanos para as viaturas de recolha, sendo realizada por pessoal e equipamento específico;
- Transporte – é a distância que a viatura de recolha realiza entre o último ponto de recolha dos resíduos e o local do seu destino final.

Para que haja a operação de recolha (Figura 2-5), é importante ter pessoas especializadas e equipamentos adequados como (SUMA, 2019):

Equipamentos de armazenagem temporária de resíduos que variam consoante o tamanho e o tipo de resíduos que vão receber (Ecopontos);

- Veículos especializados para a recolha e transporte de lixo urbano.



Figura 2-5- Equipamentos e pessoas especializadas (fonte: Suma, 2019).

### 2.3 ECOPONTOS CYCLEAS

Como é referido na Introdução, os ecopontos Cycleas são nada mais do que contentores de carga vertical para recolha seletiva de resíduos, diferenciados pelas suas respetivas cores. Existem dois modelos de Cycleas, o modelo 1500 para plástico/metal e vidros e o modelo 2500 para papel/cartão (OVO, 2019).

Os dois ecopontos Cycleas tem a mesma construção e a mesma funcionalidade. A diferença entre os dois modelos, está na sua capacidade de armazenamento (volume de armazenamento), no seu peso em vazio e na sua largura (OVO, 2019).

O ecoponto Cyclea 1500:

- Volume de armazenamento- 1500 litros de resíduos;
- Peso em vazio- 135 Kg;
- Altura- 1850 mm;
- Largura- 1000 mm;
- Material- Parte exterior toda em plástico polietileno de alta densidade para proteção dos raios ultravioletas e a estrutura interna toda em Aço S235JR;

O ecoponto Cyclea 2500:

- Volume de armazenamento-2500 litros de resíduos;
- Peso em vazio- 156 Kg;
- Altura- 1850 mm;
- Largura- 1280 mm
- Material- Parte exterior toda em plástico polietileno de alta densidade para proteção dos raios ultravioletas e a estrutura interna toda em Aço S235JR;

Os Cycleas são ecopontos de colocação rápida nas zonas urbanas, com a perfeita aderência ao solo e bastantes estáveis. A sua colocação no solo é de fácil movimentação com uma grua ou empilhador, Figura 2-6 (OVO, 2019).

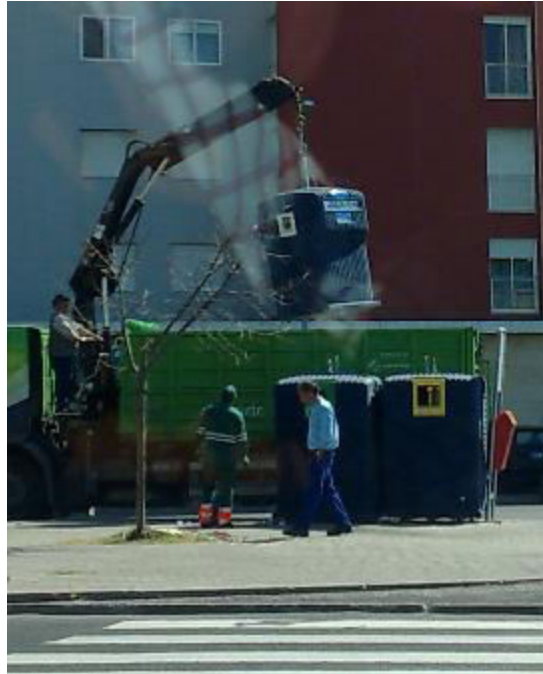


Figura 2-6- Movimentação com uma grua (fonte: OVO, 2019).

### 2.3.1 FICHA TÉCNICA DO ECOPONTO CYCLEA

- Sistema de elevação com Anel Simples e com Dupla Argola- O sistema de elevação pode ser incorporado por Anel Simples ou Dupla Argola (OVO, 2019).

- ✓ O sistema com Anel Simples: é adaptado a camiões grua com gancho simples. O Anel é fixo sobre uma armadura que sustenta a estrutura sobre a qual é articulado o alçapão móvel através de um sistema de pedal. Sistema silencioso e bastante seguro, que abre através de um leve contacto sobre o fundo do camião de recolha e permite que seja efetuado as suas descargas, Figura 2-7.

O Sistema de pedal fecha automaticamente ao assentar o Cyclea no solo, isto quer dizer na superfície plana, onde se encontra assente o ecoponto.

- ✓ O sistema com Dupla Argola: é também um sistema silencioso e seguro, constituído por um braço de elevação que está equipado com um duplo comando, um eleva o contentor e permite de seguida, a abertura do alçapão e o outro permite manter o contentor à altura pretendida.

Este sistema permite melhor controlo da orientação do contentor quando é colocado no chão, o que permite uma grande precisão de manobra, bastante útil em especial nas cidades. Também neste sistema o fecho do Cyclea é automático ao assentá-lo no solo, Figura 2-7.

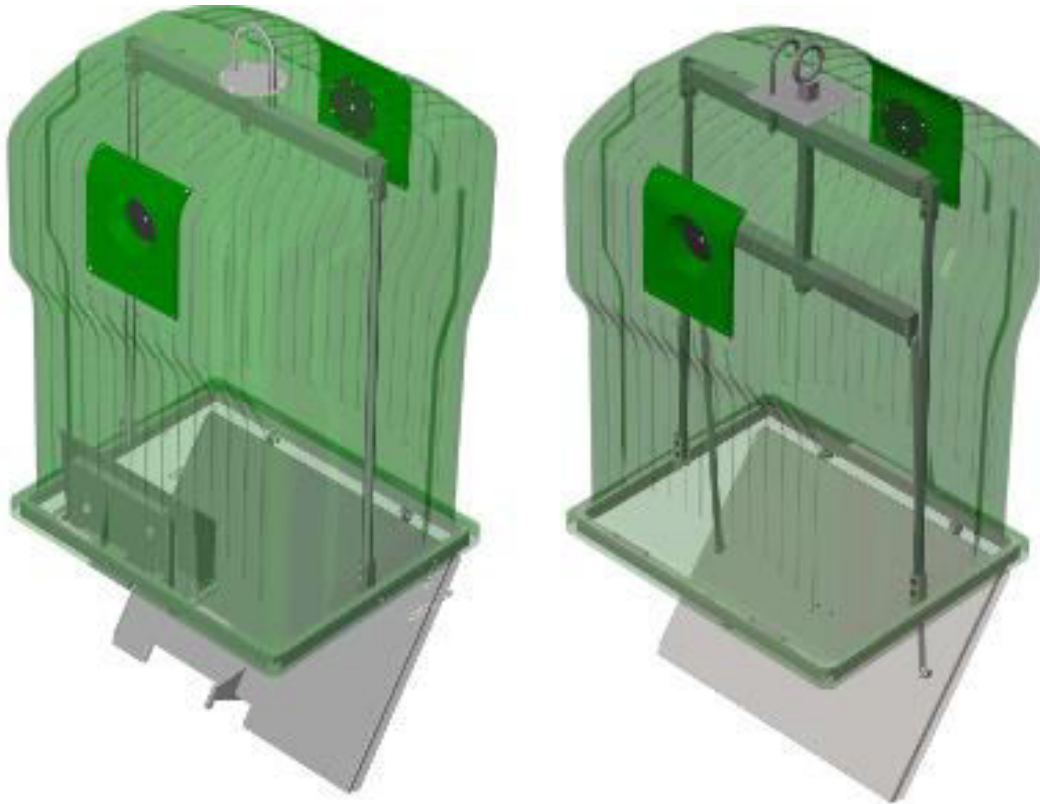


Figura 2-7- Sistema de elevação por anel simples (á direita) ou anel de dupla argola (á esquerda) (Fonte: OVO, 2019).

- **Invólucro exterior:** é a parte exterior dos Cycleas, apresenta forma ondulada e de aspeto rugoso o que permite aumentar a resistência do material. Este formato atenua o ruído e constitui um obstáculo eficaz à fixação de cartazes, autocolantes e à aposição de pinturas como grafitos, disponibilizando, no entanto, locais apropriados para a colocação da identificação do contentor e para a inserção de logótipos, Figura 2-8.

As paredes interiores do Cyclea são lisas o que facilita o despejo dos resíduos e a sua limpeza (OVO, 2019).



Figura 2-8- Invólucro exterior. (Fonte: OVO, 2019).

- **Boca de deposição:** é o orifício onde é introduzido o resíduo reciclável. Pode existir um ou dois orifícios nos contentores. A estas bocas de deposição foi feito um estudo de forma a oferecer uma maior facilidade de utilização, respeitando as normas existentes (OVO, 2019):
  - ✓ A base dos orifícios está situada uma altura de cerca de 1,5 m, facilmente acessível a todos os utilizadores;
  - ✓ O seu formato impossibilita ao utilizador comum a recuperação de material já depositado ou a tentativa de retirar resíduo já depositado;
  - ✓ A conceção dos orifícios da cobertura exterior permite ainda evitar a entrada da água das chuvas para o interior do contentor.

A cor da respetiva da Boca de deposição, constitui a sinalética básica dos resíduos a depor no contentor, Figura 2-9:

- A cor verde para o vidro;
- A cor amarela para o plástico e metal;
- A cor azul para o papel e cartão.



Figura 2-9- Boca de deposição e as suas respetivas cores (Fonte: OVO, 2019).

# DESENVOLVIMENTO

- 3.1 NOVO MODELO CYCLEA
- 3.2 PRENSA MANUAL
- 3.3 SUPORTES DA PRENSA MANUAL
- 3.4 CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DO NOVO CYCLEA
- 3.5 VANTAGEM E DESVANTAGENS DO NOVO MODELO CYCLEA

### 3 DESENVOLVIMENTO

#### 3.1 NOVO MODELO CYCLEA

O novo modelo é também um contentor de carga vertical para recolha seletiva de resíduos, com a mesma cor, para plástico e metal, tem a mesma construção e a mesma funcionalidade dos modelos Cyclea.

O novo ecoponto Cyclea (ver Figura 3-1) tem então as seguintes características físicas:

- Volume de armazenamento compactado- 2220 litros de resíduos;
- Peso em vazio- 495,591 Kg  $\cong$  496 kg;
- Altura- 1850 mm;
- Largura- 1000 mm;
- Material- Parte exterior em plástico polietileno de alta densidade para proteção dos raios ultravioletas e a estrutura interna em Aço S235JR e Alumínio 6061;



Figura 3-1- Novo ecoponto Cyclea (Fonte: António Gouveia, Inventor 2018).

### 3.1.1 FICHA TÉCNICA DO NOVO ECOPONTO CYCLEA

- Sistema de elevação com Anel Simples - é adaptado a camiões grua com gancho simples. O Anel é fixo sobre uma armadura que sustém toda a estrutura interior do ecoponto, como é representado na Figura 3-2.

A Estrutura e o Anel são todas feitas em Aço S235JR.

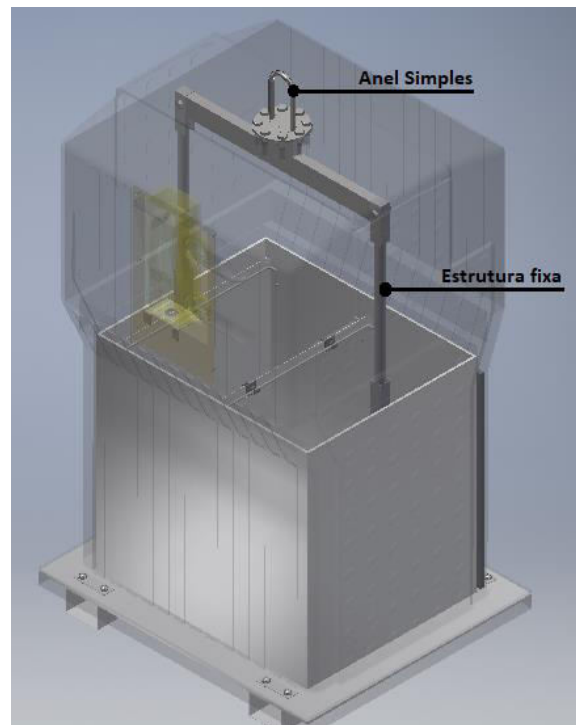


Figura 3-2- Anel Simples e estrutura fixa (Fonte: António Gouveia, Inventor 2018).

- Invólucro exterior - é a parte exterior do novo modelo Cyclea, idêntico ao modelo tradicional, é construída em plástico polietileno de alta densidade para proteger dos raios ultravioletas, é de forma ondulada e de aspeto rugoso que aumenta a sua resistência material, atenua o ruído e constitui um obstáculo eficaz à fixação de cartazes, autocolantes e à aposição de pinturas como grafitos. Também disponibiliza, dois locais apropriados para a colocação da identificação do contentor e para a inserção de logótipos, Figura 3-3.

As paredes interiores do novo modelo Cyclea são lisas o que facilita o despejo dos resíduos e a sua limpeza.

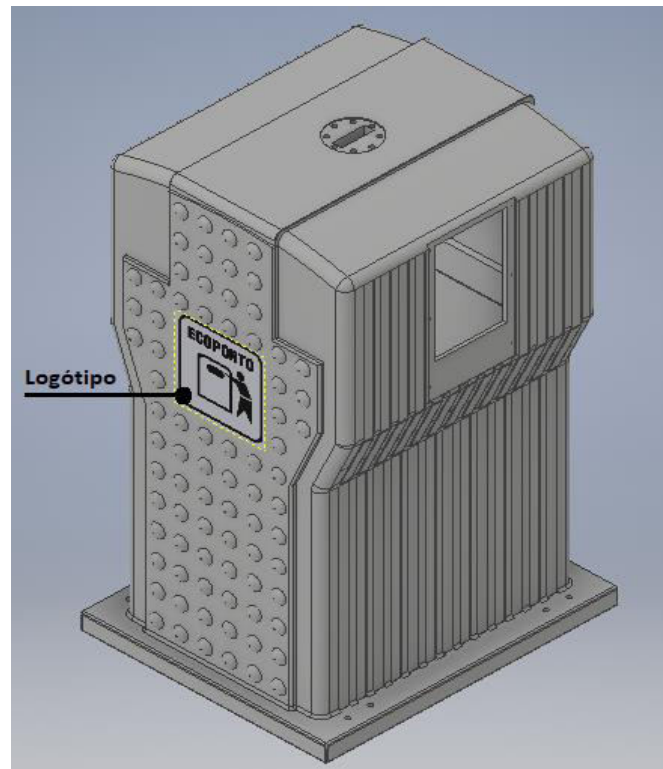


Figura 3-3- Invólucro exterior (Fonte: António Gouveia, Inventor 2018).

- Prensa manual – é a prensa do novo ecoponto Cyclea, tem como objetivo a compactação de garrafas de plástico desde 0,33 L a 2 L, até uma altura máxima de 300 mm (garrafas de 2 L) e latas de sumo e enlatados, até ao máximo de diâmetro 100 mm, Figura 3-4.



Figura 3-4- Altura de uma garrafa de 2 L e diâmetro máximo de lata de conserva (Fonte: António Gouveia, 2019).

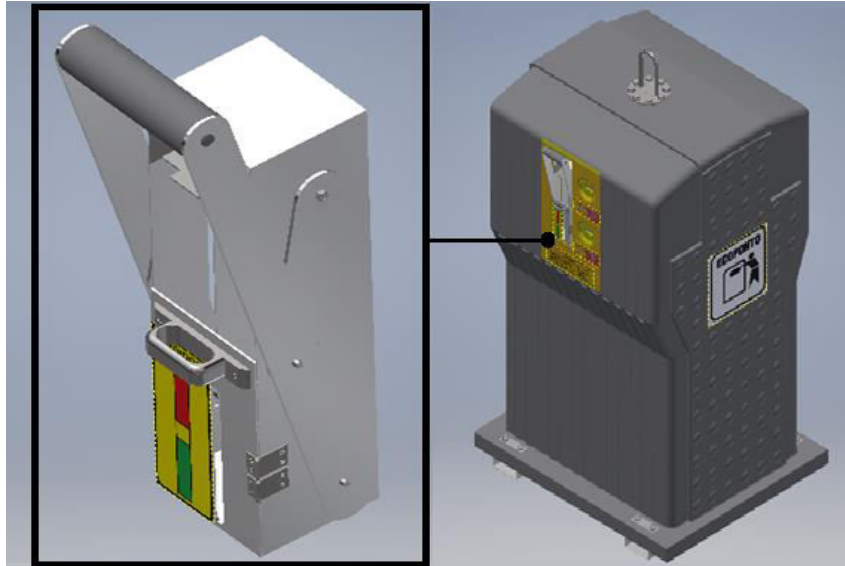


Figura 3-5- Prensa manual (Fonte: António Gouveia, Inventor 2018).

A Prensa é toda feita em Alumínio 6061 e Aço, é composto por uma porta de segurança, que impossibilita a colocação das mãos ao compactar o resíduo urbano (Figura 3-5) e um medidor para ver o nível em que o resíduo urbano é compactado, Figura 3-6. Às garrafas de plástico devem ser retidas as tampas para que não haja pressões contrárias que dificultem a compactação do plástico.

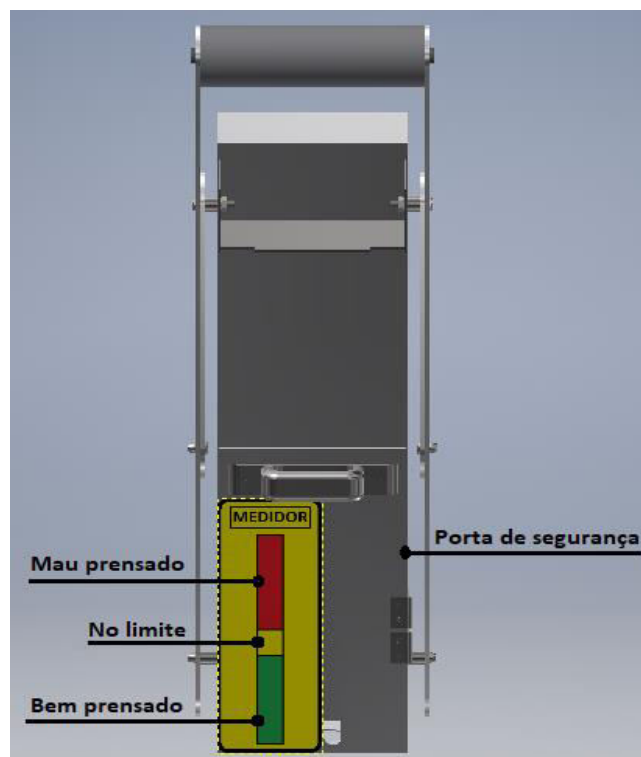


Figura 3-6- Medidor da Prensa manual (Fonte: António Gouveia, Inventor 2018).

- **Boca de deposição** – onde se introduz o resíduo reciclável, onde está situado a prensa manual. É composta por dois orifícios, um para o plástico e outro para o metal. Na boca de deposição é colocada toda a informação que é necessário para o novo modelo de ecoponto Cyclea.

A nova boca de deposição oferece também uma maior facilidade de utilização, de fácil acesso aos utilizadores, e um formato que impossibilita ao utilizador comum a tentativa de retirar resíduo já depositado.

A boca de deposição é toda feita em plástico (polietileno de alta densidade), de cor amarela. A conceção dos orifícios de deposição e bem como a cobertura exterior impossibilitam a entrada da água das chuvas para o interior do contentor, Figura 3-7.

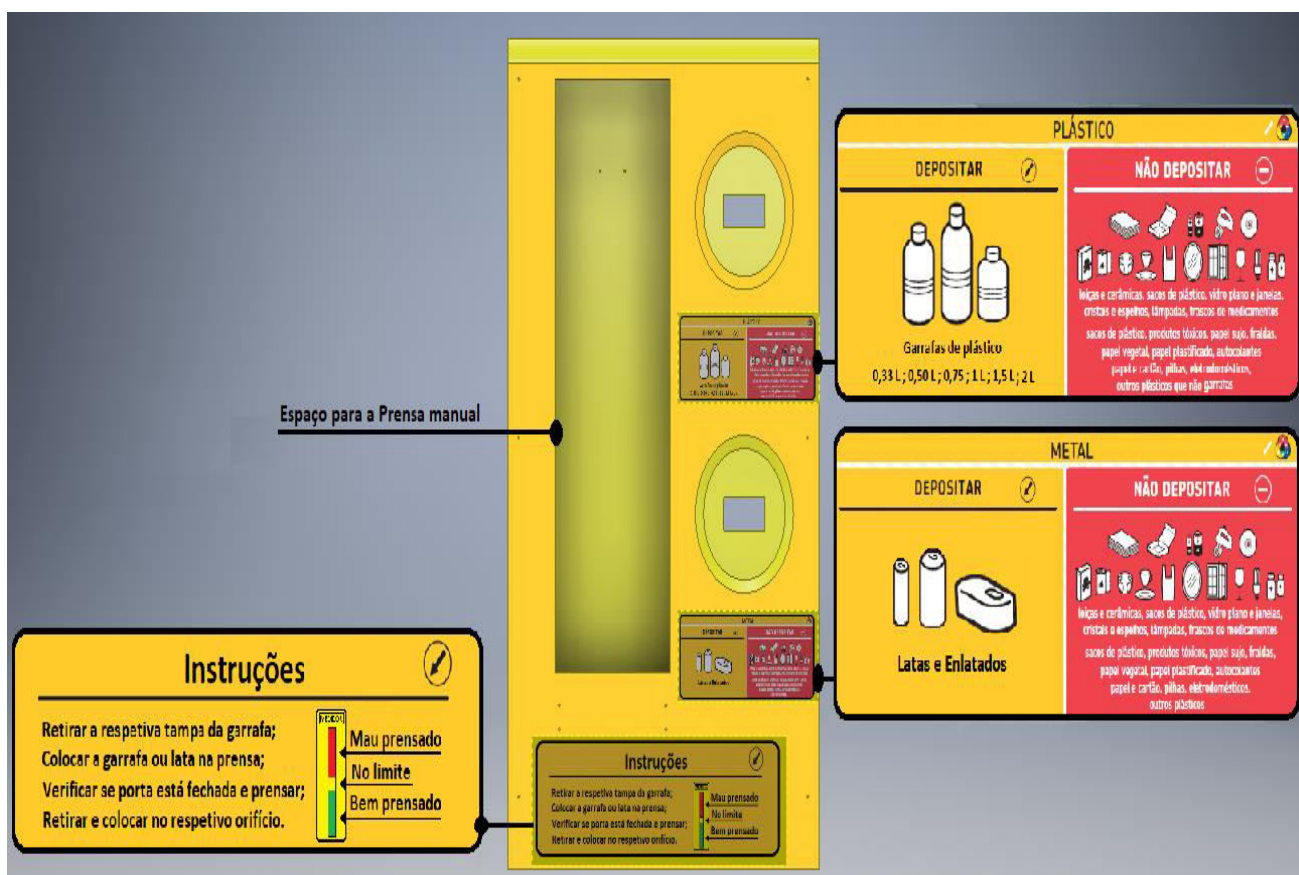


Figura 3-7- Boca de deposição (Fonte: António Gouveia, Inventor 2018).

A boca de deposição é reforçada com dois apoios ou suportes em L, feitos em Aço 1050, com objetivo de reforçar o espaço onde esta será colocado. Esta estrutura suporta as forças aplicadas pela prensa á boca de posição dos resíduos evitando que esta possa quebrar aquando da prensagem, Figura 3-8.

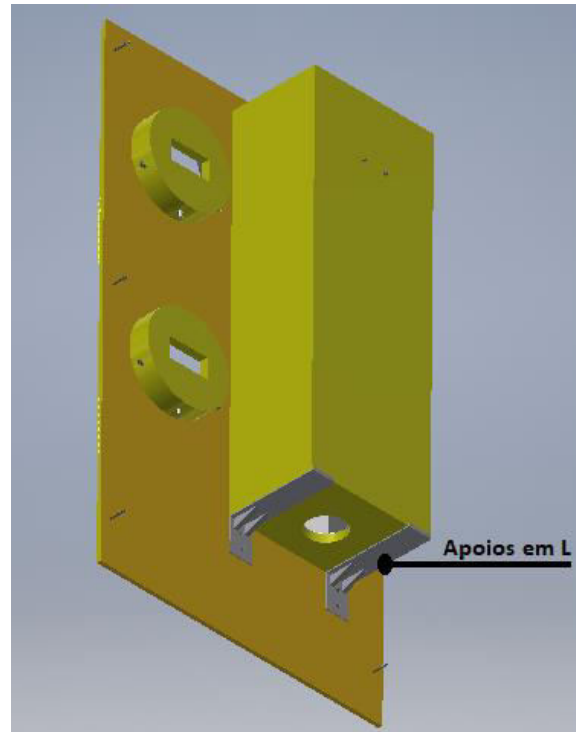


Figura 3-8- Apoios para a boca de deposição (Fonte: António Gouveia, Inventor 2018).

- Gaveta – onde é armazenado todo o resíduo urbano, tem como volume em vazio de  $2,22 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 2,220 \text{ l}$  (valor obtido no Inventor com erro relativo igual 0,001385%). Os resíduos, após prensagem, serão alocados a zonas distintas sendo colocados no lado direito do contentor o plástico prensado e no lado esquerdo o metal prensado.

A Gaveta é de Alumínio 6061 e leva suportes em Aço, onde pode afixar-se os sacos do lixo, para onde cai o resíduo urbano pretendido. A descarga é feita através do método gaveta, isto é o operador não especializado, retira a segurança (cadeado), abre a gaveta, retira os sacos lixos, Figura 3-9.

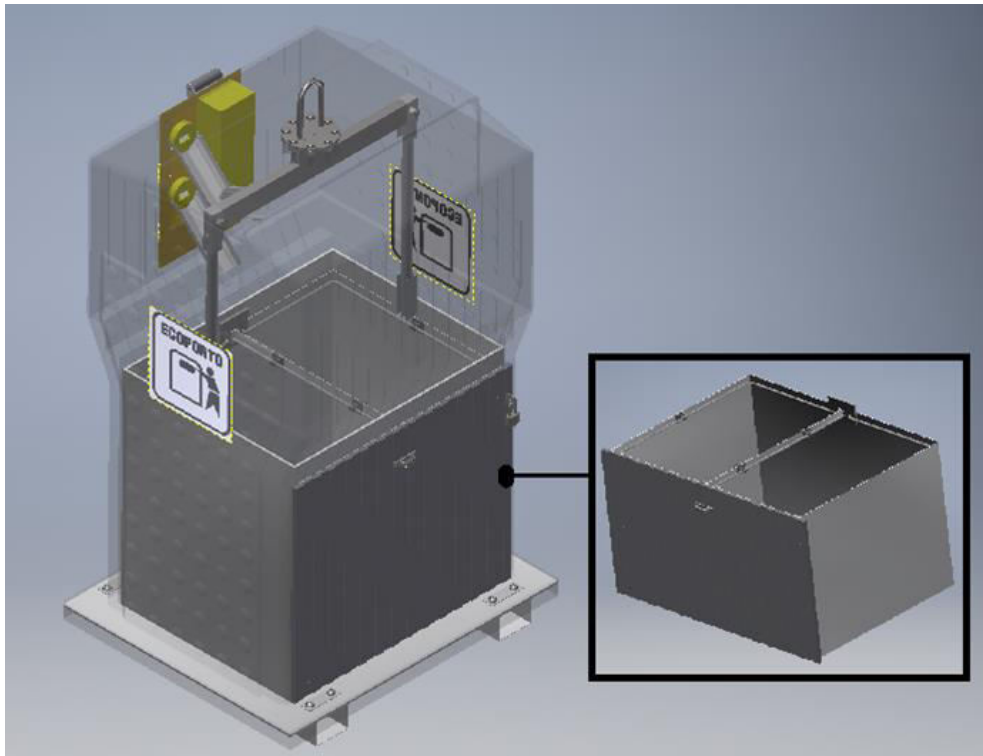


Figura 3-9- Gaveta do eco ponto Cyclea (Fonte: António Gouveia, Inventor 2018).

- **Rampa** – define a trajetória onde o respetivo resíduo urbano deve cair, a construção é feita de Alumínio 6061. Existe dois tipos de rampa, um para o metal e outro para o plástico, Figura 3-10.

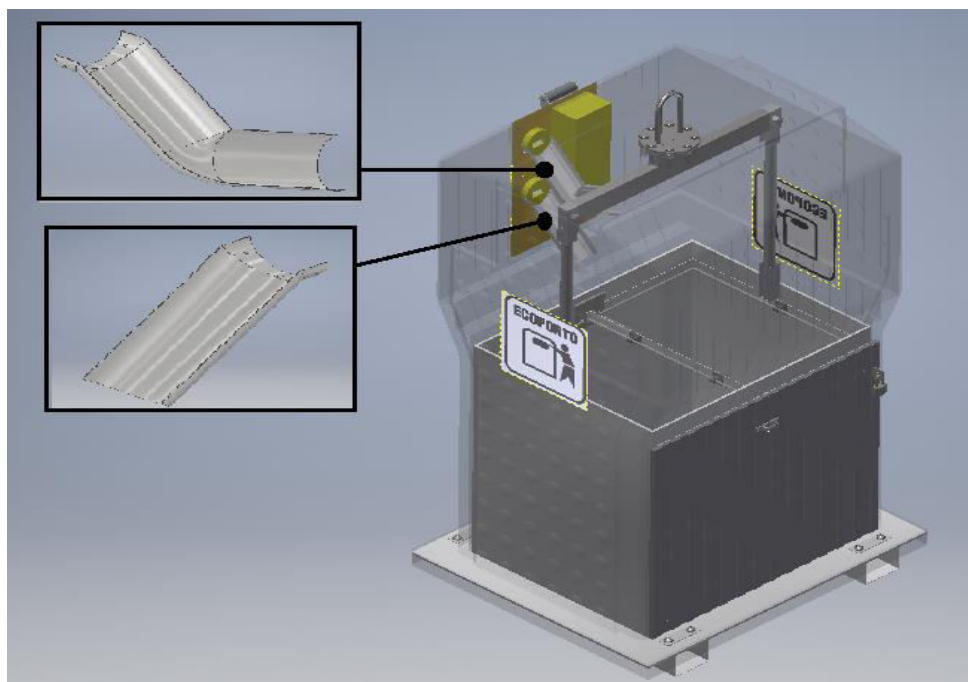


Figura 3-10- Rampas do novo Cyclea (Fonte: António Gouveia, Inventor 2018).

### 3.2 PRENSA MANUAL

Nesta secção da dissertação, para que o novo modelo Cyclea atinga os seus objetivos, é preciso efetuar cálculos em determinadas partes do projeto da dissertação.

Uma das partes principais a ter atenção é a Prensa Manual do novo modelo Cyclea. Dado que a Prensa Manual vai estar sujeita a diferentes esforços durante a compactação dos respetivos resíduos urbanos como sejam o plástico e metal, há que realizar cálculos para a situação mais crítica, ou seja, para a compactação do resíduo metálico.

A Prensa Manual apresentada nesta dissertação (Figura 3-11) é toda ela feita em Alumínio 6061 e Aço, como já foi referido. Assim, nesta secção, vai efetuado todo o estudo Mecânicos de esforços nos elementos estruturais relevantes, placas ou chapas, o dimensionamento dos rebites da Prensa, forças necessárias para a compressão bem como o cálculo do peso do material.

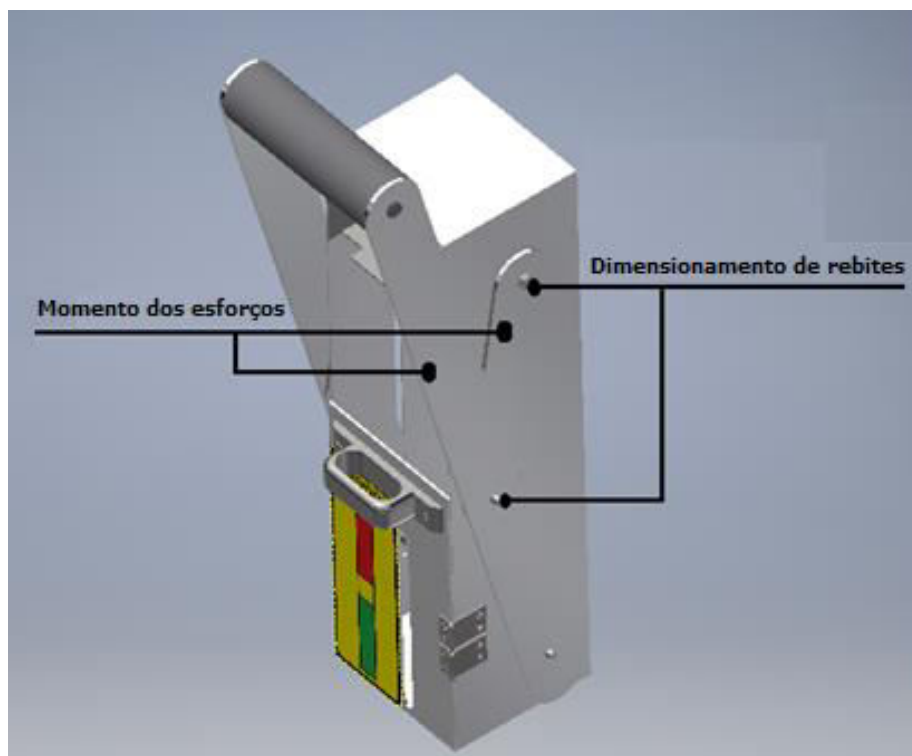


Figura 3-11- Momentos dos esforços e dimensionamento de rebites a efetuar na Prensa (Fonte: António Gouveia, Inventor 2018).

### 3.2.1 PESO DA LATA E FORÇA NECESSÁRIA PARA COMPRIMIR A LATA

Para o cálculo do peso e da força necessária para a compressão do resíduo reciclável, utilizamos como base do estudo uma lata de Aço que, à partida, apresentará características associadas às máximas forças a que a prensa estará sujeita, isto é, que poderá comprimir. Na Figura 3-12 é apresentada a lata usada no ensaio de forças (Ecycle, 2019).



Figura 3-12- Lata de Estudo (Fonte: António Gouveia, 2019).

Numa primeira fase, com a ajuda de instrumento de mediação (Paquímetro), realizaram-se diversas medições do modelo de lata de estudo. Os resultados médios são apresentados na Tabela 3-1.

Tabela 3-1- Dados necessário para o cálculo da força da lata.

Parâmetro	Valor	Unidade
Diâmetro ( $\phi$ )	100	mm
Altura (h)	118,35	mm
Espessura (e)	0,25	mm

### 3.2.1.1 ÁREA DA LATA

A área da lata em estudo foi calculada através das fórmulas que se apresentam seguidamente. Estas visão não só calcular as áreas internas, mas essencialmente a área associada à espessura da lata.

$$A_1 = \frac{\pi \times \varnothing^2}{4} \quad (1)$$

$$A_2 = \frac{\pi \times (\varnothing - e)^2}{4} \quad (2)$$

$$A_{Total} = A_1 - A_2 \quad (3)$$

Na Tabela 3-2 são apresentados os resultados obtidos em função das equações anteriores.

Tabela 3-2- Resultados das Áreas pretendidas.

Parâmetro	Valor	Unidade
Área exterior ( $A_1$ )	7853,98	mm <sup>2</sup>
Área interior ( $A_2$ )	7814,76	mm <sup>2</sup>
Área total ( $A_{total}$ )	39,22	mm <sup>2</sup>

### 3.2.1.2 VOLUME DA LATA

O volume da lata foi calculado tendo como base a área total ( $A_{total}$ ) calculada em (3) e o valor da altura da lata em estudo.

$$V = A_{total} \times h \quad (4)$$

Na Tabela 3-3 apresenta-se o valor do volume em mm<sup>3</sup> e m<sup>3</sup> calculado em (4).

Tabela 3-3- Volume da lata.

Parâmetro	Valor	Unidade
Volume (V)	4641,68	mm <sup>3</sup>
Volume (V)	4,64×10 <sup>-9</sup>	m <sup>3</sup>

### 3.2.1.3 MASSA DA LATA

A massa da lata em estudo será obtida da sua massa específica de acordo com a equação (5).

$$M = \gamma_{aço} \times V \quad (5)$$

Na Tabela 3-4 apresenta-se o valor da massa em gramas e em quilograma calculados em função de (5).

Tabela 3-4- Resultado da Massa da lata.

Parâmetro	Valor	Unidade
Massa específica ( $\gamma_{aço}$ )*	7,90	g/m <sup>3</sup>
Massa (M)	3,7051×10 <sup>-8</sup>	g
Massa (M)	3,7051×10 <sup>-12</sup>	kg

\* valor existente, obtido por tabelas (Caetano, 2015), em Anexo1 da dissertação.

### 3.2.1.4 PESO DA LATA

O peso da lata será obtido pela equação (6) e os resultados deste cálculo são apresentados na Tabela 3-5.

$$\vec{P} = m_{lata} \times g \quad (6)$$

Tabela 3-5- Resultado do Peso da lata.

Parâmetro	Valor	Unidade
Aceleração gravítica (g)	9,81	m/s <sup>2</sup>
Peso (P)	3,630998×10 <sup>-11</sup>	N

Pelo que o Peso da lata de aço em estudo será de  $4 \times 10^{-11}$  N.

### 3.2.1.5 FORÇA NECESSÁRIA PARA COMPRIMIR

Para fazer o cálculo da carga necessária para comprimir a lata, aplicar-se-á **segunda lei de Newton**:

$$\vec{F}_{nec} = m_{lata} \times a \quad (7)$$

Sabendo que a lata (de feijão) em estudo, tem aproximadamente 845 g, iremos trabalhar com um valor, ligeiramente majorado, que será de aproximadamente 850 g considerando-se, assim, uma pequena margem de segurança.

Tabela 3-6- Resultado da força da lata a comprimir.

Parâmetro	Valor	Unidade
Aceleração (a)	9,81	m/s <sup>2</sup>
Massa (m)	0,850	Kg
Força necessária (F <sub>nec</sub> )	8,3385	N

Portanto, a força necessária para amassar uma lata de folha de aço de diâmetro de 100 mm e altura de 118,35 mm tem de ser maior ou igual a 8,3385 N, ver Tabela 3-6. A força

necessária que vamos utilizar vai ser uma força de 9 N para termos uma margem de segurança.

### 3.2.2 CÁLCULO DOS ESFORÇOS NA PRENSA MANUAL.

Para que a Prensa Manual possa resistir aos esforços provocados pela execução da tarefa de compressão, as tensões instaladas têm de ser menores ou iguais às tensões admissíveis e temos de ter em conta os seguintes parâmetros a baixo definidos (ver Tabela 3-7).

$$\vec{P} = m \times g \quad (8)$$

Tabela 3-7- Parâmetros a ter conta para os cálculos iniciais.

Parâmetro	Valor	Unidade
Massa da pega da Prensa ( $M_{pega}$ )*	0,269	Kg
Peso da pega da Prensa ( $P_{pega}$ )	2,639	N
Massa da peça da Prensa ( $M_{peça}$ )*	0,155	Kg
Peso da peça da Prensa ( $P_{peça}$ )	1,521	N
Momento de Inercia da peça ( $I_{zz}$ )*	2996,584	Kg mm <sup>2</sup>
Massa da peça2 da Prensa ( $M_{peça2}$ )*	0,061	Kg
Peso da peça2 da Prensa ( $P_{peça2}$ )	0,598	N
Momento de Inercia da peça2 ( $I_{zz}$ )*	187,633	Kg mm <sup>2</sup>
Massa da Prensa ( $M_{prensa}$ )*	0,183	kg
Peso da Prensa ( $P_{prensa}$ )	1,795	N
Força aplicada para comprimir ( $F_{inicial}$ )	9	N

\* valores obtidos pelo Autodesk Inventor 2019 (Erro relativo = 0,000039%), em Anexo2 da dissertação.

Então temos:

$$\sigma_{instalada} \leq \sigma_{admissível} \quad (9)$$

$$\sigma_{instalada} = \frac{M_{f\ max} \times x}{I_{zz}} \quad (10)$$

$$\sigma_{admissível} = \frac{\sigma_{cedência}}{FS} \quad (11)$$

### 3.2.2.1 EQUAÇÕES DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO NA PEÇA DA PRENSA

#### 3.2.2.1.1 DIAGRAMA DE CORPO LIVRE

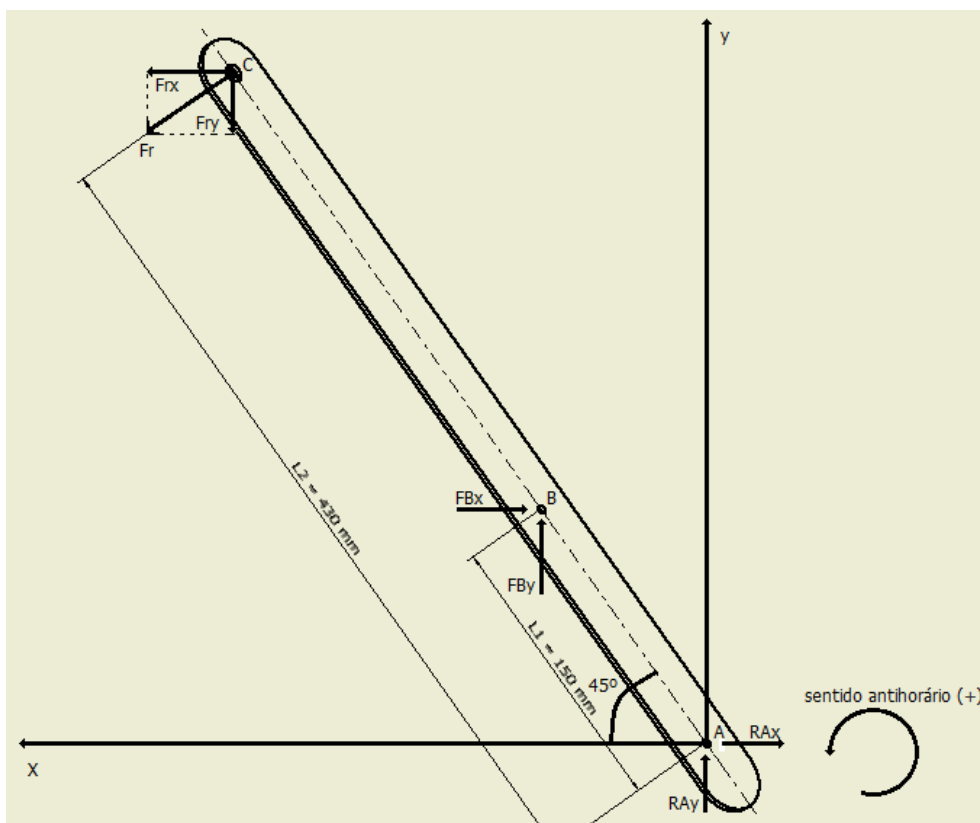


Figura 3-13- Diagrama do corpo livre (Fonte: António Gouveia, 2019).

## 3.2.2.1.2 EQUAÇÃO DO MOMENTO TORSOR MÁXIMO DA PEÇA DA PRENSA

$$\vec{T}_{max} = \vec{F}_r \times L_2 \quad (12)$$

Sabendo que:

$$\vec{F}_r = \sqrt{\vec{F}_{r_y}^2 + \vec{F}_{r_x}^2} \quad (13)$$

Então a força resultante em y é:

$$\vec{F}_{R_y} = \vec{P}_{pega} + \vec{P}_{peça\ prensa} + \vec{F}_{nec_y} \quad (14)$$

$$\vec{F}_{nec_y} = \vec{F}_{nec} \times \sin 45^\circ \quad (15)$$

Tabela 3-8- Resultado da força resultante em y na peça.

Parâmetro	Valor	Unidade
Peso da pega da Prensa ( $P_{pega}$ )	2,639	N
Peso da peça da Prensa ( $P_{peça}$ )	1,521	N
Força necessária ( $F_{nec}$ )	9	N
Força necessária em y ( $F_{nec_y}$ )	7,658	N
Força resultante em y ( $F_{R_y}$ )	11,818	N

Então a força resultante em x é:

$$\vec{F}_{r_x} = \vec{F}_{nec_x} \quad (16)$$

$$\vec{F}_{nec_x} = \vec{F}_{nec} \times \cos 45^\circ \quad (17)$$

Tabela 3-9- Resultado da força resultante em x na peça.

Parâmetro	Valor	Unidade
Força necessária ( $F_{nec}$ )	9	N
Força necessária em y ( $F_{nec_x}$ )	7,658	N
Força resultante em x ( $F_{r_x}$ )	4,727	N

Logo a força resultante é:

$$\vec{F}_r = \sqrt{11,818^2 + 4,727^2} \leftrightarrow$$

$$\leftrightarrow \vec{F}_r = 12,728 \text{ N}$$

Tabela 3-10- Momento Torsor máximo na peça.

Parâmetro	Valor	Unidade
Força resultante ( $F_{resultante}$ )	12,728	N
Comprimento da peça da prensa ( $L_2$ )	430	mm
Momento Torsor máximo ( $T_{max}$ )	5473,04	N mm

Concluimos que Momento torsor máximo da peça da prensa é de 5,473 N m tendo em consideração o esquema do corpo livre apresentado na Figura 3-13 e nas tabelas anteriores.

## 3.2.2.1.3 EQUAÇÃO DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO QUANTO À ROTAÇÃO

$$\sum \vec{M}_A = \vec{0} \Leftrightarrow +(\vec{F}_r \times L_2) + (\vec{F}_{B_y} \times L_{1_y}) = \vec{0} \Leftrightarrow \quad (18)$$

$$\Leftrightarrow \vec{F}_{B_y} = -\frac{(\vec{F}_r \times L_2)}{L_{1_y}}$$

Distância em  $L_1$  em y:

$$L_{1_y} = \sin 45^\circ \times L_1 \Leftrightarrow \quad (19)$$

$$\Leftrightarrow L_{1_y} = \sin 45^\circ \times 150 = 127,635 \text{ mm}$$

Tabela 3-11- Força y no ponto B na peça.

Parâmetro	Valor	Unidade
Força resultante ( $F_{\text{resultante}}$ )	12,728	N
Distância ( $L_2$ )	430	mm
Força B em y ( $F_{B_y}$ )	-42,880	N

## 3.2.2.1.4 EQUAÇÃO DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO QUANTO A TRANSLAÇÃO

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \sum \vec{F}_x = \vec{0} \\ \sum \vec{F}_y = \vec{0} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -\vec{F}_{B_x} + \vec{F}_{r_x} = \vec{0} \\ \vec{R}_{A_y} + \vec{F}_{B_y} - \vec{F}_{r_y} = \vec{0} \end{cases} \Leftrightarrow \quad (20)$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \vec{F}_{B_x} = \vec{F}_{r_x} \\ \vec{R}_{A_y} = -\vec{F}_{B_y} + \vec{F}_{r_y} \end{cases}$$

Tabela 3-12- Reação de apoio no ponto A da peça.

Parâmetro	Valor	Unidade
Força resultante em x ( $F_{R_x}$ )	4,727	N
Força resultante em y ( $F_{R_y}$ )	11,818	N
Força B em x ( $F_{B_x}$ )	4,727	N
Força B em y ( $F_{B_y}$ )	-42,880	N
Reação A em y ( $R_{A_y}$ )	54,698	N

### 3.2.2.1.5 EQUAÇÕES DOS ESFORÇOS ATUANTES NA PEÇA DA PRENSA.

#### 3.2.2.1.5.1 ESQUEMA DE CORTE

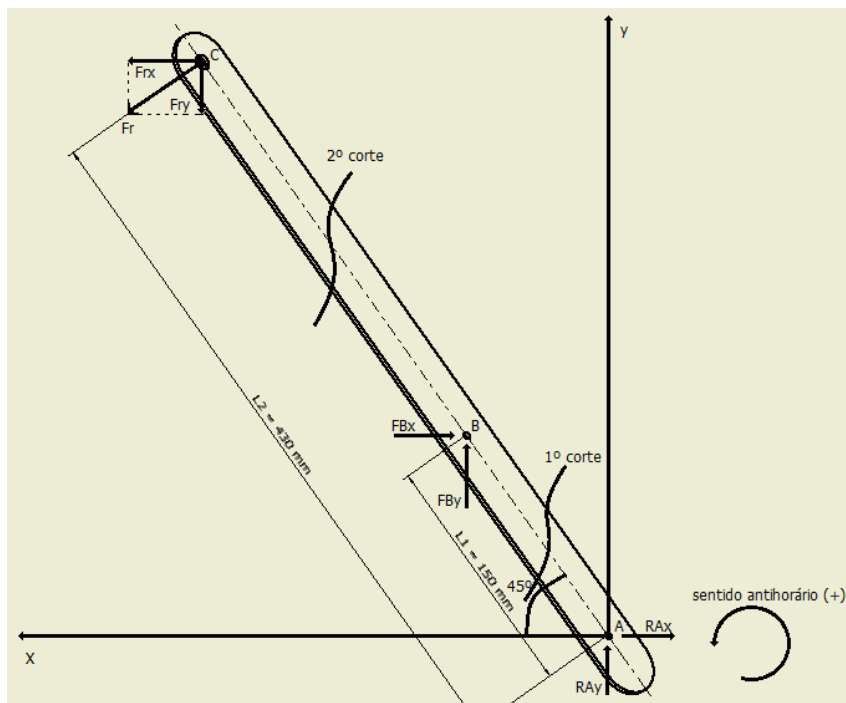


Figura 3-14- Digrama de corpo de livre do corte (Fonte: António Gouveia, 2019).

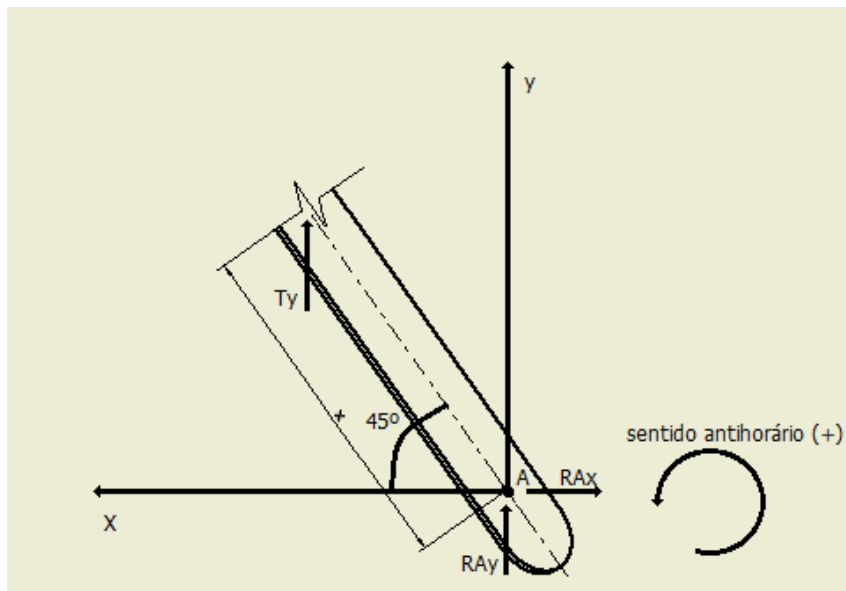
3.2.2.1.5.2 1º CORTE ( $0 \leq x \leq 150$ )

Figura 3-15- Digrama de corpo de livre do 1º corte (Fonte: António Gouveia, 2019).

## 3.2.2.1.5.3 EQUAÇÕES DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO

$$\begin{cases} \vec{F}_y = \vec{0} \\ \sum \vec{M}_A = \vec{0} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{R}_{Ay} + \vec{T}_y = \vec{0} \\ \vec{M}_{f_A} + (\vec{R}_{Ay} \times \vec{x}) = \vec{0} \end{cases} \Leftrightarrow \quad (21)$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \vec{T}_y = -\vec{R}_{Ay} \\ \vec{M}_{f_A} = -\vec{R}_{Ay} \times \vec{x} \end{cases}$$

Tabela 3-13- Momento Torsor e Momento Fletor do 1º corte da peça.

Parâmetro	Valor	Unidade
Momento Torsor ( $T_y$ )	-54,698	N
Momento Fletor ( $M_{f_A}$ )	-54,698x	N mm

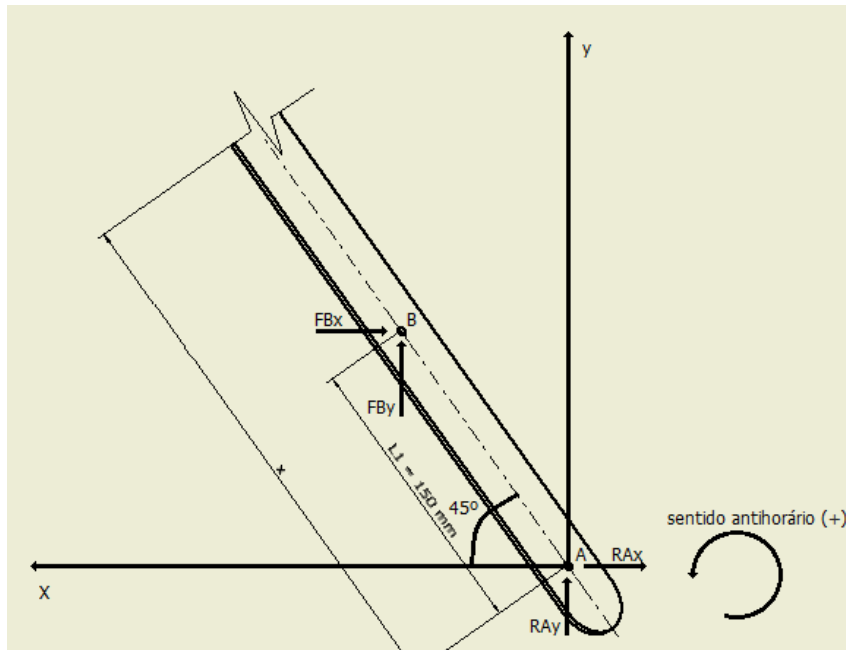
3.2.2.1.5.4 2º CORTE ( $150 \leq x \leq 430$ )

Figura 3-16- Digrama de corpo de livre do 2º corte (Fonte: António Gouveia, 2019).

## 3.2.2.1.5.5 EQUAÇÕES DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO

$$\begin{cases} \vec{F}_y = \vec{0} \\ \sum \vec{M}_A = \vec{0} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{R}_{Ay} + \vec{F}_{By} + \vec{T}_y = \vec{0} \\ \vec{M}_{f_A} + (\vec{R}_{Ay} \times x) + [\vec{F}_{By} \times (x - L_1)] = \vec{0} \end{cases} \Leftrightarrow (22)$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \vec{T}_y = -\vec{R}_{Ay} - \vec{F}_{By} \\ \vec{M}_{f_A} = -(\vec{R}_{Ay} \times x) - [\vec{F}_{By} \times (x - L_1)] \end{cases}$$

Tabela 3-14- Momento Torsor e Momento Fletor do 2º corte da peça.

Parâmetro	Valor	Unidade
Momento Torsor ( $T_y$ )	-11,818	N
Momento Fletor ( $M_{f_A}$ )	$-11,818x - 6432$	N mm

### 3.2.2.1.5.6 MOMENTOS DOS ESFORÇOS

Tabela 3-15- Esforços de corte e momentos fletores atuantes na peça.

Corte	$T_y$ (N)	$M_{f_A}$ (N mm)
[0; 150[	-54,698	-8204,7
[150; 430[	-11,818	-11513,74

Pode-se verificar que o momento fletor máximo da peça da prensa é de  $M_{f_A} = -8204,7$  N mm.

### 3.2.2.1.5.7 DIAGRAMA DE ESFORÇOS

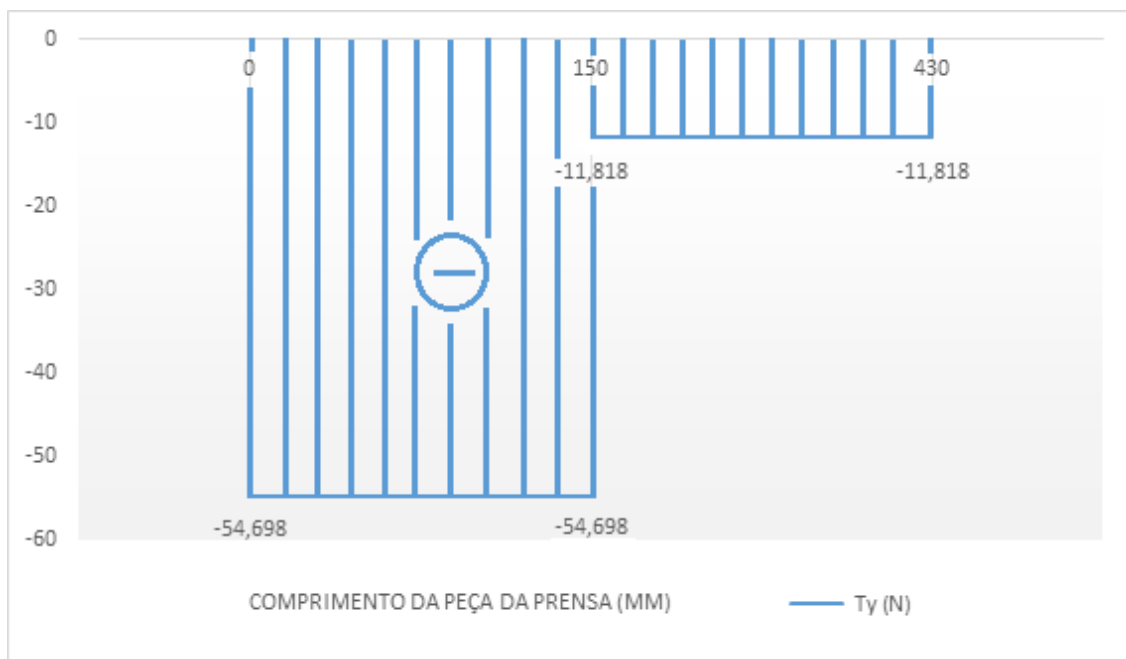


Figura 3-17- Diagrama do momento torsor ao longo da peça.

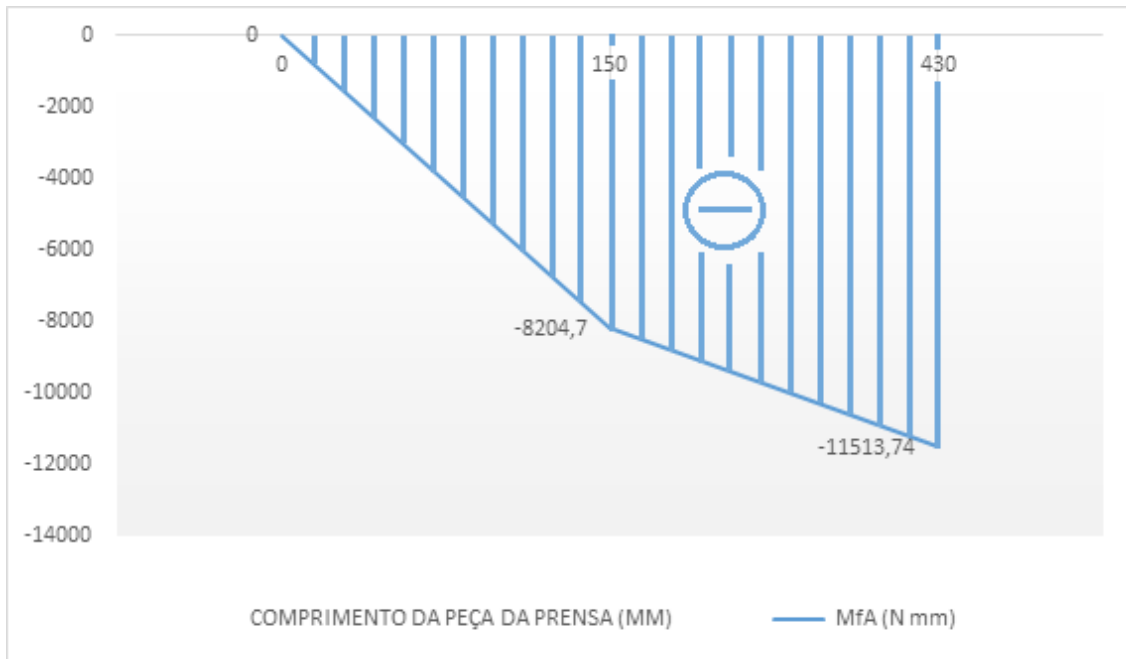


Figura 3-18- Diagrama do momento fletor ao longo da peça.

### 3.2.2.1.5.8 TENSÃO INSTALADA E TENSÃO ADMISSÍVEL DA PEÇA DA PRENSA

$$\sigma_{instalada} = \frac{M_{fA\max} \times x}{I_{zz}} \quad (23)$$

$$x = \cos 45^\circ \times L_2 \quad (24)$$

Tabela 3-16- Tensão instalada da peça.

Parâmetro	Valor	Unidade
Variante x da peça da prensa (x)	225,888	mm
Momento de Inercia da peça ( $I_{zz}$ )	2996,584	Kg mm <sup>2</sup>
Momento Fletor máximo ( $M_{fA\max}$ )	-8204,7	N mm
Tensão instalada ( $\sigma_{instalada}$ )	-618,485	N/mm <sup>2</sup>

$$\sigma_{admissível} = \frac{\sigma_{cedência}}{FS} \quad (25)$$

Tabela 3-17- Tensão Admissível da peça.

Parâmetro	Valor	Unidade
Tensão de cedência ( $\sigma_{cedência}$ )*	246	N/mm <sup>2</sup>
Fator de Segurança (FS)	1,5	
Tensão admissível ( $\sigma_{admissível}$ )	164	N/mm <sup>2</sup>

\* valor médio do alumínio, obtido pela tabela das propriedades mecânicas das ligas de alumínio, norma AISI-SAE 6061 (Delmar,2012), em Anexo3 da dissertação.

$$\sigma_{instalada} \leq \sigma_{admissível} \quad (26)$$

Então:

$$-618,485 \text{ N/mm}^2 \leq 164 \text{ N/mm}^2$$

### 3.2.2.2 EQUAÇÕES DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO NA PEÇA2 DA PRENSA

#### 3.2.2.2.1 DIAGRAMA DE CORPO LIVRE

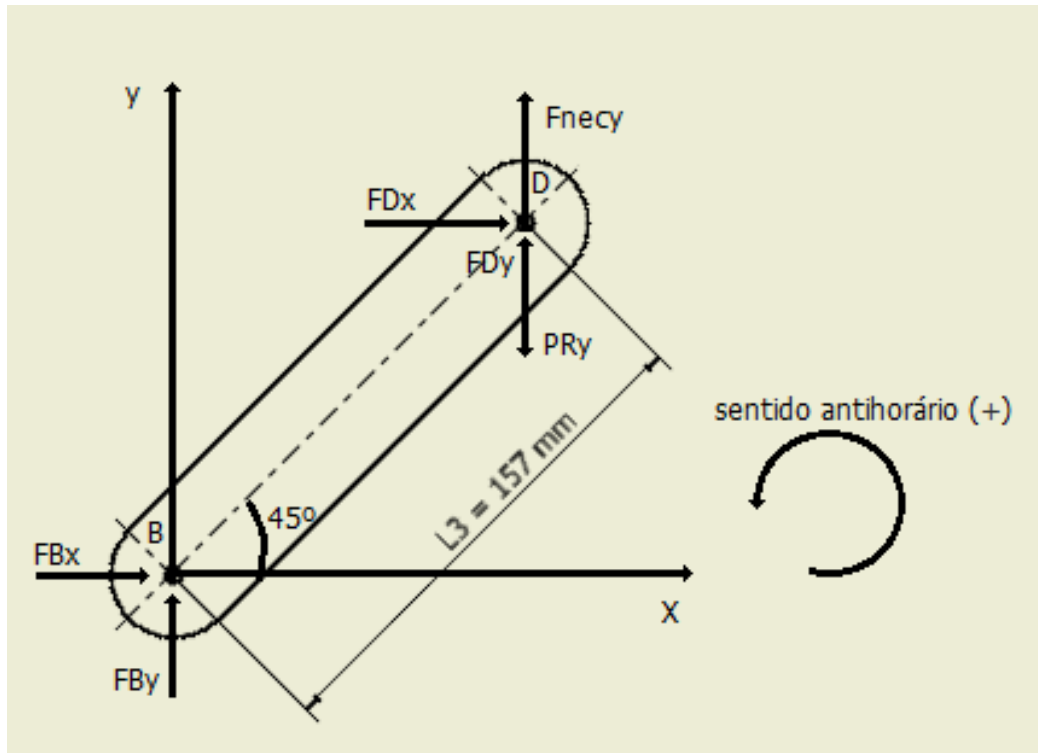


Figura 3-19- Diagrama do corpo livre (Fonte: António Gouveia, 2019).

#### 3.2.2.2.2 EQUAÇÃO DO MOMENTO TORSOR MÁXIMO DA PEÇA2 DA PRENSA

$$\vec{T}_{max} = \vec{F}_r \times L_3 \quad (27)$$

Sabendo que:

$$\vec{F}_r = \sqrt{\vec{F}_{ry}^2 + \vec{F}_{rx}^2} \quad (28)$$

Então a força resultante em y é:

$$\vec{F}_{R_y} = -\vec{P}_{R_y} + \vec{F}_{D_y} - \vec{F}_{nec_y} \quad (29)$$

$$\vec{P}_{R_y} = \vec{P}_{prensa} + \vec{P}_{peça\ 2\ prensa} \quad (30)$$

$$\vec{F}_{D_y} = \vec{F}_{B_y} \quad (31)$$

Tabela 3-18- Resultado da força resultante em y da peça2.

Parâmetro	Valor	Unidade
Peso da Prensa ( $P_{prensa}$ )	1,795	N
Peso da peça2 da Prensa ( $P_{peça2}$ )	0,598	N
Força D em y ( $F_{D_y}$ )	-42,880	N
Força necessária em y ( $F_{nec_y}$ )	7,658	N
Força resultante em y ( $F_{R_y}$ )	-52,921	N

Então a força resultante em x é:

$$\vec{F}_{r_x} = \vec{F}_{D_x} = \vec{F}_{B_x} \quad (32)$$

Logo a força resultante é:

$$\vec{F}_r = \sqrt{-52,921^2 + 4,727^2} \leftrightarrow$$

$$\leftrightarrow \vec{F}_r = 53,132\ N$$

Tabela 3-19- Momento Torsor máximo da peça2.

Parâmetro	Valor	Unidade
Força resultante ( $F_{\text{resultante}}$ )	53,132	N
Comprimento da peça da prensa ( $L_3$ )	157	mm
Momento Torsor máximo ( $T_{\text{max}}$ )	8341,742	N mm

Concluimos que Momento torsor máximo da peça2 da prensa é de 8,342 N m.

### 3.2.2.2.3 EQUAÇÕES DOS ESFORÇOS ATUANTES NA PEÇA2 DA PRENSA

#### 3.2.2.2.3.1 ESQUEMA DE CORTE

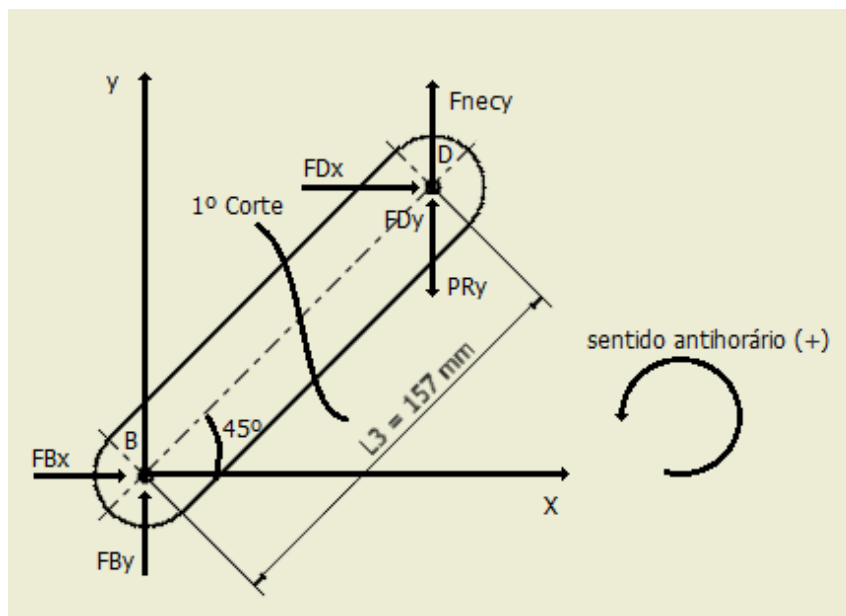


Figura 3-20- Digrama de corpo de livre do corte (Fonte: António Gouveia, 2019).

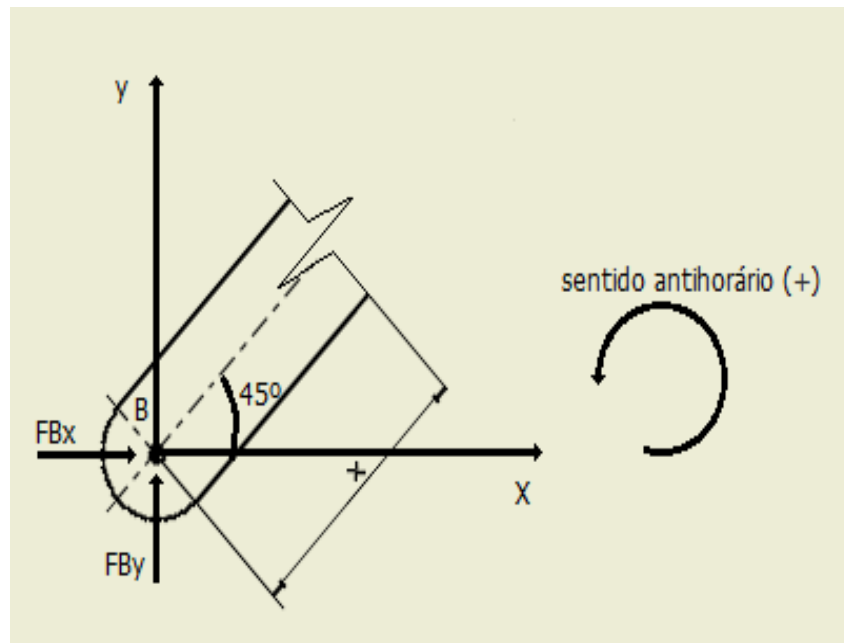
3.2.2.2.3.2 1º CORTE ( $0 \leq x \leq 157$ )

Figura 3-21- Digrama de corpo de livre do 1º corte (António Gouveia, 2019).

## 3.2.2.2.3.3 EQUAÇÕES DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{F}_y = \vec{0} \\ \sum \vec{M}_B = \vec{0} \end{array} \right\} \leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \vec{F}_{B_y} + \vec{T}_y = \vec{0} \\ -\vec{M}_{f_B} + (\vec{F}_{B_y} \times x) = \vec{0} \end{array} \right. \leftrightarrow \quad (33)$$

$$\leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \vec{T}_y = -\vec{F}_{B_y} \\ \vec{M}_{f_B} = \vec{F}_{B_y} \times x \end{array} \right.$$

Tabela 3-20- Momento Torsor e Momento Fletor do 1º corte da peça 2.

Parâmetro	Valor	Unidade
Momento Torsor ( $T_y$ )	-42,880	N
Momento Fletor ( $M_{f_B}$ )	-42,880x	N mm

### 3.2.2.2.3.4 MOMENTO DOS ESFORÇOS

Tabela 3-21- Esforços de corte e momentos fletores atuantes da peça2.

Corte	$T_y$ (N)	$M_{f_B}$ (N mm)
[0; 157[	-42,880	-6732,16

Pode-se verificar que o momento fletor máximo da peça2 da prensa é de  $M_{f_B} = -6732,16$  N mm.

### 3.2.2.2.3.5 DIAGRAMA DE ESFORÇOS



Figura 3-22- Diagrama do momento tórsor ao longo da peça2.

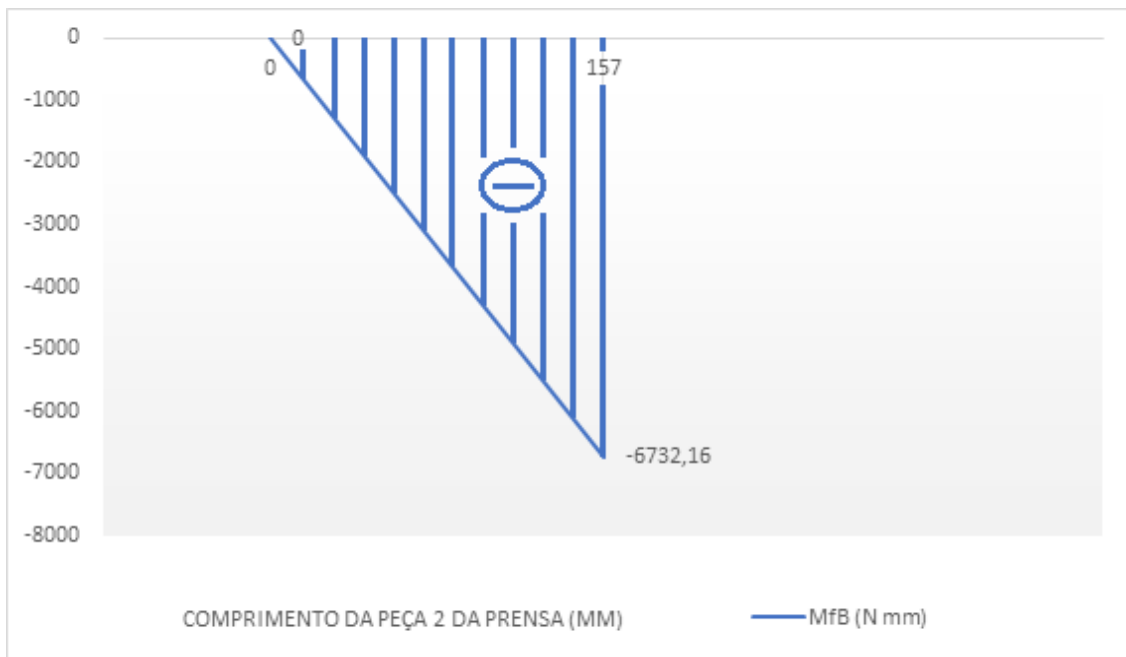


Figura 3-23- Diagrama do momento fletor ao longo da peça2.

### 3.2.2.2.3.6 TENSÃO INSTALADA E TENSÃO ADMISSÍVEL DA PEÇA2 DA PRENSA

$$\sigma_{instalada} = \frac{M_{fB \max} \times x}{I_{zz}} \quad (34)$$

$$x = \cos 45^\circ \times L_3 \quad (35)$$

Tabela 3-22- Tensão instalada da peça2.

Parâmetro	Valor	Unidade
Variante x da peça da prensa (x)	82,47	mm
Momento de Inercia da peça 2 ( $I_{zz}$ )	187,633	Kg mm <sup>2</sup>
Momento Fletor máximo ( $M_{fB \max}$ )	-6732,16	N mm
Tensão instalada ( $\sigma_{instalada}$ )	-2958,97	N/mm <sup>2</sup>

$$\sigma_{admissível} = \frac{\sigma_{cedência}}{FS} \quad (36)$$

Tabela 3-23- Tensão Admissível da peça2.

Parâmetro	Valor	Unidade
Tensão de cedência ( $\sigma_{cedência}$ )*	246	N/mm <sup>2</sup>
Fator de Segurança (FS)	1,5	
Tensão admissível ( $\sigma_{admissível}$ )	164	N/mm <sup>2</sup>

\* valor médio do alumínio, obtido pela tabela das propriedades mecânicas das ligas de alumínio, norma AISI-SAE 6061 (Delmar,2012), em Anexo3 da dissertação.

$$\sigma_{instalada} \leq \sigma_{admissível} \quad (37)$$

Então:

$$-2958,97 \text{ N/mm}^2 \leq 164 \text{ N/mm}^2$$

### 3.2.2.3 DIMENSIONAMENTO DE REBITE

#### 3.2.2.3.1 DIÂMETRO DO REBITE

A escolha de rebite a utilizar na prensa manual, é feita de acordo com a espessura do das chapas (peça da prensa e peça 2 da prensa) que se quer rebitar (Moro, 2017).

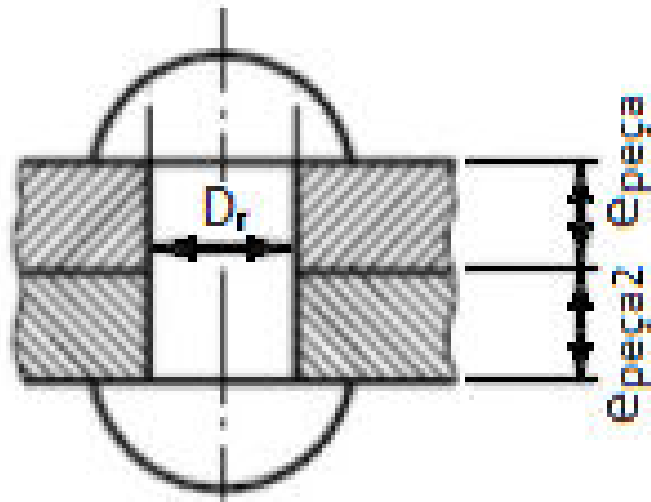


Figura 3-24- Esquema do rebite na prensa (Fonte: António Gouveia, 2019).

Onde as espessuras são:

$$e_{peça} = e_{peça 2} \quad (38)$$

Então na prática considera-se a chapa de menor espessura se multiplicasse por um valor de 1,5, mas neste caso as chapas são iguais.

$$\varnothing_r = 1,5 \times e_{peça} \quad (39)$$

Tabela 3-24- Diâmetro do rebite.

Parâmetro	Valor	Unidade
Espessura da peça ( $e_{peça}$ )	3	mm
Constante ou valor predefinido	1,5	
Diâmetro de rebite ( $\varnothing_r$ )	4,5	mm

### 3.2.2.3.2 DIÂMETRO DO FURO

O diâmetro do furo nas chapas (peça da prensa e peça 2 da prensa) vai ser calculado multiplicando pela constante 1,06

$$\varnothing_f = 1,06 \times \varnothing_r \quad (40)$$

Tabela 3-25- Diâmetro do furo.

Parâmetro	Valor	Unidade
Diâmetro do rebite ( $\varnothing_r$ )	4,5	mm
Constante ou valor predefinido	1,06	
Diâmetro do furo ( $\varnothing_f$ )	4,77	mm

Pode-se verificar que o diâmetro do rebite,  $\varnothing_r = 4,5 \approx 5 \text{ mm}$ , logo no novo modelo Cyclea, na peça e na peça2 da prensa com  $\varnothing_r = 5 \text{ mm}$ .

## 3.3 SUPORTES DA PRENSA MANUAL

Uma das partes também a ter atenção na dissertação é os suportes da Prensa Manual (apoios em I) do novo modelo Cyclea, que suportam o peso da prensa e os esforços originados pela prensa.

Objetivo de os apoios em I como já foi mencionado, é reforçar que a prensa fica segura e presa na boca de deposição, para que suporte a força aplicadas pela prensa á boca de posição e não quebrar a boca deposição ao prensar. Os apoios em I são feitos em Aço 1050, como já foi referido e nesta secção vai efetuar-se todo o estudo mecânicos de esforços e dimensionamento de parafusos, onde vão aprender os apoios e suportar as forças aplicadas pela prensa manual, Figura 3-25.

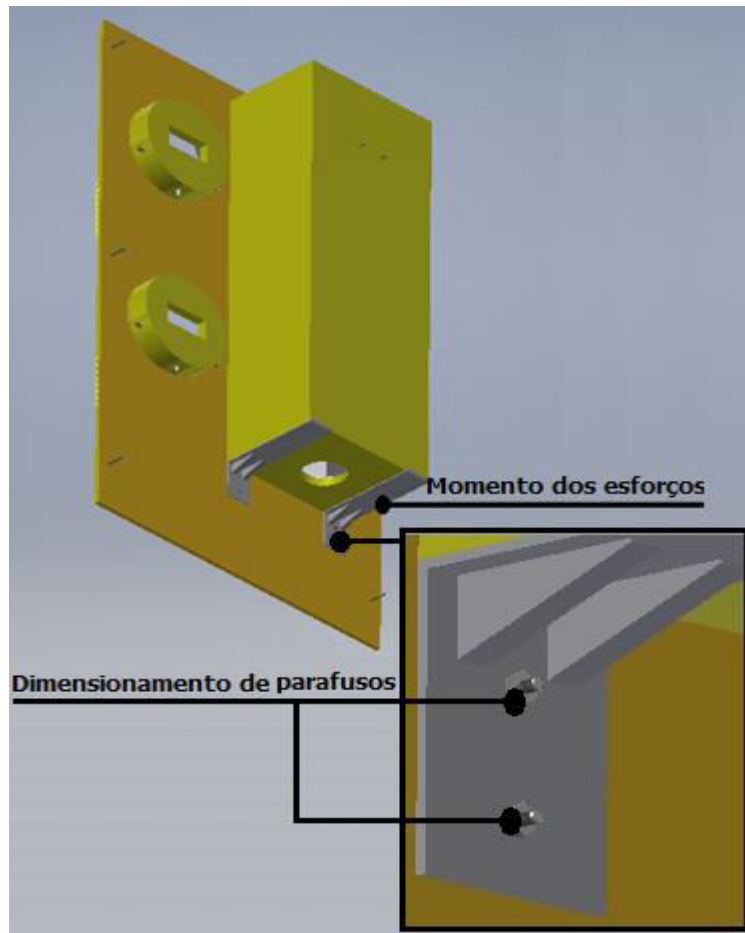


Figura 3-25- Momentos dos esforços e dimensionamento de rebites a efetuar nos apoios  
(Fonte: António Gouveia, Inventor 2018).

### 3.3.1 DIMENSIONAMENTO DE PARAFUSOS

Então para que os suportes, possam resistir as forças provocados pela execução das tarefas de trabalho da prensa manual, vai ser feito o dimensionamento dos parafusos. A tensão tração do parafuso têm de ser menor ou igual à tensão admissível do parafuso do e temos de ter em conta os seguintes dados necessários para o cálculo da força P que exerce sobre os parafusos (Moro, 2017).

$$\vec{P} = m \times g \quad (41)$$

$$\vec{P}_{Total} = \vec{P}_{prensa\ manual} + \vec{P}_{boca} + \vec{P}_{apoio} + \vec{P}_{lata} + \vec{F}_{inicial} \quad (42)$$

Tabela 3-26- Parâmetros a ter conta para os cálculos iniciais.

Parâmetro	Valor	Unidade
Massa da Prensa manual ( $M_{\text{prensa manual}}^*$ )	1,568	Kg
Peso da Prensa manual ( $P_{\text{prensa manual}}$ )	15,382	N
Massa da Boca de deposição ( $M_{\text{boca}}^*$ )	1,052	Kg
Peso da Boca de deposição ( $P_{\text{boca}}$ )	10,320	N
Massa do apoio em I ( $M_{\text{apoio}}^*$ )	0,068	kg
Peso do apoio em I ( $P_{\text{apoio}}$ )	0,667	N
Peso da lata ( $P_{\text{lata}}$ )	$3,630998 \times 10^{-11}$	N
Força aplicada para comprimir ( $F_{\text{inicial}}$ )	9	N
Peso Total ( $P_{\text{total}}$ )	35,37	N

\* valores obtidos pelo Autodesk Inventor 2019 (Erro relativo = 0,000039%), em Anexo2 da dissertação.

Então temos:

$$\sigma_{\text{tração}} \leq \sigma_{\text{admissível}} \quad (43)$$

$$\sigma_{\text{tração}} = \frac{\vec{P}_{\text{total}}}{A_{\text{parafuso}}} \quad (44)$$

$$\sigma_{\text{admissível}} = \frac{\sigma_{\text{cedência}}}{FS} \quad (45)$$

## 3.3.1.1 DIÂMETRO DO PARAFUSO.

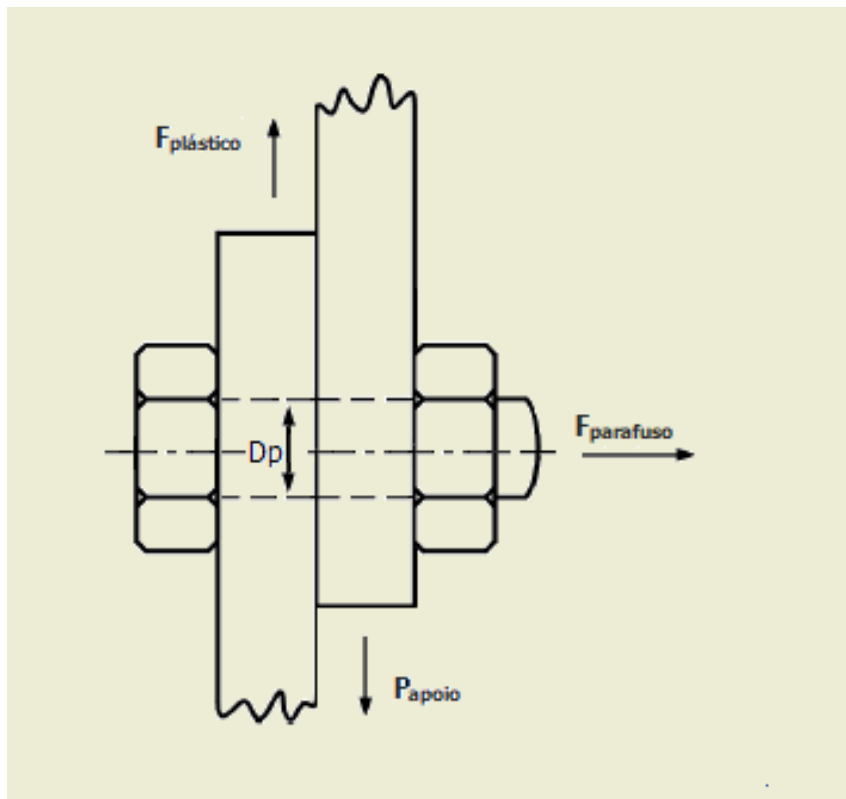


Figura 3-26- Esquema do parafuso nos apoios (Fonte: António Gouveia, 2019).

$$\frac{\vec{P}_{total}}{A_{parafuso}} = \frac{\sigma_{cedência}}{FS} \quad (46)$$

$$A_{parafuso} = \frac{\pi \times \phi_{parafuso}^2}{4} \quad (47)$$

$$\phi_{parafuso} = \sqrt{\frac{\vec{P} \times 4}{\left(\frac{\sigma_{cedência}}{FS}\right) \times \pi}} \quad (48)$$

Tabela 3-27- diâmetro do parafuso.

Parâmetro	Valor	Unidade
Peso Total ( $P_{total}$ )	35,37	N
Tensão de cedência ( $\sigma_{cedência}$ )*	340	N/mm <sup>2</sup>
Fator de Segurança (FS)	2	
Diâmetro do parafuso ( $\emptyset_{parafuso}$ )	0,514	mm

\* valor tabelado do parafuso com propriedades mecânicas de aço-baixo teor de carbono, classe métrica 4.8 (Delmar,2012), em Anexo4 da dissertação.

Pode-se verificar que o  $\emptyset_{parafuso} = 0,514 \approx 1 \text{ mm}$ , logo o  $\emptyset_{parafuso} \geq 1 \text{ mm}$ .

No novo modelo Cyclea, foi projetado em cada apoio  $\emptyset_{parafuso} = 2 \text{ mm}$ .

### 3.3.1.2 QUANTIDADE DE PARAFUSOS PARA SUSTENTAR A ESTRUTURA

$$N_{parafusos} = \frac{\sigma_{tração}}{\sigma_{adimssível}} \quad (49)$$

$$N_{parafusos} = \frac{\frac{\vec{P}_{total}}{\frac{\pi \times \emptyset_{parafuso}^2}{4}}}{\frac{\sigma_{cedência}}{FS}} \quad (50)$$

Tabela 3-28- Número de parafusos.

Parâmetro	Valor	Unidade
Peso Total ( $P_{total}$ )	35,37	N
Tensão de cedência ( $\sigma_{cedência}$ )	340	N/mm <sup>2</sup>
Fator de Segurança (FS)	2	
Diâmetro do parafuso ( $\emptyset_{parafuso}$ )	0,514	mm
Número de parafusos ( $N_{parafusos}$ )	1,003	

Verificar-se que o peso total que exerce em cada apoio, basta ter pelo menos um parafuso, para suportar o peso exercido cada apoio.

No novo modelo Cyclea, foi projetado em cada apoio, dois parafusos para obter maior resistência (ver Figura 3-26).

### 3.3.1.3 FORÇA EM CADA PARAFUSO

$$\vec{F}_{parafuso} = \frac{\vec{P}_{total}}{N_{parafusos}} \quad (51)$$

Tabela 3-29- Força de cada parafuso.

Parâmetro	Valor	Unidade
Peso Total ( $P_{total}$ )	35,37	N
Número de parafusos ( $N_{parafusos}$ )	2	
Força de cada parafuso ( $F_{parafuso}$ )	17,685	N

### 3.3.1.4 EQUAÇÕES DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO NOS SUPORTES

#### 3.3.1.4.1 DIAGRAMA DE CORPO LIVRE

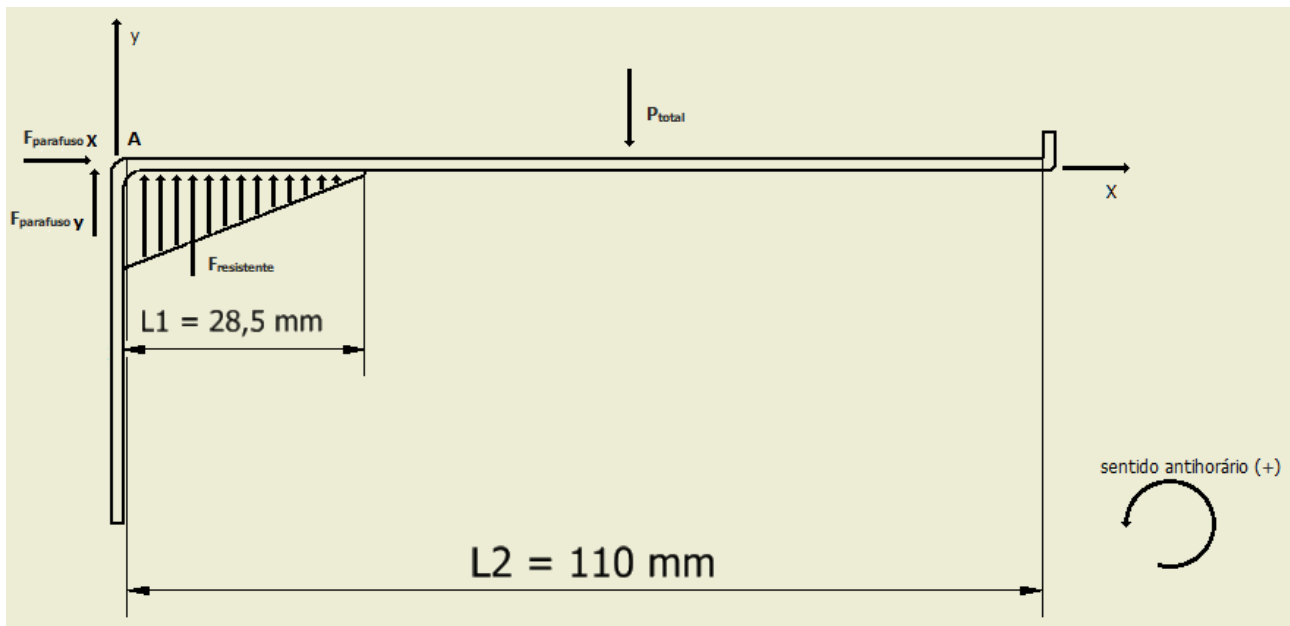


Figura 3-27- Diagrama do corpo livre (Fonte: António Gouveia, 2019).

#### 3.3.1.4.2 EQUAÇÃO DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO QUANTO À ROTAÇÃO

$$\sum \vec{M}_A = \vec{0} \leftrightarrow -\left(\vec{P}_{TOTAL} \times \frac{L_2}{2}\right) + \left(\vec{F}_{resistente} \times \frac{L_1}{3}\right) = 0 \leftrightarrow \quad (52)$$

$$\leftrightarrow \vec{F}_{resistente} = \frac{\left(\vec{P}_{TOTAL} \times \frac{L_2}{2}\right)}{\frac{L_1}{3}} \quad (53)$$

Tabela 3-30- Força resistente.

Parâmetro	Valor	Unidade
Peso Total ( $P_{total}$ )	35,37	N
Força resistente no apoio ( $F_{resistente}$ )	207,773	N

### 3.3.1.4.3 EQUAÇÃO DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO QUANTO A TRANSLAÇÃO

$$\sum \vec{F}_y = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{F}_{parafuso_y} + \vec{F}_{resistente} - \vec{P}_{total} = \vec{0} \Leftrightarrow \quad (54)$$

$$\Leftrightarrow \vec{F}_{parafuso_y} = \vec{F}_{resistente} - \vec{P}_{total} = \vec{0}$$

Tabela 3-31- Força parafuso em y.

Parâmetro	Valor	Unidade
Peso Total ( $P_{total}$ )	35,37	N
Força resistente no apoio ( $F_{resistente}$ )	207,773	N
Força do parafuso em y ( $F_{parafuso_y}$ )	172,403	N

### 3.3.1.4.4 EQUAÇÕES DOS ESFORÇOS ATUANTES NO SUPORTE

#### 3.3.1.4.4.1 ESQUEMA DE CORTE

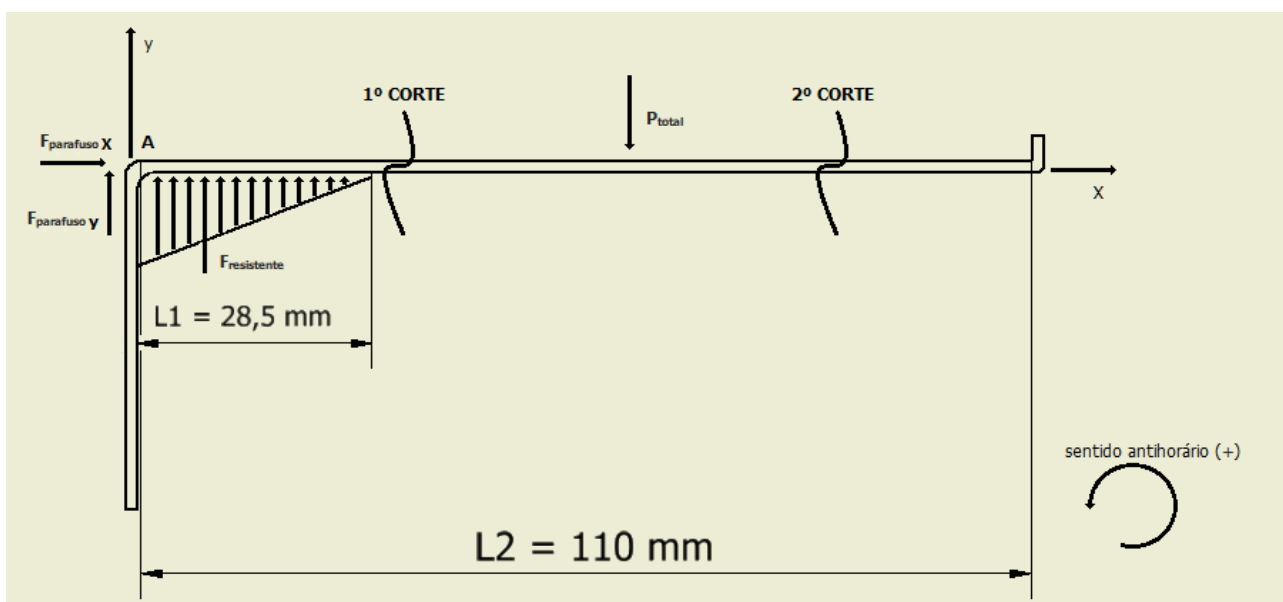


Figura 3-28- Digrama de corpo de livre do corte (Fonte: António Gouveia, 2019).

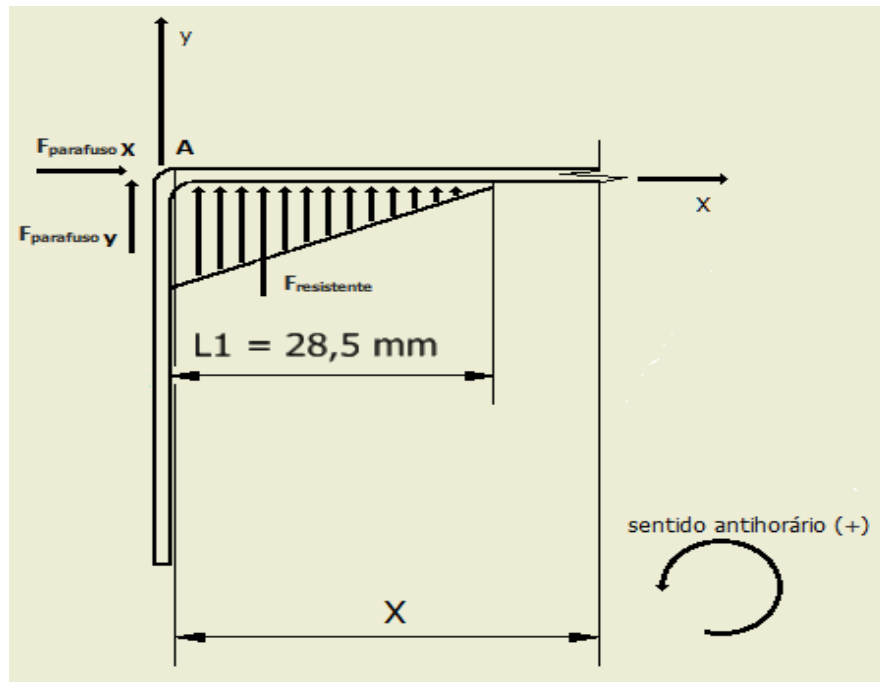
3.3.1.4.4.2 1º CORTE ( $0 \leq x \leq 55$ )

Figura 3-29- Digrama de corpo de livre do 1º corte (Fonte: António Gouveia, 2019).

## 3.3.1.4.4.3 EQUAÇÕES DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO

$$\sum \vec{M}_A = \vec{0} \Leftrightarrow -\vec{M}_{f_A} + \left( \vec{F}_{resistente} \times \frac{L_1}{3} \right) + \left( F_{parafuso_y} \times x \right) = \vec{0} \Leftrightarrow \quad (55)$$

$$\Leftrightarrow \vec{M}_{f_A} = + \left( \vec{F}_{resistente} \times \frac{L_1}{3} \right) + \left( F_{parafuso_y} \times x \right) = \vec{0}$$

Tabela 3-32- Momento Fletor do 1º corte no apoio.

Parâmetro	Valor	Unidade
Momento Fletor ( $M_{f_A}$ )	$1973,84 + 172,403x$	N mm

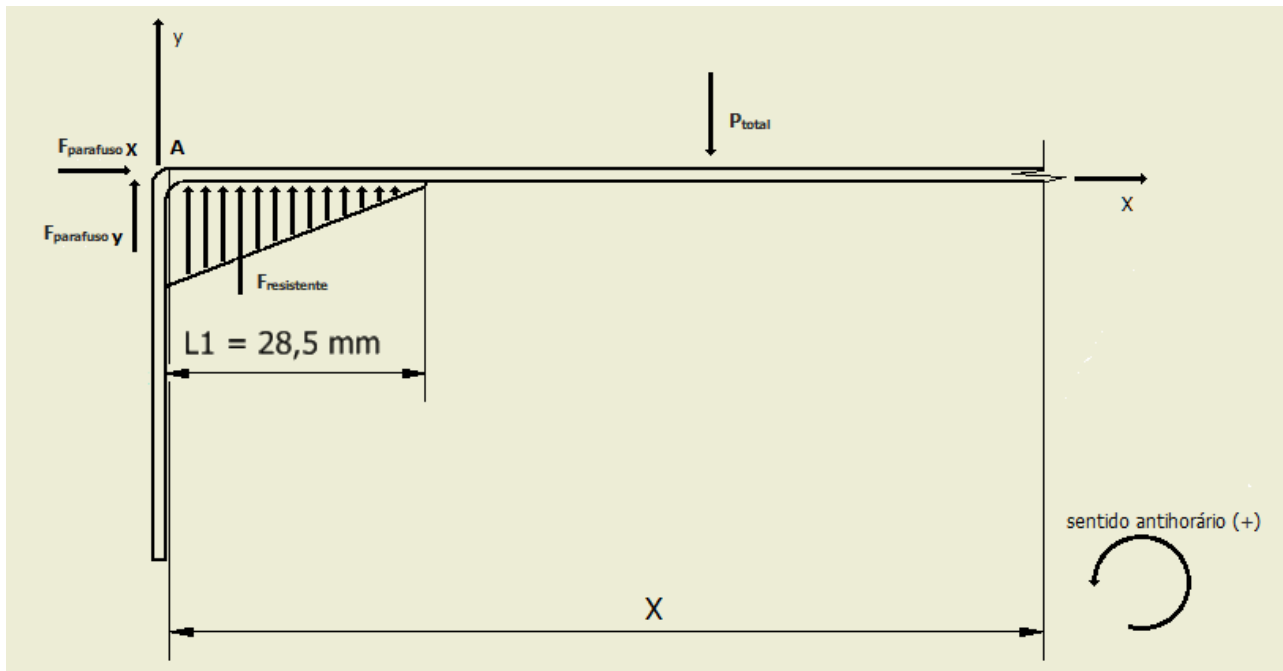
3.3.1.4.4.4 1º CORTE ( $0 \leq x \leq 110$ )

Figura 3-30- Digrama de corpo de livre do 2º corte (Fonte: António Gouveia, 2019).

## 3.3.1.4.4.5 EQUAÇÕES DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO

$$\sum \vec{M}_A = \vec{0} \Leftrightarrow -\vec{M}_{f_A} + \left( \vec{F}_{resistente} \times \frac{L_1}{3} \right) - \left( \vec{P}_{total} \times \frac{L_2}{2} \right) + \left( F_{parafuso_y} \times x \right) = 0 \Leftrightarrow \quad (56)$$

$$\Leftrightarrow \vec{M}_{f_A} = + \left( \vec{F}_{resistente} \times \frac{L_1}{3} \right) - \left( \vec{P}_{total} \times \frac{L_2}{2} \right) + \left( F_{parafuso_y} \times x \right) = 0$$

Tabela 3-33- Momento Fletor do 2º corte no apoio.

Parâmetro	Valor	Unidade
Momento Fletor ( $M_{f_A}$ )	$28,39 + 172,403x$	N mm

## 3.3.1.4.4.6 DIAGRAMA DE ESFORÇOS

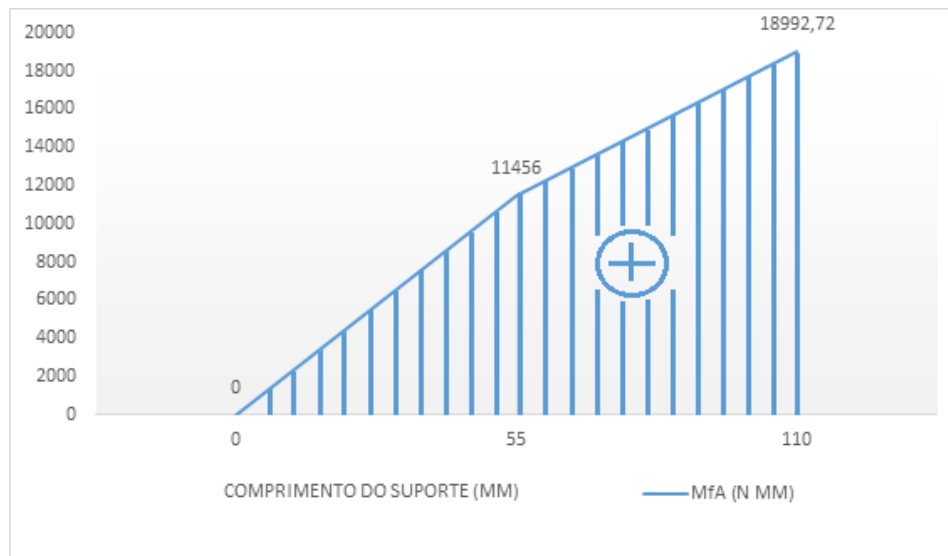


Figura 3-31- Diagrama do momento fletor ao longo do suporte.

## 3.3.1.4.4.7 TENSÃO INSTALADA E TENSÃO ADMISSÍVEL NO SUPORTE

$$\sigma_{instalada} = \frac{M_{fA \max} \times x}{I_{zz}} \quad (57)$$

Tabela 3-34- Tensão instalada do apoio.

Parâmetro	Valor	Unidade
Variante x da peça do apoio (x)	110	mm
Momento de Inercia do apoio ( $I_{zz}$ )*	93,394	Kg mm <sup>2</sup>
Momento Fletor máximo ( $M_{fB \max}$ )	18992,72	N mm
Tensão instalada ( $\sigma_{instalada}$ )	369,736	N/mm <sup>2</sup>

\* valor obtido pelo Autodesk Inventor 2019 (Erro relativo = 0,000039%), em Anexo2 da dissertação.

$$\sigma_{admissível} = \frac{\sigma_{cedência}}{FS} \quad (58)$$

Tabela 3-35- Tensão Admissível do apoio.

Parâmetro	Valor	Unidade
Tensão de cedência ( $\sigma_{cedência}$ )*	590	N/mm <sup>2</sup>
Fator de Segurança (FS)	1,5	
Tensão admissível ( $\sigma_{admissível}$ )	393,33	N/mm <sup>2</sup>

\* valor médio do aço laminado a frio, obtido pela tabela das propriedades mecânicas das ligas de Aço de carbono, norma AISI-SAE 1050 (Delmar,2012), em Anexo5 da dissertação.

Para se verificar então:

$$\sigma_{instalada} \leq \sigma_{admissível} \quad (59)$$

Então:

$$369,736 \text{ N/mm}^2 \leq 393,333 \text{ N/mm}^2$$

Pela expressão, obteve-se o resultado pretendido, o que significa que os suportes em I, vai aguentar o peso e força exercida pela Prensa Manual.

### 3.4 CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DO NOVO CYCLEA

Como já foi mencionado, existem dois modelos de ecopontos Cycleas, o modelo 1500 para plástico/metal e vidros e o modelo 2500 para papel/cartão. Como os nomes indicam o ecoponto Cyclea 1500 tem um volume de armazenamento de 1500 litros de resíduos urbanos e o ecoponto Cyclea 2500 tem um volume de armazenamento de 2500 litros de resíduos urbanos.

Com a otimização dos ecopontos Cyclea para plástico/metal, o novo modelo Cyclea tem um volume de armazenamento só de 222 l ou 0,222 m<sup>3</sup> (obtidos pelo Autodesk Inventor 2019 com o erro relativo = 0,000039%). O armazenamento do resíduo urbano está colocado, como já foi referido anteriormente no relatório da dissertação, numa gaveta toda em Alumínio 6061 como é apresentado na figura 3-10.

O objetivo do novo modelo Cyclea é, em pouco espaço de volume, armazenar mais resíduos urbanos compactado que o ecoponto Cyclea 1500, que contem um volume de 1500 l de resíduos urbanos não compactados.

Para provar que o novo modelo com um volume de 222 l vai ter maior capacidade de armazenamento de resíduos urbano, passa por se executar uma simples experiência, que consiste em pegar na maior garrafa de plástico que o novo modelo Cyclea consegue compactar, neste caso garrafas de plástico com volume de 2 l, fazer o cálculo matemático qual o número de garrafas de plástico de 2 l não compactado cabe no Cyclea 1500 e qual o número de garrafas de plástico compactado de 2 l cabe no novo modelo. Se o número de garrafas de plástico não compactado for menor ou igual que o número de garrafas de plástico compactado atinge-se o objetivo pretendido.

$$N_{\text{garrafas não compactadas}} \leq N_{\text{garrafas compactadas}} \quad (60)$$

#### 3.4.1 NÚMERO DE GARRAFAS NÃO COMPACTADAS

$$N_{\text{garrafas não compactadas}} = \frac{V_{\text{Cyclea 1500}}}{V_{\text{garrafa}}} \quad (61)$$

Tabela 3-36- Número de garrafas não compactadas.

Parâmetro	Valor	Unidade
Volume do Cyclea 1500 ( $V_{Cyclea\ 1500}$ )	1500	L
Volume da garrafa ( $V_{garrafa}$ )	2	L
Número de garrafas não compactadas ( $N_{garrafas\ não\ compactadas}$ )	750	

### 3.4.2 NÚMERO DE GARRAFAS COMPACTADAS

$$V_{garrafa\ compactada} = \frac{V_{garrafa} \times h_{compactada}}{h_{garrafa\ 2\ l}} \quad (62)$$

Tabela 3-37- volume da garrafa compactada.

Parâmetro	Valor	Unidade
Volume da garrafa ( $V_{garrafa}$ )	2	L
Altura da garrafa de 2 litros ( $h_{garrafa\ 2\ l}$ )*	345	mm
Altura da garrafa compactada pretendida ( $h_{compactada}$ )	25	mm
Volume da garrafa compactada ( $V_{garrafa\ compactada}$ )	0,145	L

\* valor obtido pelo instrumento de medição paquímetro

$$N_{garrafas\ compactadas} = \frac{V_{novo\ modelo}}{V_{garrafa\ compactada}} \quad (63)$$

Tabela 3-38- Número de garrafas compactadas.

Parâmetro	Valor	Unidade
Volume do novo modelo ( $V_{novo\ modelo}$ )	222	L
Volume da garrafa compactada ( $V_{garrafa\ compactada}$ ) *	0,145	L
Número de garrafas compactadas ( $N_{garrafas\ compactadas}$ )	1531	

### 3.4.3 RESULTADO

Para se verificar que:

$$N_{garrafas\ não\ compactadas} \leq N_{garrafas\ compactadas} \quad (64)$$

Então:

$$750\ garrafas \leq 1531\ garrafas\ compactadas$$

Mas como o novo modelo Cyclea, a gaveta de Alumínio tem divisória ou separador, isto é, metade é para plástico e outra metade é para metal, então só vai obter 765 garrafas de plástico compactado, mesmo assim é um valor maior que as garrafas não compactadas no ecoponto Cyclea 1500. Conseguiu-se assim os resultados pretendidos.

### 3.5 VANTAGEM E DESVANTAGENS DO NOVO MODELO CYCLEA

Nesta Etapa do relatório da dissertação, pode-se já referir então que o novo modelo Cyclea é um ecoponto com mais vantagens que os ecopontos convencionais Cyclea 1500 para plástico/metal.

As vantagens que obtemos e observamos durante a dissertação sobre o novo modelo Cyclea são as seguintes:

- É possível otimizar os ecopontos já existentes, obtendo resultados satisfatórios, tornando os mais eficazes;
- Pode-se colocar nos ecopontos Cyclea nos plásticos/metal, uma prensa manual que comprima plástico e metal pretendido;
- O conceito de separação de plástico/metal pode se realizar antes de chegar ao local de separação, caso o utilizador cumpra com as instruções estabelecidas no ecoponto Cyclea;
- Consegue-se através de cálculos verificar que o novo modelo Cyclea tem maior capacidade de armazenamento de lixo reciclável, do que os modelos Cyclea 1500, utilizando um pequeno espaço de ocupação;
- O novo modelo é mais rentável e lucrativo para as indústrias de recolha e tratamento de resíduos urbanos, devido ter maior capacidade de armazenamento devido a existir a compactação e separação do respetivo resíduo urbano. É uma ação facilitadora das empresas de resíduos urbanos nas etapas ou processos de reciclável;
- O método gaveta, torna-se mais fácil do que o método grua utilizado atualmente na recolha, onde o técnico profissional de recolha não precisa ser especializado, só tem de abrir a gaveta e retirar o resíduo urbano contido no saco plástico, amarrar o saco e transportar num veículo mais pequeno;
- Através do método gaveta torna-se mais rápido na recolha do resíduo urbano, do que método convencional grua;
- A vantagem de utilização do método gaveta, faz com a utilização de veículo pouco robusto e de pequeno porte torna-se mais eficaz durante seu trabalho de recolha, do que o camião do lixo convencional, devido ser um veículo bastante grande e robusto, tem a dificuldade na passagem de determinadas zonas urbanas como cidades, vilas ou aldeias (por exemplo zonas históricas em que as ruas são estreitas).

Mas a otimização do novo modelo Cyclea também traz algumas desvantagens, durante o estudo de otimização como:

- Só se consegue reciclar e compactar determinado plástico e metal (por exemplo garrafas de plástico até 2 l e latas de metal com diâmetro máximo de 100 mm);
- Ato de vandalismo no novo modelo de ecoponto, principalmente na Prensa Manual, não será possível prensar e introduzir o produto reciclado compactado no respetivo orifício destinado;
- Caso o utilizador não cumprir com instruções indicadas no ecoponto e introduzir, indevidamente, o resíduo urbano específico no orifício errado;
- Por fim a introdução de resíduos urbanos não destinado a este ecoponto não é eficaz 100%, mesmo que haja uma determinada altura e comprimento a ser introduzido nos orifícios na Boca de deposição, existirá sempre resíduos urbano com menor altura e comprimento;
- A desvantagem principal é se não houver sensibilização e educação na nossa sociedade, não vai haver reciclagem eficiente e obter valores mais lucrativos, eficazes, rentáveis e desejados nos ecopontos.

# CONCLUSÕES

- 4.1 CONCLUSÕES
- 4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

## 4 CONCLUSÕES

### 4.1 CONCLUSÕES

A conclusão que se obtém da dissertação como referido no capítulo anterior, permite constatar que otimizar os ecopontos existentes, utilizando o conceito comprimir os resíduos urbanos, como plástico e metal, resíduos mais utilizados pela sociedade, traz bastantes vantagens para as empresas de gestão de resíduos urbanos e para a sociedade mundial, isto é, torna os ecopontos mais eficazes, lucrativos e rentáveis para empresas de resíduos urbanos e para a sociedade mundial.

A otimização dos ecopontos para além de se tornar lucrativos e rentáveis, outro fator importante que se conclui, irá também ajudar as empresas portuguesas de gestão de resíduos urbanos a atingir futuramente e atualmente as metas destripuladas pela e cumprir as metas estipuladas pelo Persu 2020 (Plano Europeu de Resíduos, Sólidos Urbanos) da União Europeia.

Por fim conclui-se, com o desenvolvimento das tecnologias na área de mecânica e a através de estudos científicos que se tem feito na área de reciclagem e resíduos, deve ser de extrema importância e relevância, pode-se criar e ajudar com novas ideias de projetos na área de engenharia, a combater um dos problemas de grande importância, que atualmente a nossa sociedade não se tem arranjado soluções eficazes e que a nossa sociedade mundial não tem dado importância, que é combater a poluição mundial e o que fazer a tanto lixo.

## 4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Ao longo deste desenvolvimento de projeto de dissertação e de estudo sobre outras matérias baseadas sobre reciclagem e os seus processos de reciclagem, deparou-se outro aspeto importante que para além de otimização de ecopontos, deve se também otimizar as rotas de recolha de resíduos urbanos, para resolver o problema de encaminhamento de veículos no processo de recolha de resíduos urbanos.

Então como proposta futura, surge a ideia de fazer com que os ecopontos se tornem inteligentes, isto é, os ecopontos serem constituídos por sensores que indicará todas as informações necessárias desde quando os ecopontos estão cheios, quanto pesa e capacidade no momento e tipo de resíduo urbano que constitui. Para além os ecopontos levar sensores, que obtém toda essa informação necessária, os ecopontos devem também estar ligados entre si por rede, com a sede principal de comunicação e a empresa destinada de gestão de recolha de resíduos urbanos (Ferreira, 2015).

A empresa destinada de gestão de recolha de resíduos urbanos, receberá a informação necessária de que ecoponto de terminada zona da região urbana a que pertence e assim saberá qual será o melhor veículo de pequeno, medio ou grande porte a utilizar e qual a melhor rota ou encaminhamento deverá levar os veículos no processo de recolha de resíduos urbanos (Ferreira,2015).

Então verifica-se todo este processo de otimização de ecopontos e de otimização das rotas de recolha de resíduos urbanos, faz com as empresas de gestão de recolha de resíduos urbanos, se tornem mais eficazes, rentáveis e lucrativos, obtendo valores satisfatórios (Ferreira,2015).

# BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- 5.1 WEB GRAFIA
- 5.2 DISSERTAÇÕES E TRABALHOS ACADÊMICOS
- 5.3 ARTIGOS CIENTÍFICOS
- 5.4 LIVROS CIENTÍFICOS DE APOIO

## 5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

### 5.1 WEBGRAFIA

- PERSU 2020 (2020). *Resíduos urbanos, Relatório Anual 2019*. APA - Agência Portuguesa do Ambiente (2019). Recuperado em 3 de março, 2019, de <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=933&sub3ref=936>
- INE- Instituto Nacional de Estatística (2019). *Resíduos Urbanos, Dados estatísticos*. Recuperado em 3 de março, 2019, de [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_indicadores&indOcorrCod=0009614&contexto=bd&selTab=tab2](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0009614&contexto=bd&selTab=tab2)
- LIPOR - Entidade gestora de resíduos do grande Porto (2020). *Resíduos Urbanos, Dados estatísticos*. Recuperado em 3 de março, 2020, de <http://portal.lipor.pt:7777/pls/apex/f?p=2020:70:0>
- OVO - Community Life Improver (2019). *Bem Comum Eficiência Contentores CYCLEA*. Recuperado em 3 de março, 2019, de <http://www.ovosolutions.com/pt/index.php?page=produtos&categoria=1&subcategoria=4>
- REA (2020), *Resíduos - Produção e Gestão de Resíduos Urbanos*. REA - Portal do Estado do Ambiente, Portugal. Recuperado em 3 de junho, 2020, de <https://rea.apambiente.pt/content/produção-e-gestão-de-resíduos-urbanos>
- SUMA - Serviços Urbanos e Meio Ambiente (2019). *Recolha de Resíduos Urbanos*. Recuperado em 3 de março, 2019, de <http://www.suma.pt>
- Ecycle- Sua pegada mais leve (2019). Recuperado em 5 de abril, 2019, de <https://www.ecycle.com.br/160-lata-de-aco-reciclagem.html>

## 5.2 DISSERTAÇÕES E TRABALHOS ACADÊMICOS

- Delmar, F.J. (2012). Apontamentos da UC “*Orgãos de Máquinas*”, *Tabelas e Figuras para consulta Instituto Superior Politécnico Gaya- Escola Superior de Ciências e Tecnologia*.
- Ferreira, J. A. (2015). *Optimização do Processo de Recolha de Resíduos: Desenvolvimento de Ferramentas de Investigação Operacional para o Problema de Orientação de Equipas com Multi-Restrições*. Tese de Doutoramento, *Universidade do Minho Escola de Engenharia*. Recuperado em 5 de março 2019, [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/41574/1/TESE João%20Amaro%20Oliveira%20Ferreira 2015.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/41574/1/TESE%20João%20Amaro%20Oliveira%20Ferreira%202015.pdf)
- Moro, N.; May A. C. (2017). *Instituto Federal de Educação e Tecnologia de Santa Catarina*. Recuperado em 5 de setembro, 2019, de <http://norbertocefetsc.pro.br/elm/wp-content/uploads/2014/09/Cálculo-Simplificado-de-Parafusos.pdf>
- Rojas, M. G. (2014). *Otimização da Operação e Manutenção de um Sistema de Separação de Resíduos – Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos da AMRPB. Instituto Politécnico de Viseu Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu*. Recuperado em 5 de março, 2019, de [http://repositorio.ipv.pt/bitstream/10400.19/2543/1/Relatório%20Estágio Gloria%20Rojas.pdf](http://repositorio.ipv.pt/bitstream/10400.19/2543/1/Relatório%20Estágio%20Gloria%20Rojas.pdf)
- Caetano V. (2015). *Centro de Formação Profissional da Indústria Metalúrgica e Metalomecânica*. Recuperado em 17 de setembro, 2020, de <https://pt.slideshare.net/VitorCaetano/propriedades-dos-materiais-ensaios>

### 5.3 ARTIGOS CIENTÍFICOS

- C. Rodrigues, J. Alves (2018). Por um oceano limpo. *Publico*. Recuperado em 20 de janeiro, 2019, de <https://www.publico.pt/2018/04/22/infografia/por-um-oceano-limpo-260#gs.V4WWxZv6>
- L. Koch. (2018). “DIA DA TERRA 2018: ACABEMOS JUNTOS COM A POLUIÇÃO DO PLÁSTICO”. *Ambiente Magazine*. Recuperado em 20 de janeiro, 2019, de <https://www.ambientemagazine.com/opiniao-dia-da-terra-2018-acabemos-juntos-com-a-poluicao-do-plastico/>
- L. Parker. (2018). 91%: A Chocante Percentagem de Plástico que Não é Reciclado. *National Geographic*. Recuperado em 20 de janeiro, 2019, de <https://www.natgeo.pt/planeta-ou-plastico/2017/08/91-chocante-percentagem-de-plastico-que-nao-e-reciclado>

### 5.4 LIVROS CIENTÍFICOS DE APOIO

- Completo, António.; Q. de Melo, Francisco. *Introdução ao Projetos Mecânicos*, 1ª edição, Engebook, 2017.
- E. Shigley, Joseph.; R. Mischke, Charles.; G. Budynas, Richard.; *Projeto de Engenharia Mecânica*, 7ª edição, Bookman, 2005.
- Melconain, Sarkis. *Mecânica técnica e resistência dos materiais*, 17ª edição, Érica, 2006.

# ANEXOS

- 6.1 ANEXO1: PROPRIEDADE DOS MATERIAS
- 6.2 ANEXO2: PROPRIEDADES AUTODESK INVENTOR 2019
- 6.3 ANEXO3: TABELA DE LIGA DE ALUMÍNIO
- 6.4 ANEXO4: TABELA DE RESISTÊNCIA DOS PARAFUSOS CLASSE MÉTRICA
- 6.5 ANEXO5: TABELA DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DAS LIGAS DE AÇO DE CARBONO
- 6.6 ANEXO6: DESENHOS DO CYCLEA

## 6 ANEXOS

### 6.1 ANEXO1: PROPRIEDADES DOS MATERIAS



## Propriedades dos materiais

# Massa Específica

Material	Massa específica [g/cm <sup>3</sup> ]	Material	Massa específica [g/cm <sup>3</sup> ]	Material	Massa específica [g/cm <sup>3</sup> ]
Alumínio	2,7	Madeira	0,1 -1,2 (?)	Água	1
Ferro	7,9	Borracha Natural	0,91 – 0,93	Ar (PTN)	0,0012
Cobre	8.93	Plástico (polipropileno PET/PVC)	0,85 – 1,4	Água do mar (média)	1,025
Aço	7,85	Cortiça	0,22 – 0,26	Gelo (polar)	0,917
Latão	8,6				
Prata	10,5				
Vidro	2,5				
Chumbo	11,3				
Mercúrio	13,6				
Ouro	19,3				
Platina	21,4				
Granitos	2,4 - 2,9				
Zinco	7,14				
Calcários	1,8 – 2,8				

Vitor Caetano

## 6.2 ANEXO2: PROPRIEDADES AUTODESK INVENTOR 2019

### 6.2.1 PEGA da PRENSA MANUAL

**Pega da prensa iProperties**

General Summary Project Status Custom Save Physical

Solids  
The Part Update

Material  
PPS Plastic Clipboard

Density  
1,637 g/cm<sup>3</sup>

Requested Accuracy  
Low

General Properties

Mass 0,269 kg (Relative) X Center of Gravity 0,000 mm (Relative)

Area 19163,715 mm<sup>2</sup> Y 0,000 mm (Relative)

Volume 164148,216 mm<sup>3</sup> Z 65,000 mm (Relative)

Inertial Properties

Principal Global Center of Gravity

Principal Moments

I1 409,235 kg mm I2 409,235 kg mm I3 53,501 kg mm<sup>2</sup>

Rotation to Principal

Rx 0,00 deg (Relat) Ry 0,00 deg (Relat) Rz 0,00 deg (Relat)

### 6.2.2 PEÇA DA PRENSA MANUAL

**Peça da prensa iProperties**

General Summary Project Status Custom Save Physical

Solids  
The Part Update

Material  
Aluminum 6061 Clipboard

Density  
2,700 g/cm<sup>3</sup>

Requested Accuracy  
Low

General Properties

Mass 0,155 kg (Relative) X Center of Gravity 20,000 mm (Relative)

Area 41543,141 mm<sup>2</sup> Y 225,657 mm (Relative)

Volume 57416,482 mm<sup>3</sup> Z 1,500 mm (Relative)

Inertial Properties

Principal Global Center of Gravity

Mass Moments

Ixx 2976,246 kg mm<sup>2</sup> Calculated using negative integral.

Ixy 0,000 kg mm<sup>2</sup> Iyy 20,570 kg mm<sup>2</sup>

Ixz -0,000 kg mm<sup>2</sup> Iyz -0,000 kg mm<sup>2</sup> Izz 2996,584 kg mm<sup>2</sup>

### 6.2.3 PEÇA2 DA PRENSA MANUAL

Peça 2 da prensa iProperties

General Summary Project Status Custom Save Physical

Solids  
The Part Update

Material  
Aluminum 6061 Clipboard

Density  
2,700 g/cm<sup>3</sup>

Requested Accuracy  
Low

General Properties

Mass 0,061 kg (Relative)  X Center of Gravity  
20,000 mm (Relative)

Area 16407,973 mm<sup>2</sup> Y 78,500 mm (Relative)

Volume 22492,101 mm<sup>3</sup> Z 1,500 mm (Relative)

Inertial Properties

Principal Global Center of Gravity

Mass Moments  
Calculated using negative integral.

Ixx 179,879 kg mm Iyy 7,845 kg mm<sup>2</sup>

Ixy -0,000 kg mm<sup>2</sup> Iyz 0,000 kg mm<sup>2</sup>

Ixz 0,000 kg mm<sup>2</sup> Izz 187,633 kg mm<sup>2</sup>

### 6.2.4 PRENSA DA PRENSA MANUAL

Prensa iProperties

General Summary Project Status Custom Save Physical

Solids  
The Part Update

Material  
Steel Clipboard

Density  
7,850 g/cm<sup>3</sup>

Requested Accuracy  
Low

General Properties

Mass 0,183 kg (Relative)  X Center of Gravity  
54,000 mm (Relative)

Area 37217,876 mm<sup>2</sup> Y 50,644 mm (Relative)

Volume 23318,730 mm<sup>3</sup> Z 7,763 mm (Relative)

Inertial Properties

Principal Global Center of Gravity

Principal Moments

I1 169,946 kg mm I2 316,510 kg mm I3 434,600 kg mm

Rotation to Principal

Rx 0,71 deg (Relat) Ry 0,00 deg (Relat) Rz 0,00 deg (Relat)

## 6.2.5 PRENSA MANUAL

**Prensa pet iProperties**

General Summary Project Status Custom Save Physical

Material

Density: 2,826 g/cm<sup>3</sup> Requested Accuracy: Low

General Properties

Include Cosmetic Welds  Include QTY Overrides

Center of Gravity

Mass: 1,568 kg (Relative) X: 1194,656 mm (Rela)

Area: 517190,209 mm<sup>2</sup> Y: 789,564 mm (Rela)

Volume: 554943,049 mm<sup>3</sup> Z: -357,323 mm (Rela)

Inertial Properties

Principal Global Center of Gravity

Principal Moments

I1: 34956,302 kg m<sup>2</sup> I2: 6376,856 kg m<sup>2</sup> I3: 35944,242 kg m<sup>2</sup>

Rotation to Principal

Rx: -20,72 deg (Rel) Ry: 1,86 deg (Rela) Rz: -0,28 deg (Rela)

## 6.2.6 BOCA DE DEPOSIÇÃO

**Boca de deposição iProperties**

General Summary Project Status Custom Save Physical

Solids

The Part

Material: PC/ABS Plastic

Density: 0,357 g/cm<sup>3</sup> Requested Accuracy: Low

General Properties

Center of Gravity

Mass: 1,052 kg (Relative) X: 159,435 mm (Rela)

Area: 774393,578 mm<sup>2</sup> Y: 366,432 mm (Rela)

Volume: 2945013,887 mm<sup>3</sup> Z: -47,847 mm (Rela)

Inertial Properties

Principal Global Center of Gravity

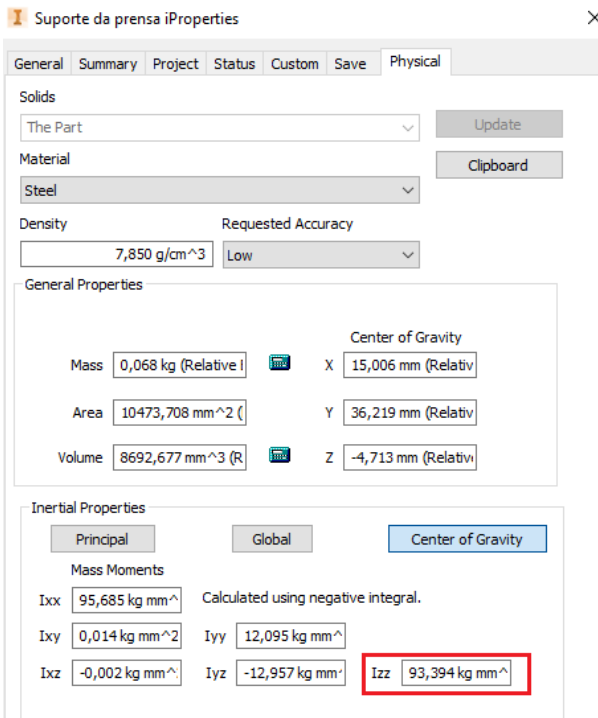
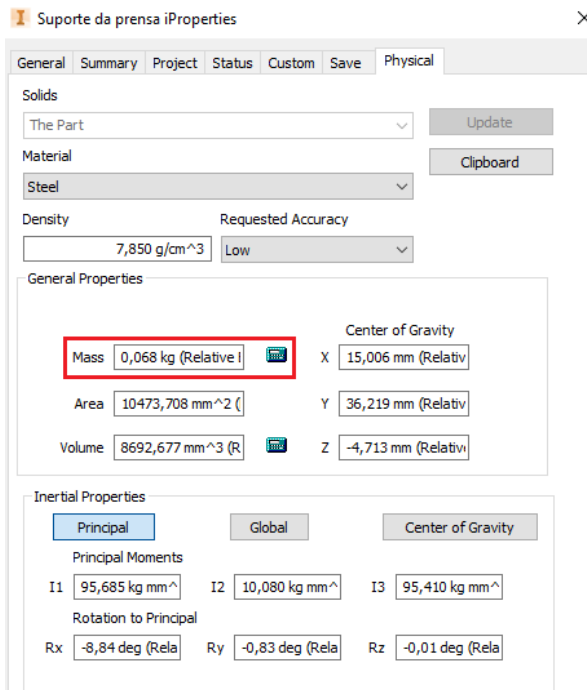
Principal Moments

I1: 31457,732 kg m<sup>2</sup> I2: 11193,847 kg m<sup>2</sup> I3: 39244,424 kg m<sup>2</sup>

Rotation to Principal

Rx: 2,42 deg (Rela) Ry: 10,39 deg (Rela) Rz: -2,46 deg (Rela)

### 6.2.7 APOIOS EM L










## 6.3 ANEXO3: TABELA DA LIGAS DE ALUMÍNIO

TABELA DE LIGAS DE ALUMÍNIO			
NORMA AISI-SAE	Tipo	Resistência à tracção* (MPa)	Tensão de cedência* (MPa)
2219	T31, T351	350	250
2024	T3	485	345
2024	T6, T651	475	395
2014	T6, T651	485	415
6061	T4, T451	240	145
6061	T651	290	242
7049	T73	530	475
7075	T6	570	505
7075	T73	505	415
7178	T6	605	540

\* Valores médios.

Tabela 1.6- Propriedades mecânicas das ligas de alumínio.

## 6.4 ANEXO4: TABELA DA RESISTÊNCIA DOS PARAFUSOS DE CLASSE MÉTRICA

Classe Métrica	Gama de dimensões	Tensão de prova [MPa]	Tensão de rotura [MPa]	Tensão de cedência [MPa]	Material	Designação no parafuso
4.6	M5-M36	225	400	240	aço-baixo teor de carbono	
4.8	M1.6-M16	310	420	340	aço-baixo teor de carbono	
5.8	M5-M24	380	520	420	aço-baixo teor de carbono	
8.8	M16-M36	600	830	660	aço médio teor de carbono TT	
9.8	M1.6-M66	650	900	720	aço médio teor de carbono TT	
10.9	M5-M36	830	1040	940	aço-liga de baixo teor de carbono TT	
12.9	M1.6-M36	970	1220	1100	aço liga TT	

TT- Tratado Termicamente

Tabela 4.4- Classificação de resistência para os parafusos de classe métrica

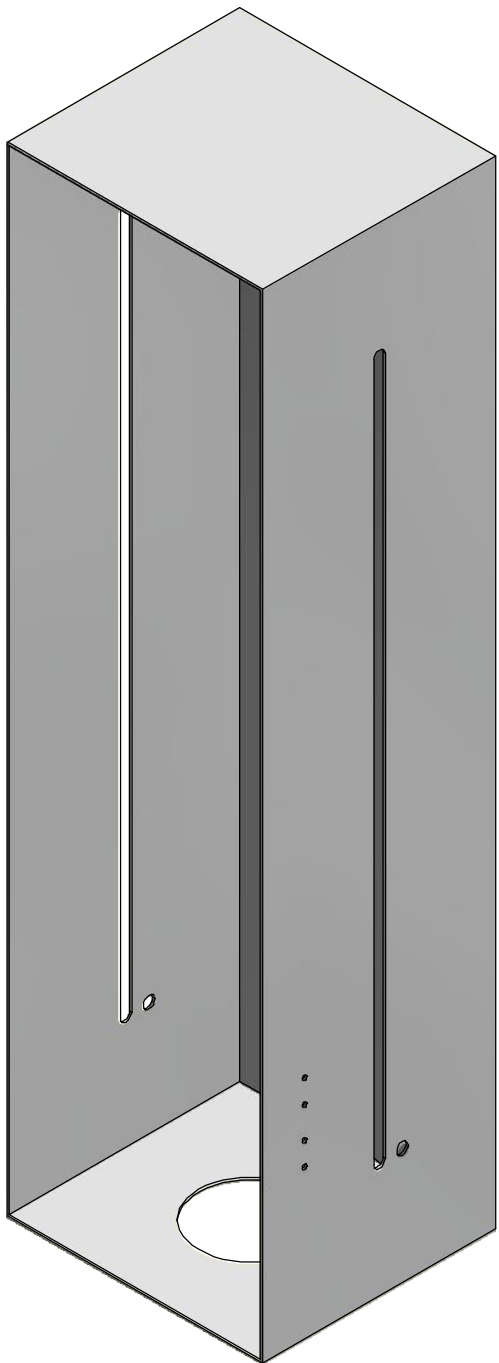
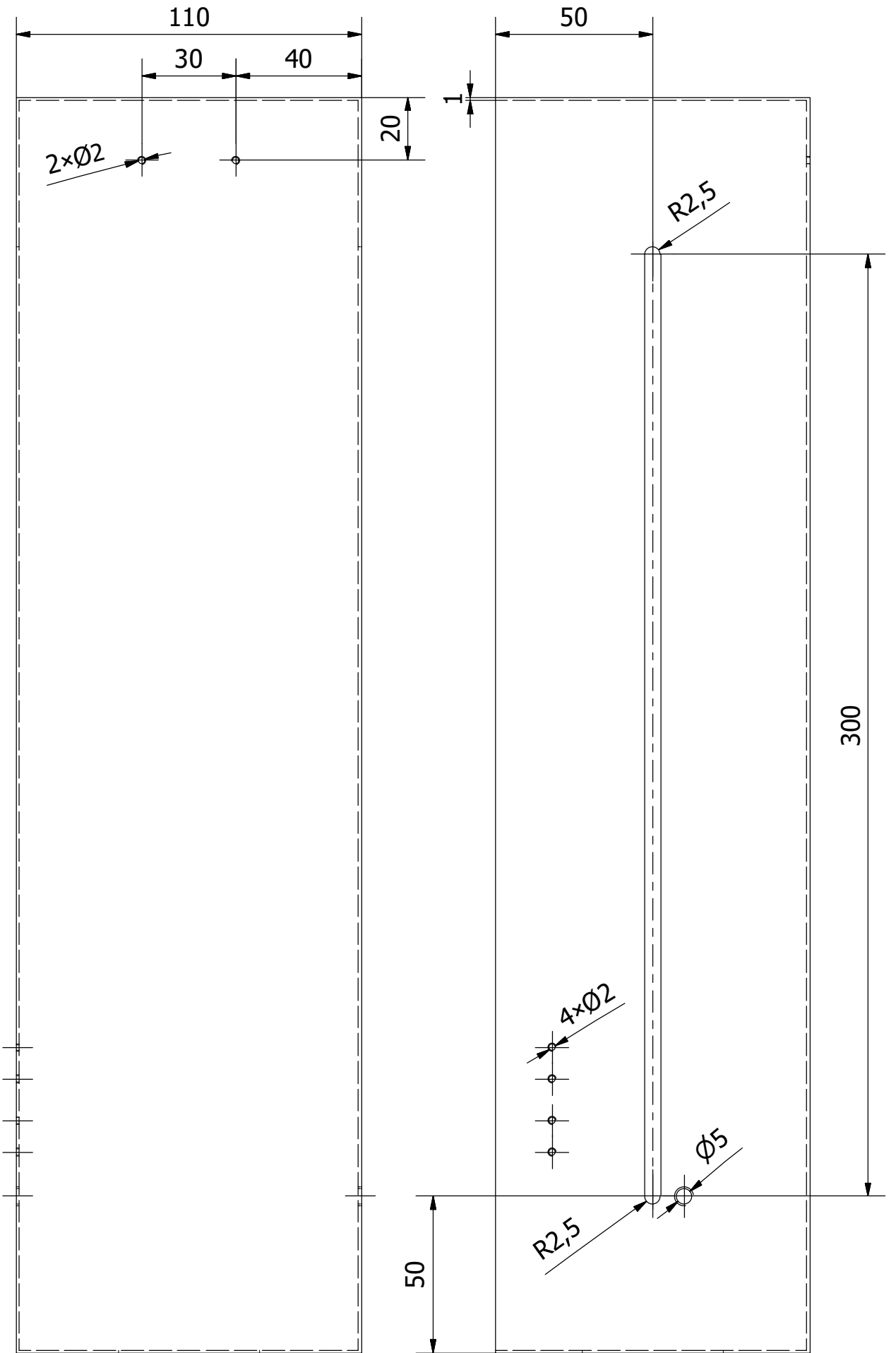
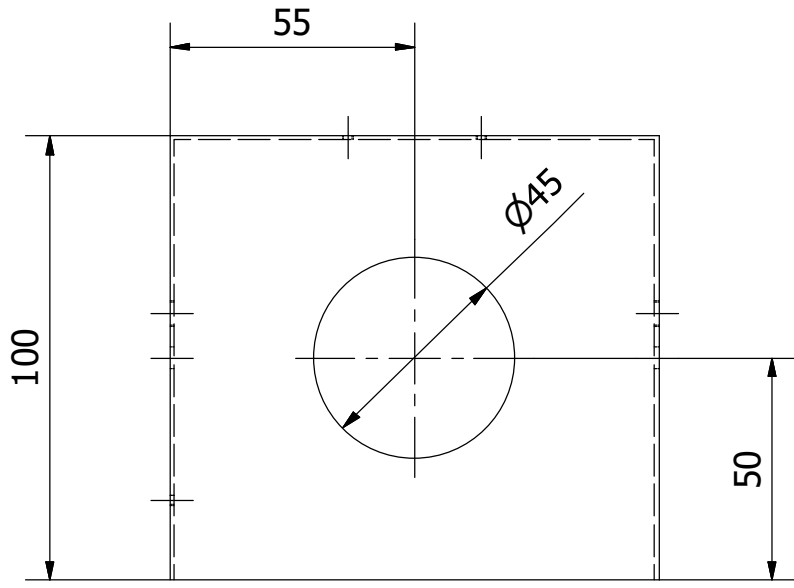
## 6.5 ANEXO5: TABELA DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DAS LIGAS DE AÇO DE CARBONO

TABELA DE AÇOS- CARBONO PARA CONSTRUÇÃO							
NORMAS AISI-SAE	DIN 17005	BOEHLER	F. RAMADA	Processo	Resistência à tracção* (MPa)	Tensão de cedência* (MPa)	Dureza Brinell* (Kg/mm <sup>2</sup> )
1010	.....	.....	.....	Lami. a quente	330	180	95
				Laminado a frio	370	300	105
1015	.....	.....	.....	Lami. a quente	350	190	101
				Laminado a frio	390	330	111
1020	CK-22	WH	.....	Lami. a quente	380	210	111
				Laminado a frio	420	350	121
1025	(CK-22)	.....	F6	Lami. a quente	400	220	116
				Laminado a frio	450	370	126
1030	.....	NH	.....	Lami. a quente	470	260	137
				Laminado a frio	530	450	149
1035	C35K	.....	C35K	Lami. a quente	500	270	143
				Laminado a frio	560	470	163
1038	CK-35	.....	.....	Lami. a quente	520	280	149
				Laminado a frio	580	490	163
1040	.....	.....	.....	Lami. a quente	530	290	149
				Laminado a frio	590	490	170
1045	CK-45	H	F10	Lami. a quente	570	310	163
				Laminado a frio	630	540	179
1050	CK-35	.....	.....	Lami. a quente	630	340	179
				Laminado a frio	700	590	197
1060	CK-60	HH	C60	Lami. a quente	680	370	201
1070	CK-67	HH-70	M7	Lamin. quente	710	390	212
1080	.....	HH-85	.....	Lami. a quente	780	430	229
1090	.....	.....	.....	Lami. a quente	850	470	248
1095	.....	HH-100	.....	Lami. a quente	840	460	248

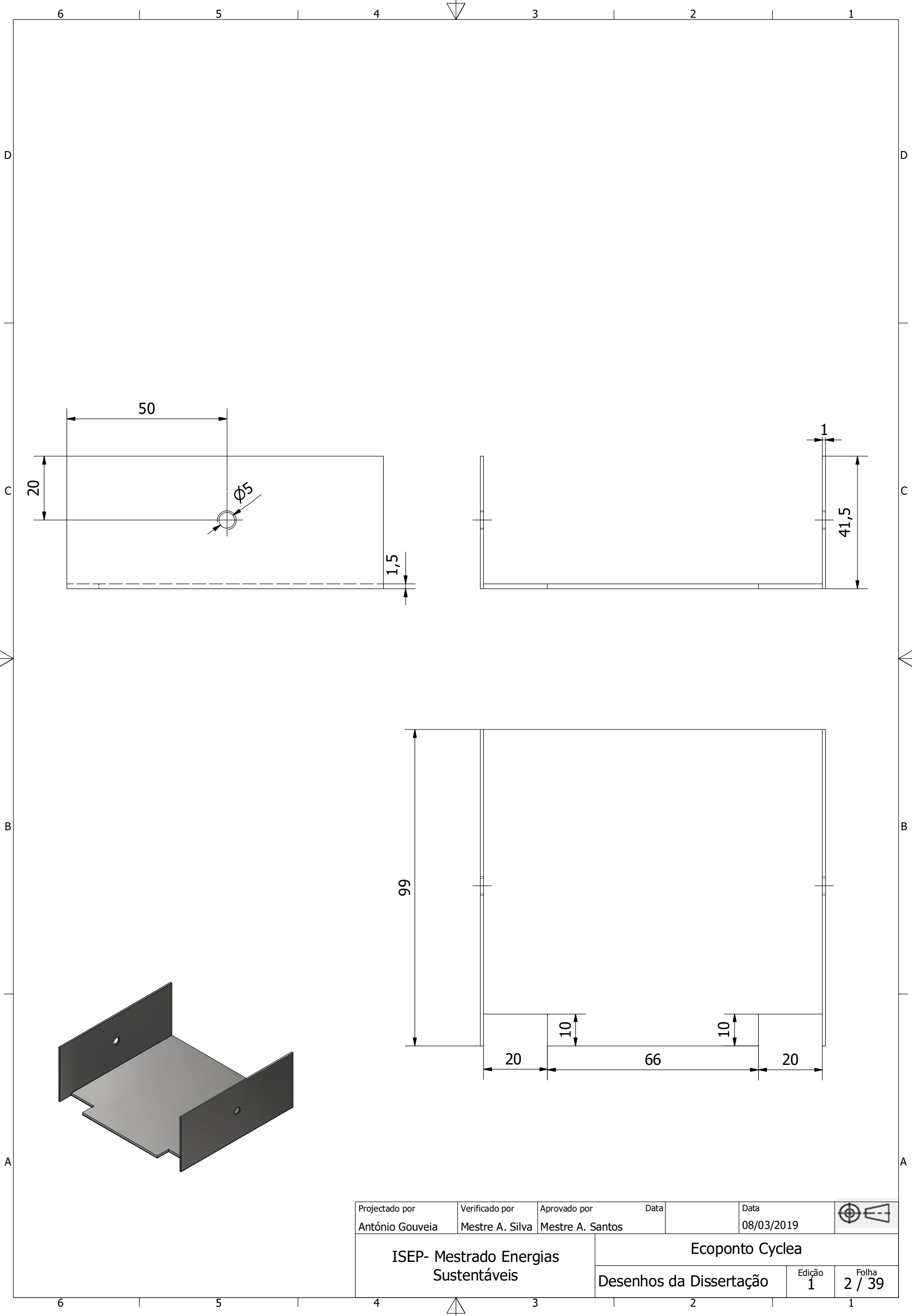
\* Valores médios.

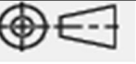
Tabela 1.2- Propriedades mecânicas dos aços carbono para construção.

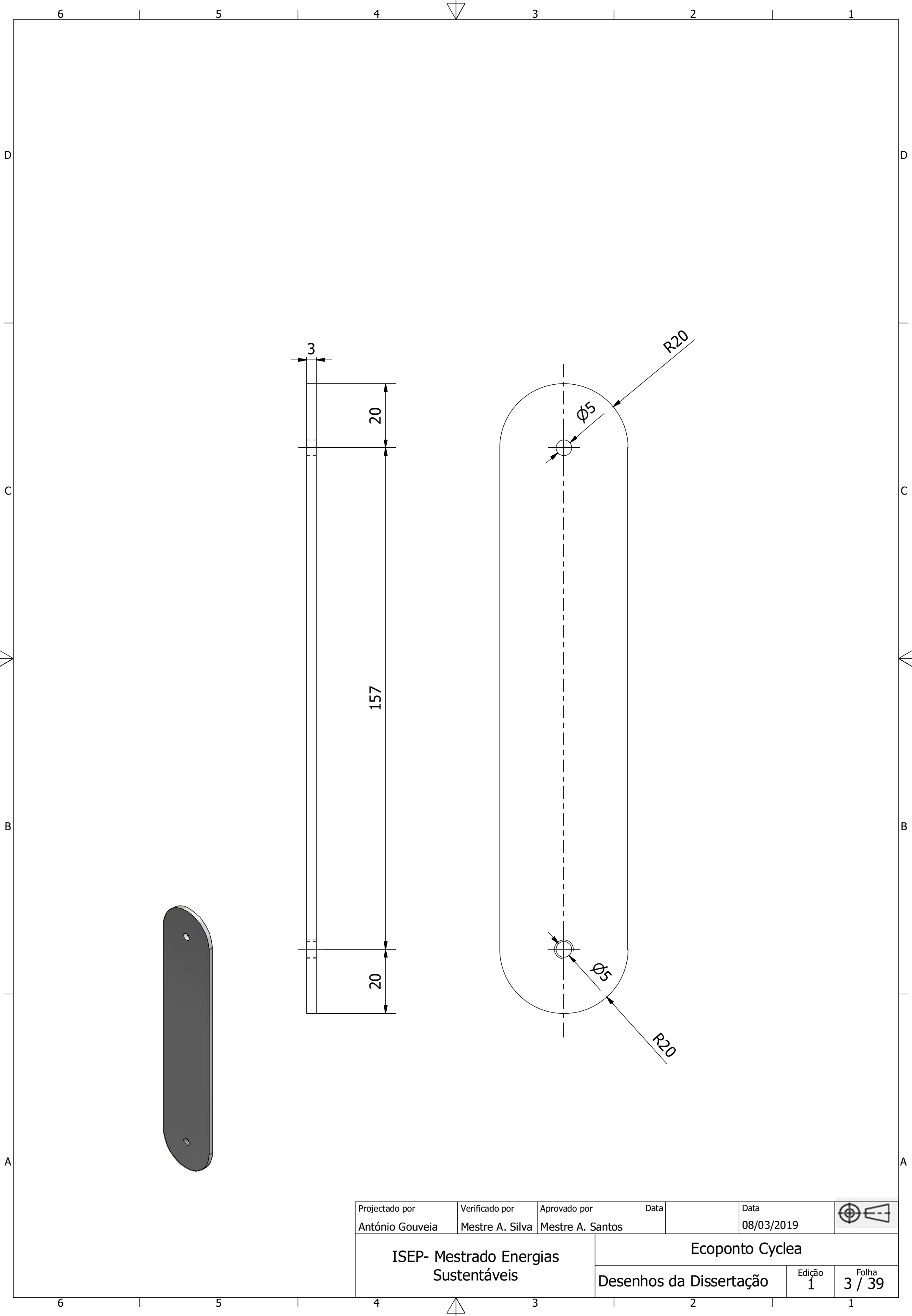
## 6.6 ANEXO6: DESENHOS DO CYCLEA

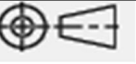


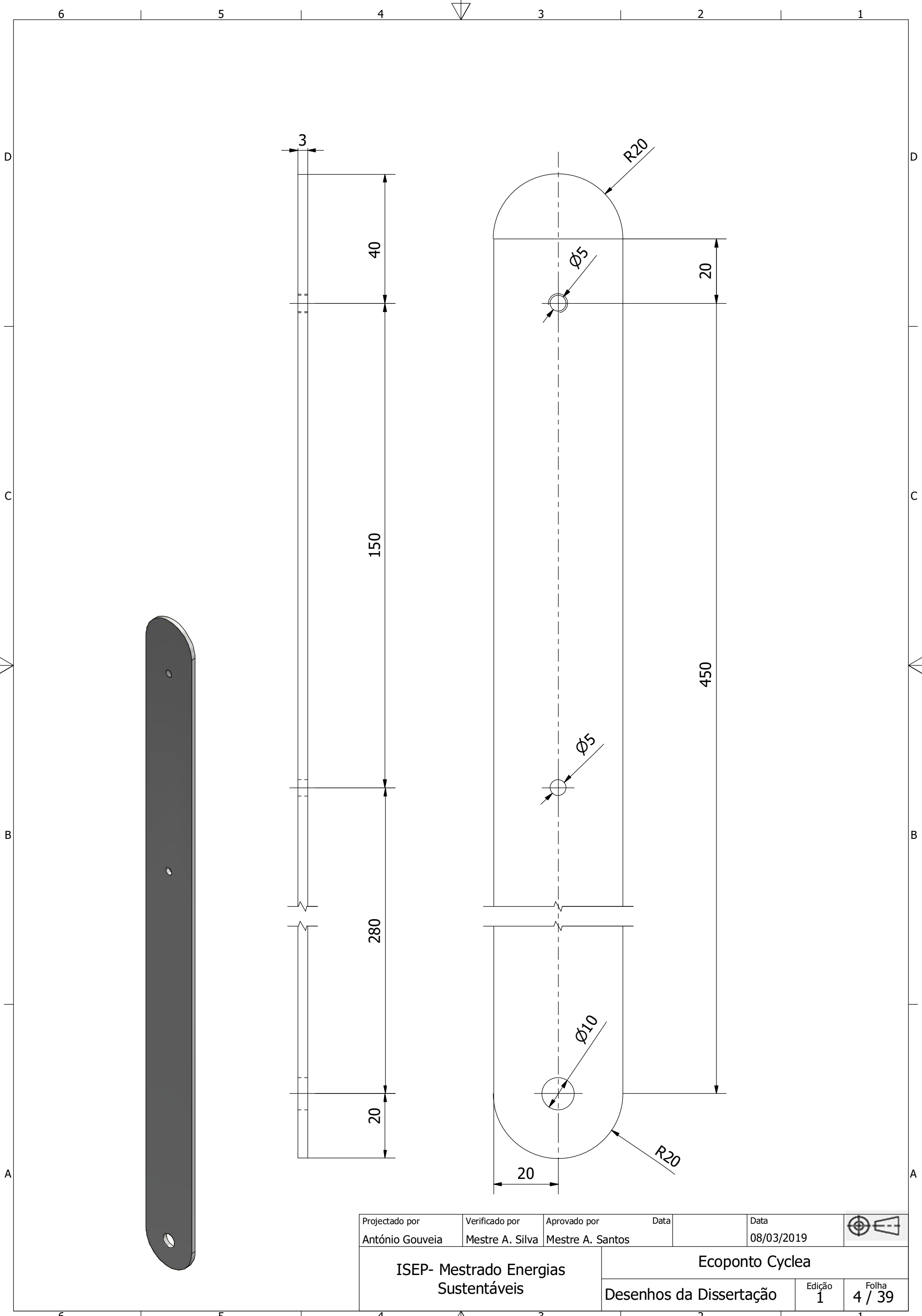
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis		Ecoponto Cyclea			
		Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 1 / 39	




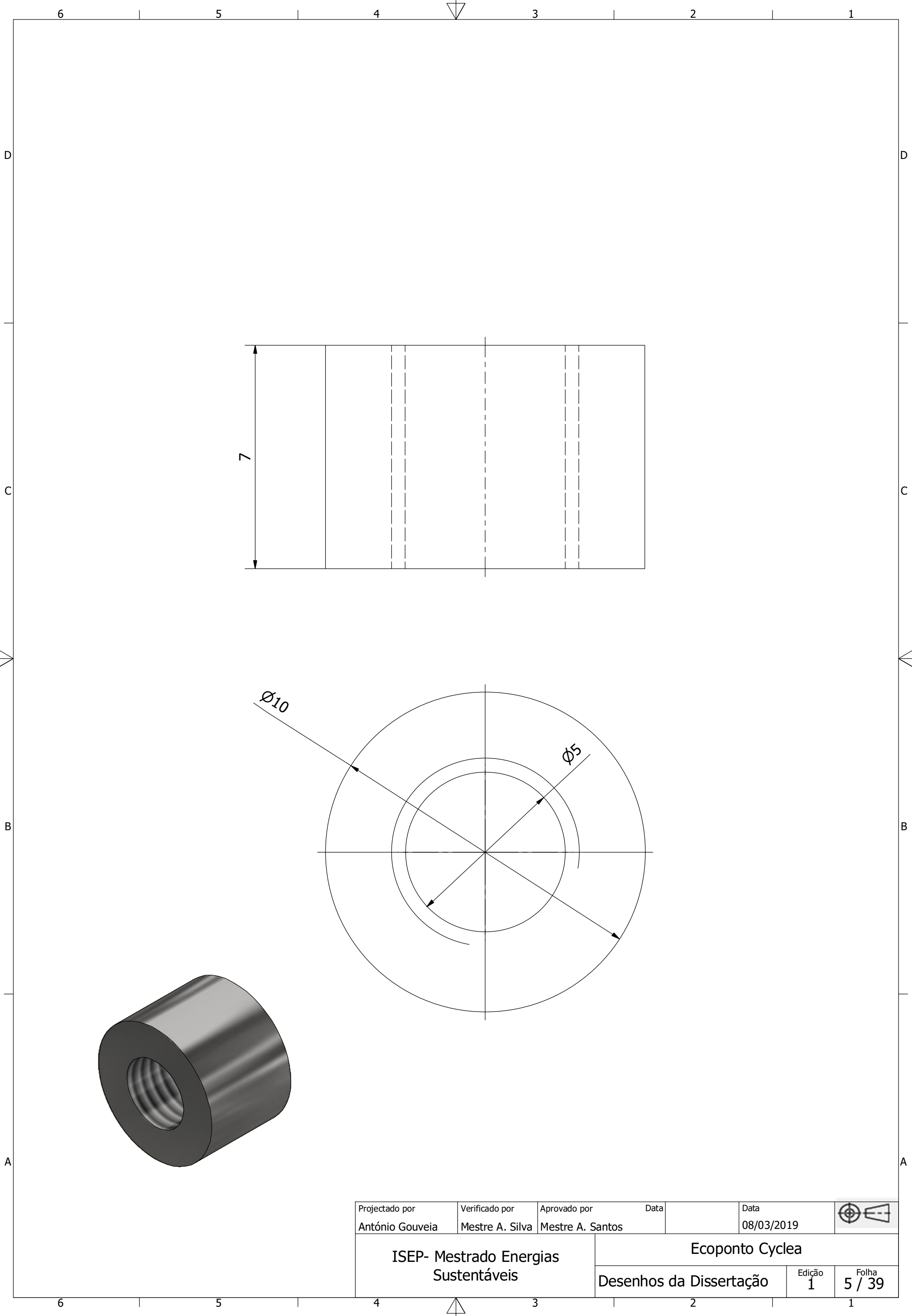
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 2 / 39

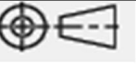


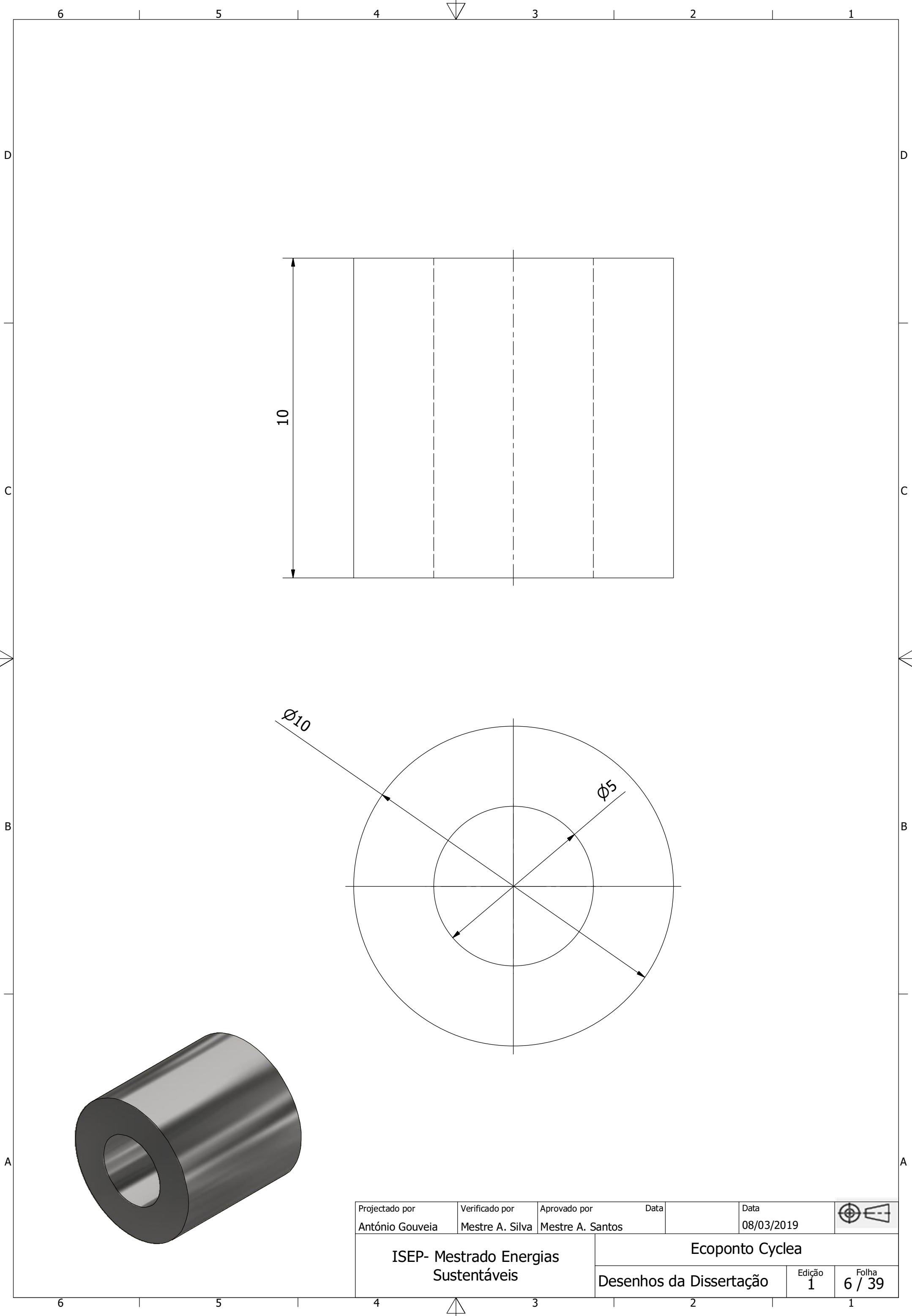
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis		Ecoponto Cyclea			
		Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 3 / 39	

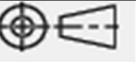


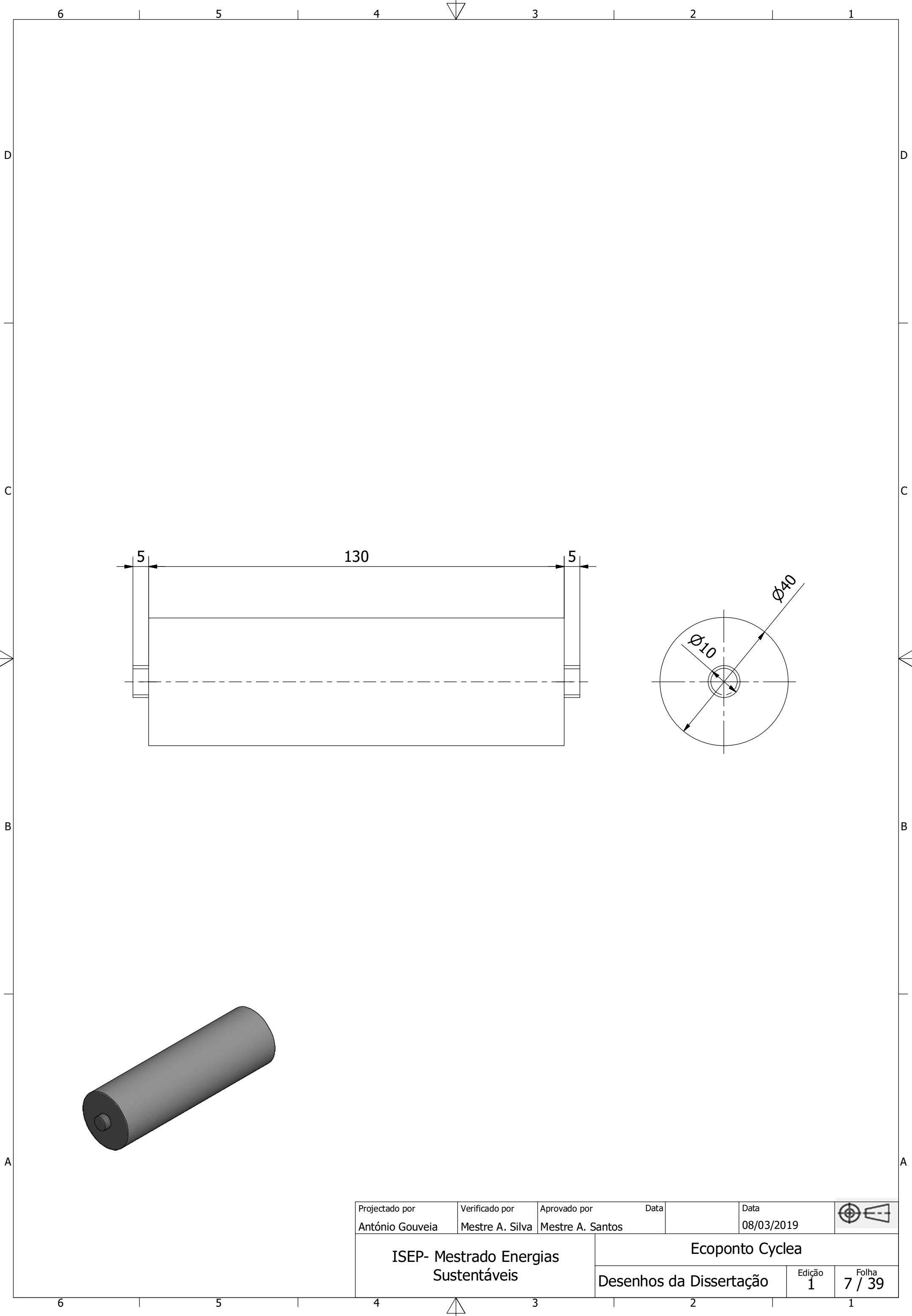
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 4 / 39

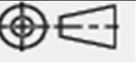


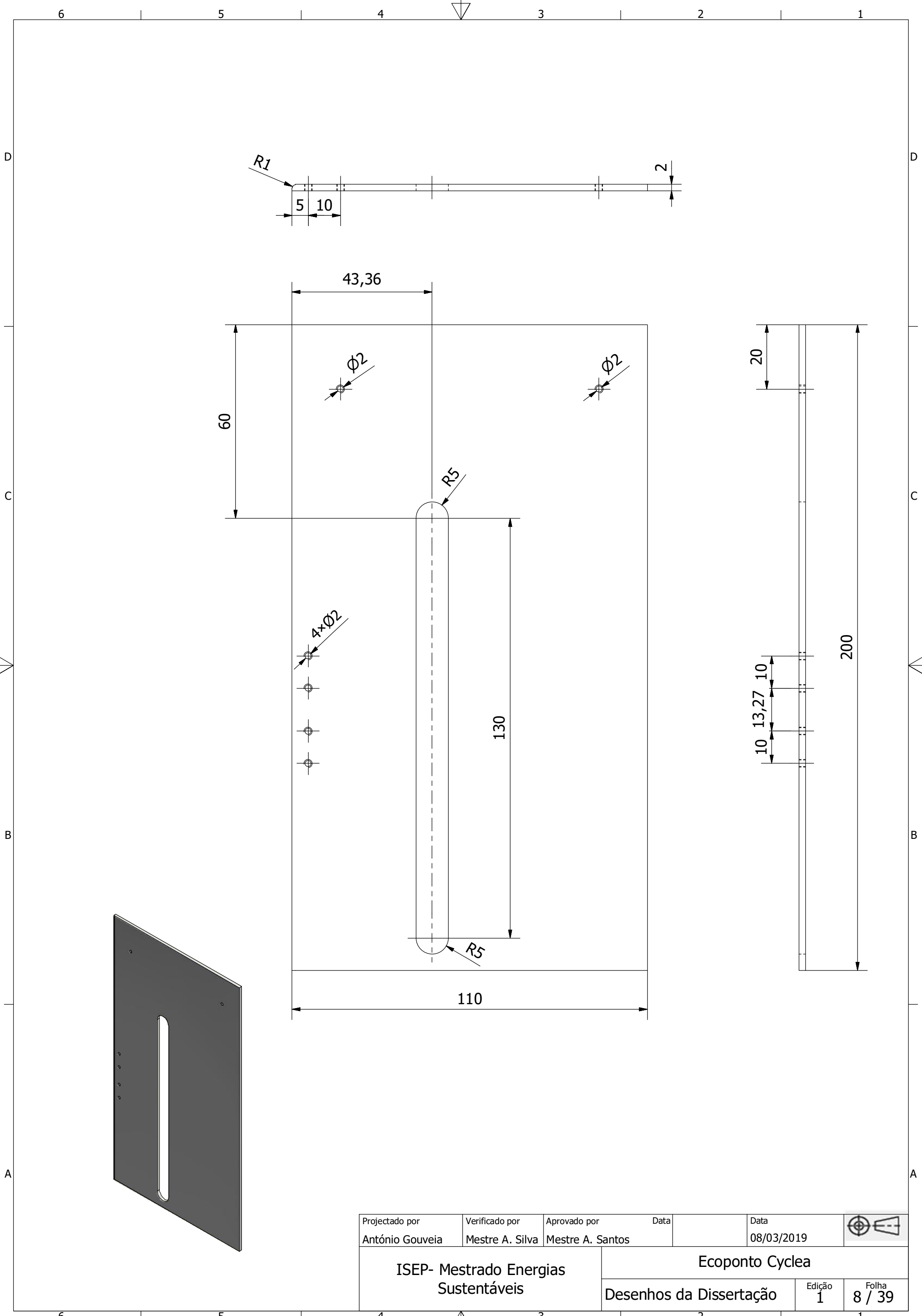
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 5 / 39




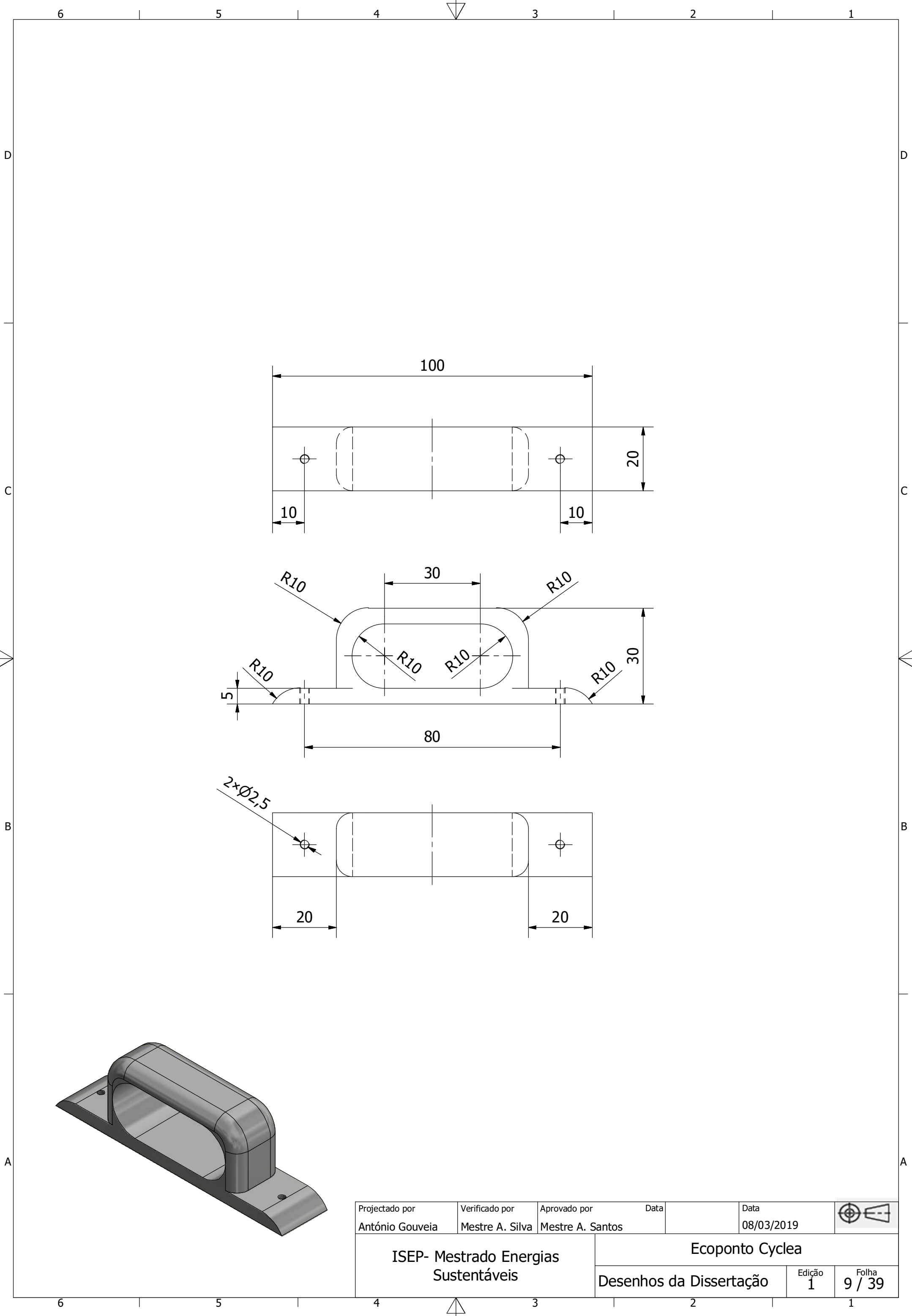
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 6 / 39



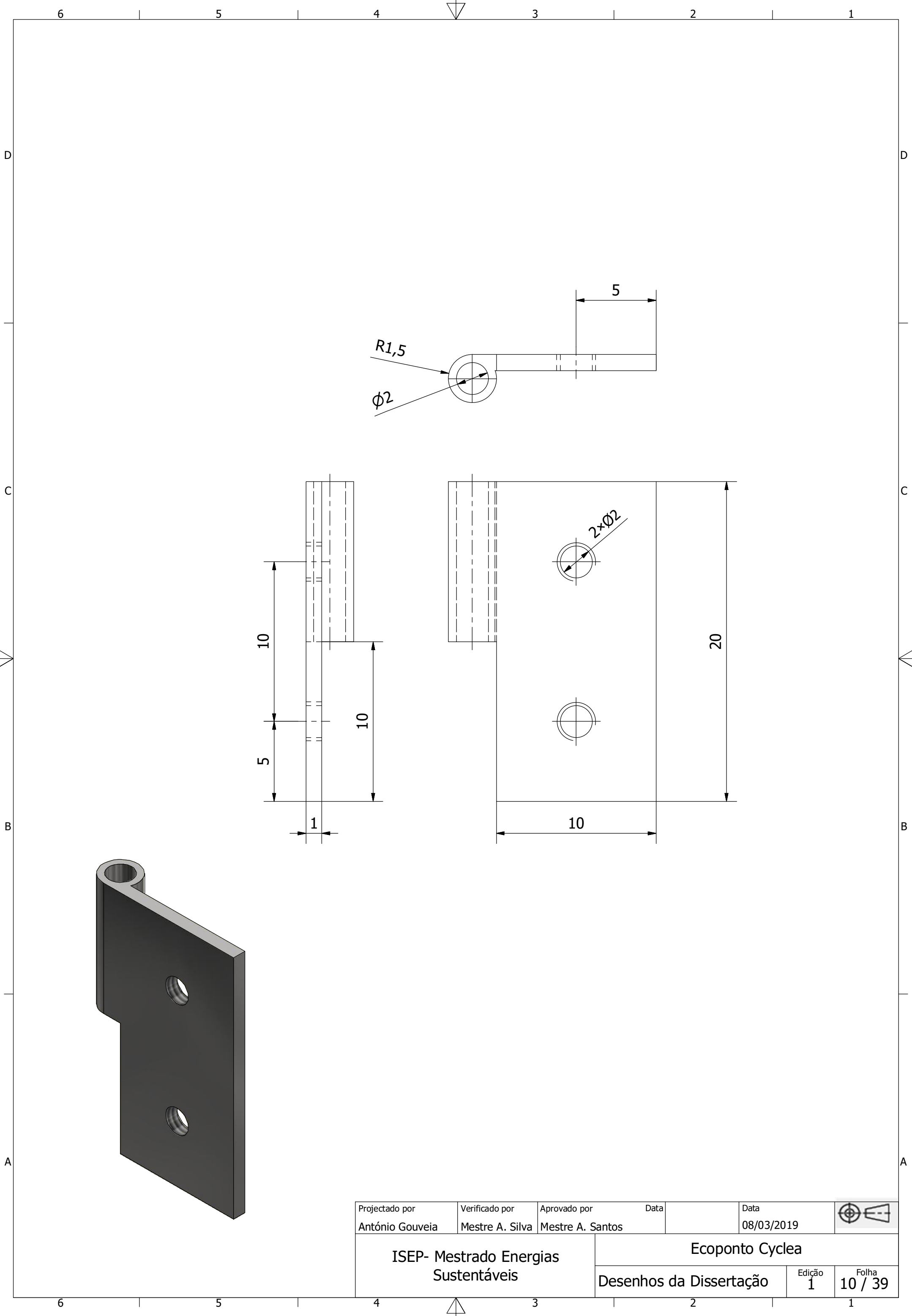
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 7 / 39

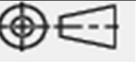


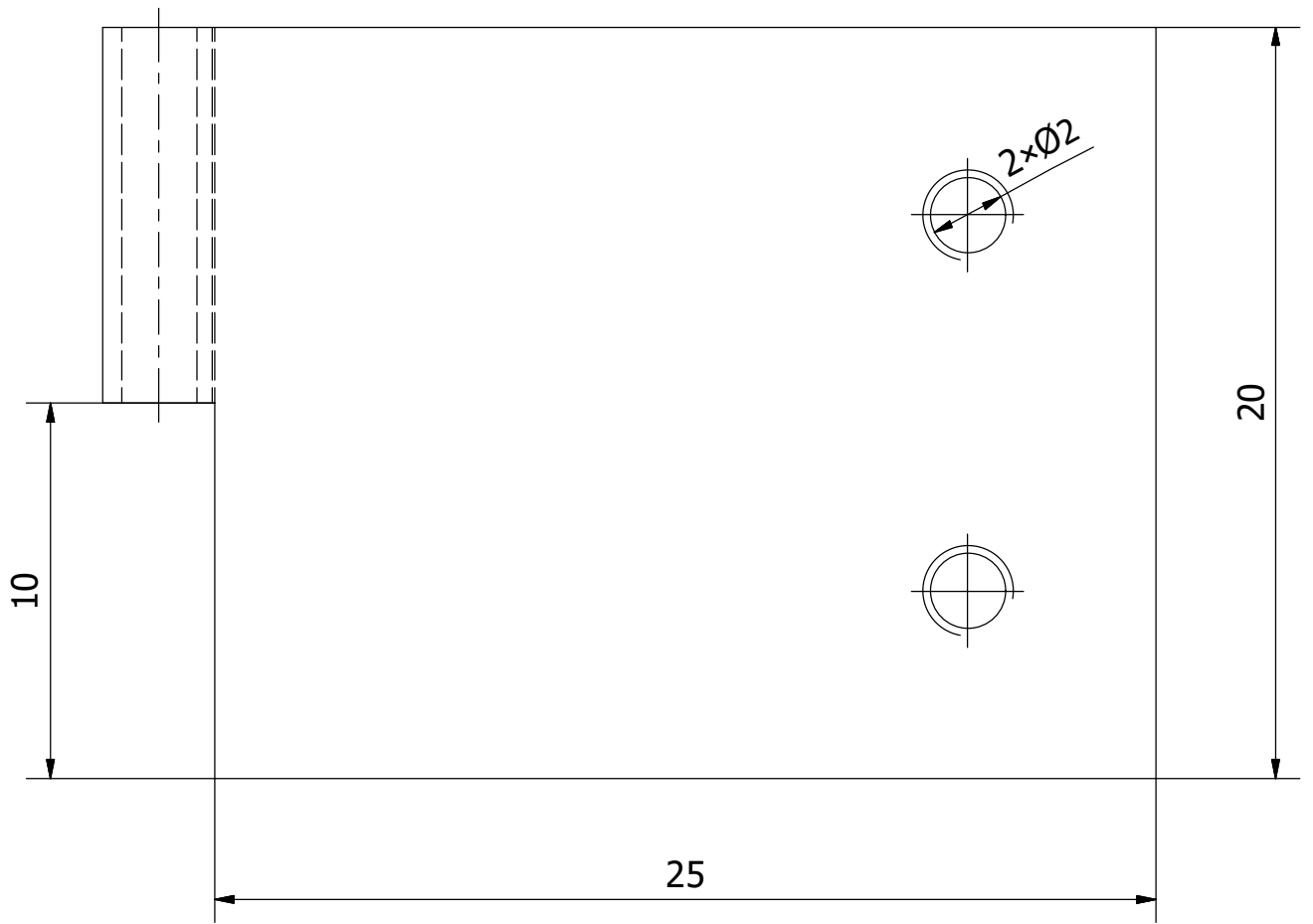
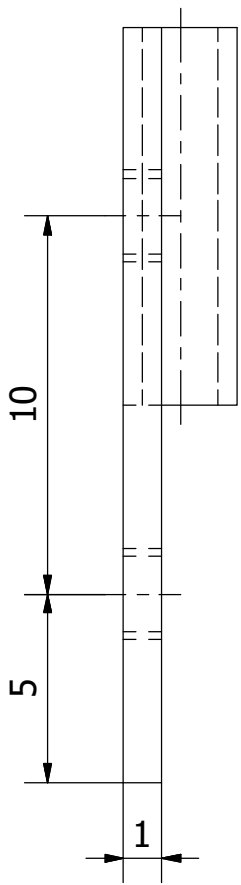
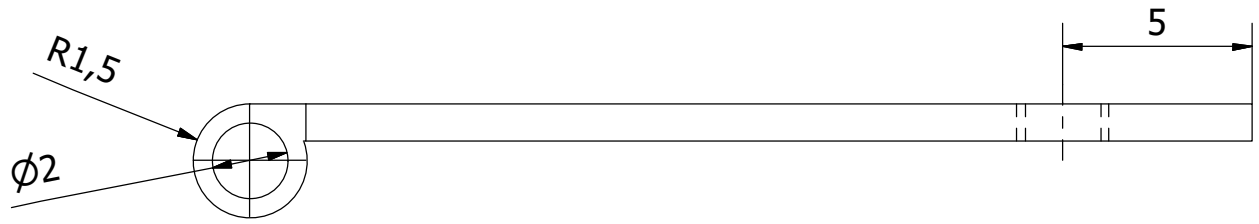
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis		Ecoponto Cyclea			
		Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 8 / 39	



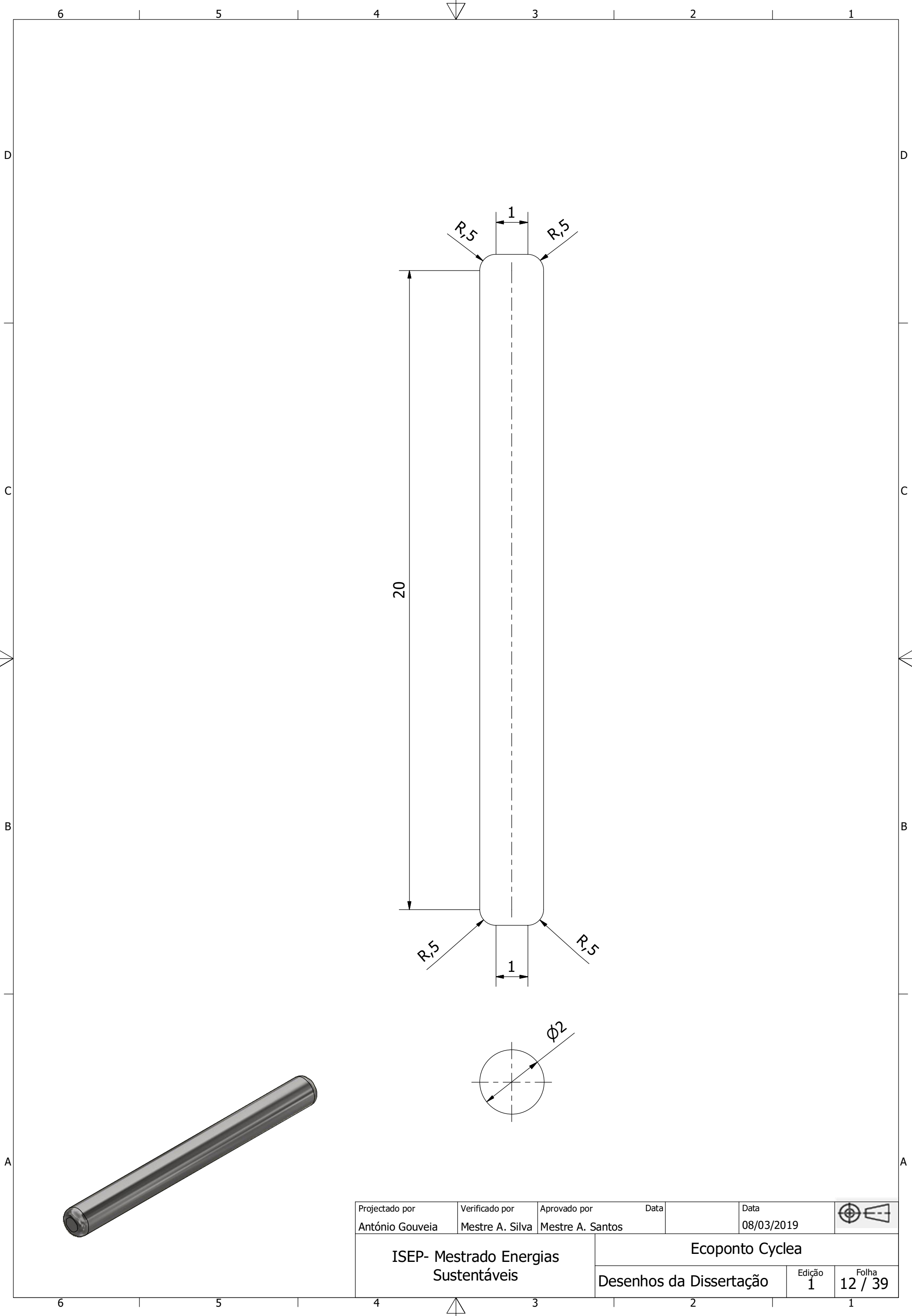
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 9 / 39

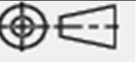


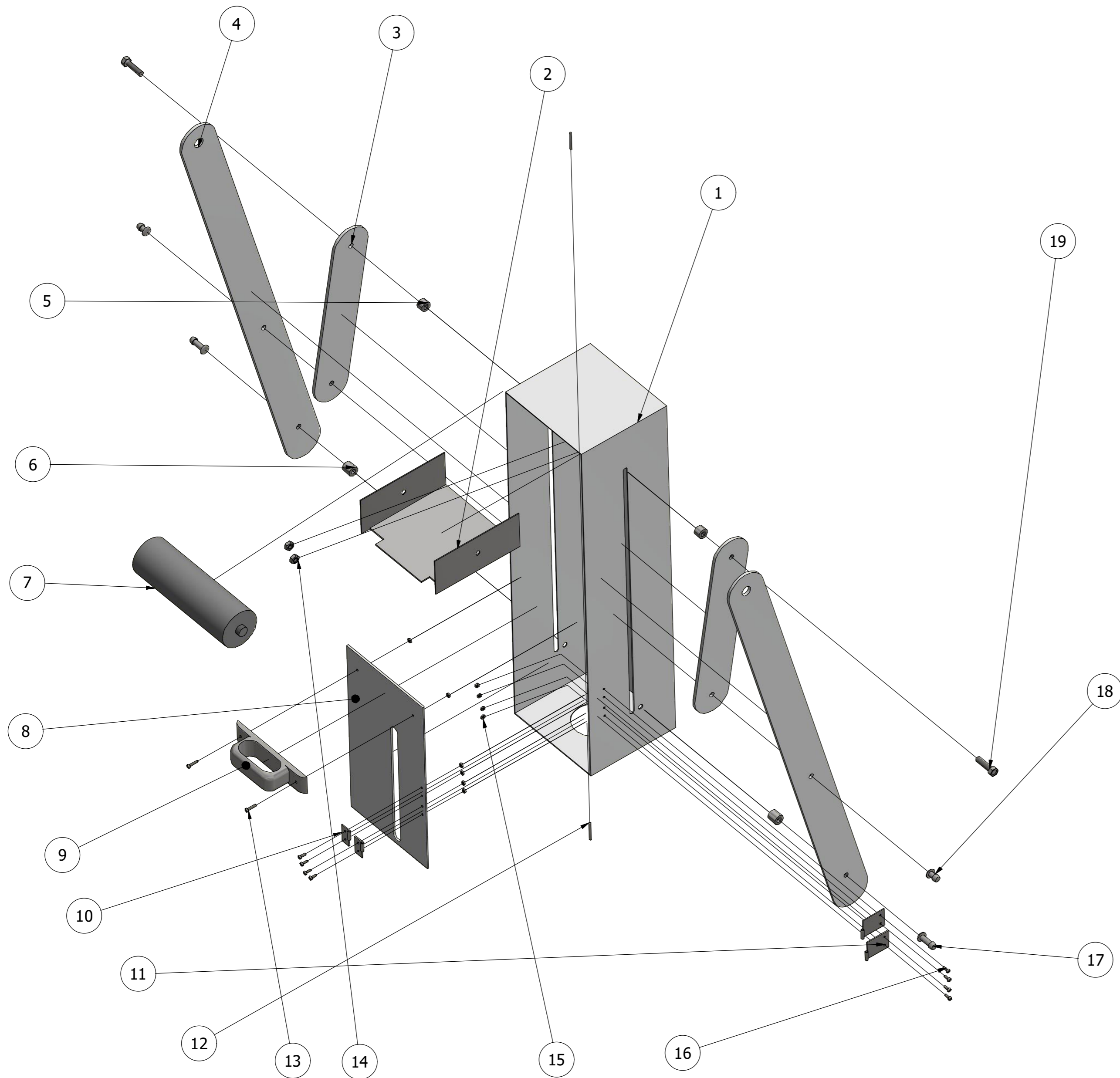
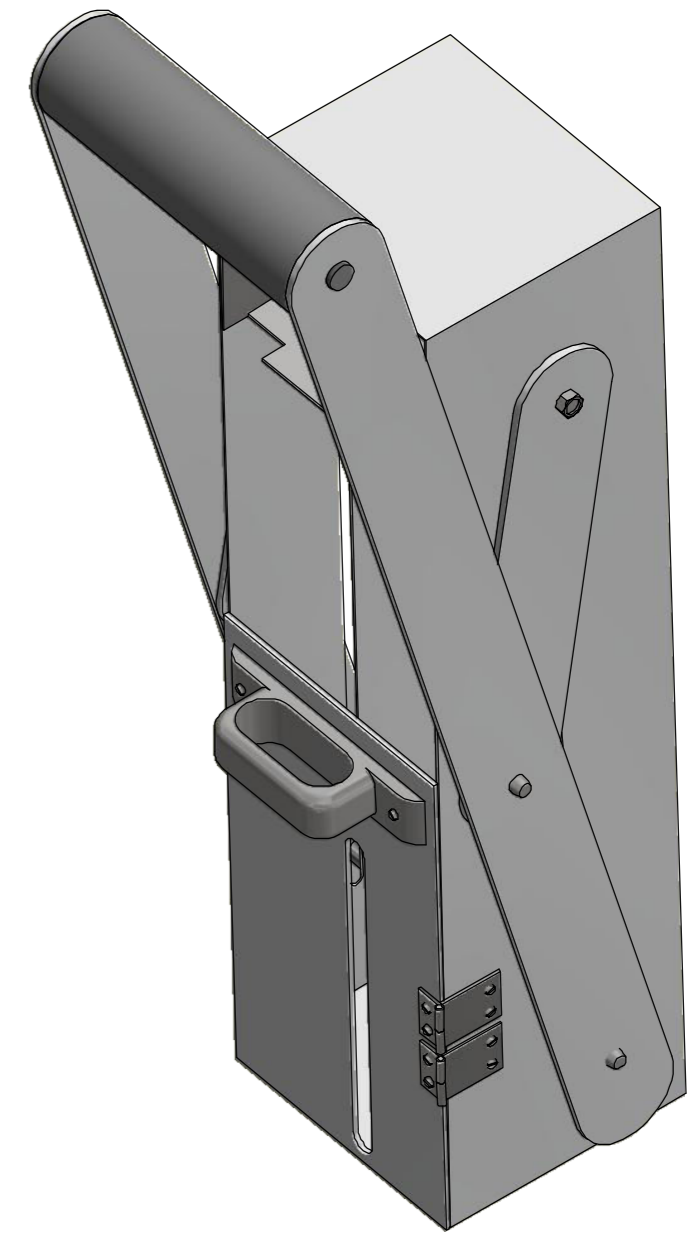
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis		Ecoponto Cyclea			
		Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 10 / 39	



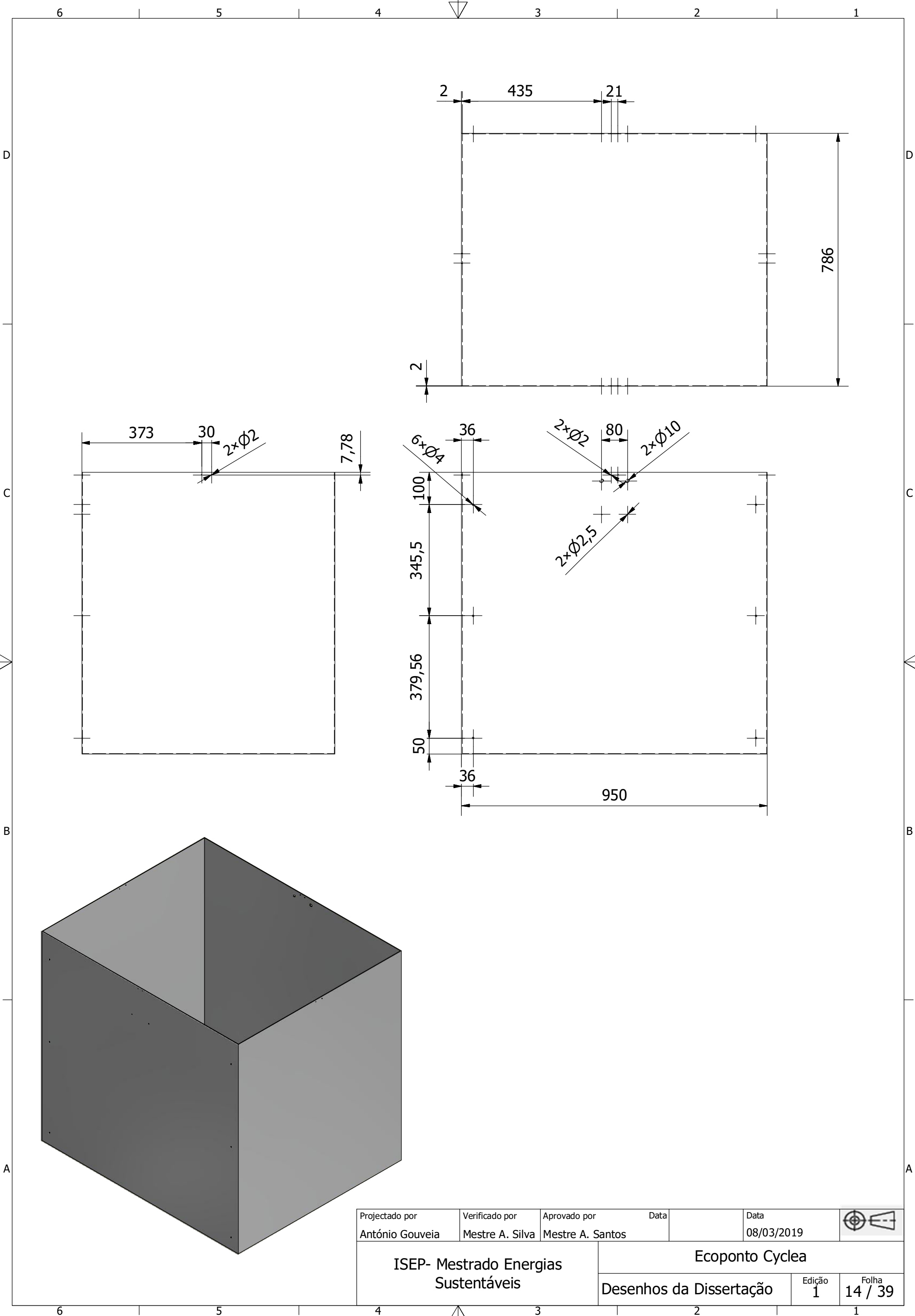
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 11 / 39




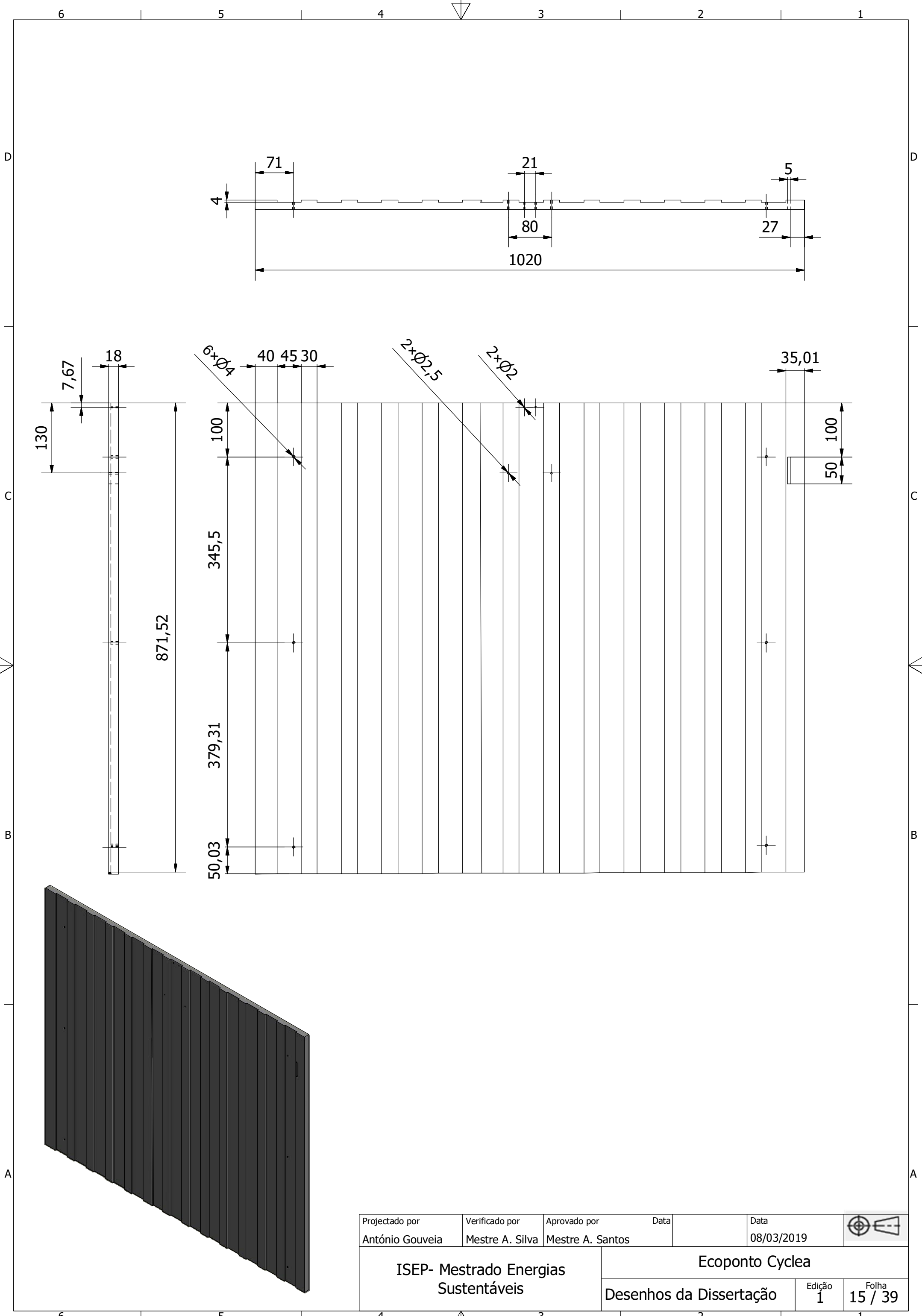
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis		Ecoponto Cyclea			
		Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 12 / 39	1



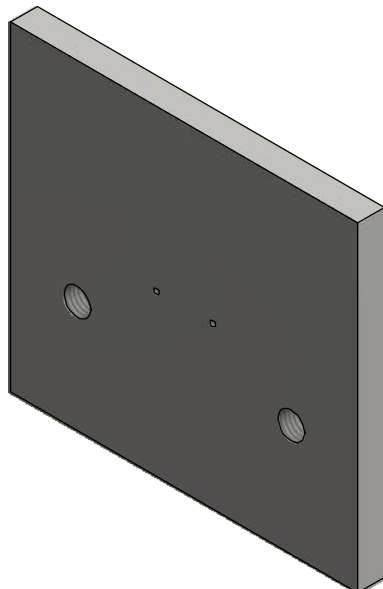
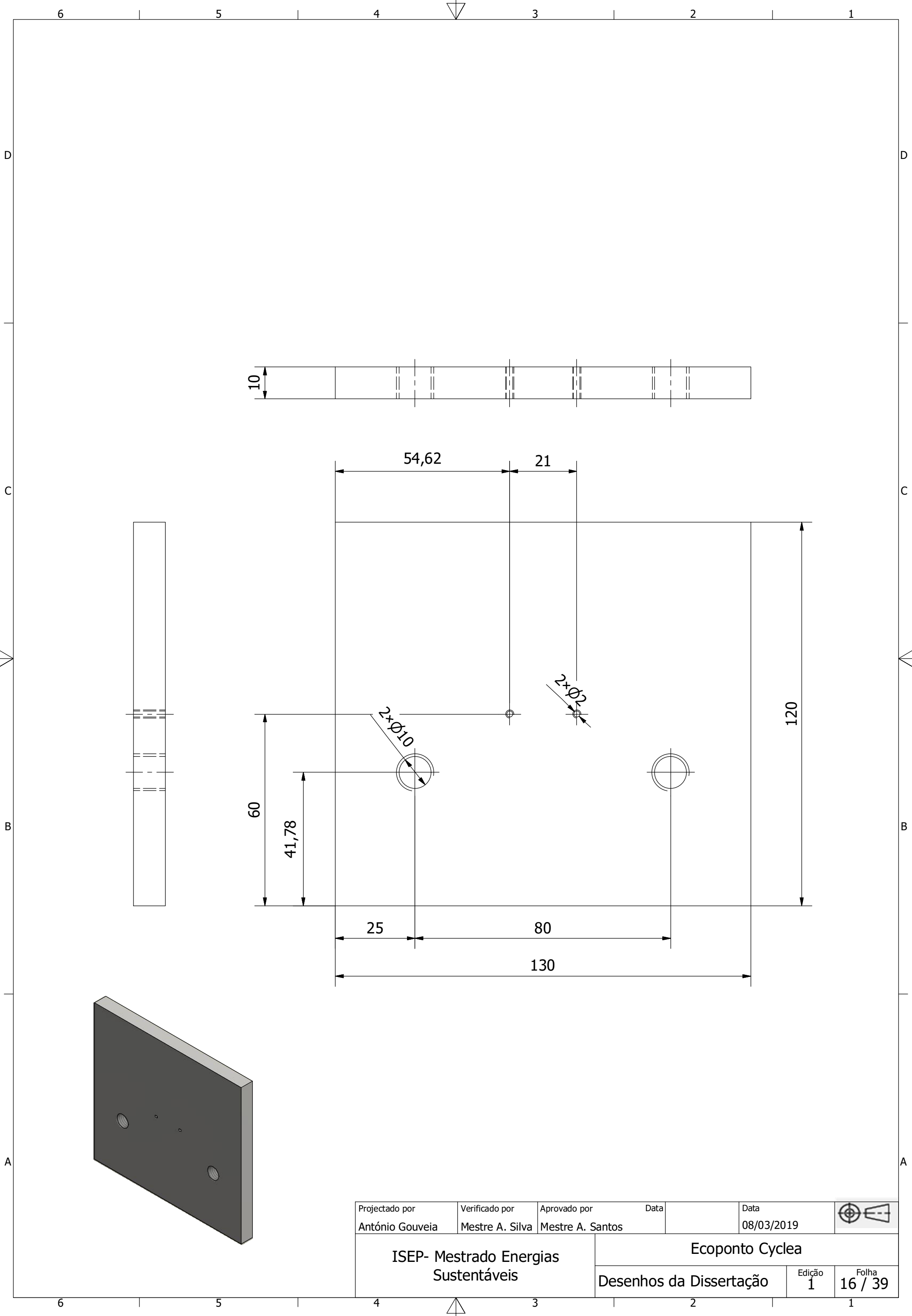
LISTA DOS MATERIAIS				
Nº	QUANTIDADE	NOME DAS PEÇAS	DESCRIÇÃO	
19	2	AS 1427 - M5 x 20	ISO metric machine screws	
18	2	NF E 25-701 - 5 x 10	Blind Rivet	
17	2	NF E 25-701 - 5 x 20	Blind Rivet	
16	8	DIN 84 - M2 x 6	ISO metric machine screws	
15	10	AS 1474 - M2	Hex Nut	
14	2	DIN 934 - M5	Hex Nut	
13	2	DIN 84 - M2 x 10	ISO metric machine screws	
12	2	Veio da Dobradiça	Aço	
11	2	Dobradiça 2	Aço	
10	2	Dobradiça	Aço	
9	1	Puchador	Aço	
8	1	Porta de segurança	Alumínio 6061	
7	1	Pega da prensa	Plástico PPS	
6	2	anilha da prensa	Aço	
5	2	Anilha 2 da prensa	Aço	
4	2	Peça da prensa	Alumínio 6061	
3	2	Peça 2 da prensa	Alumínio 6061	
2	1	Prensa	Aço	
1	1	Involucro exterior da prensa	Alumínio 6061	
Projectado por		Verificado por	Aprovado por	Data
António Gouveia		Mestre A. Silva	Mestre A. Santos	08/03/2019
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea	
			Desenhos da Dissertação	Edição 1
				Folha 13 / 39



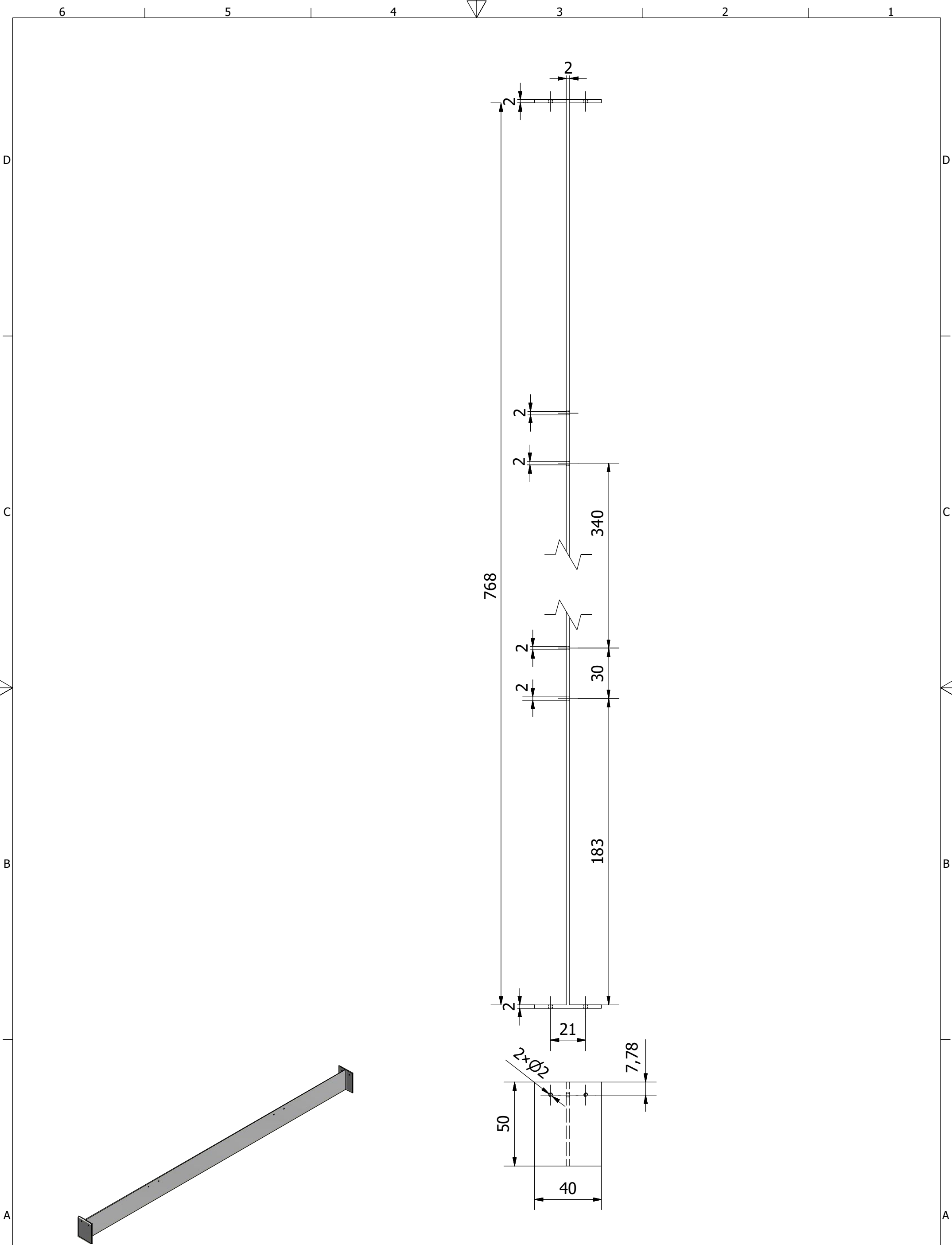
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis		Ecoponto Cyclea			
		Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 14 / 39	




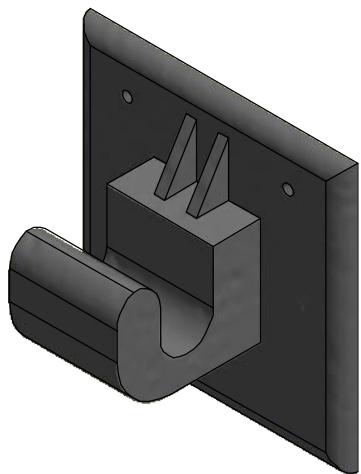
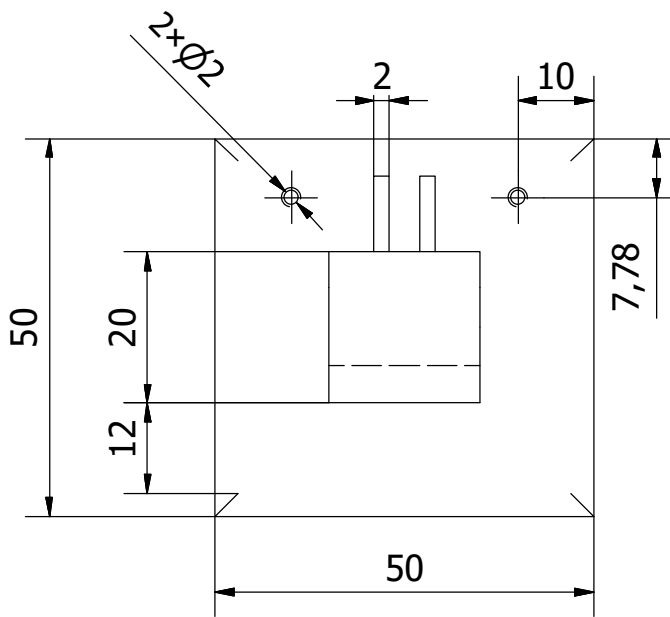
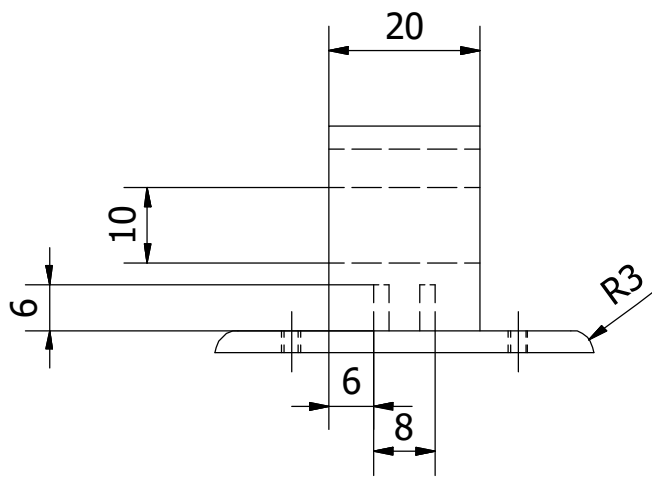
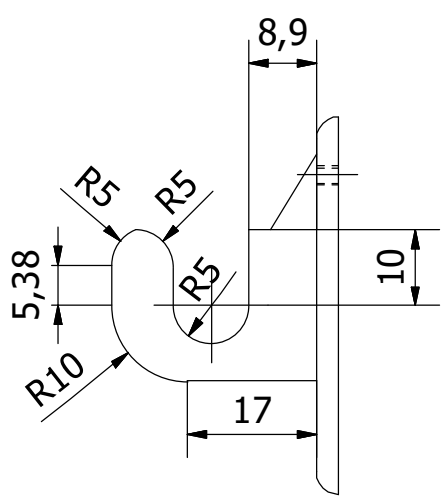
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 15 / 39

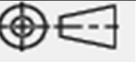


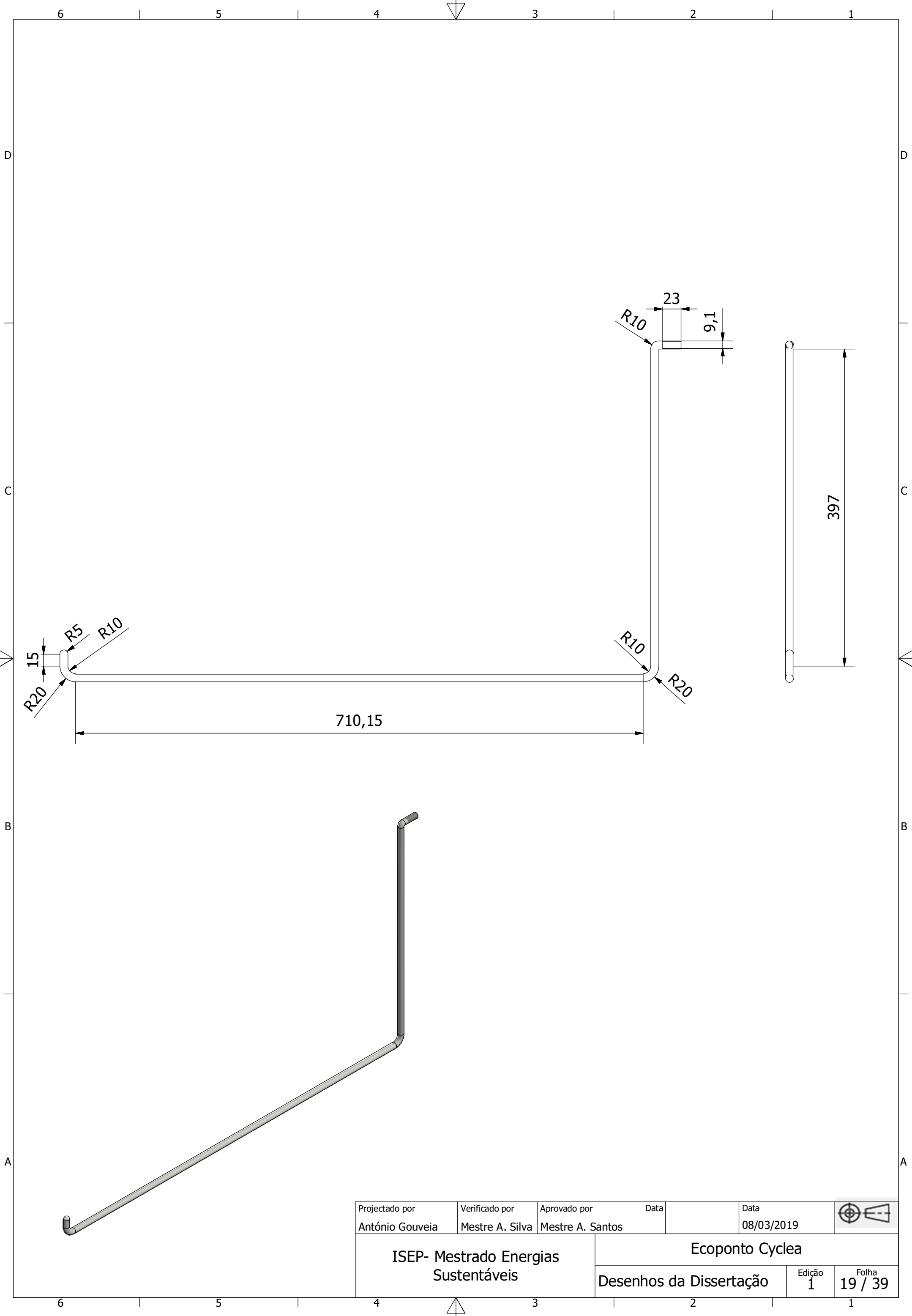
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 16 / 39




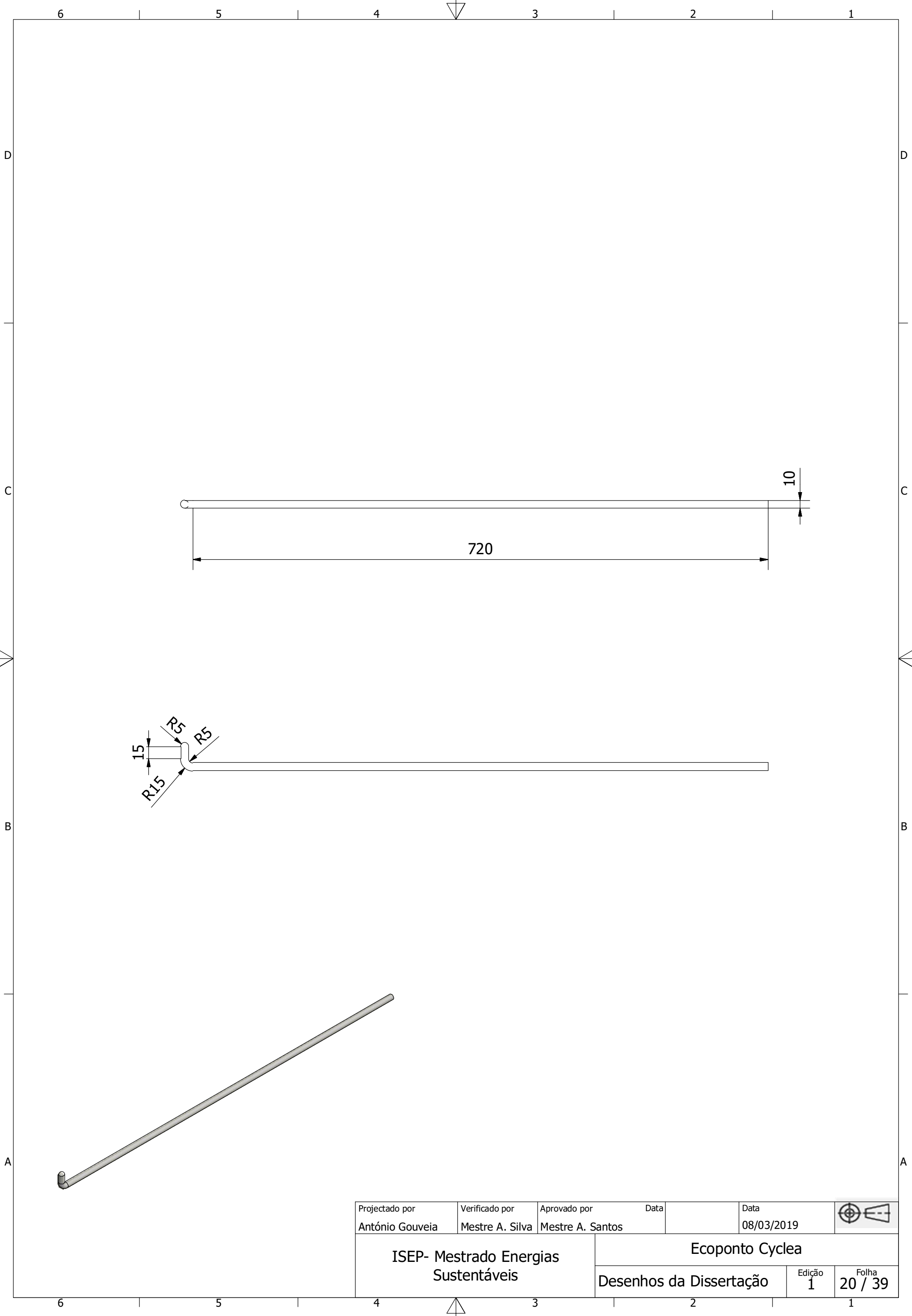
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 17 / 39

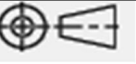


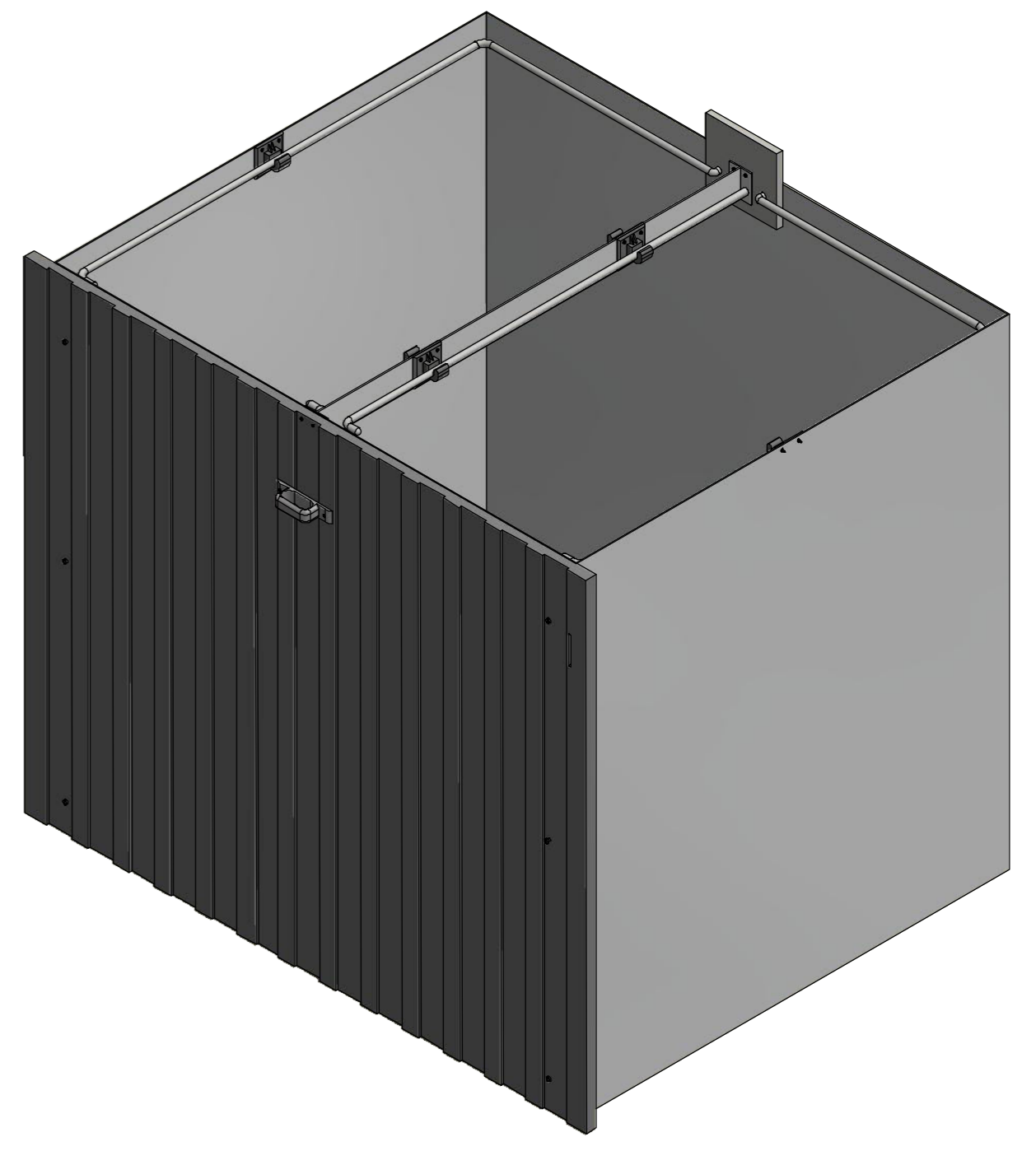
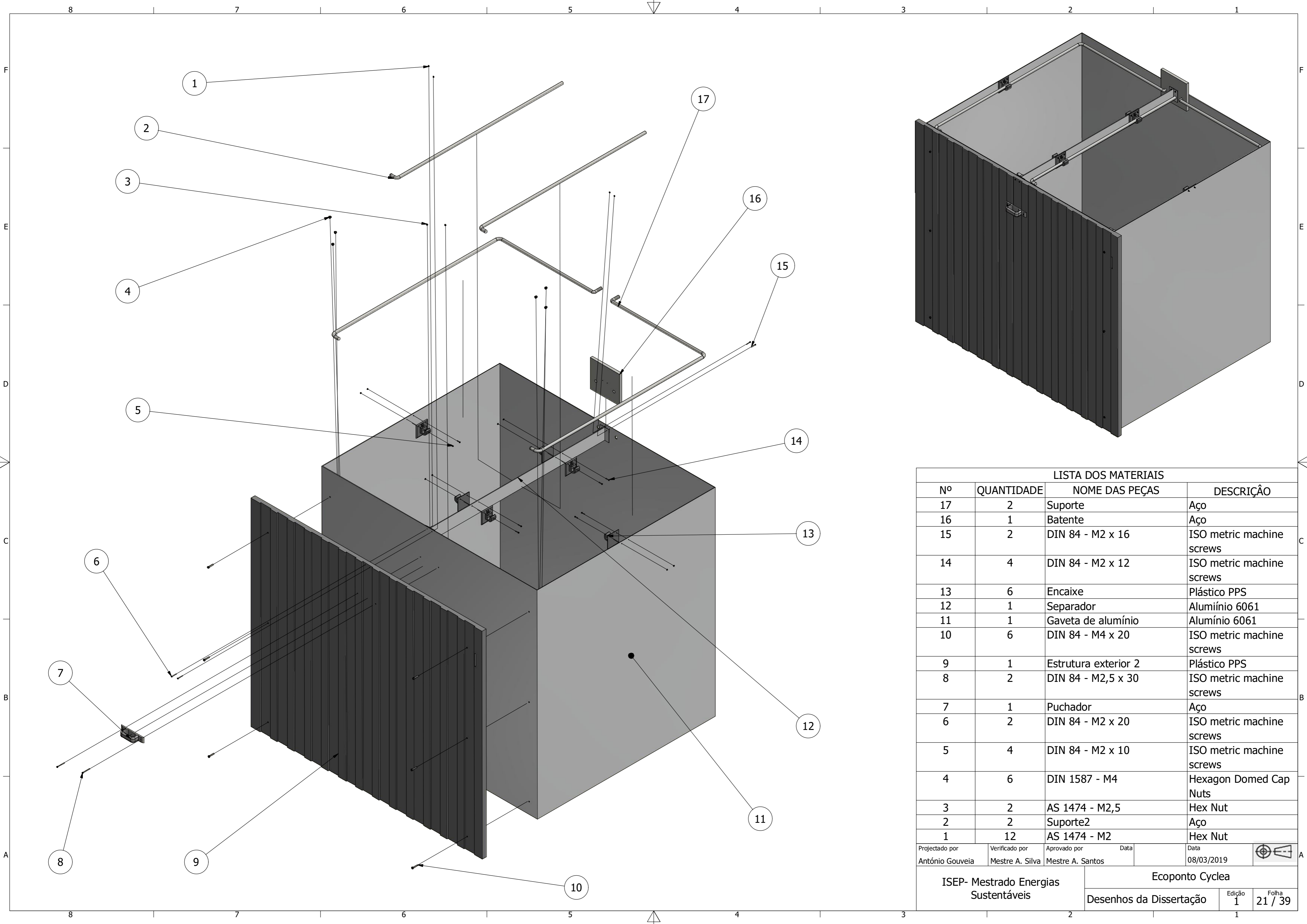
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 18 / 39



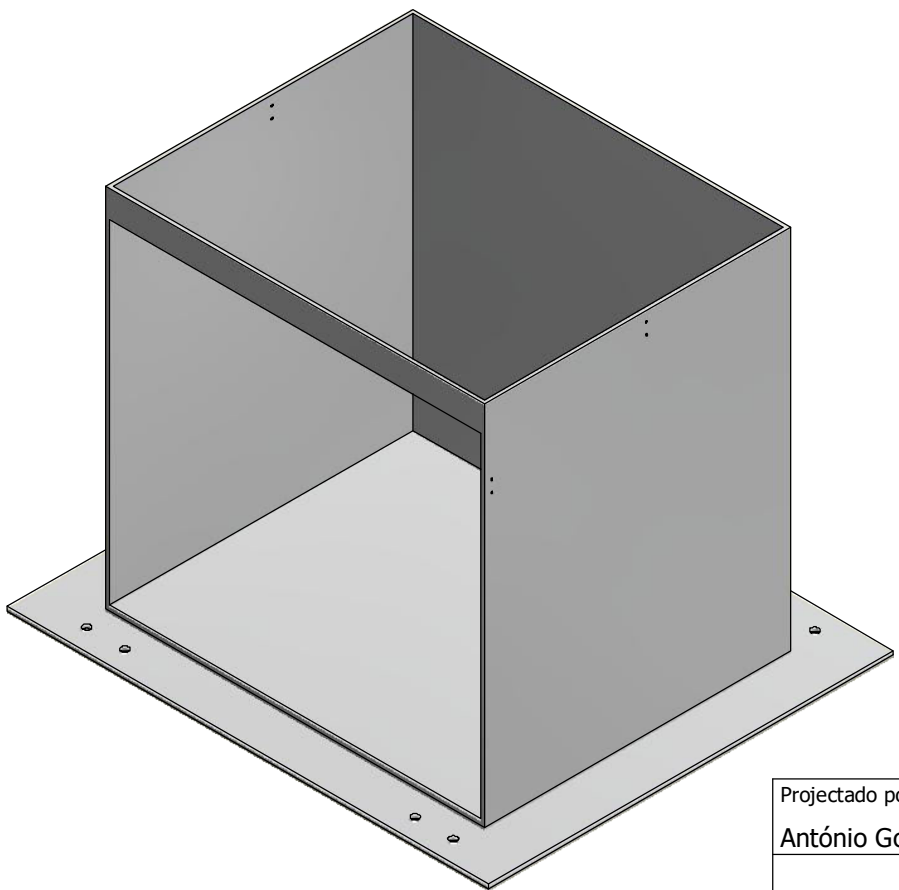
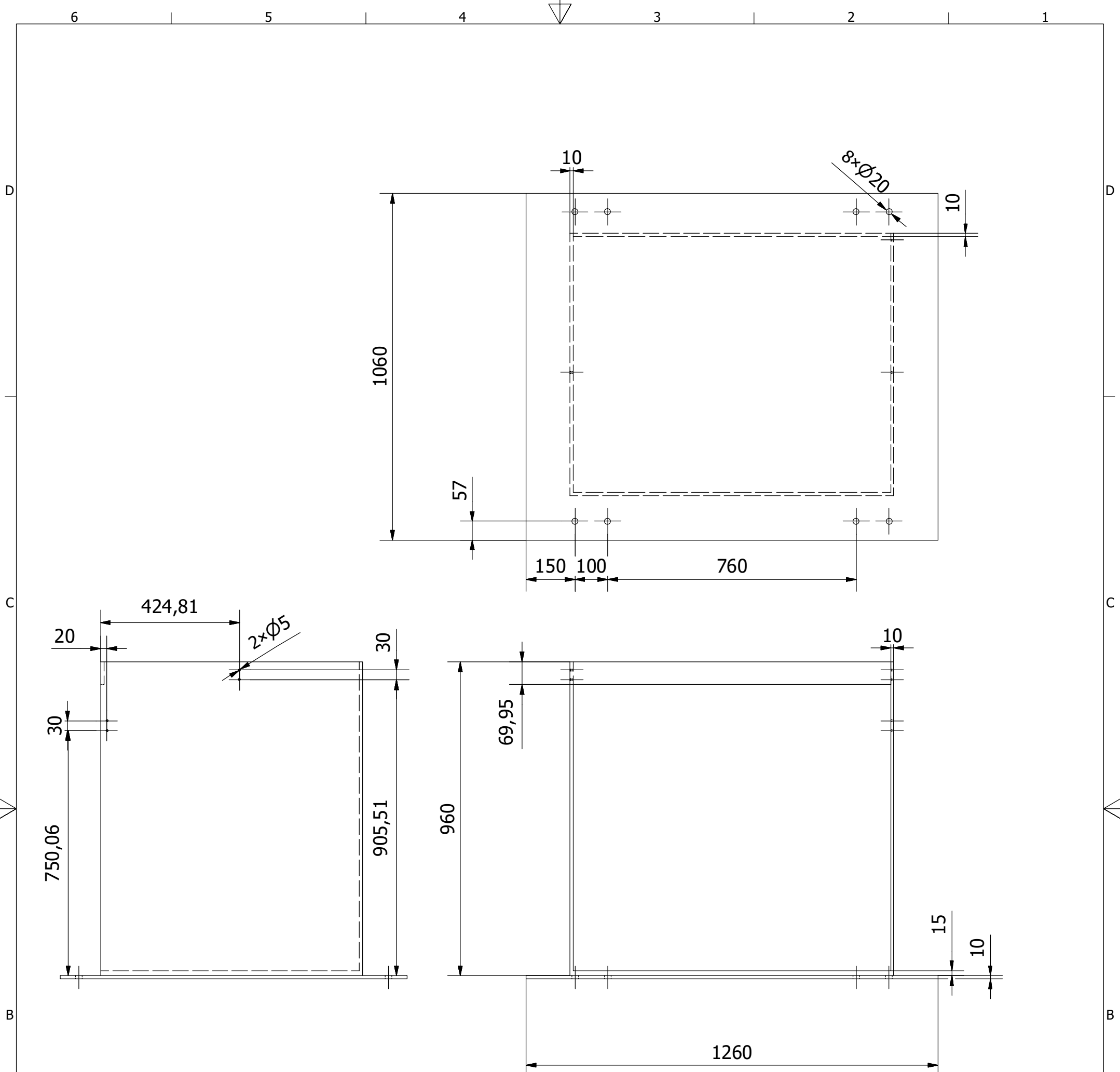
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 19 / 39



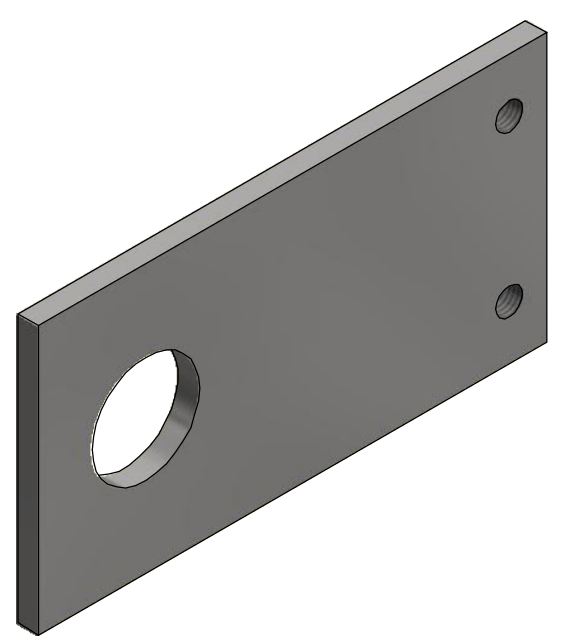
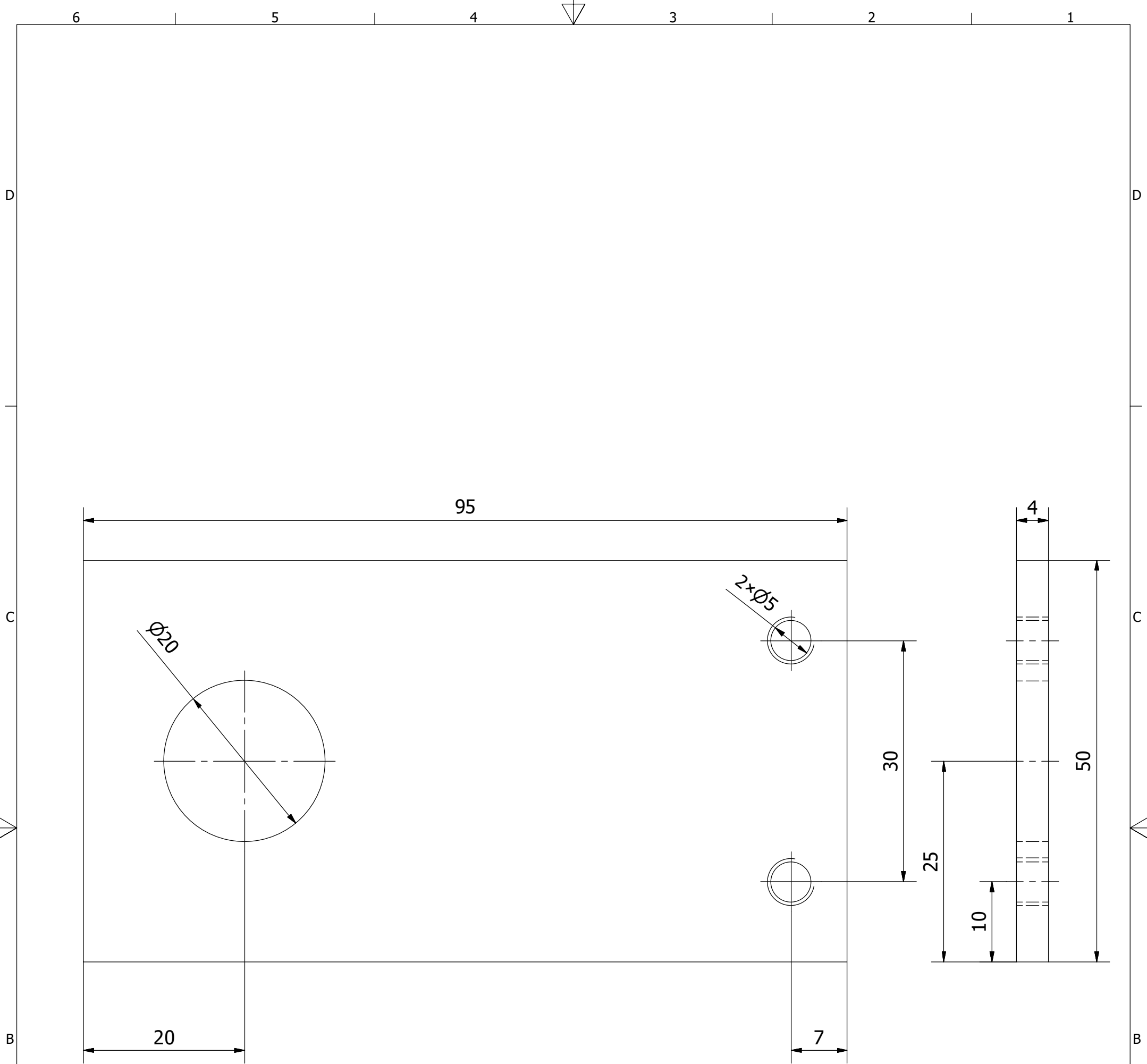
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis		Ecoponto Cyclea			
		Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 20 / 39	

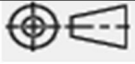


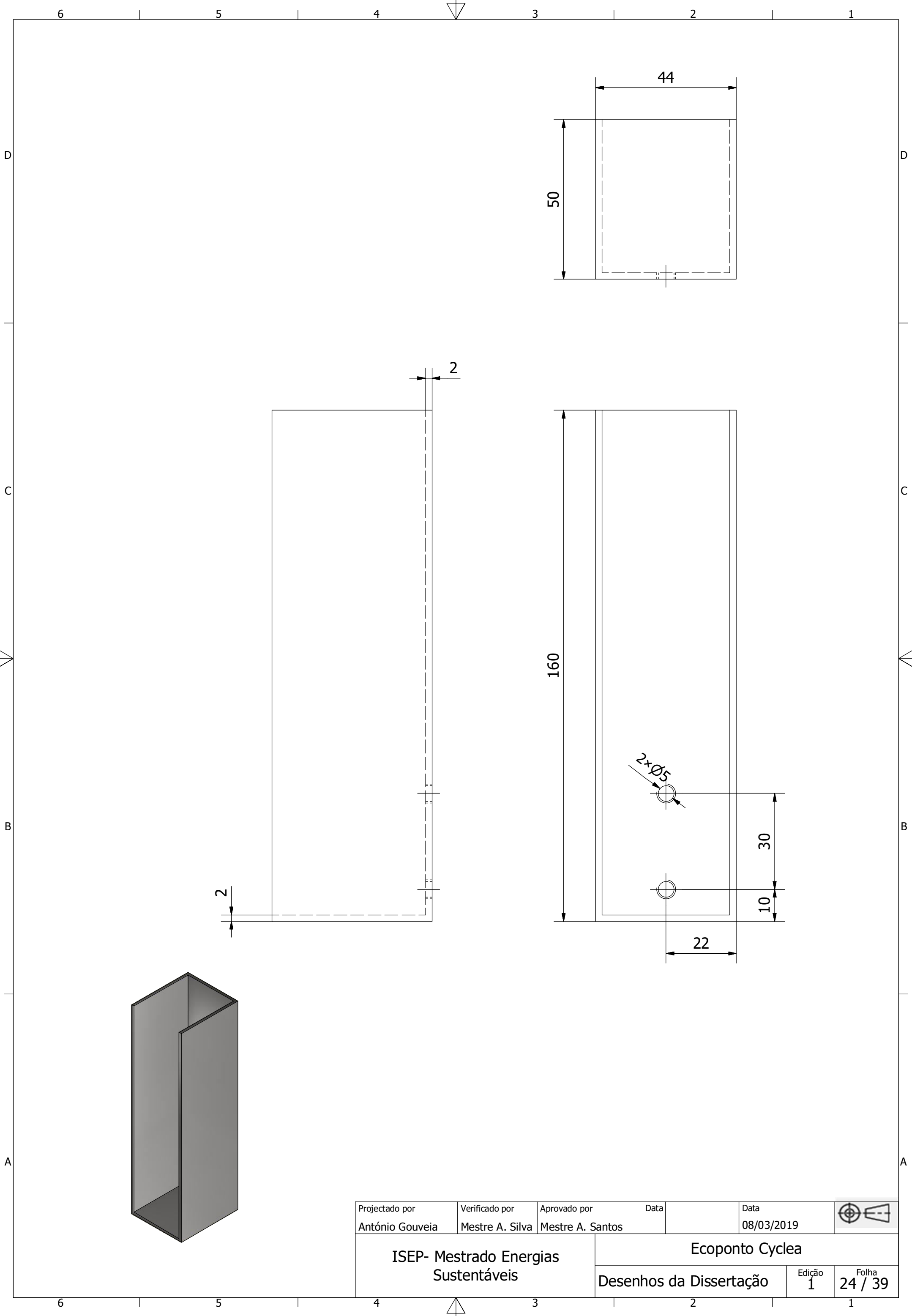
LISTA DOS MATERIAIS				
Nº	QUANTIDADE	NOME DAS PEÇAS	DESCRIÇÃO	
17	2	Suporte	Aço	
16	1	Batente	Aço	
15	2	DIN 84 - M2 x 16	ISO metric machine screws	
14	4	DIN 84 - M2 x 12	ISO metric machine screws	
13	6	Encaixe	Plástico PPS	
12	1	Separador	Alumínio 6061	
11	1	Gaveta de alumínio	Alumínio 6061	
10	6	DIN 84 - M4 x 20	ISO metric machine screws	
9	1	Estrutura exterior 2	Plástico PPS	
8	2	DIN 84 - M2,5 x 30	ISO metric machine screws	
7	1	Puchador	Aço	
6	2	DIN 84 - M2 x 20	ISO metric machine screws	
5	4	DIN 84 - M2 x 10	ISO metric machine screws	
4	6	DIN 1587 - M4	Hexagon Domed Cap Nuts	
3	2	AS 1474 - M2,5	Hex Nut	
2	2	Suporte2	Aço	
1	12	AS 1474 - M2	Hex Nut	
Projectado por		Verificado por	Aprovado por	Data
António Gouveia		Mestre A. Silva	Mestre A. Santos	08/03/2019
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea	
			Desenhos da Dissertação	Edição 1
				Folha 21 / 39

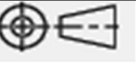


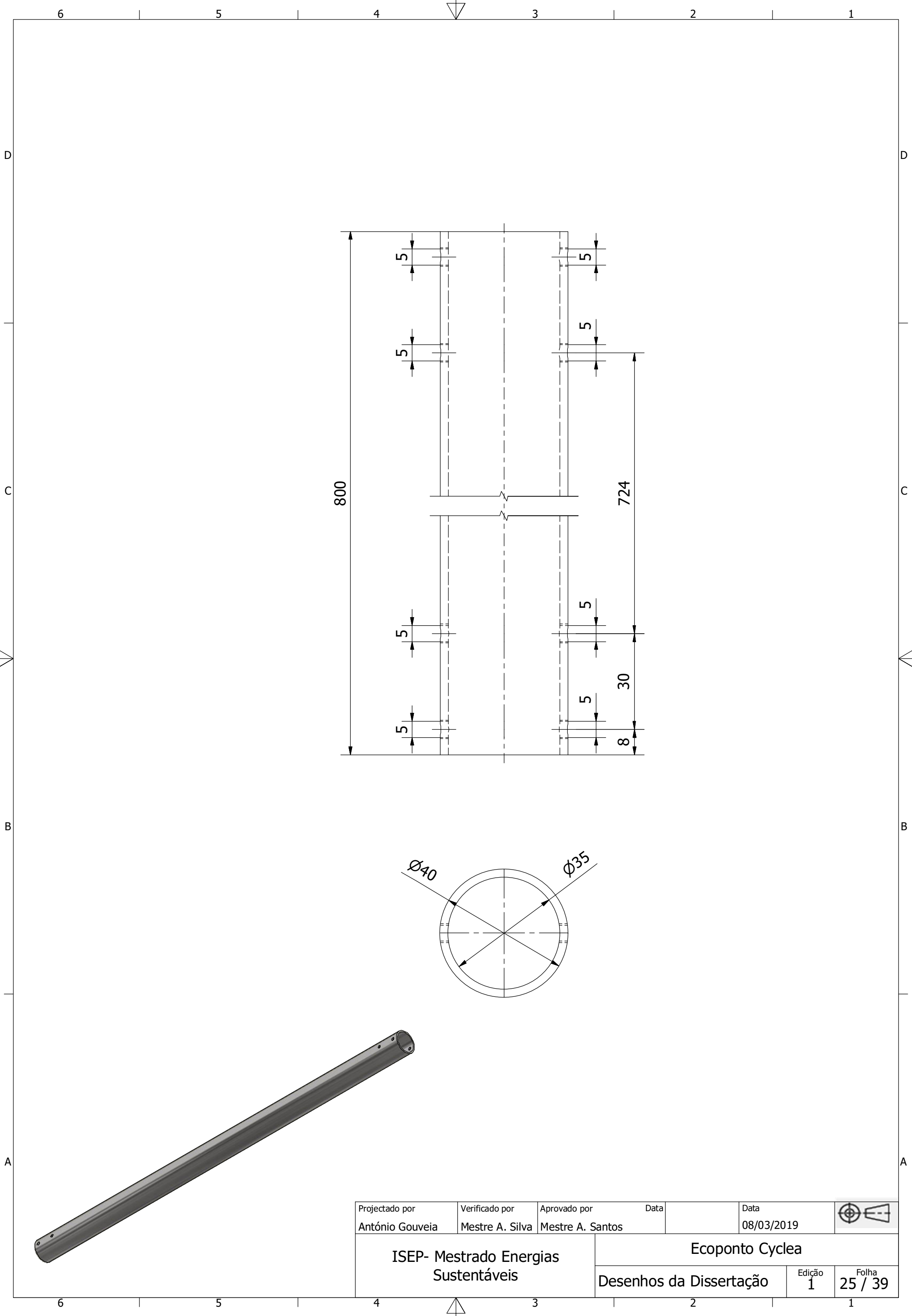
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 22 / 39

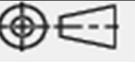


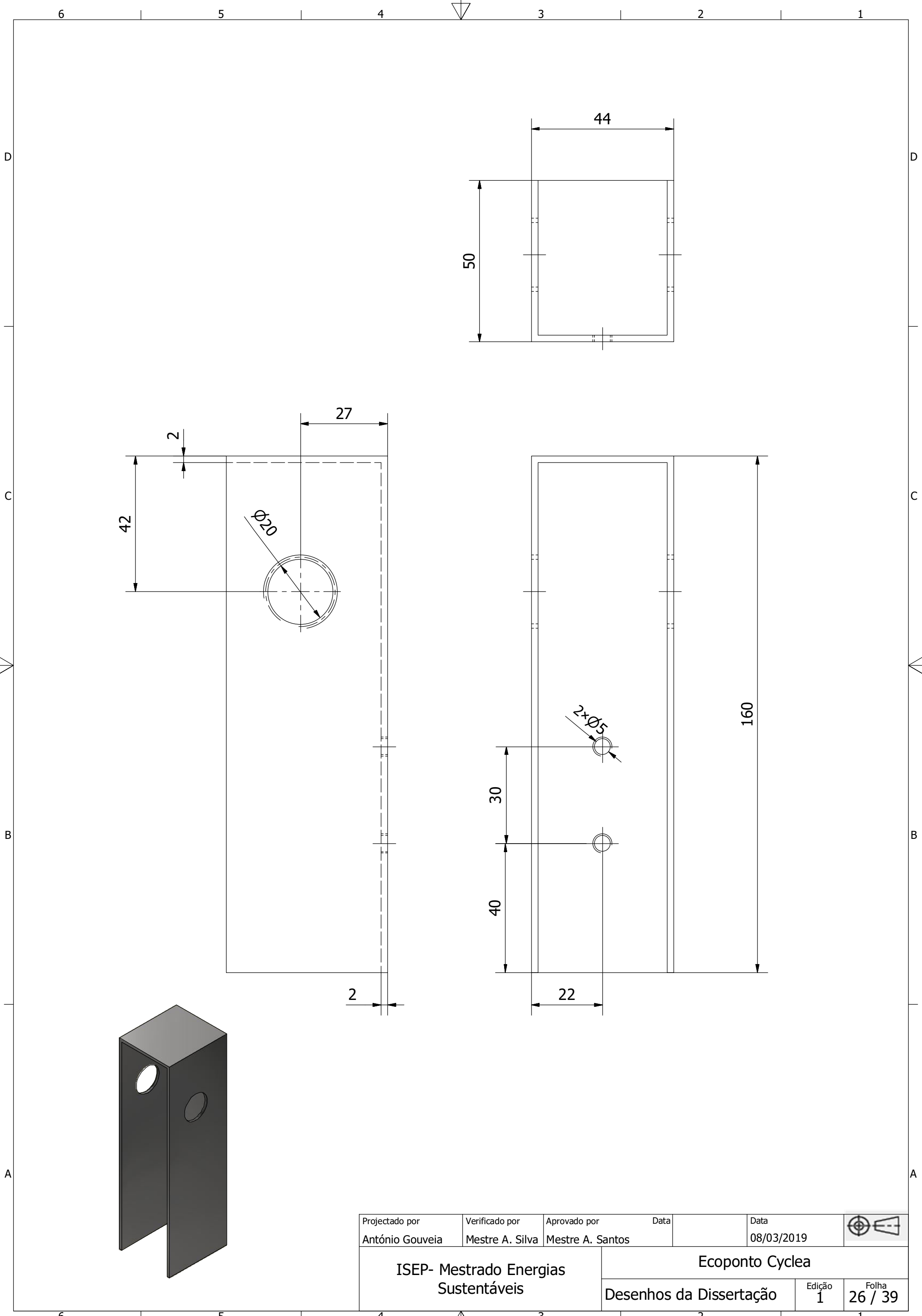
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis		Ecoponto Cyclea			
		Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 23 / 39	

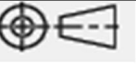


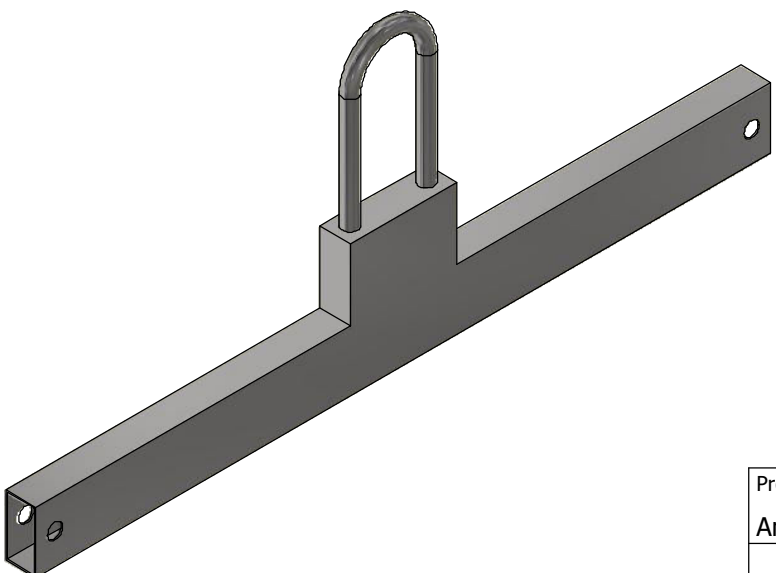
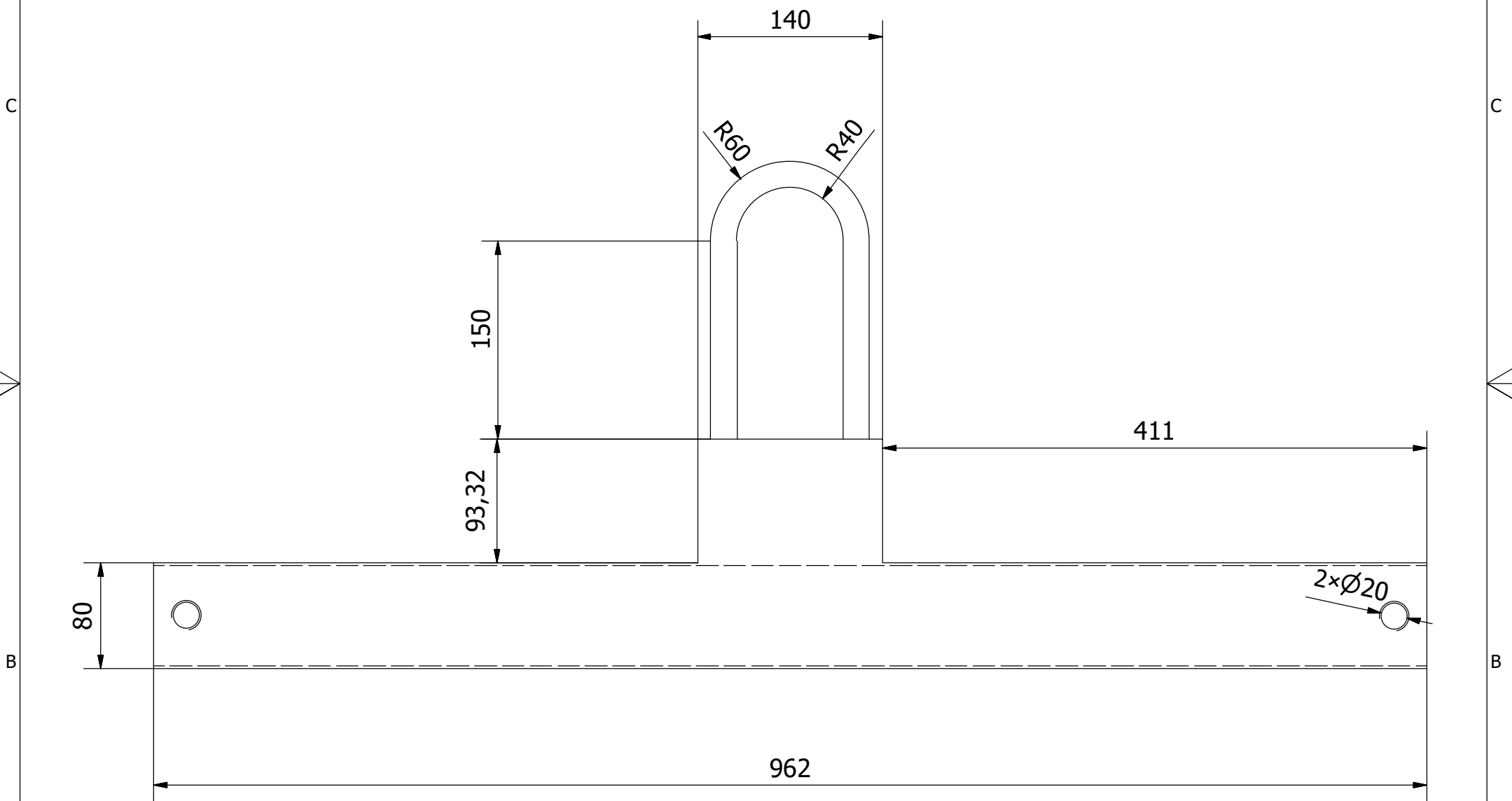
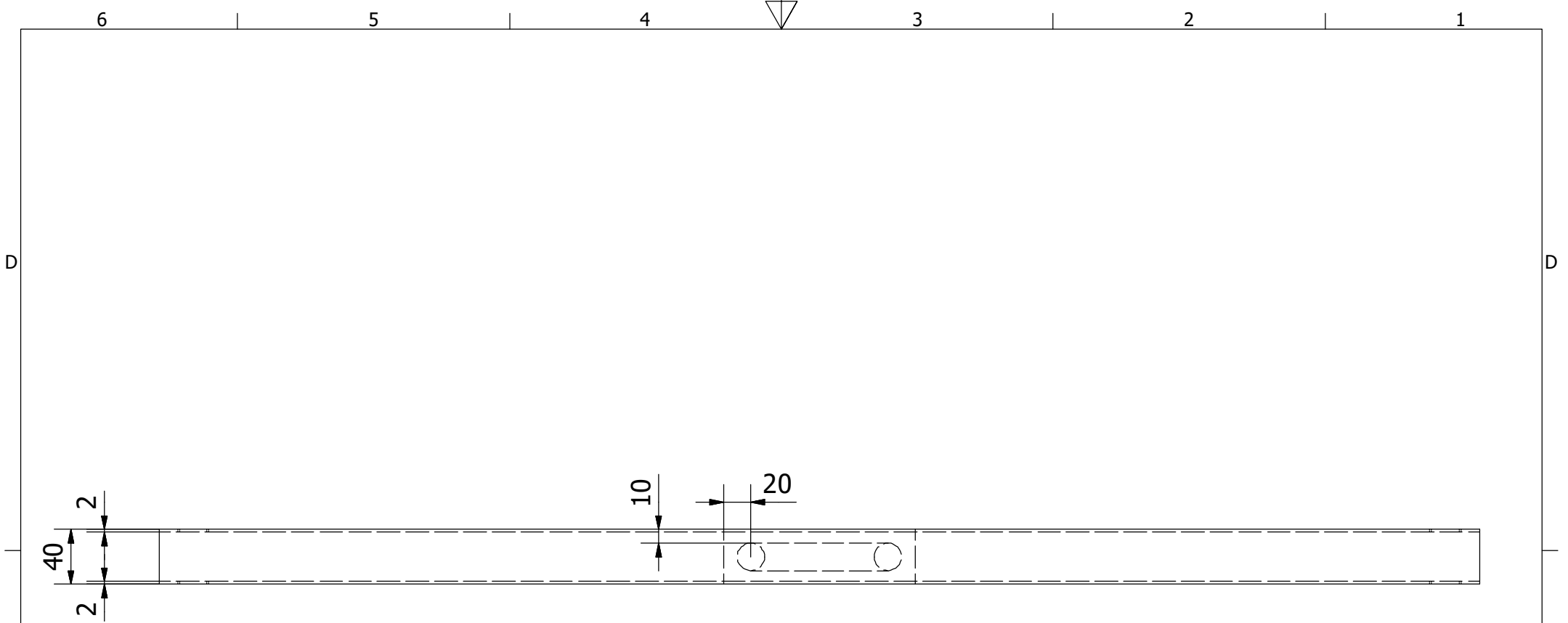
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis		Ecoponto Cyclea			
		Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 24 / 39	

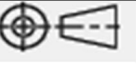


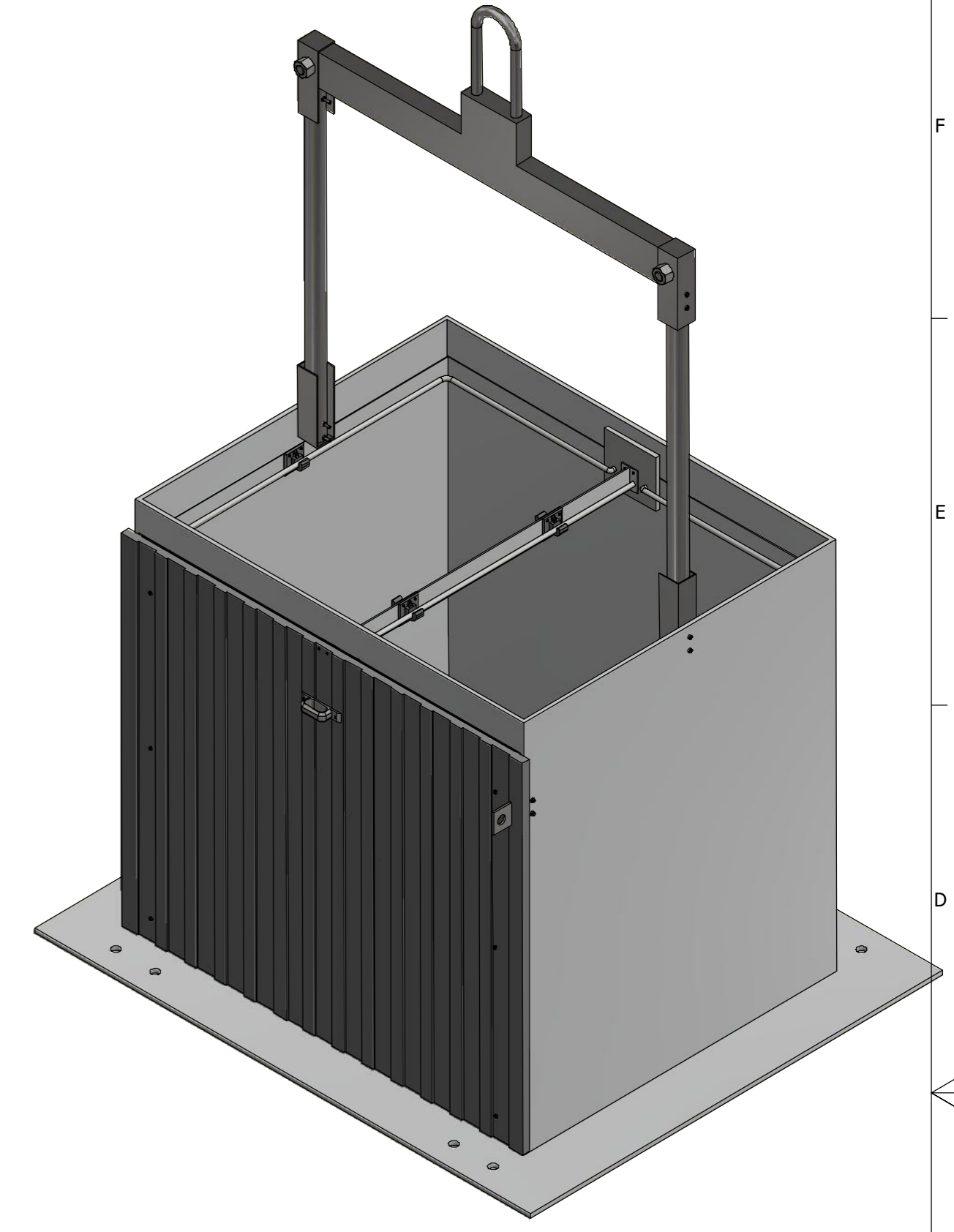
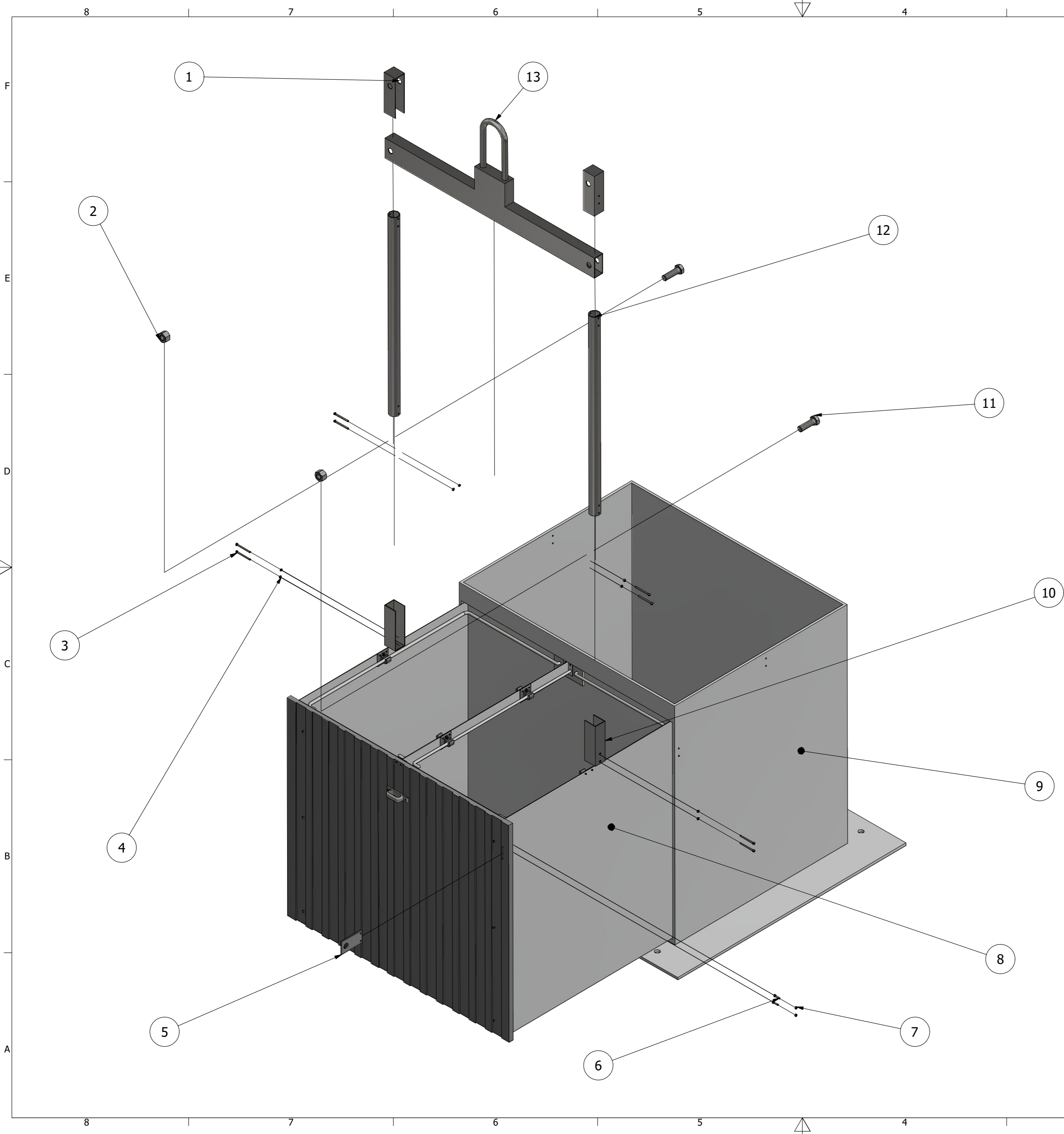
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis		Ecoponto Cyclea			
		Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 25 / 39	



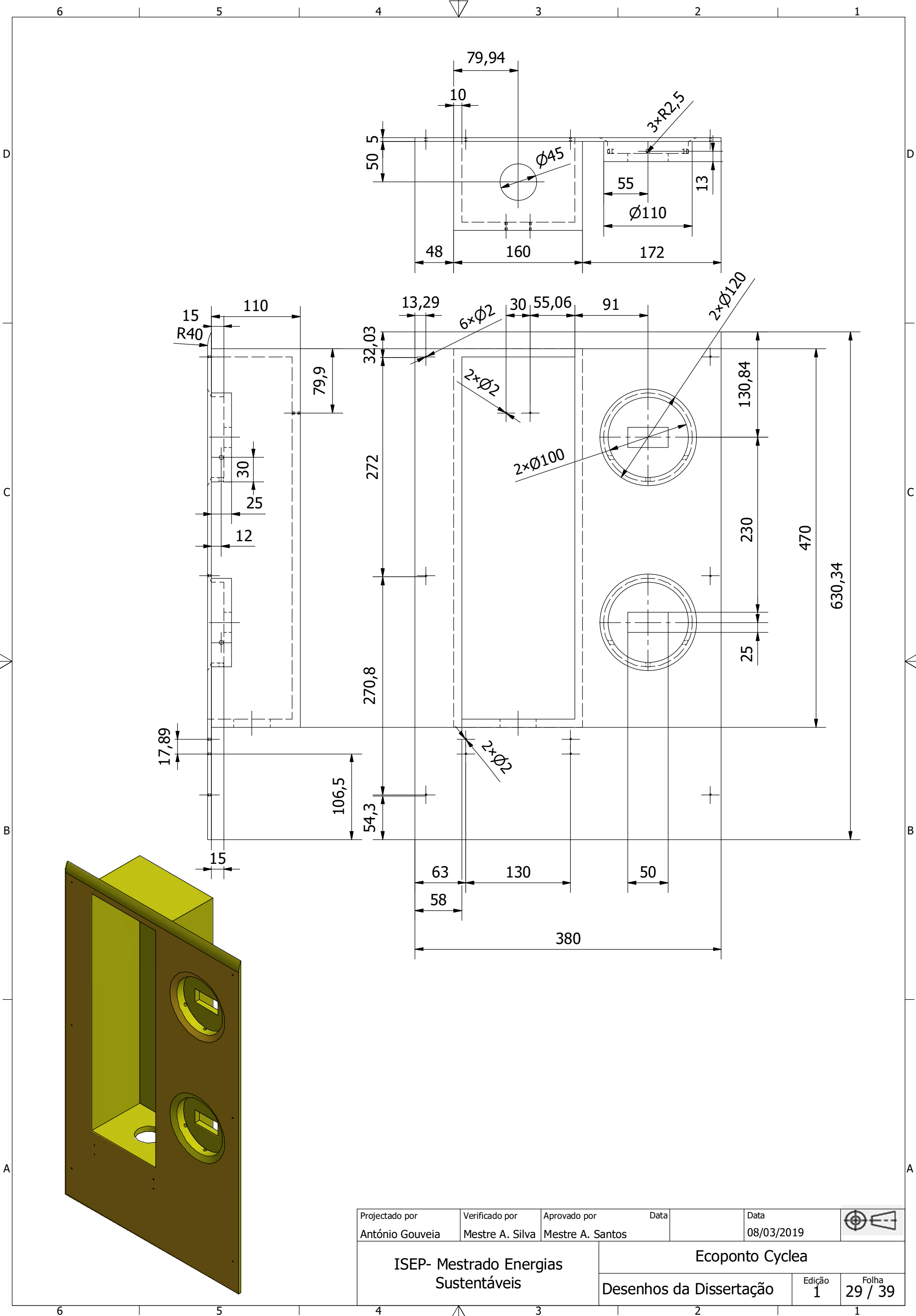
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis		Ecoponto Cyclea			
		Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 26 / 39	



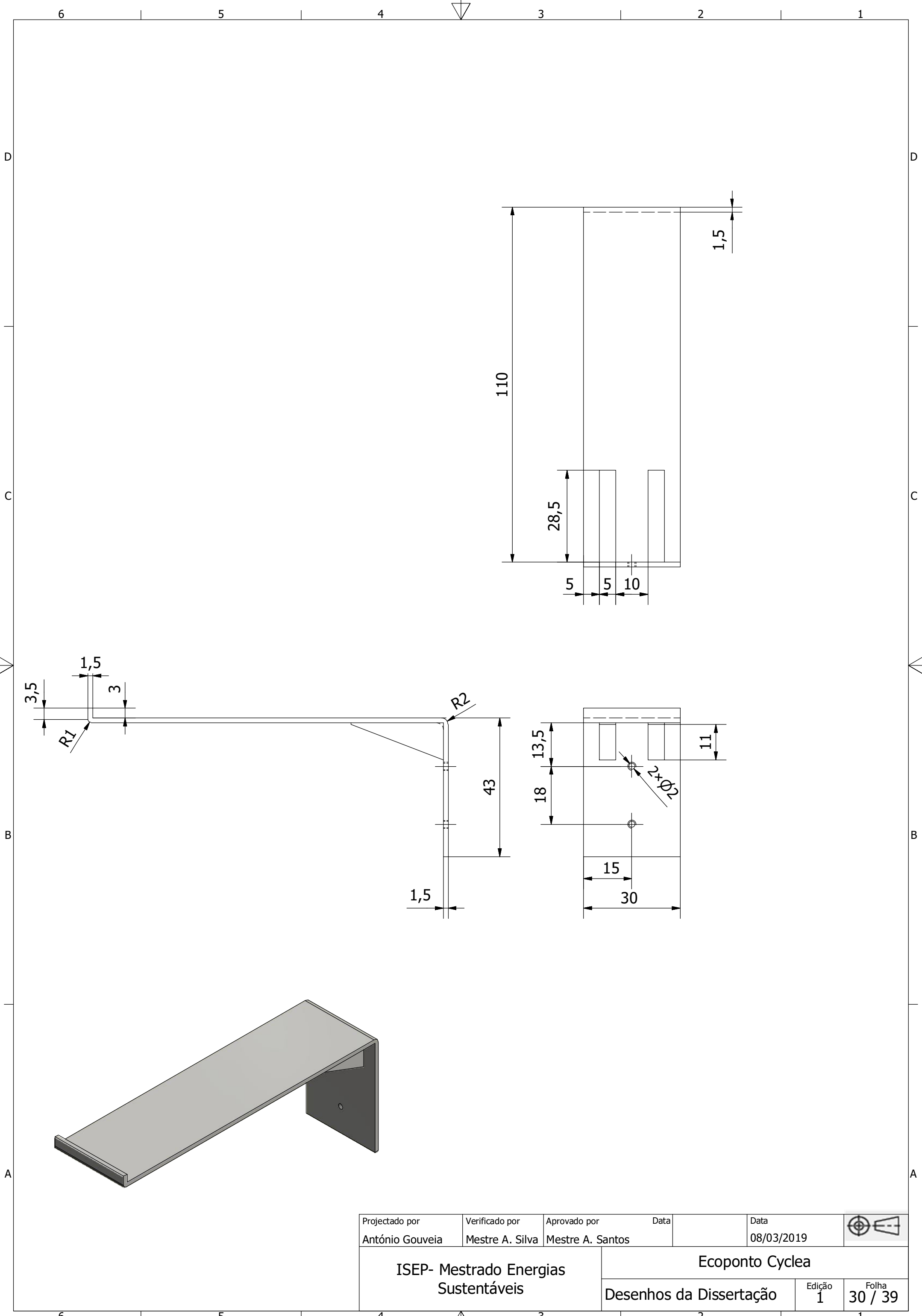
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 27 / 39

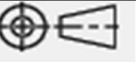


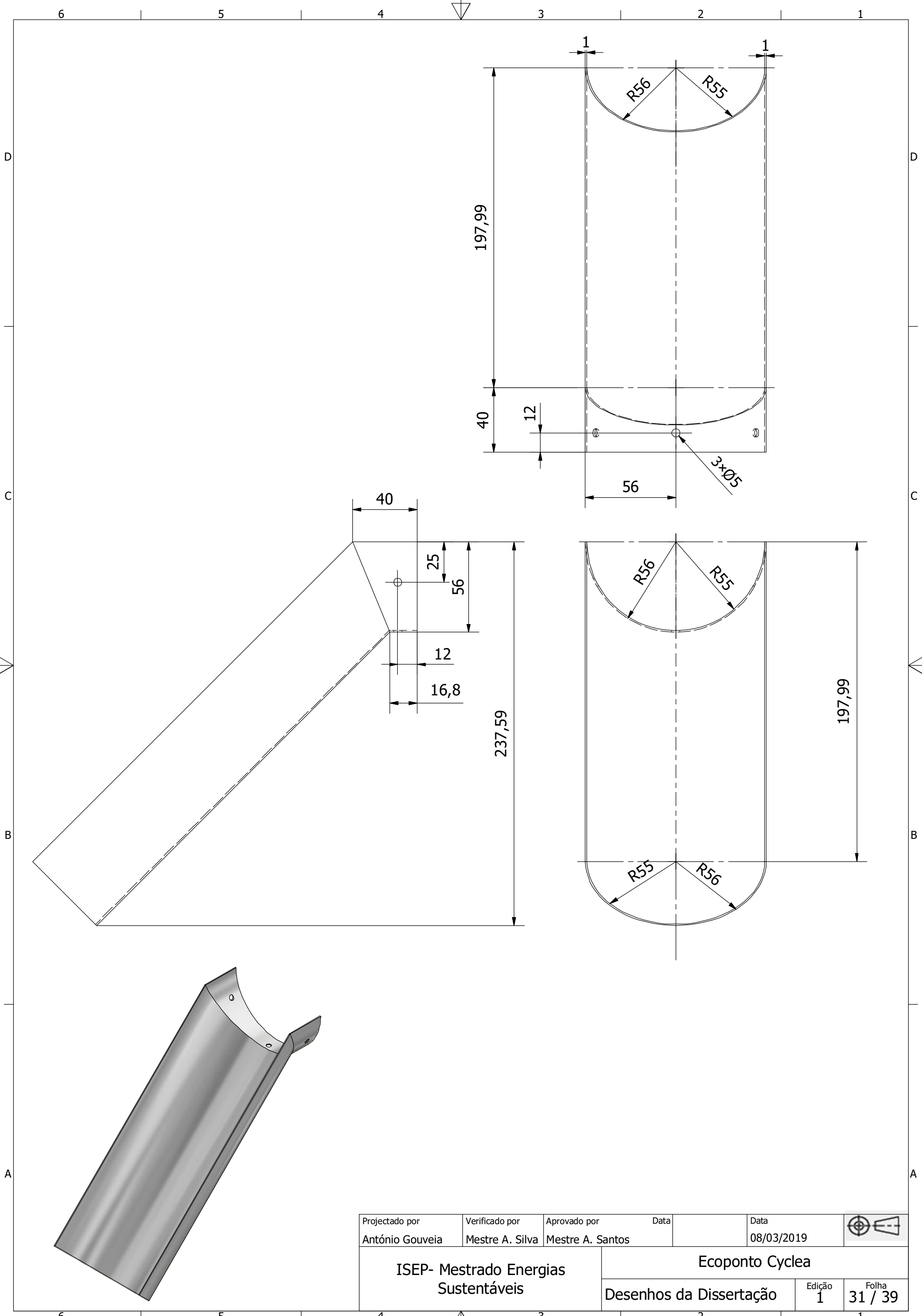
LISTA DOS MATERIAIS			
Nº	QUANTIDADE	NOME DAS PEÇAS	DESCRIÇÃO
13	1	Anel simples1	Aço S235JR
12	2	Estrutura fixa2	Aço S235JR
11	2	AS 1110 - M20 x 65	ISO metric hexagon precision bolts and screws
10	2	Estrutura fixa3	Aço S235JR
9	1	Estrutura interior	Alumínio 6061
8	1	Gaveta	
7	2	AS 1474 - M5	Hex Nut
6	2	DIN 84 - M5 x 20	ISO metric machine screws
5	1	Encaixe 2	Aço S235JR
4	8	AS 1474 - M5	Hex Nut
3	8	AS 1427 - M5 x 60	ISO metric machine screws
2	2	AS 1252 - M20	High - strength steel bolts with associated nuts and washers for structural engineering
1	2	Estrutura fixa1	Aço S235JR
Projectado por		Verificado por	Aprovado por
António Gouveia		Mestre A. Silva	Mestre A. Santos
		Data	Data
			08/03/2019
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea
Desenhos da Dissertação			Edição 1
			Folha 28 / 39

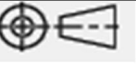


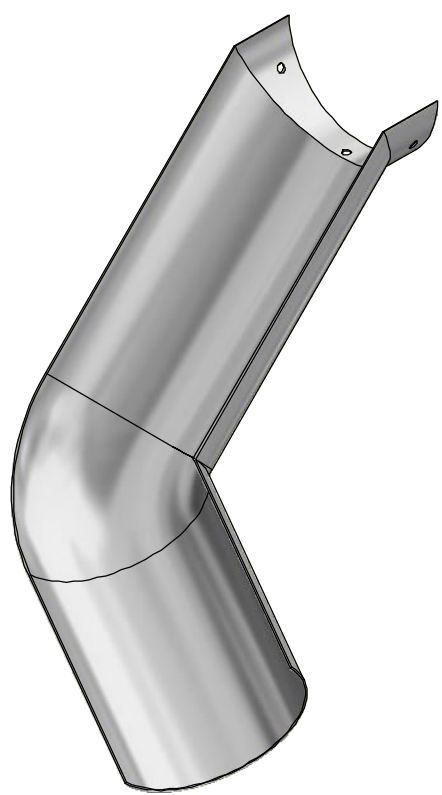
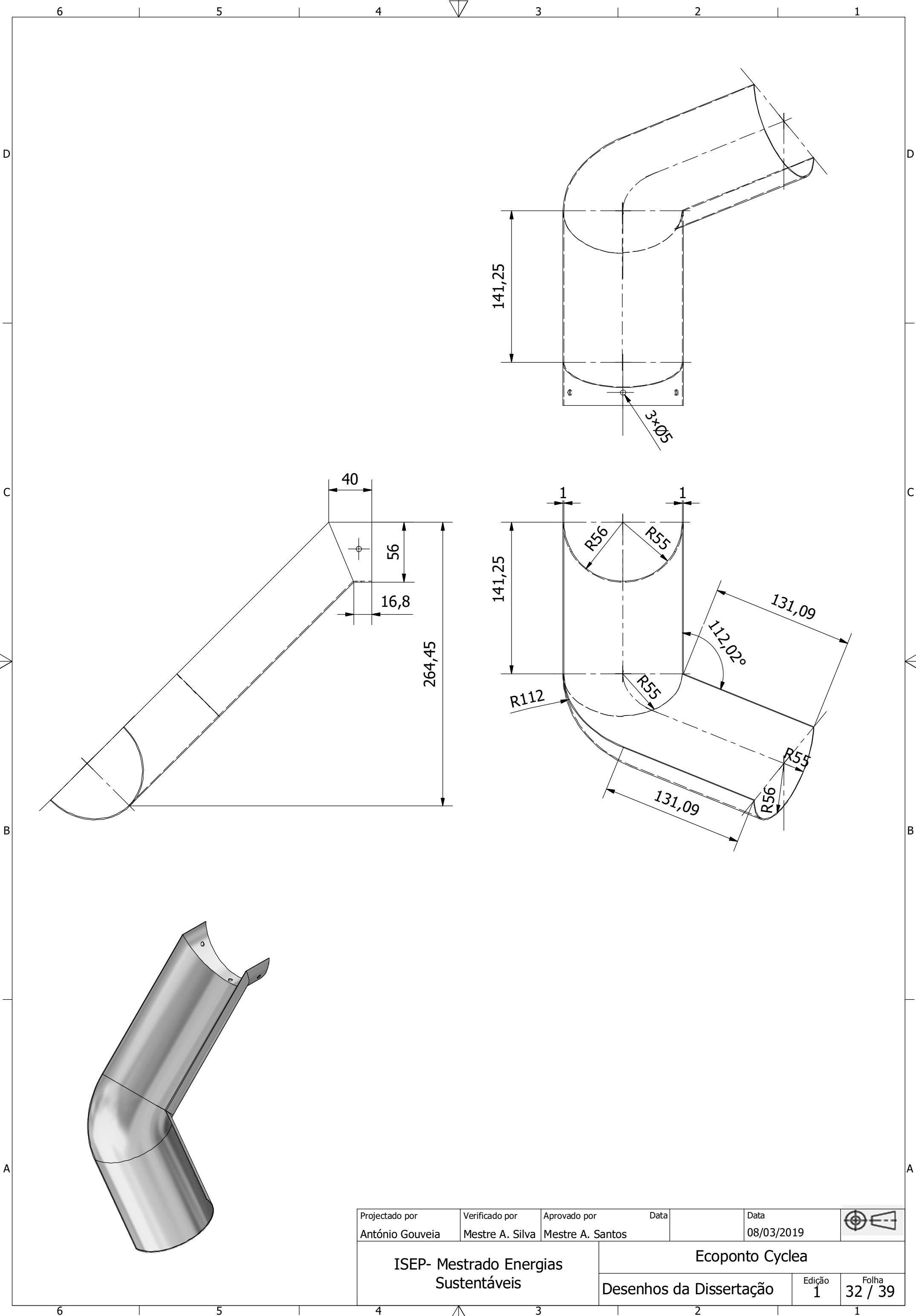
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 29 / 39



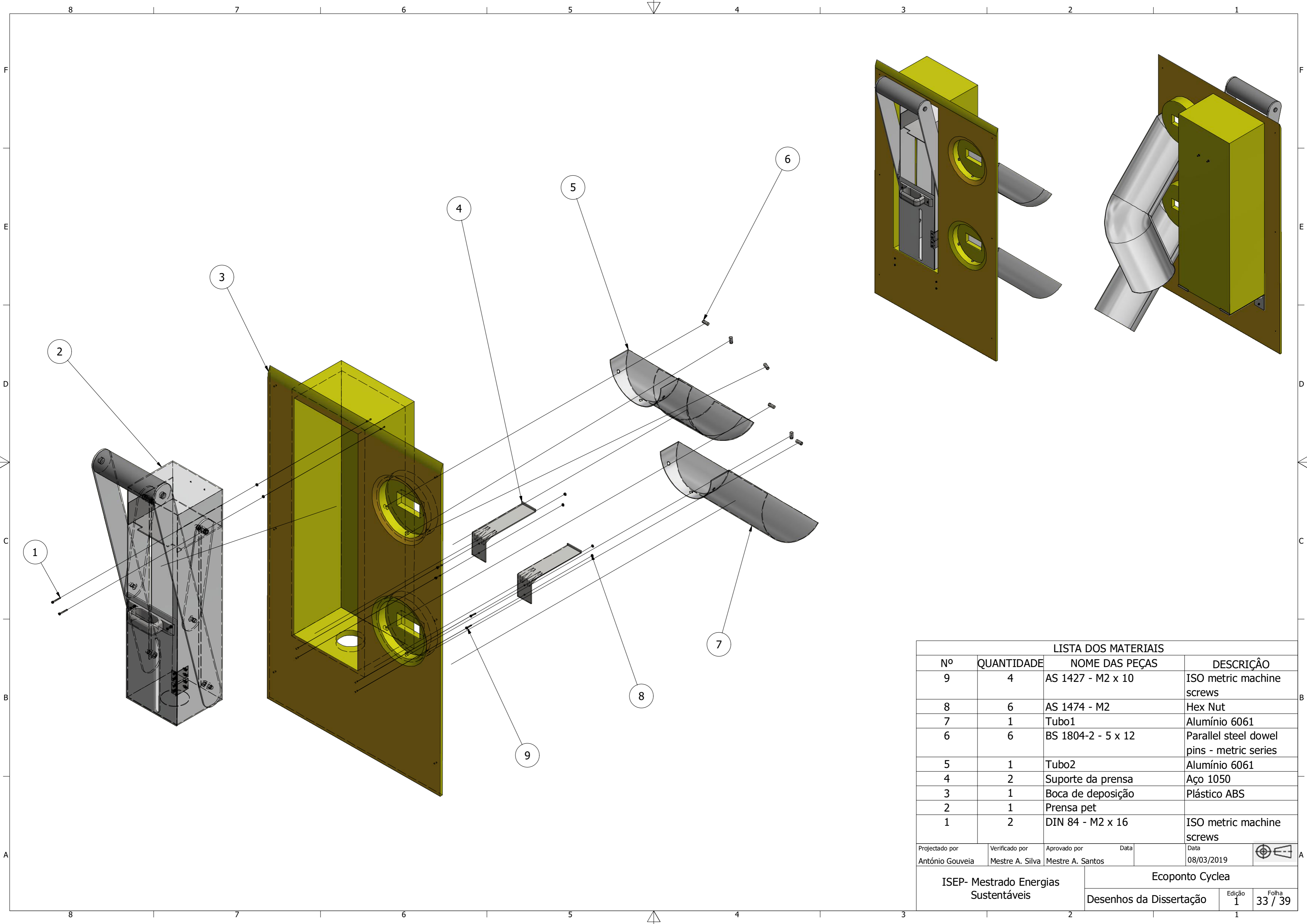
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 30 / 39



Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 31 / 39



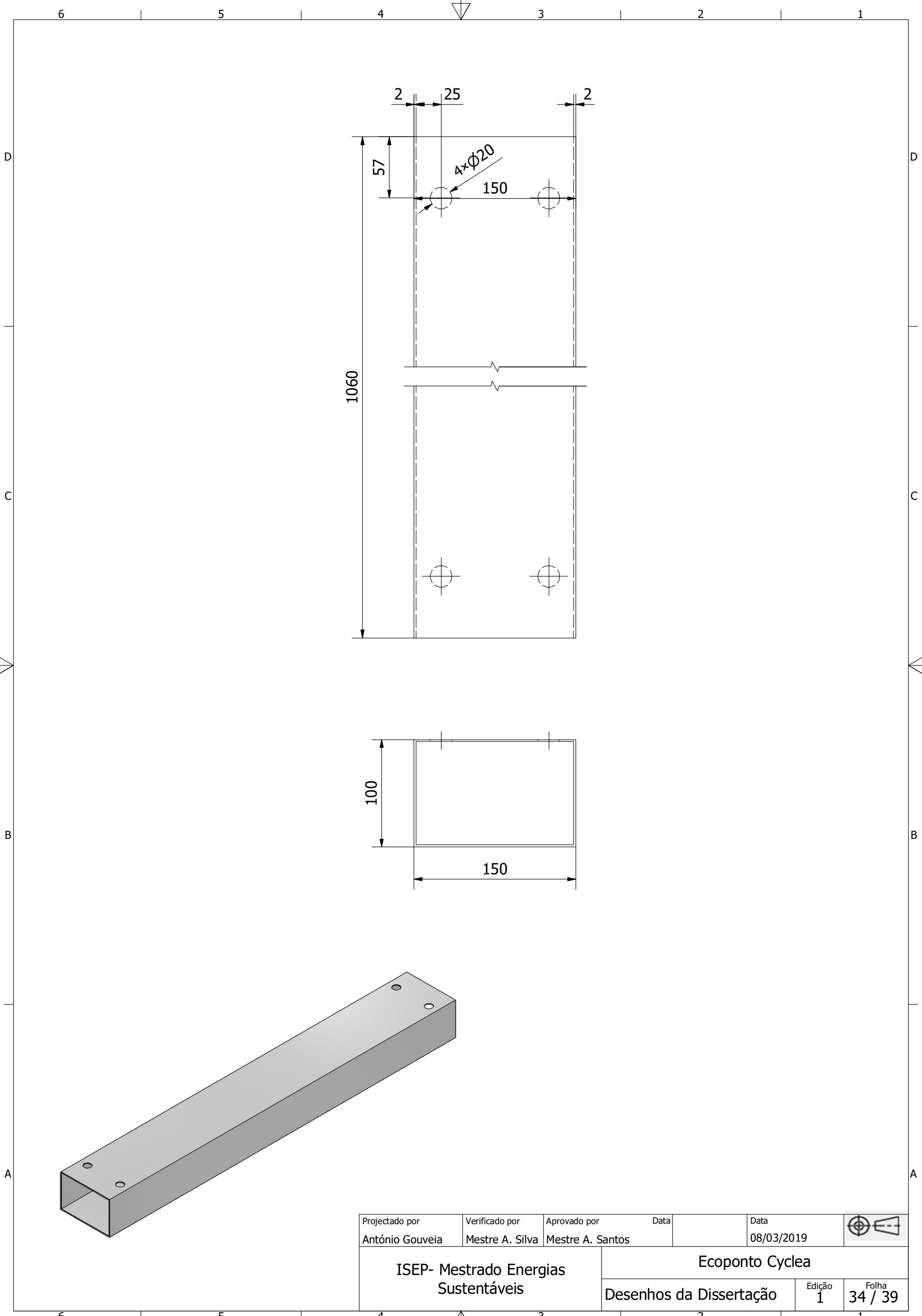
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 32 / 39

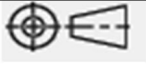


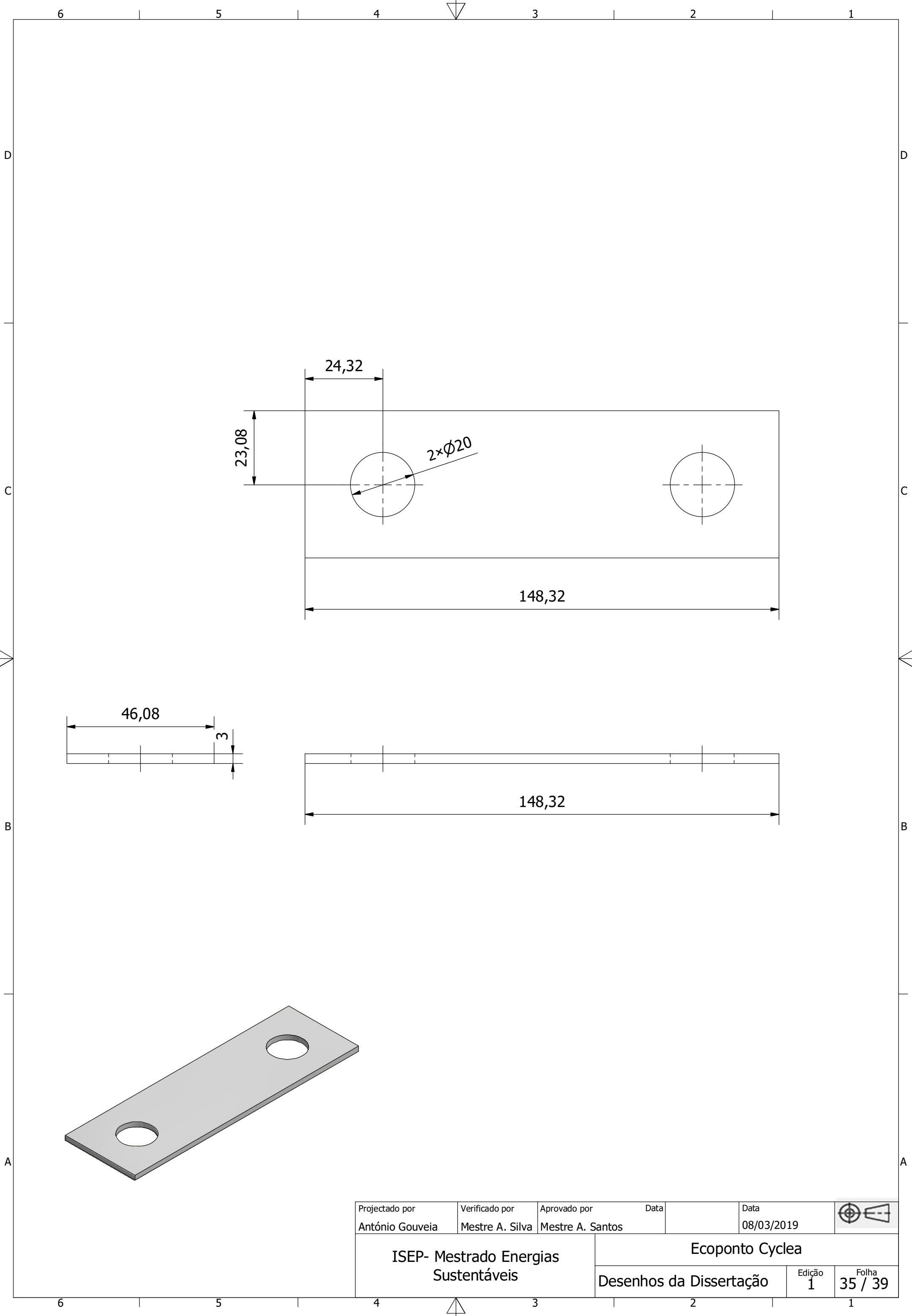
LISTA DOS MATERIAIS			
Nº	QUANTIDADE	NOME DAS PEÇAS	DESCRIÇÃO
9	4	AS 1427 - M2 x 10	ISO metric machine screws
8	6	AS 1474 - M2	Hex Nut
7	1	Tubo1	Alumínio 6061
6	6	BS 1804-2 - 5 x 12	Parallel steel dowel pins - metric series
5	1	Tubo2	Alumínio 6061
4	2	Suporte da prensa	Aço 1050
3	1	Boca de deposição	Plástico ABS
2	1	Prensa pet	
1	2	DIN 84 - M2 x 16	ISO metric machine screws

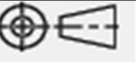
  

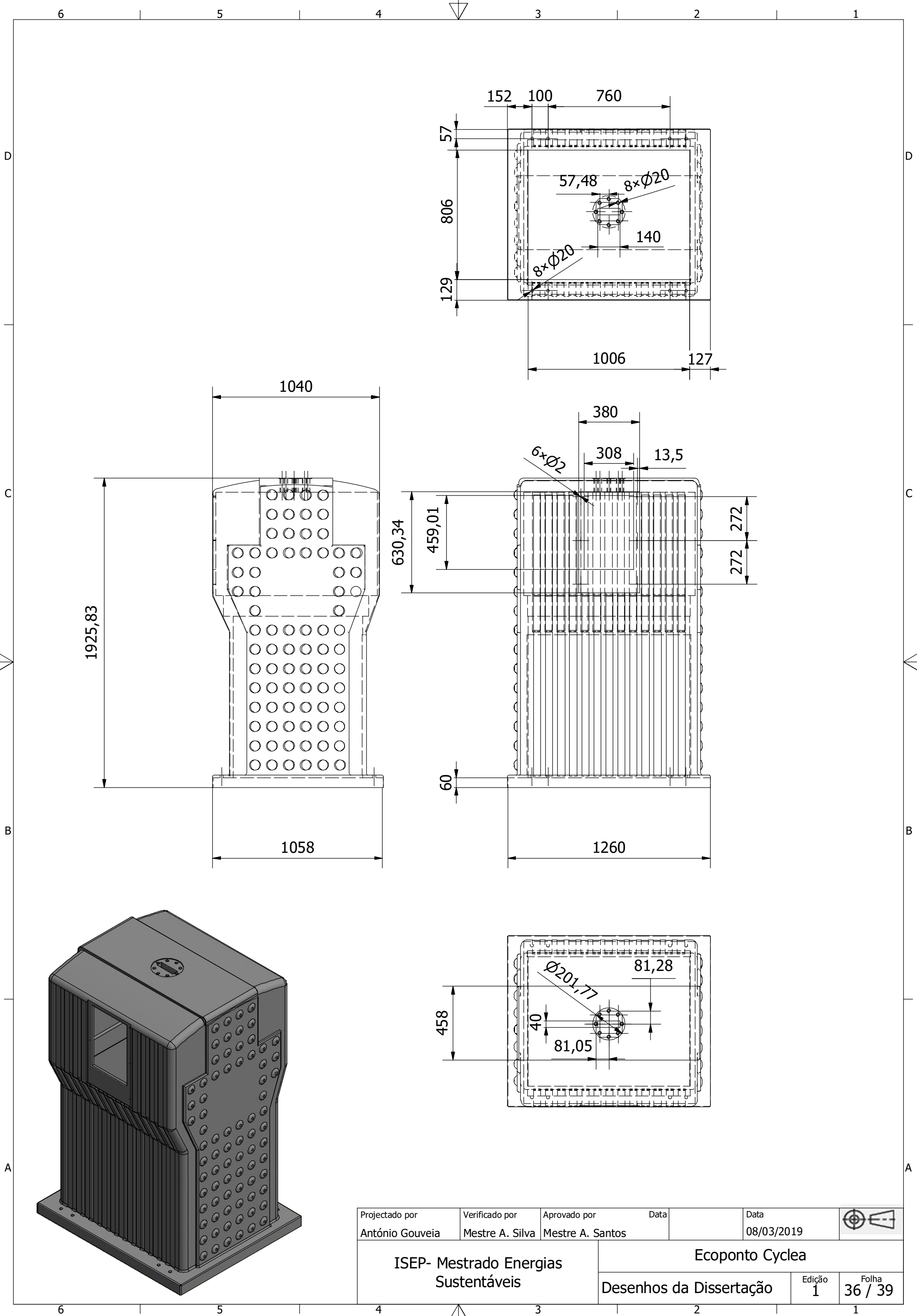
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis		Ecoponto Cyclea		
		Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 33 / 39



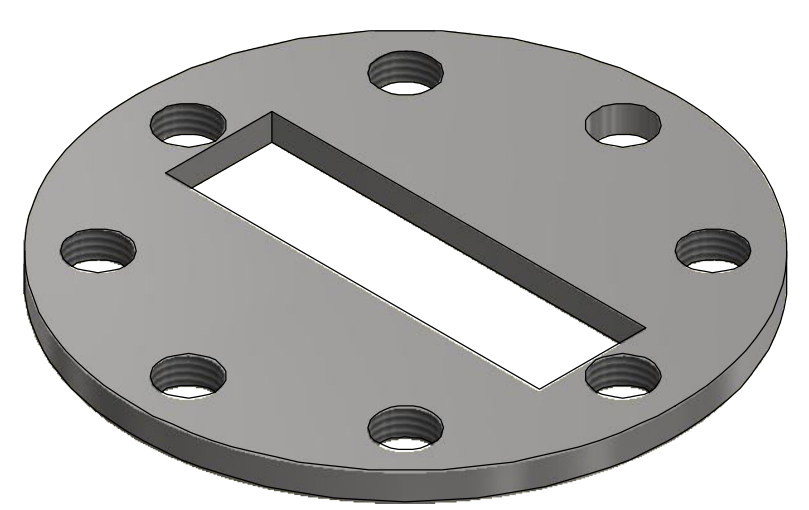
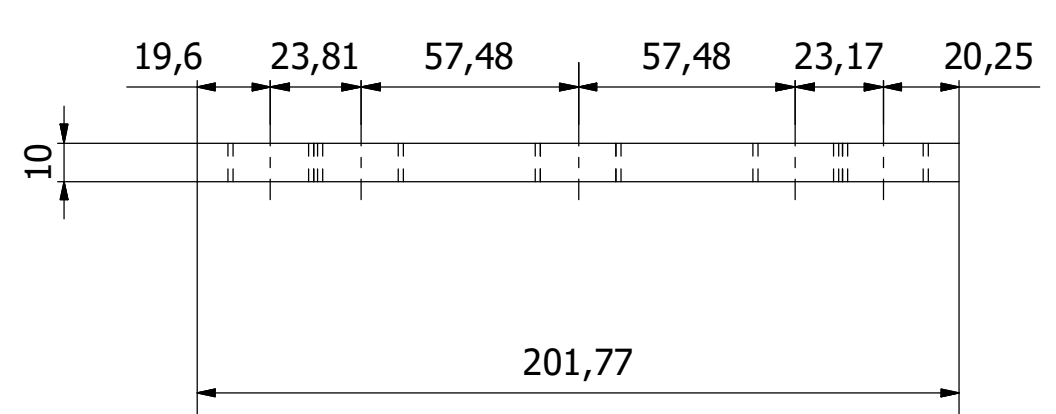
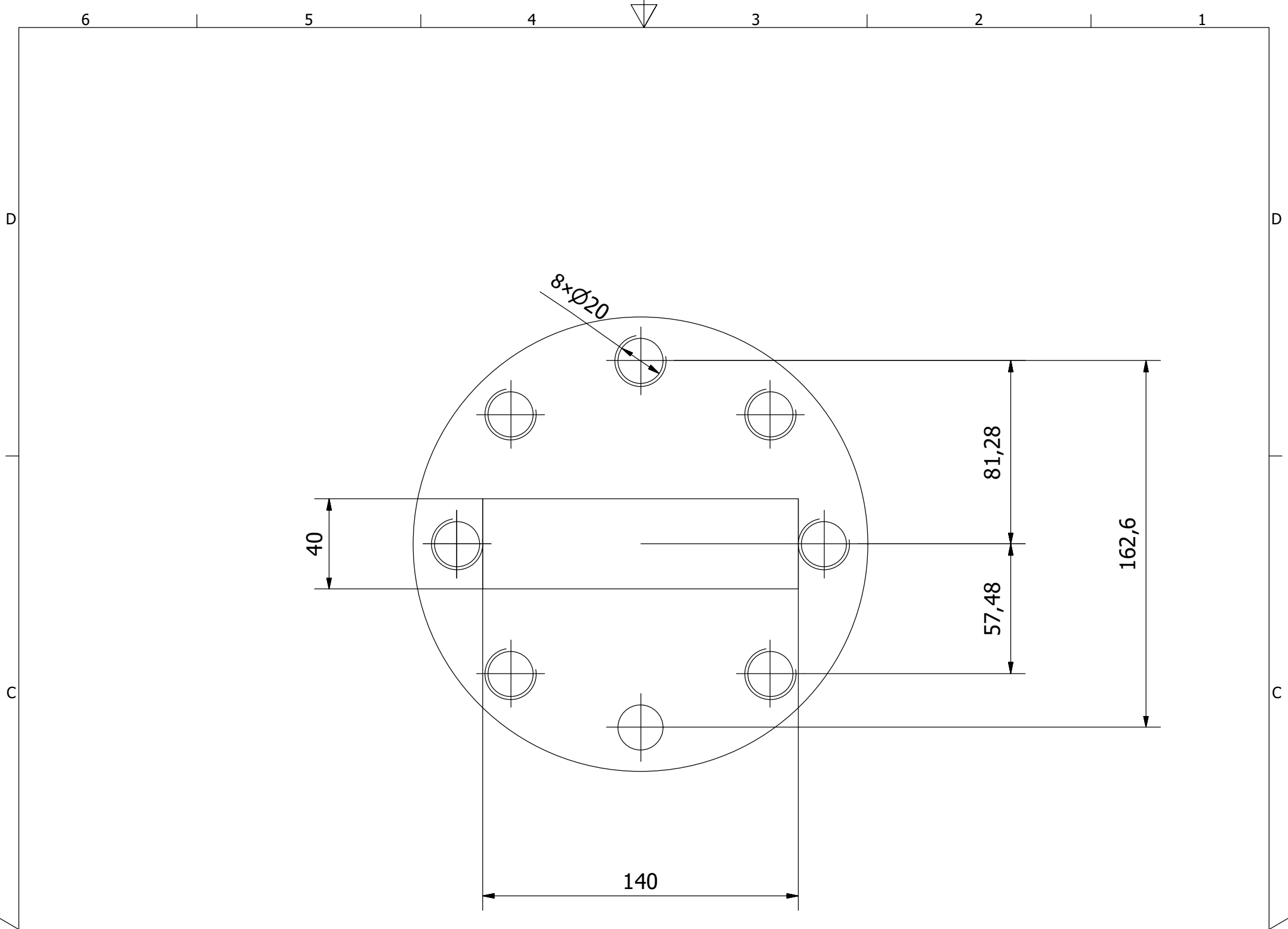
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 34 / 39



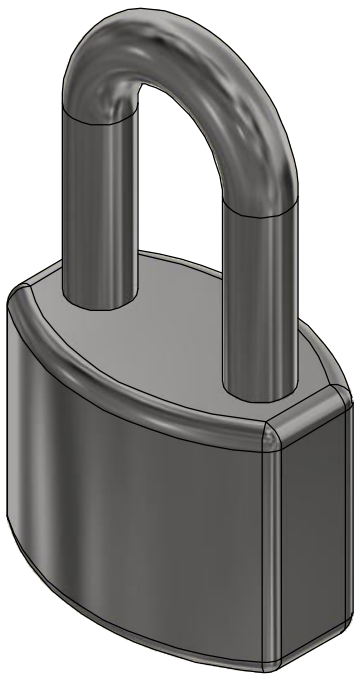
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis		Ecoponto Cyclea			
		Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 35 / 39	

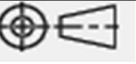


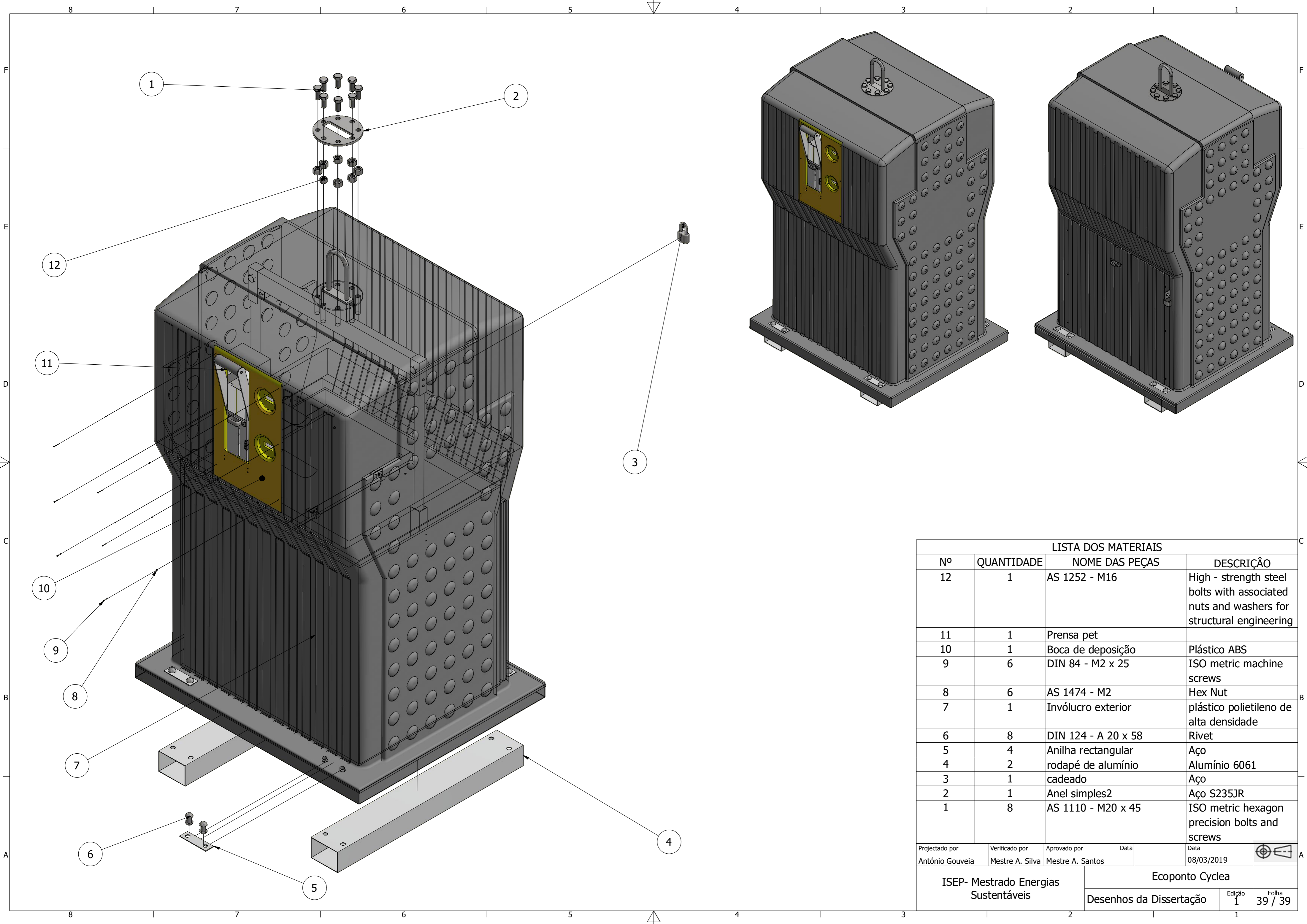
Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação		Edição 1



Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 37 / 39



Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis			Ecoponto Cyclea		
			Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 38 / 39



LISTA DOS MATERIAIS			
Nº	QUANTIDADE	NOME DAS PEÇAS	DESCRIÇÃO
12	1	AS 1252 - M16	High - strength steel bolts with associated nuts and washers for structural engineering
11	1	Prensa pet	
10	1	Boca de deposição	Plástico ABS
9	6	DIN 84 - M2 x 25	ISO metric machine screws
8	6	AS 1474 - M2	Hex Nut
7	1	Invólucro exterior	plástico polietileno de alta densidade
6	8	DIN 124 - A 20 x 58	Rivet
5	4	Anilha rectangular	Aço
4	2	rodapé de alumínio	Alumínio 6061
3	1	cadeado	Aço
2	1	Anel simples2	Aço S235JR
1	8	AS 1110 - M20 x 45	ISO metric hexagon precision bolts and screws

Projectado por António Gouveia	Verificado por Mestre A. Silva	Aprovado por Mestre A. Santos	Data 08/03/2019	
ISEP- Mestrado Energias Sustentáveis		Ecoponto Cyclea		
		Desenhos da Dissertação	Edição 1	Folha 39 / 39