



## Projeto de equipamento para movimentação de camas hospitalares

NUNO MIGUEL SENRA FARIA

novembro de 2020

# PROJETO DE EQUIPAMENTO PARA MOVIMENTAÇÃO DE CAMAS HOSPITALARES

Nuno Miguel Senra Faria

1150358

**2020**

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



# PROJETO DE EQUIPAMENTO PARA MOVIMENTAÇÃO DE CAMAS HOSPITALARES

Nuno Miguel Senra Faria

1150358

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 Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho.

**2020**

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



# JÚRI

## **Presidente**

Mestre/Especialista José Carlos Vieira de Sá

Professor Adjunto, ISEP

## **Orientador**

Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho

Professor Adjunto, ISEP

## **Arguente**

Doutor Sérgio Manuel Oliveira Tavares

Professor Auxiliar Convidado, FEUP



## AGRADECIMENTOS

Ao Engenheiro José Figueira por me ter proporcionado a elaboração deste projeto, tendo adquirido bastante conhecimento pela passagem pela empresa JFigueira.

Ao Doutor Raúl Campilho pela orientação, mas essencialmente pelo apoio e dedicação durante todo este projeto, estando prontamente disponível para ajudar sempre que necessário.

Um agradecimento especial para a minha família que me ajudou a alcançar este patamar, proporcionando sempre as melhores condições possíveis. Também pelo incentivo e motivação que me transmitiam durante todo o meu percurso académico.

Deixo também um agradecimento a todos os meus amigos e colegas de curso pela ajuda mútua ao longo dos últimos 5 anos.



## **PALAVRAS CHAVE**

Equipamento hospitalar; método dos elementos finitos; movimentação de camas hospitalares; projeto hospitalar; projeto mecânico; otimização estrutural.

## **RESUMO**

A indústria de equipamentos hospitalares tem recebido ao longo das décadas mais investimento, acompanhando o desenvolvimento nas áreas da medicina, da enfermagem e técnicas de diagnóstico médico. Neste sentido, a necessidade de melhoria e otimização dos equipamentos utilizados nesta indústria tem sido notória, pois o avanço tecnológico assim o obriga. Este avanço também existe para a melhoria das condições de trabalho dos colaboradores, tais como implementação de equipamentos que auxiliem as suas tarefas, deixando de fazer esforços tão elevados para executar as tarefas.

Este trabalho foi desenvolvido numa empresa de projetos mecânicos nacional, que se quer lançar numa área pouco explorada em Portugal, a indústria hospitalar. Este trabalho também será a rampa de lançamento da empresa enquanto fabricante de um produto. A empresa percebeu que havia a necessidade de criar um equipamento que ajude os hospitais a ter menos trabalhadores a estarem com baixa médica devido à movimentação de cargas de elevado peso. Estes trabalhadores com baixa médica são um encargo extra para a gestão hospitalar, pois necessita de contratar novos profissionais para colmatar a ausência de outros.

Neste sentido, o objetivo foi de projetar um equipamento que retirasse a função dos enfermeiros de mover os pacientes de camas para macas, podendo mover os pacientes pelo hospital numa cama, sem necessitar exercer força para movimentar a cama. A este desafio acresceu a diversificação de modelos de camas hospitalares, sendo necessário que o equipamento se adapte a todas as camas. Como no resto da indústria, neste projeto realizou-se várias análises por elementos finitos para validação da estrutura, havendo também uma otimização estrutural, para diminuição de custos e diminuição de peso do equipamento.



## KEYWORDS

Hospital equipment; finite elements method; hospital bed movement; hospital project; mechanical project; structural optimization.

## ABSTRACT

The hospital equipment industry has received more investment over the decades, following the development in medicine, nursing and medical diagnostic techniques areas. In this sense, the need for equipment's improvement and optimization used in this industry has been notorious, as the technological advance requires it. This advance also exists for the working's conditions of employee improvement, such as the implementation of equipment to assist their tasks, leaving to make such high efforts to perform the tasks.

This work was developed in a Portuguese engineering design company, which aims to launch itself in a little explored area in Portugal, the hospital industry. This work will also be the launching pad for the company as product's manufacturer. The company realized that there was a need to create equipment that would help hospitals to have fewer workers to be on sick leave due to the handling of heavy loads. These workers with sick leave are an extra burden for hospital management, as they need to hire new professionals to fill the absence of others.

In this sense, the objective was to design equipment that would remove the nurses' function of moving patients from beds to stretchers, being able to move patients around the hospital in a bed, without having to exert force to move the bed. Added to this challenge was the diversification of models of hospital beds, making it necessary for the equipment to adapt to all beds. As in the rest of the industry, this project carried out several finite element analyses to validate the structure, and there is also a structural optimization, to reduce costs and reduce the weight of the equipment.



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

<b>Termo</b>	<b>Designação</b>
CA	Corrente alternada
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CC	Corrente contínua
CG	Centro de gravidade
cs	Coeficiente de Segurança
DCL	Diagrama de corpo livre
LED	<i>Light-Emitting Diode</i>
MEF	Método dos Elementos Finitos
PIB	Produto interno bruto
UE	União Europeia

### Lista de Unidades

<b>Termo</b>	<b>Designação</b>
<i>A</i>	Ampere
<i>Ah</i>	Ampere-hora
<i>g</i>	gramas
<i>lbs</i>	libras
<i>m</i>	metro
<i>N</i>	Newton
<i>rad</i>	radianos
<i>s</i>	segundos
<i>V</i>	Volts

### Lista de Símbolos

<b>Termo</b>	<b>Designação</b>
<i>a</i>	comprimento total do atuador
<i>b</i>	Distância entre ponto de rotação e ponto de atuação da mola na estrutura da roda motriz
<i>B</i>	Binário
<i>c</i>	Distância entre ponto de rotação e ponto de atuação da reação da roda motriz, no eixo y, na estrutura da roda motriz

$C$	Índice da mola
$D_i$	Diâmetro interno da mola
$d_m$	Diâmetro do arame da mola
$D_o$	Diâmetro externo da mola
$D_{roda}$	Diâmetro da roda motriz
$F_0$	Força da mola em repouso/força nula
$F_1$	Força da mola em pré-carga
$F_8$	Força da mola na carga máxima em trabalho
$F_9$	Força da mola em carga máxima (espiras já em contacto)
$F_m$	Força da mola
$F_{roda}$	Força da roda motriz
$g$	Aceleração gravítica
$G$	Módulo de corte
$i$	Relação de transmissão do redutor de parafuso sem fim
$k$	Rigidez da mola
$K_w$	Fator de correção de Wahl
$L$	comprimento exterior da cama hospitalar utilizada como caso de carga
$L_0$	Comprimento da mola sem carga
$L_1$	Comprimento da mola em pré-carga
$L_8$	Comprimento da mola com carga máxima de trabalho
$L_9$	Comprimento da mola em carga máxima / comprimento sólido
$m_{total}$	Massa total do equipamento, cama e carga máxima admissível pela cama
$n_1$	Velocidade angular máxima à entrada
$n_2$	Velocidade angular máxima à saída
$N_a$	Número de espiras ativas
$\rho$	Passo da mola
$P$	Potência do motor
$R_A^z$	Reação no ponto A, no eixo z
$R_B^y$	Reação no ponto B, no eixo y
$R_B^z$	Reação no ponto B, no eixo z
$R_{Braço\ equip.}$	Reação nos braços do equipamento
$r_{roda}$	Raio da roda motriz
$R_{roda\ motriz}^y$	Reação na roda motriz, no eixo y
$R_{Rodas\ Cama}$	Reação nas rodas da cama
$v_{máx}$	Velocidade máxima do equipamento
$W_{Cama}$	Peso da cama hospitalar utilizada como caso de carga
$W_{Máx. Admissível}$	Peso máximo admissível da cama hospitalar utilizada como caso de carga
$\alpha$	Ângulo entre o eixo pino de rotação/roda motriz e o plano xOz
$\beta$	Ângulo de inclinação máxima que o equipamento tem de subir com carga máxima aplicada

---

$\delta_m$	Deslocamento da mola
$\delta_x^{max}$	Deslocamento máximo segundo eixo x
$\delta_y^{max}$	Deslocamento máximo segundo eixo y
$\delta_z^{max}$	Deslocamento máximo segundo eixo z
$\sigma_{max}^{von Mises}$	Tensão máxima equivalente de <i>von Mises</i>
$\sigma_{UTS}$	Tensão de rotura
$\tau_{max}$	Tensão de corte máxima
$\tau_{solid}$	Tensão de corte na posição sólido
$\omega$	Velocidade angular da roda motriz

---



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Equipamentos de diagnóstico médico: a) raio-X [4]; b) Eletrocardiograma [5]; c) Ressonância Magnética [6]; d) Ecografia [7] .....	8
Figura 2 – Exemplo de: a) maca [8]; b) cama hospitalar articulada [9] .....	9
Figura 3 – Sistema de elevação de pacientes [10] .....	10
Figura 4 – Diagrama do processo de design de estruturas (adaptado [15]) .....	12
Figura 5 – Exemplos de perfis de: a) aço [20]; b) alumínio [21] .....	14
Figura 6 – Exemplo de estrutura em perfil de alumínio extrudido com rasgos para ligações aparafusadas rápidas [22] .....	15
Figura 7 – Exemplo de estruturas em chapa quinada [23] .....	15
Figura 8 – Estrutura de um automóvel realizada por estampagem [25] .....	16
Figura 9 – Tipos de ligações aparafusadas: a) parafuso roscado na peça; b) parafuso + porca; c) fuso roscado na peça + porca; d) fuso roscado em furo passante c/ aperto por duas porcas [27] .....	18
Figura 10 – Rebite antes e após deformação da haste [29] .....	19
Figura 11 – Rebites: a) sólidos [30]; b) semi-tubulares [31]; c) cegos [32] .....	19
Figura 12 – Processo de rebiteagem de rebites autoperfurantes [33] .....	20
Figura 13 – Montagem ilustrativa de um guiamento linear por fuso de esferas [35] .....	20
Figura 14 – Guia e patim para movimentos lineares [36] .....	21
Figura 15 – Rolamento de esferas linear e veio de precisão para movimentos lineares [37] .....	21
Figura 16 – Motor CC com escovas [40] .....	22
Figura 17 – Motor CC sem escovas [41] .....	22
Figura 18 – Motor de corrente alternada (CA) [42] .....	23
Figura 19 – Atuador linear elétrico com redutor [43] .....	23
Figura 20 – Exemplo de atuador linear elétrico sem redutor (vista em corte) [44] .....	24
Figura 21 – Exemplo de atuador linear elétrico compacto [45] .....	24
Figura 22 – Exemplo de unidade hidráulica [46] .....	24

Figura 23 – Equipamentos pneumáticos: a) cilindro simples efeito [48]; b) cilindro de duplo efeito [48]; c) esquema do cilindro de dupla haste [49]; d) esquema do cilindro rotativo de báscula [49]; e) motor pneumático [50].....	25
Figura 24 – Convergência de malha (adaptado [53]) .....	27
Figura 25 – Análise de um porta-paletes para avaliar diferentes materiais para a sua construção [54] ...	28
Figura 26 – Logótipo da Engenharia José Figueira, Lda. ....	31
Figura 27 – <i>Gzunda GZ10 SL</i> [59].....	33
Figura 28 – <i>Gzunda GZS</i> [59] .....	33
Figura 29 – <i>StaminaLift Transfer System 1500</i> [60].....	33
Figura 30 – <i>StaminaLift Transfer System 2100</i> [60].....	33
Figura 31 – <i>Unimove Bed Mover</i> [61] .....	33
Figura 32 – <i>Zallys M13</i> [62] .....	33
Figura 33 – AvantGuard™ 1600 Ability bed [10].....	34
Figura 34 – Vista isométrica da solução 1 .....	35
Figura 35 – Vista lateral da solução 1 .....	35
Figura 36 – Movimento do suporte da roda giratória na solução 1: a) mola na posição inicial (sem carga da cama); b) mola na posição final (com carga da cama) .....	36
Figura 37 – Estrutura do equipamento da solução 1, com pormenor no mecanismo do suporte das rodas giratórias .....	36
Figura 38 – Vista isométrica da solução 2 .....	37
Figura 39 – Vista isométrica da estrutura da solução 2.....	38
Figura 40 – Vista da estrutura para a roda motriz da solução 2.....	38
Figura 41 – Vista em corte da estrutura para a roda motriz da solução 2 .....	38
Figura 42 – Representação geral do equipamento: a) vista isométrica; b) vista lateral .....	40
Figura 43 – Componentes principais do equipamento desenvolvido .....	41
Figura 44 – Sistema de elevação: a) atuador recolhido e garras na posição mais próxima; b) atuador avançado e garras na posição mais afastada.....	42
Figura 45 – Estrutura da roda.....	42
Figura 46 – Detalhe do posicionamento da mola na estrutura em tesoura da roda motriz .....	42
Figura 47 – Painel de instrumentos.....	43

Figura 48 – Bateria <i>Unit Pack Power S004-2</i> [63] .....	43
Figura 49 – Detalhe do batente da direção .....	44
Figura 50 – Cama hospitalar de referência para aplicação de carga no equipamento [9] .....	57
Figura 51 – DCL da cama no momento em que está a ser elevada [9] .....	58
Figura 52 – Representação da transmissão de esforços desde o ponto de carga até à subestrutura .....	59
Figura 53 – DCL da transmissão de esforços desde o ponto de carga até à subestrutura .....	59
Figura 54 – Diagrama de a) esforços axiais (kN); b) esforços transversos (kN); c) momentos fletores (kN.m) .....	60
Figura 55 – Atuador elétrico <i>Progressive Automations PA-17</i> [64] .....	61
Figura 56 – Restrições de movimento na estrutura .....	62
Figura 57 – Forças atuantes na estrutura .....	63
Figura 58 – Identificação das peças que têm contacto do tipo <i>sliding/no separation</i> : a) guia/patins; b) atuador (extremidade inferior) /suporte; c) atuador (extremidade superior) /suporte .....	65
Figura 59 – Parâmetros de malha iniciais .....	66
Figura 60 – Parâmetros atribuídos para a convergência de malha .....	67
Figura 61 – Detalhe da malha no veio que substitui o atuador elétrico: a) antes e b) após refinamento da malha .....	67
Figura 62 – Convergência de malha da estrutura + braços de elevação na 1ª FEA .....	68
Figura 63 – Tensões equivalentes de <i>von Mises</i> no conjunto estrutura + braços de elevação na 1ª FEA .	69
Figura 64 – Tensões equivalentes de <i>von Mises</i> do conjunto 00014.1.005 e peça 00014.2.038 na 1ª FEA .....	70
Figura 65 – Concentração de tensão equivalentes de <i>von Mises</i> no rasgo da peça 00014.2.017 na 1ª FEA .....	70
Figura 66 – Tensões equivalentes de <i>von Mises</i> na peça 00014.2.038 na 1ª FEA .....	71
Figura 67 – Deslocamentos no conjunto estrutura + braços de elevação na 1ª FEA .....	71
Figura 68 – Deslocamento em x da estrutura na 1ª FEA .....	72
Figura 69 – Deslocamento em y da estrutura na 1ª FEA .....	72
Figura 70 – Deslocamento em z da estrutura na 1ª FEA .....	73
Figura 71 – Peças a substituir pela peça 00014.2.038: a) 00014.2.155; b) 00014.2.157 .....	74
Figura 72 – Convergência de malha da estrutura + braços de elevação na 2ª FEA .....	74

Figura 73 – Tensões equivalentes de <i>von Mises</i> no conjunto estrutura + braços de elevação na 2ª FEA .	75
Figura 74 – Local de tensão máxima equivalente de <i>von Mises</i> na estrutura na 2ª FEA .....	76
Figura 75 – Tensões equivalentes de <i>von Mises</i> instaladas na peça 00014.2.155 e 00014.2.157 na 2ª FEA .....	76
Figura 76 – Concentração de tensão equivalentes de <i>von Mises</i> no rasgo da peça 00014.2.017 na 2ª FEA .....	77
Figura 77 – Deslocamento em x da estrutura na 2ª FEA .....	78
Figura 78 – Deslocamento em y da estrutura na 2ª FEA .....	78
Figura 79 – Deslocamento em z da estrutura na 2ª FEA .....	79
Figura 80 – Convergência de malha da estrutura + braços de elevação na 3ª FEA.....	80
Figura 81 – Tensões equivalentes de <i>von Mises</i> no conjunto estrutura na 3ª FEA.....	81
Figura 82 – Deslocamento em x da estrutura na 3ª FEA .....	81
Figura 83 – Deslocamento em z da estrutura na 3ª FEA .....	82
Figura 84 – Estrutura para análise das reações nas rodas (incluindo roda motriz).....	84
Figura 85 – Resultados da <i>frame analysis</i> de parte da estrutura .....	84
Figura 86 – DCL da estrutura da roda motriz .....	84
Figura 87 – Variação de comprimento de uma mola em compressão (adaptado [29]) .....	85
Figura 88 – Parâmetros dimensionais de uma mola helicoidal à compressão (adaptado [29]).....	86
Figura 89 – Representação do motor de tração [69] .....	89
Figura 90 – Identificação dos veios alterados para adaptação aos furos das chapas estruturais .....	90
Figura 91 – Alteração do veio do motor a) pelo veio b) para realizar a FEA da estrutura da roda .....	90
Figura 92 – Restrições de movimento na estrutura da roda motriz.....	91
Figura 93 – Indicação do contacto <i>bonded</i> entre o veio de guiamento da mola e o veio de suporte .....	92
Figura 94 – Convergência de malha da estrutura da roda motriz .....	92
Figura 95 – Tensões equivalentes de <i>von Mises</i> na estrutura da roda motriz .....	93
Figura 96 – Deslocamentos na estrutura da roda motriz.....	93
Figura 97 – Deslocamentos em x na estrutura da roda.....	94
Figura 98 – Deslocamentos em y na estrutura da roda.....	94
Figura 99 – Vista explodida do conjunto 00014.1.005 .....	95

---

Figura 100 – Vista explodida do conjunto 00014.1.002: 1) montagem da caixa de rolamentos; 2) montagem da parte inferior da estrutura e roda; 3) montagem do motor e acoplamento da parte superior à parte inferior.....	96
Figura 101 – Vista explodida do conjunto 00014.1.004: 1) montagem dos braços de elevação e atuador; 2) montagem da estrutura da roda motriz, caixa de terminais e placa de controlo .....	97
Figura 102 – Vista explodida do conjunto 00014.1.007: 1) montagem das blindagens; 2) montagem da estrutura da direção, do guiador e das baterias. ....	98



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Receitas de vendas de equipamentos hospitalares mundial [3].....	7
Tabela 2 – Pontos positivos e negativos da solução 1 e 2 .....	39
Tabela 3 – Propriedades da bateria [63] .....	44
Tabela 4 – Lista de componentes do conjunto 00014.1.007.....	45
Tabela 5 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.005.....	46
Tabela 6 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.011.....	47
Tabela 7 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.027.....	47
Tabela 8 – Lista de componentes do conjunto 00014.1.006.....	48
Tabela 9 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.018.....	49
Tabela 10 – Lista de componentes do conjunto 00014.1.002.....	49
Tabela 11 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.011.....	51
Tabela 12 – Lista de componentes do conjunto 00014.1.005.....	51
Tabela 13 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.006.....	52
Tabela 14 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.013.....	52
Tabela 15 – Lista de componentes do conjunto 00014.1.004.....	53
Tabela 16 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.012.....	54
Tabela 17 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.026.....	55
Tabela 18 – Características da cama <i>JMS Andreia</i> [9] .....	57
Tabela 19 – Propriedades do atuador elétrico <i>Progressive Automations PA-17</i> [64] .....	60
Tabela 20 – Posicionamento e valores das forças aplicadas na estrutura .....	64
Tabela 21 – Diferença de peso e tensão máxima equivalente de <i>von Mises</i> da estrutura e braços de elevação após otimização estrutural e da diferença de deslocamentos da estrutura após otimização estrutural .....	82
Tabela 22 – Posição do CG do conjunto de massas suspensas .....	83
Tabela 23 – Variáveis do DCL da estrutura da roda motriz .....	84
Tabela 24 – Variação de comprimento e força aplicada na mola .....	85

---

Tabela 25 – Propriedades do AISI 302 para fabrico de molas helicoidais [68] .....	86
Tabela 26 – Parâmetros dimensionais, fator de correção e tensões na mola .....	88
Tabela 27 – Condições para dimensionar motor.....	88
Tabela 28 – Características do motor de tração [69] .....	89
Tabela 29 – Posicionamento e valores das forças aplicadas na estrutura .....	91
Tabela 30 – Custo estimado para cada tipo de operação a executar neste projeto [70].....	99
Tabela 31 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.007.....	99
Tabela 32 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.015.....	100
Tabela 33 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.016.....	100
Tabela 34 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.017.....	101
Tabela 35 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.020-01 e 00014.1.020-02 .....	101
Tabela 36 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.024.....	102
Tabela 37 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.025.....	102
Tabela 38 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.026.....	103
Tabela 39 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.029-01.....	103
Tabela 40 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.029-02.....	104
Tabela 41 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.029-03.....	104
Tabela 42 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.030.....	105
Tabela 43 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.039.....	105
Tabela 44 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.040.....	106
Tabela 45 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.052.....	106
Tabela 46 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.052.....	107
Tabela 47 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.055.....	107
Tabela 48 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.062.....	108
Tabela 49 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.067.....	108
Tabela 50 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.068.....	109
Tabela 51 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.069.....	109
Tabela 52 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.070.....	110

---

Tabela 53 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.071 .....	110
Tabela 54 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.072 .....	111
Tabela 55 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.073 .....	111
Tabela 56 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.077 .....	112
Tabela 57 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.078 .....	112
Tabela 58 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.081 .....	113
Tabela 59 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.082 .....	113
Tabela 60 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.084 .....	114
Tabela 61 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.092 .....	114
Tabela 62 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.093 .....	115
Tabela 63 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.094 .....	115
Tabela 64 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.095 .....	116
Tabela 65 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.099 .....	116
Tabela 66 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.101 .....	117
Tabela 67 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.113 .....	117
Tabela 68 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.114 .....	118
Tabela 69 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.124 .....	118
Tabela 70 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.125 .....	119
Tabela 71 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.134 .....	119
Tabela 72 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.135 .....	120
Tabela 73 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.136 .....	120
Tabela 74 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.137 .....	121
Tabela 75 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.138 .....	121
Tabela 76 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.139 .....	122
Tabela 77 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.141 .....	122
Tabela 78 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.142 .....	123
Tabela 79 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.143 .....	123
Tabela 80 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.144 .....	124

---

Tabela 81 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.145 e 00014.1.145-0D .....	124
Tabela 82 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.149 .....	125
Tabela 83 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.150-01.....	125
Tabela 84 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.150-02.....	126
Tabela 85 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.151 .....	126
Tabela 86 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.152 .....	127
Tabela 87 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.153 .....	127
Tabela 88 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.155 .....	128
Tabela 89 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.157 .....	128
Tabela 90 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.161-01.....	129
Tabela 91 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.161-02.....	129
Tabela 92 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.162 .....	130
Tabela 93 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.163 .....	130
Tabela 94 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.164-01 e 00014.1.164-02 .....	131
Tabela 95 – Orçamento de todas as peças fabricadas .....	131
Tabela 96 – Orçamento para todas os componentes de compra .....	132

# ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO .....	3
1.1	Contextualização .....	3
1.2	Objetivos .....	4
1.3	Estrutura da dissertação .....	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1	O setor hospitalar.....	7
2.1.1	Caracterização do setor hospitalar.....	7
2.1.2	Equipamentos para hospital.....	8
2.1.3	Estruturas mecânicas de uso hospitalar .....	9
2.1.4	Estado da arte no projeto equipamentos hospitalares .....	10
2.2	Estruturas metálicas.....	11
2.2.1	Projeto de estruturas metálicas .....	11
2.2.2	Materiais utilizados .....	13
2.2.3	Tipos de soluções para estruturas metálicas .....	14
2.2.3.1	Perfis extrudidos .....	14
2.2.3.2	Chapa quinada .....	15
2.2.3.3	Chapa estampada .....	16
2.2.4	Ligação dos elementos .....	16
2.2.4.1	Ligações soldadas.....	16
2.2.4.2	Ligação adesiva .....	17
2.2.4.3	Ligações aparafusadas .....	18
2.2.4.4	Ligações rebitadas.....	19
2.2.5	Sistemas de guiamento .....	20
2.3	Sistemas de acionamento .....	22

---

2.3.1	Sistemas eletromecânicos .....	22
2.3.1.1	Motores de corrente contínua.....	22
2.3.1.2	Motores de corrente alternada .....	23
2.3.1.3	Atuadores lineares .....	23
2.3.2	Sistemas óleo-hidráulicos.....	24
2.3.3	Sistemas pneumáticos.....	25
2.4	Método de Elementos Finitos.....	26
2.4.1	Princípios básicos .....	26
2.4.2	Vantagens da utilização no projeto.....	27
2.4.3	Exemplo de dimensionamento.....	27
3	DESENVOLVIMENTO .....	31
3.1	Caracterização da empresa .....	31
3.2	Caracterização do problema .....	31
3.3	Requisitos do projeto .....	32
3.4	Anteprojecto .....	32
3.4.1	Tempestade de ideias.....	34
3.4.2	Solução 1 .....	35
3.4.3	Solução 2 .....	37
3.4.4	Seleção da solução .....	39
3.5	Projeto da solução selecionada.....	40
3.5.1	Representação geral do equipamento e funcionamento.....	40
3.5.2	Identificação das peças, material e processo de fabrico .....	44
3.5.3	Dimensionamento .....	56
3.5.3.1	Dimensionamento do atuador.....	58
3.5.3.2	Dimensionamento da estrutura.....	61
3.5.3.3	Dimensionamento da estrutura da roda .....	83
3.5.4	Montagem do equipamento .....	95

---

3.5.5	Custos associados ao equipamento .....	99
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS .....	137
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	143
6	ANEXOS.....	151
6.1	Custo de material para fabrico de peças em aço.....	151
6.2	Desenhos técnicos.....	153



# INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.2 OBJETIVOS

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

A existência de espaços reservados para a cura de doenças, remonta a uma era antes de Cristo. Desde esse tempo, existe pessoas que procuram saber mais sobre as maleitas que o corpo humano sofre [1].

Além do conhecimento médico, a assistência e os cuidados a dar ao doente são conceitos muito importantes. Sempre que se utiliza este serviço, pretende-se ser acompanhado por profissionais que estejam pouco suscetíveis a cometer erros, evitando prejudicar os doentes.

O desgaste físico dos profissionais de saúde, neste caso, enfermeiros e auxiliares de saúde, advém da movimentação de pessoas com mobilidade reduzida, transporte de macas, camas hospitalares e carrinhos hospitalares cheios de equipamentos médicos, instrumentos, medicamentos, etc. Todas estas atividades tornam-se desgastantes ao longo dos anos, pois tudo isto tem uma massa elevada, o que os tornam difíceis de manobrar, devido à força que é necessária exercer. Além disso, torna-se necessário que haja mais do que uma pessoa a movimentá-los, para que não embatam nas paredes, noutros equipamentos ou pessoas.

Quando os hospitais estão com uma grande afluência, estes profissionais movimentam os equipamentos sozinhos, para que consigam dar uma maior resposta aos utentes. Estas ações promovem as lesões musculoesqueléticas, que por vezes são tão graves que é necessário ficarem de baixa médica [2]. Por conseguinte, há uma carga adicional de trabalho sobre os outros profissionais de saúde, nomeadamente, na movimentação dos equipamentos pesados que, cada vez mais, é realizado por apenas uma pessoa, visto que há menos profissionais que possam auxiliar na movimentação.

Neste aspeto, verifica-se uma carência de equipamentos que ajude estes profissionais a realizar um trabalho com menor esforço físico, especificadamente, a movimentação dos pacientes dentro do centro hospitalar, em cima de camas hospitalares ou macas. Este equipamento traria vantagens para o operador, visto realizar menores esforços e para a gestão do hospital, devido à necessidade de contratar novos funcionários, quando outros estão de baixa médica prolongada devido às lesões anteriormente referidas. Com um sistema deste tipo, a transferência de doentes de camas para macas (mais fácil de movimentar) deixa de ser necessário.

## 1.2 Objetivos

Perante o panorama hospitalar descrito, verifica-se que existe uma possível melhoria de condições de trabalho para os enfermeiros e auxiliares de saúde que passam os dias a movimentar cargas pesadas. Com esta constatação, retira-se que o objetivo principal neste trabalho é a criação de uma máquina que auxilie a movimentação de camas hospitalares e macas.

Com o objetivo principal traçado, consegue-se traçar os seguintes sub-objetivos:

- Definir o conceito do produto a desenvolver, para consultar potenciais clientes;
- Verificar as necessidades dos clientes para este produto;
- Saber quais as restrições que o produto tem em termos de construção para os clientes;
- Análise de produtos semelhantes no mercado;
- Realização de diferentes soluções para uma primeira abordagem ao produto, para análise da melhor solução;
- Escolha de materiais e processo de fabrico;
- Dimensionamento das estruturas e análise por elementos finitos da estrutura;
- Análise dos custos inerentes à produção do produto.

## 1.3 Estrutura da dissertação

Para uma boa compreensão do trabalho apresentado, este segue uma estrutura dividida em 4 capítulos:

1. Introdução – contextualização do projeto e objetivos do mesmo;
2. Revisão bibliográfica – descrição do setor hospitalar, referências de estruturas metálicas (projeto, materiais usados, ligações, etc.), princípios básicos do método dos elementos finitos e vantagens do seu uso em projetos mecânicos e sistemas de acionamento de mecanismo (eletromecânicos, óleo-hidráulicos e pneumáticos);
3. Desenvolvimento – apresentação da empresa em que o projeto se desenvolve, caracterização do problema e análise dos requisitos que produto tem de cumprir, realização de anteprojecto (criação de várias soluções, sendo que uma delas será a mais favorável para continuar para projeto) e realização de projeto. No projeto realiza-se, primeiramente, uma representação do equipamento, para depois se fazer a análise de materiais e processos de fabrico a usar. Indicação da metodologia de dimensionamento dos componentes, lista de componentes existentes, bem como as suas montagens e custos associados à montagem do equipamento.
4. Conclusão – verificação do cumprimento dos objetivos do trabalho, com análise crítica em cada objetivo.

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O SETOR HOSPITALAR

2.2 ESTRUTURAS METÁLICAS

2.3 SISTEMAS DE ACIONAMENTO

2.4 MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O setor hospitalar

#### 2.1.1 Caracterização do setor hospitalar

A saúde é um bem essencial à vida, por isso uma parte significativa dos recursos mundiais é destinado ao setor da saúde. Segundo o Relatório Mundial da Saúde, a média mundial que os governos atribuem para a saúde é de 10% do PIB, que se distribuem por medicamentos, cuidados de saúde, equipamentos, entre outros.

Os 10 países que mais desenvolvem equipamentos para a saúde correspondem a 78,6% do investimento mundial, correspondendo a 157,1 mil milhões de euros (Tabela 1). Verifica-se que há um grande investimento por parte dos países, principalmente dos mais desenvolvidos, em criar equipamentos de apoio e de diagnóstico ao doente [3].

Tabela 1 – Receitas de vendas de equipamentos hospitalares mundial [3]

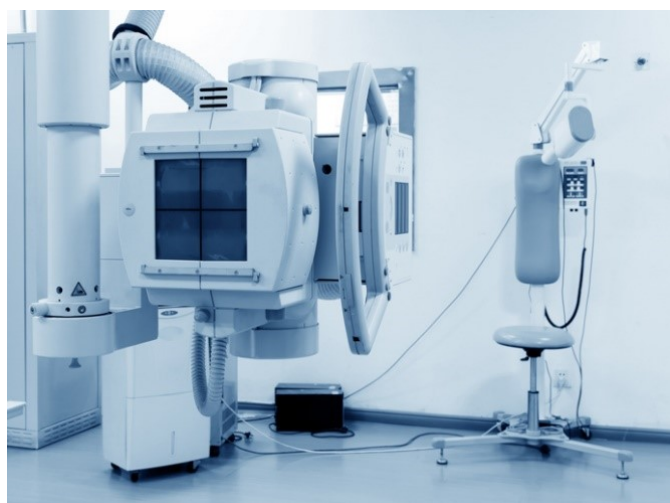
	Receita das vendas € (milhares de milhões)	%
<b>1</b> USA	81,4	40,7
<b>2</b> Japão	20,2	10,1
<b>3</b> Alemanha	16,2	8,1
<b>4</b> França	7,7	3,8
<b>5</b> Itália	7,1	3,6
<b>6</b> Reino Unido	6,8	3,4
<b>7</b> China	5,5	2,7
<b>8</b> Espanha	4,4	2,2
<b>9</b> Canadá	4,2	2,1
<b>10</b> Suíça	3,6	1,8
<b>Subtotal</b>	157,1	78,6
<b>Total Mundial (67 países)</b>	<b>199,8</b>	<b>100</b>

Portugal é um país que, apesar de não ter grande expressão para o desenvolvimento de equipamentos médicos tecnológicos a nível mundial, tem um gasto na saúde pública de 10% do PIB, acompanhando a média mundial na atribuição do seu PIB na saúde.

### 2.1.2 Equipamentos para hospital

Como referido anteriormente, existe grande investimento em equipamento hospitalar a nível mundial. Grande parte deste investimento é destinado a equipamentos de diagnóstico médico, pois o custo de investigação e desenvolvimento, para estes equipamentos, é elevado.

Para cada tipologia de exame de diagnóstico, há equipamentos de diagnóstico diferentes, variando a dimensão e complexidade de cada um. Com estas diferenças, as soluções estruturais variam. Alguns dos exemplos destes equipamentos são apresentados na Figura 1.



a)



b)



c)



d)

Figura 1 – Equipamentos de diagnóstico médico: a) raio-X [4]; b) Eletrocardiograma [5]; c) Ressonância Magnética [6]; d) Ecografia [7]

Enquanto algumas estruturas são pensadas para suportar elevadas cargas (Figura 1 a) e d)), outras são pensadas para serem movimentadas (Figura 1 b) e d)). Contudo, todas tem de garantir a longevidade do equipamento, bem como a segurança dos profissionais e dos pacientes.

### 2.1.3 Estruturas mecânicas de uso hospitalar

Existem estruturas mecânicas hospitalares com objetivos variados, desde o apoio aos profissionais de saúde, até à movimentação dos pacientes. Cada um tem especificidades de movimentação ou de resistência mecânica que deve estar devidamente projetado.

As estruturas que mais sobressaem, quando se pensa em unidades hospitalares, são as macas e camas hospitalares. Ambas servem para manter o paciente numa posição horizontal por longos períodos. Estas devem suportar o peso próprio e o peso do paciente. Comparando a maca com a cama hospitalar articulada da Figura 2, constata-se que existe uma robustez diferente entre as estruturas. Esta diferença deve-se à função de cada uma, visto que a maca serve apenas para movimentação de doentes, logo deve ser leve e funcional. Pelo contrário, as camas hospitalares não são, geralmente, movimentadas pelos corredores (os pacientes são transferidos para macas e depois movimentados), pois são estruturas articuladas, com mecanismos e com equipamentos médicos acoplados, sendo por isso pesados e difíceis de movimentar. Além de que as camas devem suportar o peso de todos os equipamentos que poderão ser essenciais ao bem-estar do paciente e que precisem de estar apoiados na estrutura.



Figura 2 – Exemplo de: a) maca [8]; b) cama hospitalar articulada [9]

Comparando a Figura 2 a) e Figura 2 b), verifica-se que a estrutura da cama é também um mecanismo, visto que há deslocamento de componentes estruturais.

Equipamentos de elevação (Figura 3) e movimentação de pacientes são também estruturas muito utilizadas nos hospitais para auxiliar no movimento dos pacientes que tenham mobilidade reduzida. Estes possuem mecanismos para fazer elevação e transporte do paciente da cama para a cadeira de rodas (esta também possui uma estrutura).



Figura 3 – Sistema de elevação de pacientes [10]

#### 2.1.4 Estado da arte no projeto equipamentos hospitalares

O estado de arte de estruturas de equipamentos hospitalares é muito reduzido, sendo que toda a informação encontrada se foca essencialmente sobre a ergonomia e a normalização dos equipamentos para segurança dos profissionais de saúde e dos pacientes.

Em meio hospitalar, como em qualquer outro meio, os equipamentos devem ser utilizados com cuidado. Uma utilização não eficiente, por parte do profissional de saúde, poderá ter origem e consequências diferentes:

- Manuseamento deficiente do equipamento, pode causar ferimentos no paciente;
- Ansiedade e o *stress* do profissional de saúde, diminui a capacidade de cuidar do paciente;
- Incapacidade para utilizar o equipamento, prejudica o paciente no seu tratamento.

Para evitar este tipo de situações, é necessário que o equipamento esteja pensado para a maior utilização possível, tendo um *design* ergonómico, adaptando o equipamento ao utilizador, à tarefa e ambiente [11].

Segundo Thompson [12], no caso de um equipamento anestésico, o *design* deve ter em atenção a posição dos sinais de alarme, para que o operador os consiga visualizar durante a sua utilização. A manutenção e melhoria futura do equipamento também é algo a que se deve dar atenção. Para uma utilização correta do equipamento, o utilizador

deverá fazer uma verificação ao equipamento para que durante a sua utilização não prejudique o paciente. Por conseguinte, o utilizador fará uma verificação ao seu conhecimento em relação ao funcionamento do aparelho, enquanto faz esta verificação.

De acordo com Alison Tonks [13], a indústria está à frente dos serviços de saúde, na melhoria do *design* dos seus equipamentos para proteção dos seus utilizadores. A falta de uniformização dos equipamentos para uma mesma situação, origina *stress* no profissional de saúde. Ao utilizar um equipamento semelhante, mas com disposição diferente dos instrumentos, em situações de emergência, pode dificultar o manuseamento e pôr em risco a saúde do doente. Este autor dá o caso das ambulâncias do serviço nacional de saúde de Inglaterra, onde se constatou 40 *design* diferentes. Uma troca de ambulância, neste caso, poderia causar *stress* ao paramédico devido à diferente disposição dos instrumentos no interior da ambulância, por não saber onde encontrar o material necessário para socorrer a vítima.

Além de equipamentos médicos, os hospitais têm equipamentos de armazenamento, limpeza, transporte, entre outros. Em 2002, Biman Das, Julia Wimpee e Bijon Das estudaram o caso de um carro de alimentação hospitalar, para que o equipamento tivesse um *design* mais ergonómico e, por conseguinte, diminuísse os problemas causados pela movimentação do mesmo [14].

## 2.2 Estruturas metálicas

### 2.2.1 Projeto de estruturas metálicas

A criação de produto deve seguir etapas bem definidas antes de iniciar o projeto e com uma sequência lógica. Ao longo da sequência pode haver pontos de avaliação da evolução do projeto ou condições impostas por clientes, em que se tenha de retroceder no processo. Uma abordagem mais simples é de formular uma sequência de trabalho linear, que não contempla um retrocesso nas etapas já realizadas.

Assim sendo, processo de criação do produto contempla as seguintes etapas (Figura 4) [15]:

- I. **Identificação de problema** – identificar uma necessidade de melhoria de um produto, de condições de trabalho, entre outros;
- II. **Análise de problema** – determinação/aproximação das cargas a atuar no produto, restrições de geometria e métodos de fabrico;
- III. **Anteprojecto** – criação de diferentes soluções para o problema em questão. Nesta etapa, realiza-se um *brainstorming* para discutir diferentes soluções. Estas devem ser apresentadas em esboços, nos quais os movimentos do produto possam ser executados;
- IV. **Seleção da melhor solução** – compara-se todas as soluções propostas, selecionando a melhor solução com base nos principais fatores para a construção da solução;

- V. **Design** – através de um *software* CAD (*Computed Aided Design*) fazer o desenho de todos os componentes e a sua respetiva montagem. Nesta fase deve-se respeitar as dimensões reais que se pretende do equipamento;
- VI. **Análise** – realização de um estudo cuidadoso de cargas aplicadas no equipamento, decisão de material a ser usado, por conseguinte, aplica-se critérios para validar os componentes à rigidez, à resistência mecânica, à fadiga e vibrações. Estas análises só serão realizadas em caso de necessidade, principalmente, à fadiga e vibrações, pois nem todos os componentes terão cargas ou movimentos que impliquem determinadas análises. Após a análise de todos os elementos do equipamento, faz-se uma adequação do *design*, previamente realizado, para diminuir o material utilizado, para garantir a segurança do equipamento ou melhorar a sua rigidez, consoante os resultados obtidos do dimensionamento realizado;
- VII. **Implementação** – realização dos desenhos 2D para fabrico de protótipo e fabrico de protótipo;
- VIII. **Avaliação do protótipo** – após fabrico do protótipo, este é testado, verificando se o produto corresponde às necessidades para as quais foi construído. Com ele pretende-se analisar se todos os componentes foram desenhados e fabricados de modo que todos os componentes sejam montados corretamente, bem como testar o equipamento à carga máxima.
- IX. **Produção** – após validação do protótipo, a empresa poderá proceder à produção do produto. (Nota: esta etapa aplica-se apenas a equipamentos que se destinem a serem vendidos mais do que uma unidade.)

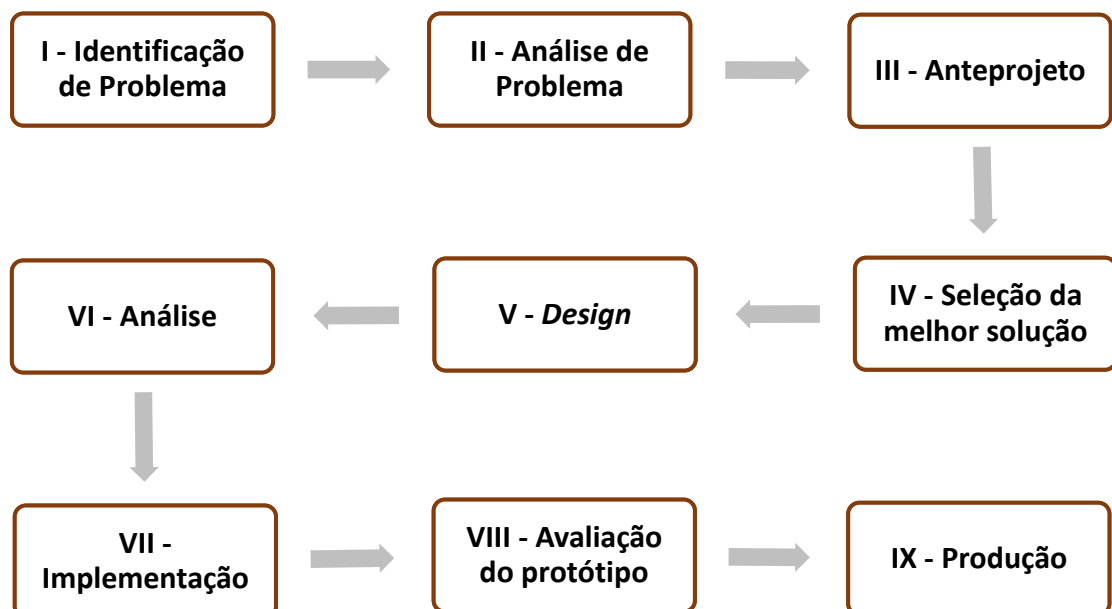


Figura 4 – Diagrama do processo de design de estruturas (adaptado [15])

Para realizar um projeto há que ter presente as normas que o equipamento tem de respeitar, consoante a localização geográfica onde ele será usado. Portugal, como membro da União Europeia (UE), está obrigado a respeitar a regulamentação imposta pela UE nos equipamentos que comercializa e que se utiliza em território nacional.

Na UE o comércio entre Estados-Membros não têm barreiras, isto é, o trânsito de mercadorias entre os países da UE é livre. Esta liberdade de troca de produtos entre países fez com que a UE tivesse de criar Diretivas, que visassem a normalização dos equipamentos a circular dentro da EU. Cada país tinha as suas especificações técnicas, o que tornava difícil um produto corresponder a todas as especificações dadas por todos os Estados-Membros, a fim de poder comercializar neles todos.

As Diretivas Comunitárias têm como principal objetivo assegurar a segurança e a saúde na conceção, fabrico, comercialização e utilização dos equipamentos que circulam na UE. A Diretiva 2006/42/CE é a que está em vigor e que está transcrita em Diário da República como Decreto-Lei n.º 103/2008 de 24 de Junho, estabelecendo regras que regulam o mercado das máquinas, quase-máquinas e outros equipamentos de segurança.

O dimensionamento de uma estrutura tem de seguir o Eurocódigo associado ao material a ser utilizado. O Eurocódigo indica os critérios de dimensionamento, valores máximos de tensões e deformações, critérios de ligações, entre outras. Para estruturas em aço e alumínio, o Eurocódigo que a estrutura deve respeitar, é o Eurocódigo 3 e 9, respetivamente [17].

### 2.2.2 Materiais utilizados

Este tipo de setor, por ser frequentado por pessoas com debilidade imunitária, requer necessidades especiais, pois uma das maiores dificuldades nos centros hospitalares é impedir que um doente contraia uma infeção hospitalar [18]. Uma das formas de combate a este tipo de infeções consiste na utilização de materiais laváveis e que não fixem microrganismos.

Os materiais mais utilizados na construção metálica são os aços e as ligas de alumínio.

Os aços estruturais que costumam ser mais utilizado em construção metálica são S235, S275 e S355. O aço é o material de eleição quando se trata de materiais para estruturas, devido à tensão de cedência ser alta (sempre superior a 235 MPa para aços estruturais), ter elevada rigidez e baixo custo. Tem como grande desvantagem a sua facilidade em oxidar (caso não se proteja o material contra a corrosão), podendo recorrer a pintura, zincagem ou galvanização para o efeito de proteção [19].

Em algumas indústrias, existe a obrigatoriedade do uso de aços inoxidáveis, para que a resistência à corrosão seja maior, do que a resistência das pinturas e das zincagens à corrosão. Além disso, no caso da indústria alimentar, é recorrente o seu uso, visto

eliminar/reduzir o perigo de contaminação dos produtos, já que estes se encontram em contacto direto com o produto.

Quanto às ligas de alumínio, existem várias séries que as classificam quanto à sua principal composição química. As ligas de alumínio apesar de não apresentar tensão de cedência e rigidez equivalentes às do aço, as suas propriedades mecânicas específicas tornam-se equivalentes, visto a massa volúmica do alumínio ser três vezes inferior à do aço. Isto torna o alumínio num material bastante mais interessante, no que diz respeito a materiais estruturais, visto que uma estrutura pode tornar-se mais leve, sem alterar a rigidez da estrutura e que o limite de tensão de cedência não seja ultrapassado. A utilização de alumínio descarta a hipótese de ocorrer fadiga do material, pois a tensão limite de fadiga do alumínio nunca chega a ser atingida, por isso, a utilização do alumínio é uma segurança no projeto. Outra vantagem, de algumas ligas de alumínio, é a boa maquinabilidade, sendo o seu custo menor do que no aço, visto ser um material mais macio [19].

### 2.2.3 Tipos de soluções para estruturas metálicas

Uma estrutura metálica pode ser realizada com diferentes soluções de materiais como de perfis. As soluções mais utilizadas são os perfis extrudidos, chapas quinadas e chapas estampadas.

#### 2.2.3.1 Perfis extrudidos

Os perfis extrudidos são as soluções mais utilizadas em estruturas metálicas. Estes são produzidos em grande escala, o que torna o material económico. O aço e o alumínio são os materiais de eleição para fabricar perfis extrudidos. Os perfis em aço têm, normalmente, uma geometria básica (retangular, redonda, IPE, C, etc.), enquanto os perfis de alumínio podem apresentar formas mais complexas (Figura 5).



a)

b)

Figura 5 – Exemplos de perfis de: a) aço [20]; b) alumínio [21]

Os perfis extrudidos em aço são, normalmente, unidos por ligações soldadas e aparafusadas. Estes apresentam grande rigidez estrutural, que favorece a sua utilização em estruturas fortemente solicitadas.

Os perfis de alumínio, quando usados com as suas formas mais complexas, permitem fazer ligações de elementos estruturais e não estruturais, utilizando, apenas, ligações aparafusadas (Figura 6). Este tipo de construção torna a montagem mais simples e não necessita de operadores especializados em soldadura. Contudo, os perfis de alumínio podem ter formas idênticas aos perfis de aço; desta forma, as ligações serão também idênticas aos perfis de aço.



Figura 6 – Exemplo de estrutura em perfil de alumínio extrudido com rasgos para ligações aparafusadas rápidas [22]

### 2.2.3.2 Chapa quinada

A utilização de chapas quinadas como elemento estrutural é comum em diversas áreas. Com a quinagem de uma chapa, é possível dar uma enorme variedade de soluções estruturais. As zonas da peça que possuem quinças conferem rigidez e resistência mecânica suficientes para suportar os esforços que estão presentes na estrutura.

Com a utilização de chapas quinadas, existe uma liberdade de projeto, podendo realizar uma peça estrutural complexa, com a existência de furos, previamente realizados, que permitem fixar facilmente outros componentes.

Quando se pretende realizar quinagens em parte de uma aba, mas existem problemas com a geometria da quinagem, é necessário ter ferramentas especiais. Estas ferramentas encarecem o processo e pode ser um fator determinante na escolha da solução para a estrutura. Na Figura 7 é possível observar duas estruturas que tiveram recurso a chapas quinadas.

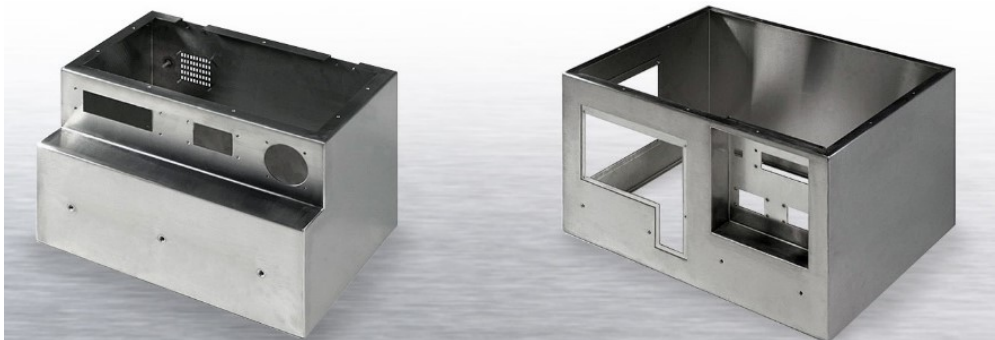


Figura 7 – Exemplo de estruturas em chapa quinada [23]

### 2.2.3.3 Chapa estampada

Na indústria automóvel, a estampagem é um processo fundamental para o fabrico de componentes e da estrutura principal do automóvel (*body-in-white*) (Figura 8) [24].



Figura 8 – Estrutura de um automóvel realizada por estampagem [25]

Consoante a profundidade da secção, são necessárias diferentes quantidades de material ao longo da chapa, tornando um processo complicado de avaliar; o processo envolve produzir moldes que são de uso específico para cada peça. Apesar de ser um processo que permite dar formas à chapa que nenhum outro processo consegue, este torna-se pouco rentável se for uma produção pequena.

### 2.2.4 Ligação dos elementos

Durante a execução de um projeto é preciso conectar todos os componentes. Os componentes podem ser rigidamente conectados ou terem alguma liberdade na sua conexão. Pode-se dividir as ligações dos elementos pelas seguintes formas:

- Aparafusada;
- Soldada;
- Adesiva;
- Rebitada.

#### 2.2.4.1 Ligações soldadas

Quando se fala em ligações de estruturas, uma das principais formas que se pensa é na utilização da soldadura. As ligações soldadas é um processo de ligação versátil, porque, dependendo do processo de soldadura escolhido, há uma maior ou menor soldabilidade entre materiais de diferentes propriedades químicas.

Além de diferentes materiais, é possível unir componentes com as mais diversas geometrias e dimensões, o que permite por vezes criar componentes de grande complexidade, utilizando elementos mais simples.

A utilização de soldadura em peças que necessitem de toleranciamento apertado, não é recomendado. Isto sucede-se, pois, a formação de um cordão de soldadura (no caso de uma delas ser de espessura fina), irá dilatar o material base, o que fará com que haja uma deformação da peça com menor espessura. Quando, por exemplo, existem furos nas peças, sendo necessário que eles tenham toleranciamentos geométricos, é preciso realizar operações de maquinagem de modo a obter essa tolerância [24].

#### *2.2.4.2 Ligação adesiva*

Os adesivos estão presentes no nosso quotidiano, quer seja na realização de trabalhos manuais, ou nas solas dos sapatos, ou em componentes aeroespaciais. A evolução mais significativa deste tipo de ligação, foi a partir dos anos 50 do século XX.

Com a aplicação dos adesivos estruturais, pretende-se uniformizar as tensões ao longo de toda a área ligada, reduzindo ou eliminando tensões concentradas. Quando a união deve vedar, ou isolar acusticamente, ou mesmo reduzir a vibração na estrutura, os adesivos são uma boa opção.

A ligação adesiva consegue unir tanto materiais (aderente) similares, como dissimilares, aplicando adesivos naturais ou sintéticos, variando a espessura, tipicamente entre 0,05 mm até 50 mm. Os mais utilizados em estruturas metálicas são os sintéticos. Estes são classificados segundo a sua composição química como: termoendurecíveis, termoplásticos e elastoméricos. A utilização dos adesivos na sua forma básica é limitada, por isso utiliza-se em alguns casos adesivos híbridos, para que se melhor as propriedades do adesivo.

Para realizar uma junta adesiva é, primeiramente, fundamental selecionar um adesivo, tendo em consideração o material que se pretende unir, o ambiente em que opera e que processo se prevê usar para efetuar a ligação.

Em segundo lugar, tem-se em conta o projeto da junta. A junta terá de ser projetada de modo a que não haja esforços de clivagem, arrancamento ou de tração, ou pelo menos minimizar a existência destes esforços na junta.

Em terceiro lugar, a superfície do substrato (material que recebe o adesivo) é importante para uma boa adesão do adesivo ao substrato. Sendo necessário garantir uma superfície rugosa, a fim de que haja uma maior área exposta do substrato ao adesivo (deve-se ter em atenção a energia de superfície do material, como a tensão de superfície do adesivo, para que se consiga preencher o maior número de espaços vazios do substrato. Para melhorar a superfície do substrato (aumento da rugosidade), realiza-se granalhagem, ataques químicos, entre outros processos de tratamento de superfície.

O controlo de uma ligação adesiva pode ser realizado por inúmeras técnicas não destrutivas, das quais se dá ênfase à inspeção visual, líquidos penetrantes, radiografia e ultrassons.

### 2.2.4.3 Ligações aparafusadas

A utilização de parafusos consiste em unir componentes de uma máquina que necessitam de operar em conjunto, sendo essa união alcançada pela pressão de contacto entre o parafuso e a peça roscada. Essa força de aperto deverá ser suficiente para que não haja deslizamento entre as peças.

Este tipo de ligação destrói-se recorrentemente, sendo uma das falhas mais comuns nas máquinas. Isto acontece devido a erros de projeto, cálculo ou de fabrico das ligações, que fazem com que os parafusos estejam solicitados com cargas maiores do que as previstas [26].

Em projeto, tem-se em consideração uma ligação aparafusada quando se prevê: uma possível necessidade de se aceder a outras partes da estrutura ou componentes ou de substituir o componente em questão por ser um consumível ou por possuir uma peça de desgaste no seu interior (como é o caso dos calços de travão de um automóvel).

Na Figura 9 é possível identificar variadas ligações aparafusadas possíveis. A ligação da Figura 9 a) e c) são ligações usadas em peças com grande espessura, onde é possível criar uma rosca interior no furo das peças a ligar, já as ligações da Figura 9 b) e d) são mais específicas de peças de espessura fina, onde o número de voltas que o parafuso daria, não seria suficiente para ligar ambas as peças em segurança.

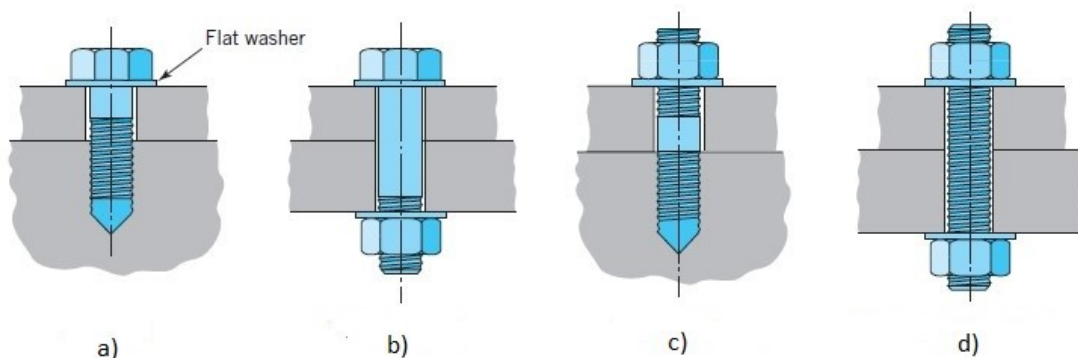


Figura 9 – Tipos de ligações aparafusadas: a) parafuso roscado na peça; b) parafuso + porca; c) fuso roscado na peça + porca; d) fuso roscado em furo passante c/ aperto por duas porcas [27]

O custo de uma ligação deste tipo varia consoante o projeto dela. Para ligar os materiais recorre-se sempre a um parafuso (ou fuso roscado) e porcas (que podem ter diferentes configurações e propriedades que permitam que a ligação seja mais segura, como o caso de porcas autoblocantes, que torna o seu desaperto mais difícil, sendo utilizadas em componentes que sofram de vibrações) ou ainda, a peça que vai ser fixada necessita de ter rosca (em peças com muitos furos roscados tornam-se mais caras, visto ter mais operações de maquinagem).

#### 2.2.4.4 Ligações rebitadas

Uma das formas mais antigas de união de componentes é a rebiteagem, sendo bastante usada em grande parte das pontes no século XIX e XX [28]. Estas ligações são utilizadas em peças que possuem um furo, onde se introduz a haste do rebite, deformando-a de maneira a criar uma segunda cabeça, em que ambas as cabeças ficam cravadas nos componentes que se pretende unir (Figura 10).

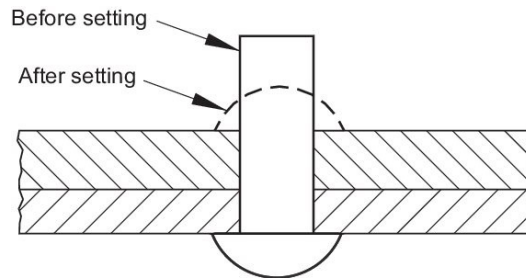


Figura 10 – Rebite antes e após deformação da haste [29]

Os rebites são utilizados numa estrutura quando se pretende uma ligação [16]:

- De baixo custo;
- Permanente;
- Que possa ser automatizada;
- De diferentes tipologias de materiais (por exemplo, metal com polímero);
- Que não necessite de mão-de-obra especializada (como é o caso da soldadura).

Contudo, este tipo de ligação não suporta tensões tão grandes como as ligações aparafusadas e tem como desvantagem a sua incapacidade de aguentar tensões provenientes de vibrações, bem como fraca capacidade de resistir a forças de corte.

O processo de rebiteagem pode diferir com a aplicação que se pretende, dado que existe diferentes formatos de rebites. Os mais comuns são os rebites sólidos (os mais usados na metalomecânica, como é o caso das pontes), semi-tubulares e cegos (Figura 11).

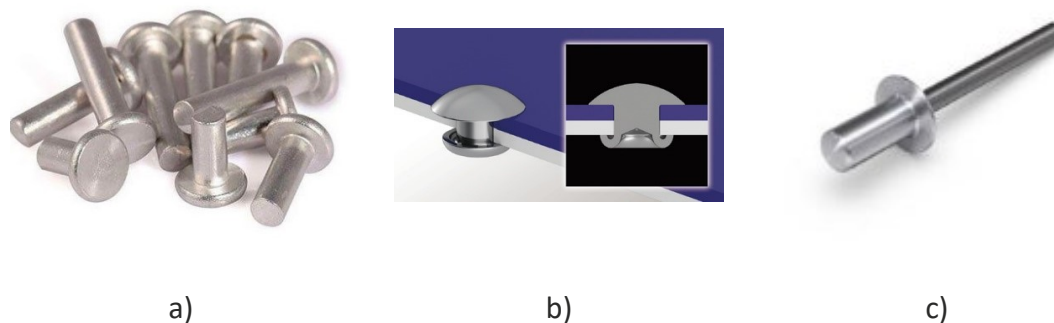


Figura 11 – Rebites: a) sólidos [30]; b) semi-tubulares [31]; c) cegos [32]

Além dos referenciados acima, existem os rebites autoperfurantes, que têm grande utilização na indústria automóvel. Estes diferem dos anteriores, pelo facto de não precisar de ter um furo na chapa que se vai ligar (Figura 12). Na indústria automóvel este

processo de ligação é usado como complemento das ligações adesivas. Isto acontece porque a deformação causada por este processo, fornece ao material maior rigidez e melhora a ligação já existente.

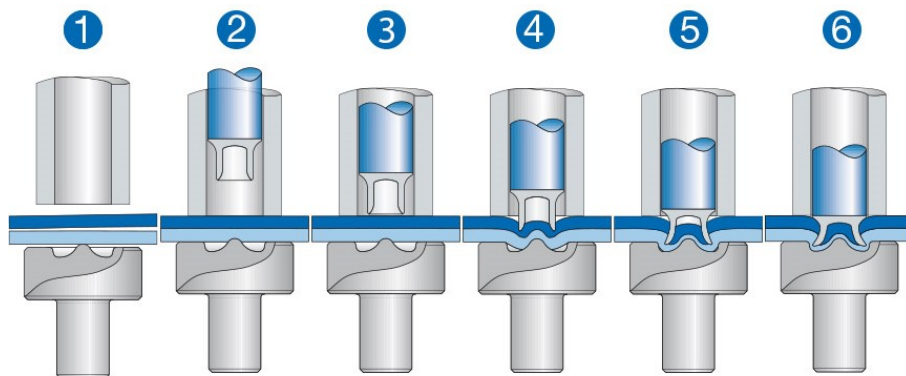


Figura 12 – Processo de rebiteamento de rebites autoperfurantes [33]

### 2.2.5 Sistemas de guiamento

Qualquer equipamento que tenha movimento linear, precisa de um sistema de guiamento. O guiamento linear pode ser realizado através de fuso de esferas (Figura 13), de guia linear (Figura 14) ou por rolamento linear e veio de precisão (Figura 15).

Um fuso de esferas é um fuso de avanço que é apoiado num rolamento de esferas. A porca é projetada para fazer o rolamento de esferas girar continuamente e a porca de esferas pode ir de uma extremidade do fuso até à outra extremidade. Como as esferas estão em contacto com o fuso e a porca, elas desempenham o papel de reduzir o atrito deslizante do fuso que ocorre devido à rotação. A aplicação de contacto rolante na superfície de contacto entre os metais em contacto, minimiza a força de atrito quando o movimento é iniciado e evita a aderência ao se mover em baixa velocidade. Além disso, a redução da folga é possível usando um rolamento de esferas aumentado ou uma porca dupla. Este tipo de mecanismos tem, por norma, dois fusos de esferas para realizar o movimento. Ambos os fusos têm um servomotor acoplado, em que estão ambos sincronizados [34].

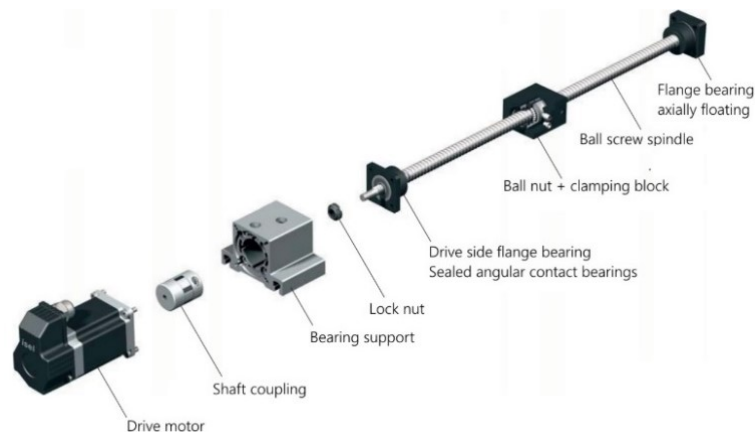


Figura 13 – Montagem ilustrativa de um guiamento linear por fuso de esferas [35]

Uma guia de movimento linear consiste num carril e num patim, que desliza ao longo da guia. Este deslizamento ocorre por causa de esferas presentes no interior do patim, que reduzem o atrito no contacto com a guia. Além disso, é realizada uma lubrificação da guia através do patim, para reduzir ainda mais o atrito existente entre o patim e a guia. O movimento do sistema é, normalmente, realizado por um atuador elétrico, pneumático ou hidráulico, que atua sobre o que se pretende mover e não sobre o patim.

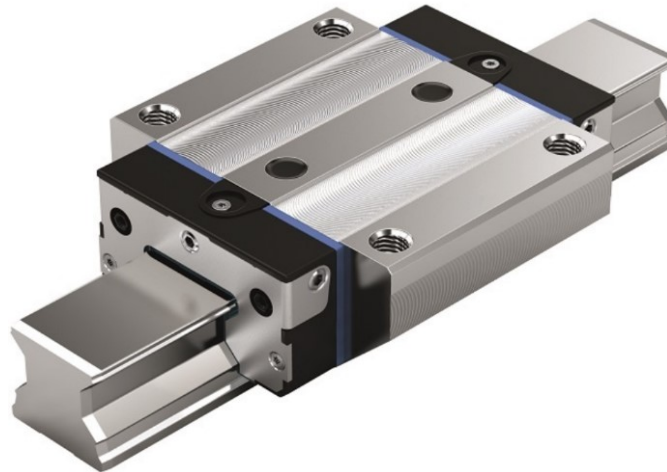


Figura 14 – Guia e patim para movimentos lineares [36]

Os rolamentos lineares são ligados a veios de precisão. Os rolamentos estão ligados ao componente a mover, sendo o movimento acionado por outro meio. O veio de precisão serve de guiamento ao rolamento linear. Tem como vantagem, em relação a guia linear, de não necessitar de ter apoio ao longo de todo o comprimento da guia.



Figura 15 – Rolamento de esferas linear e veio de precisão para movimentos lineares [37]

O fuso de esferas, em comparação com a guia linear e o rolamento linear, tem uma precisão no deslocamento muito superior a ambos. Com o aumento da precisão, há um aumento do preço. Como referido, os rolamentos de esferas não precisam de estar apoiados em toda a sua extensão, o que também pode trazer problemas em cargas elevadas, devido à flexão do veio.

## 2.3 Sistemas de acionamento

Qualquer estrutura mecânica que possui mecanismos precisa de sistemas de acionamento. Estes dividem-se em eletromecânicos, óleo-hidráulicos e pneumáticos.

### 2.3.1 Sistemas eletromecânicos

Qualquer sistema que transforme a energia elétrica em movimento mecânico, é considerado um sistema eletromecânico. O principal sistema de atuador elétrico é o motor elétrico. Estes podem ser de corrente contínua (CC) ou alternada (CA). Os sistemas eletromecânicos têm como grande vantagem a facilidade de programar os movimentos, já que podem ser controlados por sinais elétricos.

#### 2.3.1.1 Motores de corrente contínua

Os motores de corrente contínua são, geralmente, compactos e mantêm o valor do momento tórsor numa faixa constante para grandes variações de velocidade. Estes motores apresentam o melhor rendimento mecânico, geralmente, a rotações bastante elevadas, sendo essas rotações demasiado elevadas para grande parte das necessidades. Deste modo, a aplicação de redutores torna-se imprescindível para uma redução de velocidades e, conseqüentemente, um aumento do momento tórsor disponível ao mecanismo.

Dentro dos motores CC, existem duas tipologias: com escovas (*brushed*) (Figura 16) e sem escovas (*brushless*) (Figura 17). Atualmente utiliza-se mais motores sem escovas, devido à redução de manutenção, causada pela diminuição de desgastes e otimização da dissipação térmica entre o rotor e o estator. Contudo, em aplicações em que o motor não precisa de estar constantemente a trabalhar, o uso de motores com escova torna-se benéfico, visto serem mais baratos do que um homólogo sem escovas [38], [39].

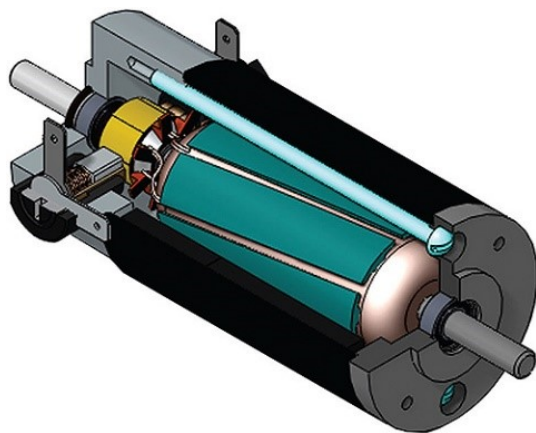


Figura 16 – Motor CC com escovas [40]

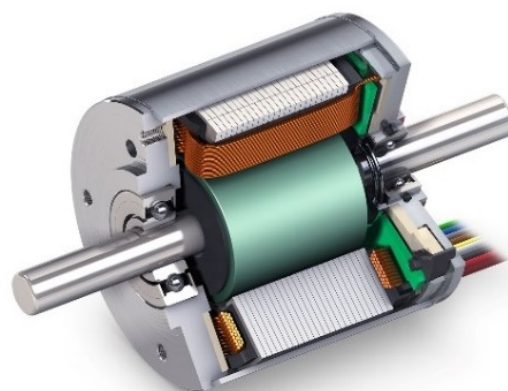


Figura 17 – Motor CC sem escovas [41]

### 2.3.1.2 Motores de corrente alternada

Os motores de corrente alternada (CA) são mais utilizados em ambientes industriais do que os motores CC, devido à possibilidade de variar a velocidade, numa vasta gama, variando apenas a frequência da alimentação, e por terem escovas, que exige menor manutenção.

Contudo, são motores que têm grandes dimensões, o que torna inviável em equipamentos móveis, ou de pequenas dimensões. Além disso, o momento torsor disponível no início do acionamento é menor do que nos motores CC e mudança de sentido do motor é mais lenta, sendo, por vezes, necessário uma inversão de sentido mais rápida [38], [39].



Figura 18 – Motor de corrente alternada (CA) [42]

### 2.3.1.3 Atuadores lineares

Os atuadores lineares são equipamentos que possuem um motor elétrico CC ou CA e com recurso a uma caixa redutora, transforma o movimento rotativo em movimento linear (Figura 19).

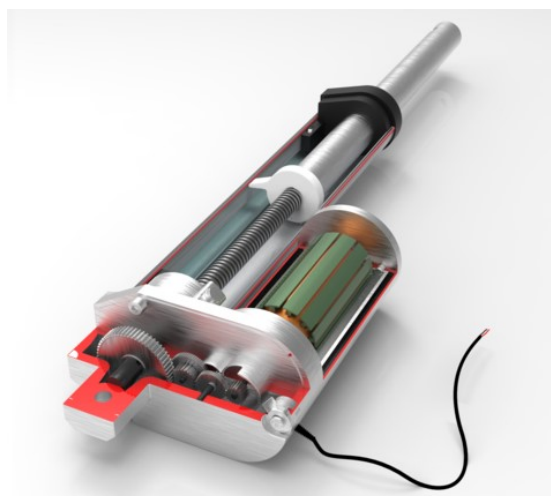


Figura 19 – Atuador linear elétrico com redutor [43]

Para aplicações que precisem de um atuador mais compacto (Figura 21), o motor pode atuar diretamente no fuso como mostra a Figura 20. Esta redução de dimensão traz um aumento de preço [38].

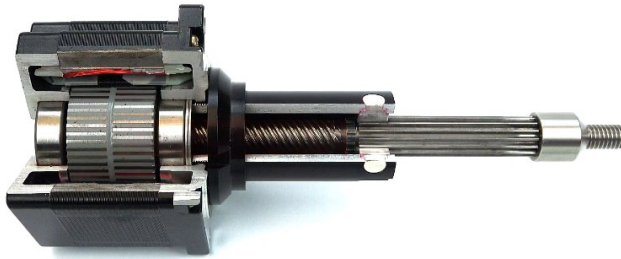


Figura 20 – Exemplo de atuador linear elétrico sem redutor (vista em corte) [44]



Figura 21 – Exemplo de atuador linear elétrico compacto [45]

### 2.3.2 Sistemas óleo-hidráulicos

Os sistemas óleo-hidráulicos são uma outra forma de realizar movimentos, tanto rotativo, como linear. Neste sistema é fundamental haver uma unidade, para dar pressão ao sistema e reserva de fluido hidráulica. São usados em casos de grande força necessária, devido as grandes pressões que todos os componentes aguentam.

Contudo estas unidades são, geralmente, de grande dimensão comparativamente com o equipamento que está associado aos outros sistemas de acionamento (Figura 22). Como se trata de fluidos hidráulicos, de grandes pressões e a existência de perigo de fugas, o que em ambiente hospitalar não é aconselhável, por isso não será um tema desenvolvido.



Figura 22 – Exemplo de unidade hidráulica [46]

### 2.3.3 Sistemas pneumáticos

Os sistemas pneumáticos são bastante utilizados em ambientes industriais quando não é necessária grande força mecânica (a gama de utilização é entre 5 e 10 bar), visto serem mais baratos, comparativamente, com os hidráulicos. O fluido usado é ar, o que torna o sistema seguro, em caso de fuga. E o transporte do ar é feito por tubos de pequeno diâmetro e muito flexível [47].

Para produzir movimento, o sistema pneumático precisa de ar pressurizado, sendo para isso necessário um compressor. Com o ar pressurizado é possível realizar tanto movimentos lineares como rotacional, devido à panóplia de soluções existentes no mercado, tais como cilindros de simples e duplo efeito, de dupla haste, rotativos de báscula, motores pneumáticos, entre outros (Figura 23).

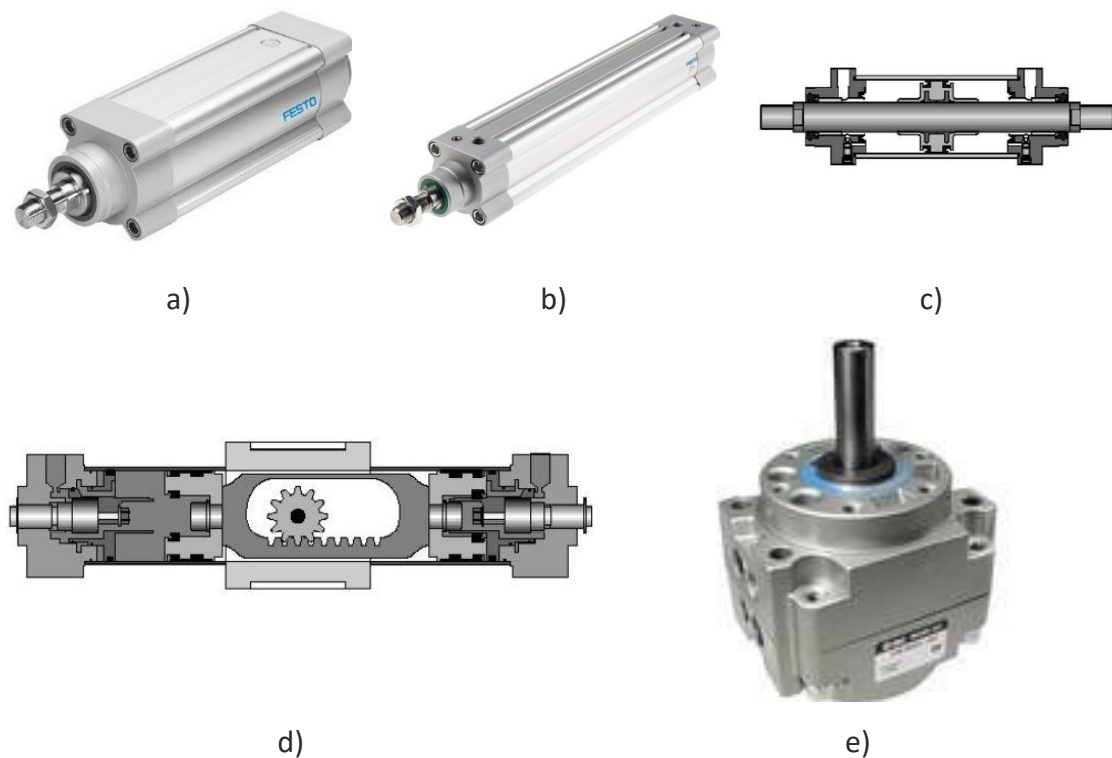


Figura 23 – Equipamentos pneumáticos: a) cilindro simples efeito [48]; b) cilindro de duplo efeito [48]; c) esquema do cilindro de dupla haste [49]; d) esquema do cilindro rotativo de báscula [49]; e) motor pneumático [50]

Contudo, existem desvantagens no uso da pneumática [47]:

- Garantir que o ar circulante é limpo e seco, para não danificar os componentes;
- Fugas de ar podem ser um problema por dificuldade em detetar;
- A máquina tem de estar sempre ligada a um sistema de ar comprimido, o que inviabiliza a mobilidade;
- Sistema ruidoso em comparação com o hidráulico e o elétrico;
- Dificuldade de controlar a velocidade dos cilindros e motores;
- Instabilidade dos componentes, devido à compressibilidade do ar.

## 2.4 Método de Elementos Finitos

### 2.4.1 Princípios básicos

Os métodos numéricos são utilizados para resolver problemas em áreas como mecânica, fluídos, eletricidade, eletrônica, metalúrgica, entre outras. Grande parte dos métodos numéricos são realizados através da discretização do problema, para ser possível encontrar uma solução. Isto traduz-se na divisão do domínio do problema em subdomínios equivalentes e selecionando um número discreto de pontos. Com esta discretização do problema, é possível obter uma solução de cada domínio. Interligando todas as soluções de cada subdomínio, encontra-se a solução do problema global. Estes pontos discretos que pertencem aos domínios são chamados de nós e os domínios são designados elementos. A ligação dos diversos nós e elementos formam a malha. Malhas mais finas resultam em maior precisão do resultado, contudo, esse refinamento pode-se traduzir num aumento de custo computacional (mais elementos e nós para determinar as soluções) [51].

O Método dos Elementos Finitos (MEF) é um dos métodos numéricos mais utilizados no projeto mecânico para validação de estruturas e componentes. O MEF consiste em dividir as peças ou conjuntos em elementos finitos. Os graus de liberdade de cada peça ou conjunto depende do número, tamanho e tipo de elementos escolhidos para a representação. O MEF permite discretizar o problema em elementos em uma, duas ou três dimensões. Como as soluções exatas são quase sempre impossíveis de obter, recorre-se a soluções aproximadas. Através de um sistema de equações lineares, em que o número de incógnitas é igual ao produto de nós pelo número de variáveis em cada nó. Como se pretendem que as soluções sejam o mais aproximado possível das soluções exatas, há a necessidade de maior número de nós. Isto implica o refinamento da malha, aumentando o número de nós e de equações, sendo necessário utilização de ferramentas computacionais para solucionar as equações [51], [52].

Para que a solução se aproxime da solução exata, sem que aumente o custo associado ao esforço computacional (para determinar a solução do sistema de equações), realiza-se uma convergência de malha. Para fazer uma análise de convergência começa-se por dar dimensões máximas e mínimas que os elementos devem possuir, aplicando as condições fronteiras que o conjunto/peça está sujeita. Com isto, é possível saber o deslocamento de cada elemento. Realiza-se um refinamento da malha, isto é, diminui-se os valores máximos e mínimos que o elemento pode ter, analisando os valores de deslocamentos. São considerados os deslocamentos devido à ausência de convergência de tensões em zonas de singularidade. Realiza-se esta operação novamente até que o aumento de número de elementos faça uma variação de deslocamento de um elemento quase nula, em comparação com o número de elementos usado anteriormente. Analisando graficamente, o deslocamento de um elemento vai aumentando com o aumento de número de elementos usados (elementos de menor dimensão), tendendo para um valor. Quando a curva do gráfico estabiliza (Figura 24), na horizontal, indica que

o número de elementos (tamanho do elemento dado) é o suficiente para obter uma solução aproximada da exata [53].

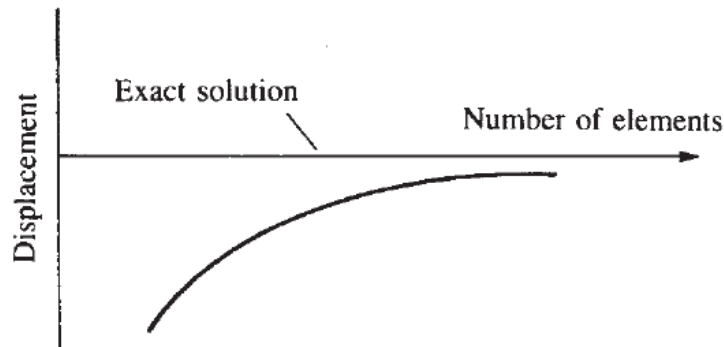


Figura 24 – Convergência de malha (adaptado [53])

#### 2.4.2 Vantagens da utilização no projeto

O MEF é bastante utilizado em projeto, devido à grande resposta que consegue dar em vastas áreas. A utilização de *software* CAD que possua um módulo de MEF apresenta vantagens como [53]:

- Modelar formas irregulares e analisar o seu comportamento;
- Análise do corpo de forma estática e dinâmica;
- Análise do comportamento linear e não-linear do material;
- Considerar várias cargas aplicadas à estrutura, como concentradas, distribuídas, térmicas e deslocamentos;
- Criação de malhas automáticas, apenas indicando o tipo e o tamanho dos elementos;
- Indeterminado número de condições fronteira que a estrutura pode estar sujeita;
- Variação do tamanho dos elementos, ao longo da estrutura (zonas com acidentes geométricos possuem concentração de tensões, por isso é preciso mais elementos para que os valores sejam mais precisos, sendo que no resto da estrutura os elementos podem ter um tamanho maior, visto que a variação de tensão será mais reduzida);
- Possibilidade de modificar a geometria da estrutura ou do material apenas com a simulação computacional, não adiciona grande custo ao projeto.

#### 2.4.3 Exemplo de dimensionamento

A utilização do MEF permite que em fase de projeto se possa avaliar a estrutura de, tanto a nível de material como de *design*. Na Figura 25 vê-se uma análise a um porta-paletes para estudar o melhor material a ser usado para a sua construção, tendo em conta apenas as cargas estáticas.

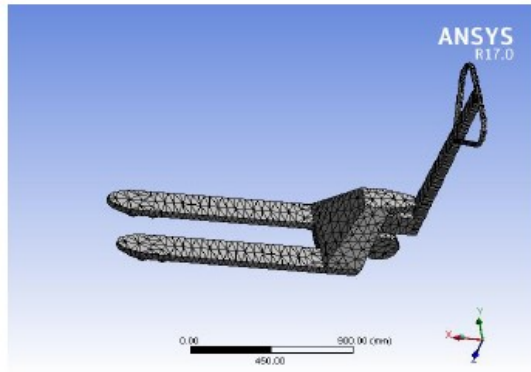


Fig.4.3 Geometry Meshing

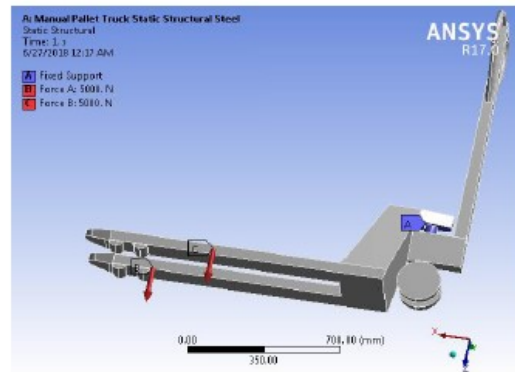


Fig.4.4 Boundary conditions (Structural Steel)

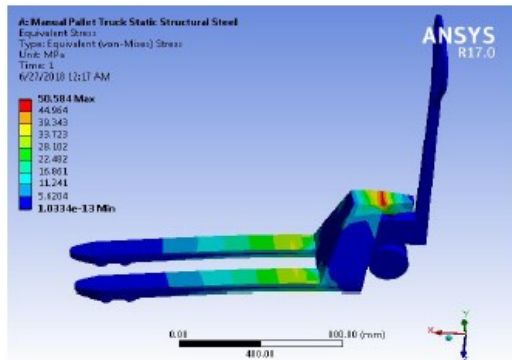


Fig.4.5 Equivalent Stress (Structural Steel)

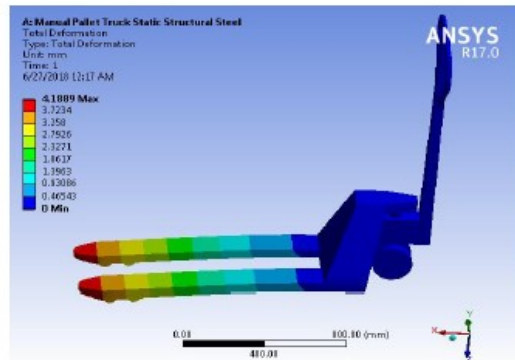


Fig.4.6 Total Deformation (Structural Steel)

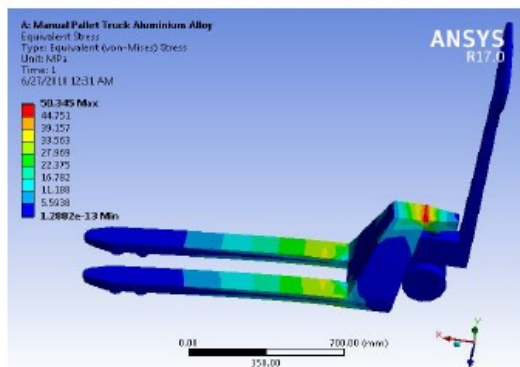


Fig.4.7 Equivalent Stress (Aluminium Alloy)

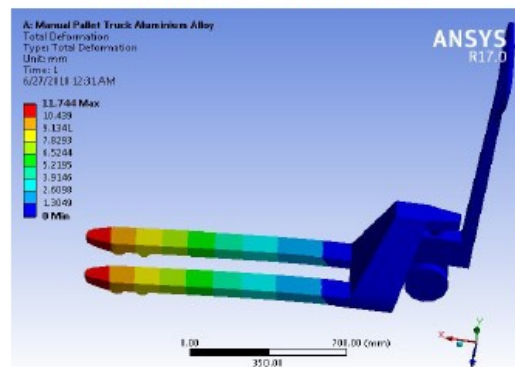


Fig.4.8 Deformations (Aluminium Alloy)

Figura 25 – Análise de um porta-paletes para avaliar diferentes materiais para a sua construção [54]

# DESENVOLVIMENTO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

3.3 REQUISITOS DO PROJETO

3.4 ANTEPROJETO

3.5 PROJETO DA SOLUÇÃO SELECIONADA



## 3 DESENVOLVIMENTO

### 3.1 Caracterização da empresa

A empresa Engenharia José Figueira, Lda. (Figura 26) foi a proponente do projeto em questão. Esta é uma empresa nacional, fundada em 2017, na cidade do Porto, pelo Eng.º José Figueira. No final de 2019, com perspetiva no crescimento da empresa, esta mudou de instalações, passando de um escritório para um armazém em Leça do Balio. Com esta mudança de instalações, a empresa passou a ter capacidade de aumentar os seus lucros nos seus projetos, pois deixava de contar com terceiros para a montagem dos projetos desenvolvidos na empresa, tendo espaço próprio para o efeito.



Figura 26 – Logótipo da Engenharia José Figueira, Lda.

A empresa dedica-se a projetar, desenvolver, produzir e vender equipamentos industriais a pedido de clientes nacionais e estrangeiros. Durante estes anos desenvolveu máquinas para a área alimentar, automóvel, metalomecânica, entre outras. Como aposta futura, a empresa pretende criar produtos relacionados com rodas motorizadas para instalar em equipamentos já existentes ou a desenvolver pela empresa, bem como entrar no mercado de equipamentos hospitalares.

### 3.2 Caracterização do problema

Em conversa com clientes da área da saúde, nomeadamente hospitalar, salientou-se o problema de existir muitos profissionais de saúde com problemas de saúde associados à movimentação de cargas, nomeadamente de pacientes de camas para macas e vice-versa. Como em vários estudos da área de enfermagem indicam [55]–[57], esta movimentação necessita de grandes esforços por parte do profissional. Igualmente, a simples movimentação da cama hospitalar também provoca esforços nas costas de quem movimenta. A massa elevada do conjunto da cama/maca e paciente torna a manobrabilidade desta bastante difícil.

Por conseguinte, constatou-se que deveria existir um equipamento que retirasse a necessidade de o profissional mover o paciente da cama para a maca, sempre que é necessário deslocar o paciente pelo hospital. Com este equipamento, o esforço para

manobrar a cama hospitalar será diminuído, já que todo o esforço será realizado por uma roda motorizada.

Existem, atualmente, camas hospitalares com uma quinta roda, motorizada, que permite movimentar as camas com menor esforço. Contudo, é pouco rentável ter em todas as camas este mecanismo, porque não é usado em grande parte do seu tempo. Assim, nasceu a necessidade de rentabilizar esta roda motorizada. Associando a roda motorizada a uma estrutura portátil, a questão da rentabilidade da mesma será aumentada, pois com uma roda motorizada poder-se-á servir mais do que uma cama.

### 3.3 Requisitos do projeto

Para o projeto desenvolvido foram impostos alguns parâmetros pela empresa e potenciais clientes. Estes parâmetros ajudaram a definir questões a nível do projeto, sendo eles:

- Largura máxima de 1000 mm, para que o equipamento passe pelas portas (“As portas dos quartos ou enfermarias devem ter uma largura útil mínima de 1,10 m”) [58];
- Adaptar o equipamento a um maior número possível de camas hospitalares;
- Elevação da cama até 100 mm do solo para movimentação da cama hospitalar;
- Construção do equipamento com fácil acesso a todas as superfícies do equipamento, sendo elas lisas, para maior facilidade de limpeza do equipamento;
- Força necessária para movimentar a cama e o equipamento reduzida ao mínimo;
- Fácil acesso ao interior, para uma manutenção mais facilitada;
- Design apelativo para ambiente hospitalar;
- Utilização de duas baterias de lítio especificadas pela empresa de 24 V e 29 Ah;
- Velocidade máxima do equipamento deve ser 4 km/h e a inclinação máxima a que circulará é de 4%.

### 3.4 Anteprojeto

Iniciou-se o anteprojeto com a realização de pesquisas relativas a equipamentos existentes no mercado. Esta procura teve como objetivo reconhecer o que havia no mercado a nível de funcionamento e *design*. A pesquisa realizou-se com palavras-chaves que remetiam para um equipamento de movimentação de camas hospitalares ou outro tipo de cargas. As palavras-chaves usadas durante a pesquisa foram *hospital bed mover*, *patient mover* e *healthcare bed mover*.

Depois da pesquisa realizada, chegou-se a um conjunto de soluções existentes já no mercado (Figura 27 à Figura 32). Os fabricantes destas soluções apenas se encontram no continente Oceânico (exceção-se a empresa ZALLY, que é italiana e produziu o ZALLY M13 (Figura 32), tendo já descontinuado o produto). Por conseguinte, verificou-se a

existência de uma lacuna a nível nacional e até europeu num equipamento com estas funções.



Figura 27 – Gzunda GZ10 SL [59]



Figura 28 – Gzunda GZS [59]



Figura 29 – StaminaLift Transfer System 1500 [60]



Figura 30 – StaminaLift Transfer System 2100 [60]



Figura 31 – Unimove Bed Mover [61]



Figura 32 – Zallys M13 [62]

### 3.4.1 Tempestade de ideias

Com base nas soluções apresentadas da Figura 27 à Figura 32, foi possível retirar soluções possíveis para o equipamento a ser concebido para a *JFigueira*. Destas soluções apresentadas, percebeu-se que o acoplamento do equipamento à cama hospitalar se pode realizar através de garras na parte superior da cama (Figura 27, Figura 28 e Figura 32), ou elevando a cama a partir das rodas (Figura 29 à Figura 31).

A utilização da roda motriz também como roda direcional é, também, uma característica presente em algumas destas soluções, permitindo controlar a direção com menor esforço. Também desgastará menos a roda de tração, já que esta não está em permanente escorregamento. Contudo, contribui para um sistema mais complexo, pois há um acréscimo de componentes, como rolamentos e caixas para os rolamentos.

O equipamento apresentado na Figura 28 permite uma maior adaptabilidade às variadas camas, tendo em conta que a estrutura do equipamento terá os apoios afastado da estrutura (apenas é necessário ter em atenção a largura máxima do equipamento, para que este passe pelas portas).

Detetou-se que alguns destes equipamentos poderiam ter incompatibilidade com algumas camas existentes no mercado. Como se pode observar na Figura 33, a cama não permite a passagem de objetos por baixo da estrutura (impossibilitando de usar uma solução como apresentada na Figura 27, Figura 29 e Figura 30).



Esta caixa impede passagem de objetos por debaixo da estrutura

Figura 33 – AvantGuard™ 1600 Ability bed [10]

Para que os equipamentos das Figura 29 e Figura 30 consigam elevar a cama, é necessário que a distância entre a blindagem e a garra do equipamento seja suficientemente grande para alcançar a estrutura, sem que a restante estrutura da cama impeça que as garras do equipamento alcance o local certo para pegar na cama.

Na solução da *Unimove* (Figura 31) a cama é acoplada ao equipamento pela retirada de duas rodas da cama do chão, que ficam apoiadas no equipamento. Esta permite que os

“braços” se afastem, adaptando-se à distância entre as rodas das camas hospitalares. Contudo, esta só permite uma distância mínima entre rodas, podendo ser, em algum caso, insuficiente para acoplar à cama.

A *Zallys M13* (Figura 32) é das soluções mais compactas, já que esta não eleva a cama. Retirando essa opção, o equipamento não precisa de apoios muito afastados entre si, pois não tem uma carga vertical descentrada do seu centro de massa, pondo o seu equilíbrio estático em causa.

Com base nas soluções de mercado, desenvolveram-se dois conceitos para o equipamento em desenvolvimento.

### 3.4.2 Solução 1

O primeiro conceito (Figura 34) baseou-se no equipamento *Zallys M13*, pois este demonstra ser o mais compacto. Esta valência torna o equipamento fácil de arrumar, permitindo a passagem de pessoas e outros equipamentos quando deixado num corredor. Na Figura 35, observa-se que o equipamento teria uma inclinação, por isso o deslocamento das garras não seria exclusivamente na vertical. Esta inclinação faria com que o equipamento se mantivesse estável ao elevar a cama (fazendo com que o centro de gravidade (CG) do equipamento mais a cama ficasse entre as rodas giratórias e roda motriz).

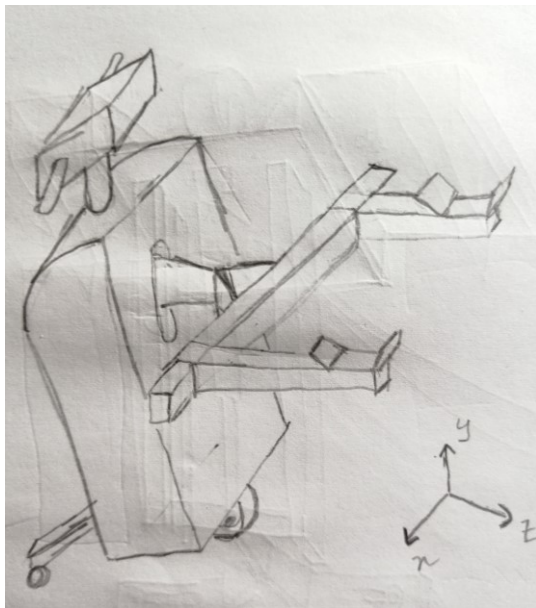


Figura 34 – Vista isométrica da solução 1

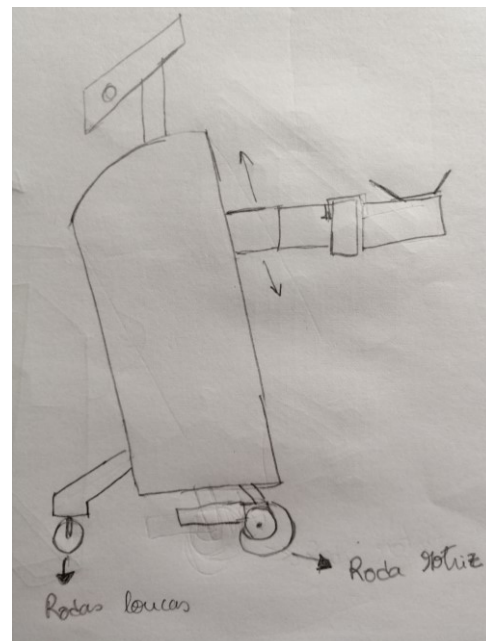


Figura 35 – Vista lateral da solução 1

Para ajudar na estabilidade do equipamento, o suporte das rodas giratórias teria uma mola que ao ser carregada, comprimiria, inclinando mais o equipamento. Este aumento de inclinação permitiria que o CG do equipamento se deslocasse para uma posição mais próxima das rodas giratórias, mas também possibilitar a redução da altura do CG. Na Figura 36 está identificado o funcionamento da mola.

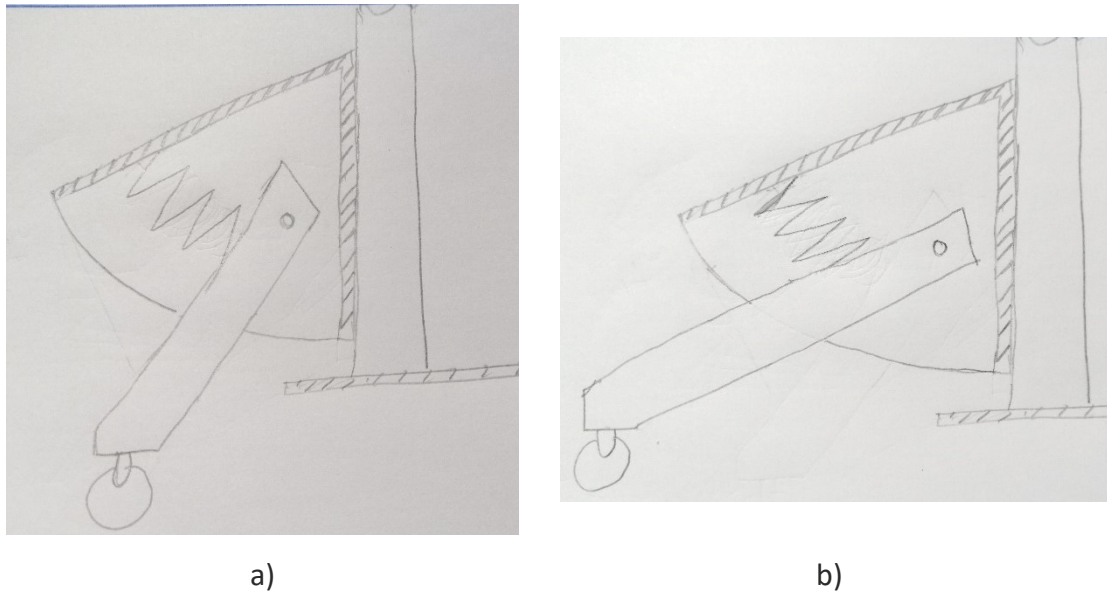


Figura 36 – Movimento do suporte da roda giratória na solução 1: a) mola na posição inicial (sem carga da cama); b) mola na posição final (com carga da cama)

A estrutura desta solução (Figura 37) é formada por uma em base chapa quinada (as quinagens terão de dar rigidez suficiente à chapa, para quando a estrutura estiver a ser solicitada). Para mover os braços do equipamento, pensou-se num atuador elétrico, pois é a solução que permite maior mobilidade, utilizando apenas baterias como alimentação. O guiamento será feito no interior de um perfil em “C” (quinado). Dentro do perfil haverá uns blocos de Nylon, que terão a função de patim. O Nylon é um material com um coeficiente de atrito bastante baixo, quando tem rugosidade reduzida.

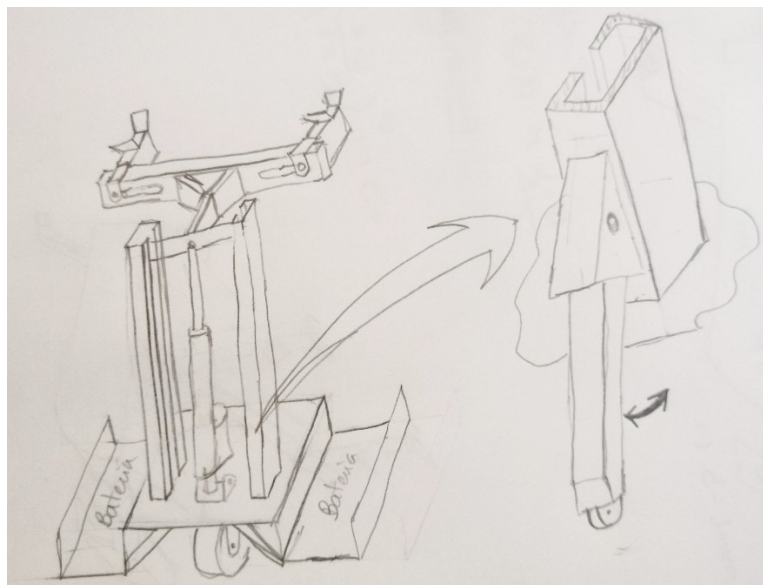


Figura 37 – Estrutura do equipamento da solução 1, com pormenor no mecanismo do suporte das rodas giratórias

No que diz respeito à roda motriz, esta não tem liberdade para rodar em torno do eixo vertical, estando fixa na posição. Para fazer movimentos curvilíneos, é necessário fazer força com o corpo, de modo a rodar o equipamento juntamente com a cama. Apesar de

ser necessário realizar força braçal, esta é muito menor do que sem a presença de uma roda motriz.

### 3.4.3 Solução 2

Tal como na solução 1, esta solução (Figura 38) foi baseada em soluções do mercado (*Gzunda GZS*). Os seus apoios estão mais afastados um dos outros, dando maior estabilidade ao equipamento. Para aumentar a estabilidade, devido ao equipamento ser largo e por isso perder facilmente o equilíbrio estático em apenas três apoios, o equipamento apresenta duas rodas giratórias (a par da roda motriz).

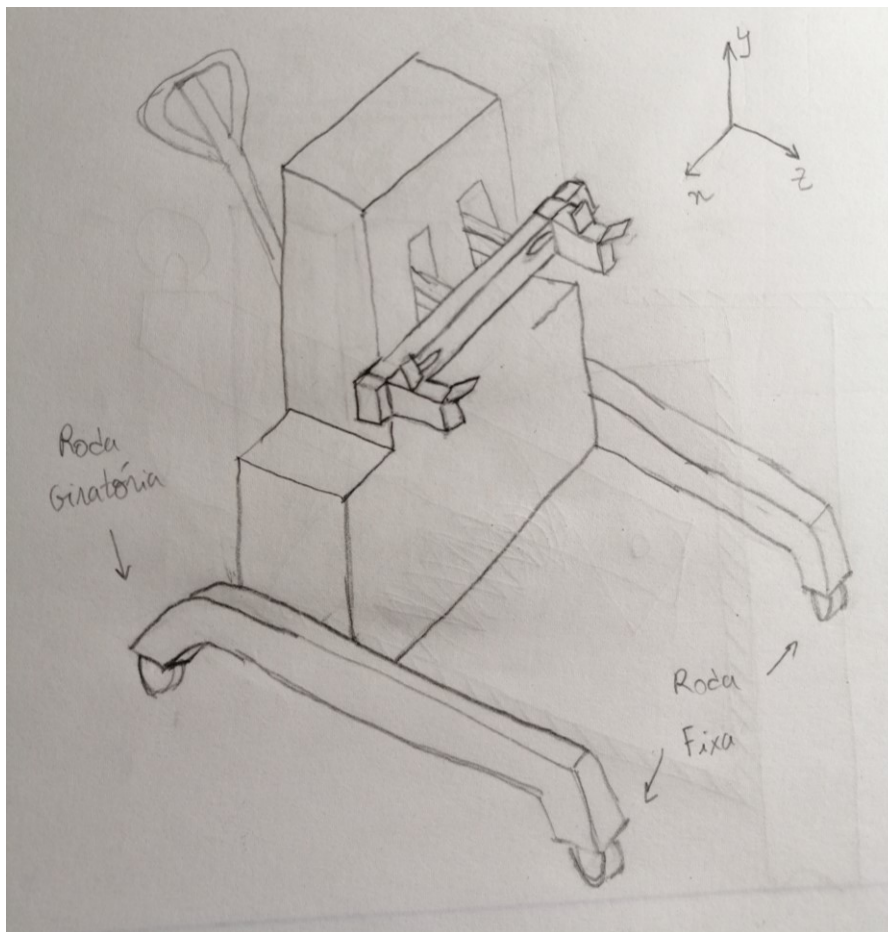


Figura 38 – Vista isométrica da solução 2

Quanto à estrutura (Figura 39), pensou-se numa solução baseada em perfis tubulares, por ser, geralmente, robusta e barata, e pela elevada disponibilidade dos perfis no mercado. Para o movimento dos braços, também nesta solução, se pensou no atuador elétrico, sendo este guiado por guias e patins de esferas. Para fixar as guias, ponderou-se a utilização de perfil UPE.

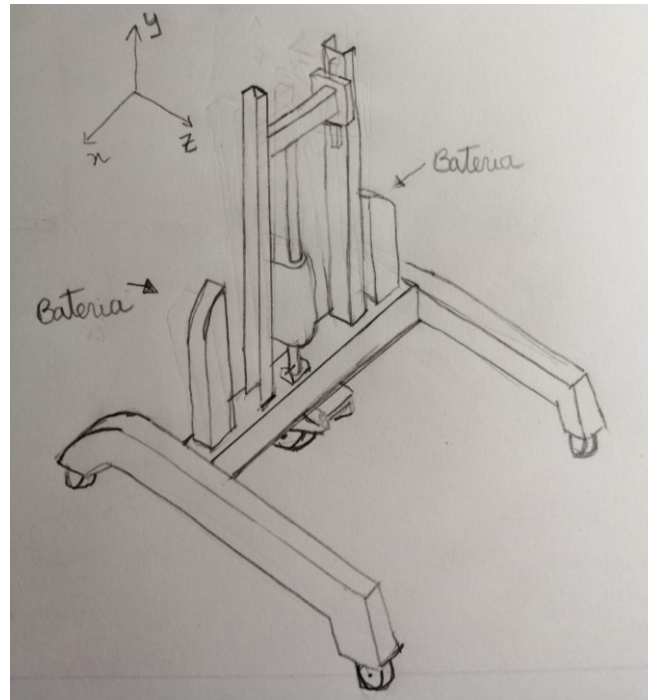


Figura 39 – Vista isométrica da estrutura da solução 2

Esta solução tem cinco apoios, sendo um deles a roda motriz com um sistema de alavanca. Este sistema terá uma mola em compressão, forçando que a roda esteja em permanente contacto com o solo e permitindo absorver choques (Figura 40 e Figura 41).

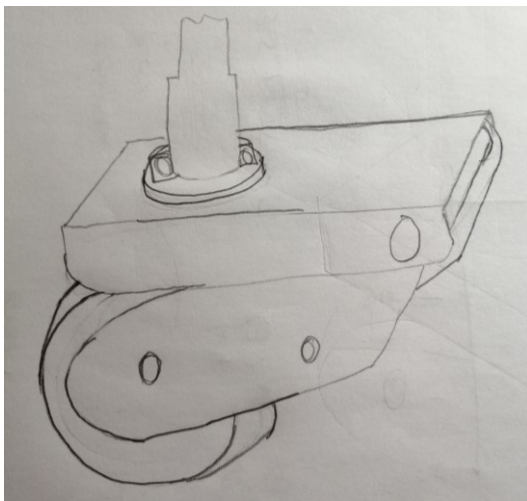


Figura 40 – Vista da estrutura para a roda motriz da solução 2

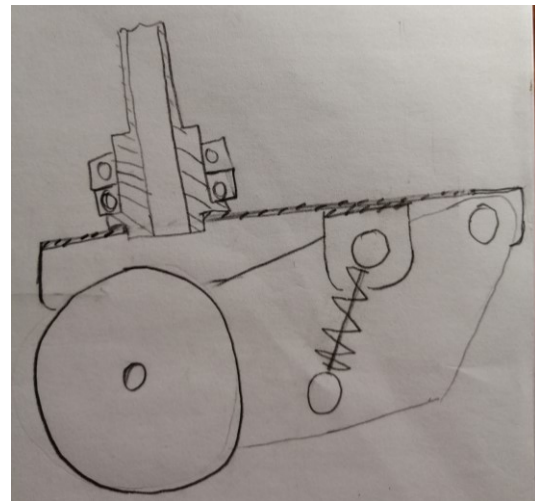


Figura 41 – Vista em corte da estrutura para a roda motriz da solução 2

Na Figura 40 e Figura 41 não aparece representado, mas estará acoplado à roda um motorreductor angular de parafuso sem-fim. Este tipo de motor é compacto, permite uma redução da velocidade final e a rotação da roda sem que o motor fique desprotegido pela blindagem, não tocando nos pés do utilizador.

Para dirigir o equipamento, pensou-se na utilização dos punhos de um porta-paletes elétrico, idêntico à solução da Figura 31.

### 3.4.4 Seleção da solução

Perante as soluções apresentadas, foi realizada uma análise dos pontos positivos e negativos de cada solução. O resultado desta análise está representado na Tabela 2.

Tabela 2 – Pontos positivos e negativos da solução 1 e 2

	SOLUÇÃO 1	SOLUÇÃO 2
PONTOS POSITIVOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de guiamento mais barato;</li> <li>• Compacto (menor espaço ocupado quando não utilizado).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrutura menos complexa e mais rígida;</li> <li>• Roda motriz direcionável e com sistema de amortecimento;</li> <li>• Maior estabilidade, mesmo quando em carga;</li> <li>• Sistema de guiamento mais suave.</li> </ul>
PONTOS NEGATIVOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roda sem direção;</li> <li>• Sistema de guiamento com mais atrito;</li> <li>• Estrutura mais complexa;</li> <li>• Equipamento pode entrar em desequilíbrio estático ao ser carregado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior complexidade junto à roda motriz → mais dispendioso;</li> <li>• Sistema de guiamento mais caro;</li> <li>• <i>Design</i> pouco apelativo;</li> <li>• Quando não usado, pode provocar a queda de alguém distraído, devido aos seus apoios mais afastados do centro da estrutura.</li> </ul>

Com base na Tabela 2, verifica-se que a solução 2 se apresenta como a mais adequada ao fim em vista. Contudo, nota-se que o sistema de guiamento, para o efeito que se pretende, não precisa de ter um deslizamento tão suave como o proporcionado pelas guias lineares de esferas. Um guiamento por uma calha com blocos de *Nylon* terá o efeito deslizante pretendido por um preço mais baixo (**nota:** a comparação de custo foi dada pela empresa *JFigueira*, que indicou que o custo de maquinar blocos de *nylon* será mais barato do que um sistema de guias lineares de esferas). O perfil “C”, que serve de guiamento do atuador, é também um elemento estrutural; isto significa que terá dupla funcionalidade, ao contrário do perfil UPE, da solução 2, que apenas tem função estrutural.

### 3.5 Projeto da solução selecionada

#### 3.5.1 Representação geral do equipamento e funcionamento

A após seleção da solução para o sistema de movimentação de camas hospitalares, realizou-se a modelação do mesmo, obtendo o modelo apresentado na Figura 42.

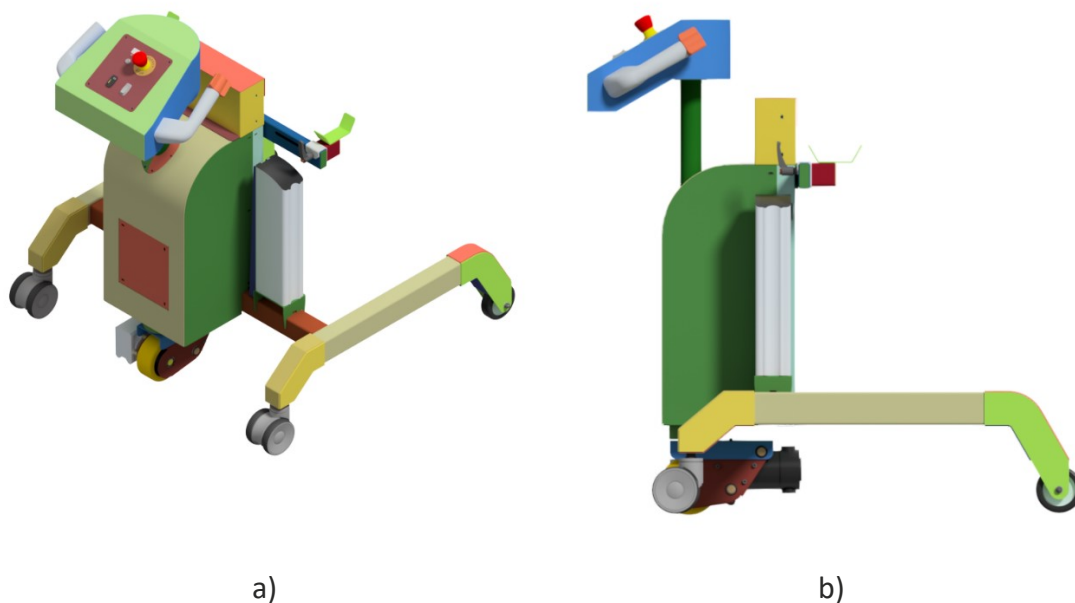


Figura 42 – Representação geral do equipamento: a) vista isométrica; b) vista lateral

Comparando o modelo apresentado na Figura 42, com a ideia do anteprojeto (Figura 38), nota-se uma diferença na blindagem e no sistema de direção. Como as baterias apresentam um *design* apelativo à vista (Figura 48), estas ficarão fora da blindagem. Esta medida está relacionada também com a facilidade de troca das baterias (possibilidade de adquirir outras baterias, podendo assim ter baterias a recarregar, enquanto o equipamento está em funcionamento) e embelezamento do equipamento, pois pretende-se um equipamento com um *design* menos industrial. Isto passa por uma redução do volume da blindagem, o que implicou a retirada das baterias do interior da mesma. A blindagem passa então a cobrir apenas a estrutura do sistema de elevação da cama, a direção e o controlador.

Na Figura 43 observa-se que todos os componentes estão assentes sobre o tubo a vermelho. Este será onde todos os esforços serão carregados, por isso tem de ser robusto para aguentar toda a carga que a será sujeito.

Para fixar a roda motriz, foi necessário colocar uma chapa (soldada ao tubo vermelho), que servirá também como fundo da blindagem (Figura 43). Não é permitido, também, o acesso ao interior do equipamento pela parte inferior. Como a roda motriz também será um apoio, esta chapa terá um desempenho estrutural.

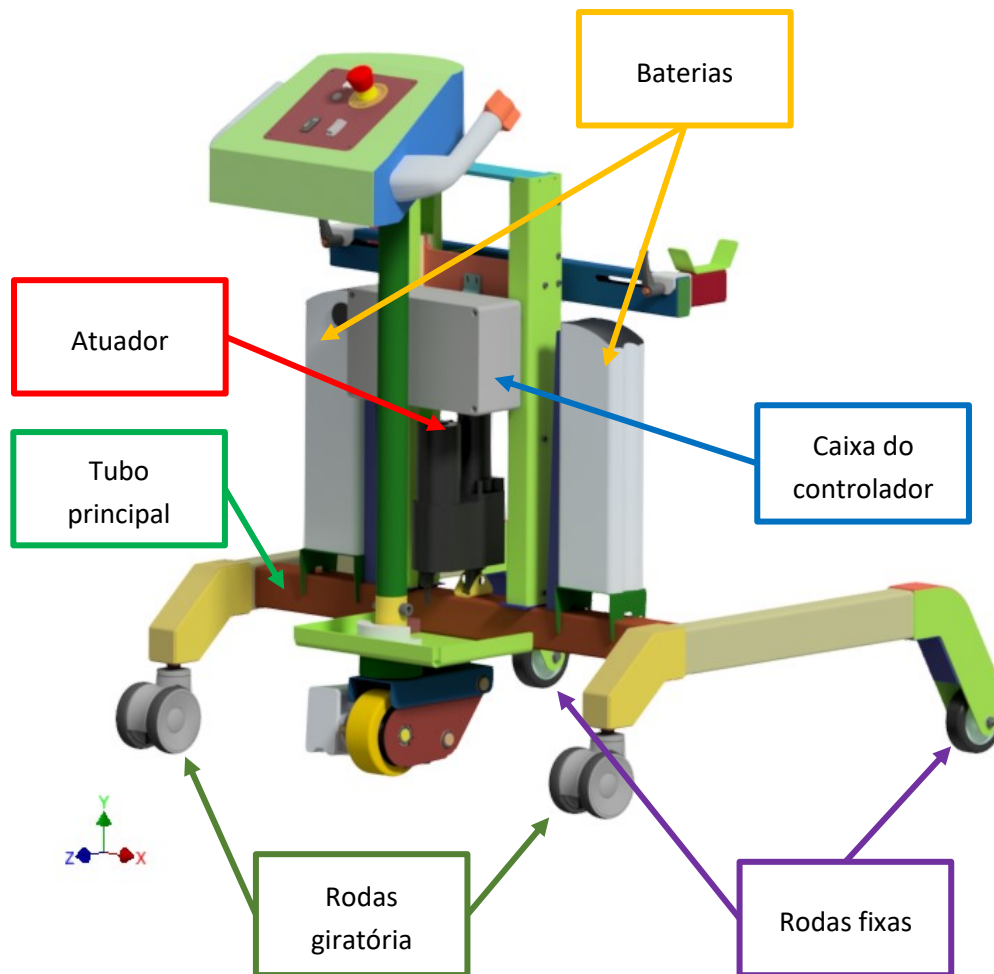


Figura 43 – Componentes principais do equipamento desenvolvido

Descrevem-se de seguida os sistemas principais do equipamento.

- **Sistema de elevação**

O sistema de elevação é composto por três partes: o atuador (Figura 44), o sistema de guiamento e os braços de elevação.

Quando é dado sinal ao atuador para abrir, este é guiado pelo sistema de guiamento, composto por pelo perfil “C” (designado por calhas) e pelos blocos de *nylon*, fazendo elevar os braços do equipamento.

Nos braços de elevação existem duas garras que apenas encostam na estrutura da cama, fazendo-a elevar quando o atuador é acionado. Para se adaptar a várias camas, estas deslizam, variando a distância entre elas, evitando obstáculos que as camas possam ter. Para facilitar a mudança de posição das garras, colocaram-se parafusos de manípulo. Estes permitem ajustar a posição do manípulo. Na Figura 44a, o atuador está recuado e com as garras o mais próximas possíveis. Já na Figura 44b, o atuador está avançado e com as garras o mais afastadas possíveis.

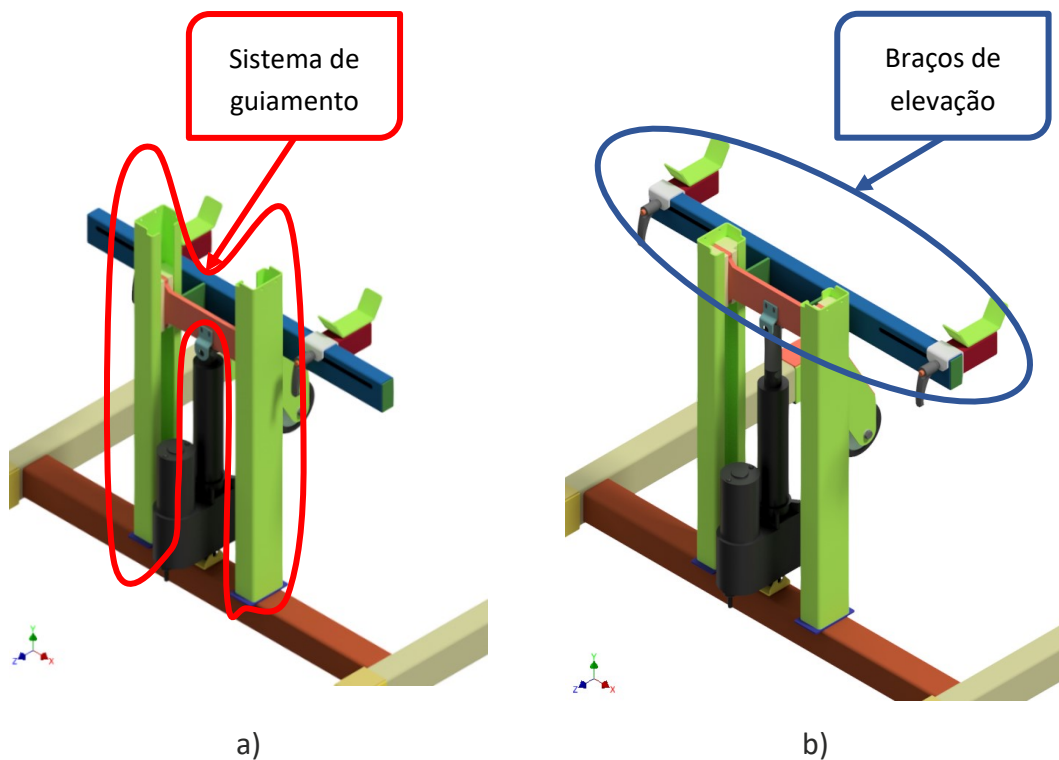


Figura 44 – Sistema de elevação: a) atuador recolhido e garras na posição mais próxima; b) atuador avançado e garras na posição mais afastada

- **Estrutura da roda motriz**

Esta estrutura (Figura 45) foi pensada para a roda ter um movimento em tesoura, além de ter um motor acoplado para movimentar toda a estrutura do equipamento, bem como a cama hospitalar. Para executar este movimento, a roda terá um ponto de rotação (Figura 46) e uma mola a restringir o movimento. A mola servirá para colocar a roda em contacto permanente com o solo, permitindo que a roda tenha sempre tração. Também servirá para não transmitir esforços quando tenha um impacto por parte de algum objeto.

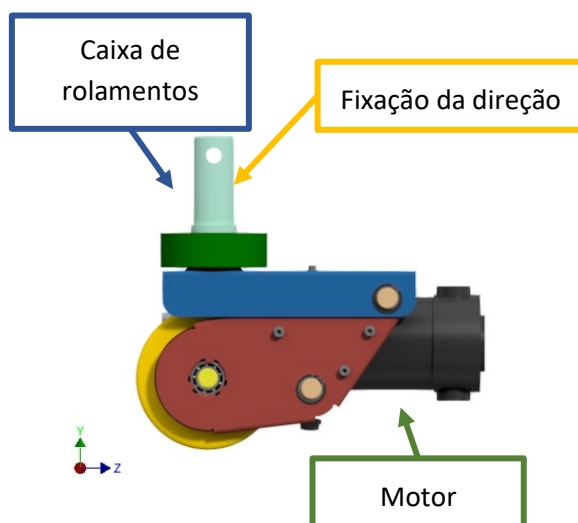


Figura 45 – Estrutura da roda

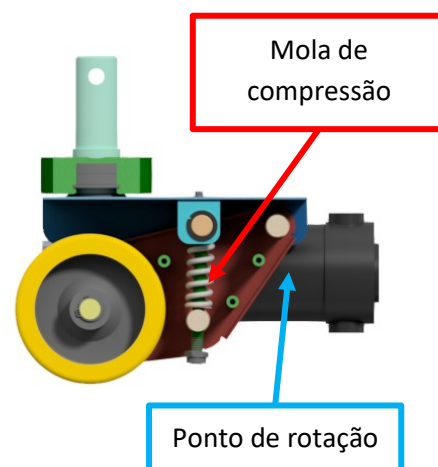


Figura 46 – Detalhe do posicionamento da mola na estrutura em tesoura da roda motriz

- **Direção e comandos**

Para controlar o equipamento desenhou-se um painel de instrumentos (Figura 47). Como o equipamento apenas tem a função de movimentar-se e de elevar camas, apenas se colocou um comutador para acionar o atuador elétrico, um interruptor de chave (*on/off*) com LED a indicar quando está ligado, um indicador de carga da bateria e um botão de emergência. Para mover o equipamento, tem-se um acelerador incorporado no punho direito capaz de mover o motor em ambos os sentidos, tornando assim capaz de mobilizar o equipamento para a frente e para trás.

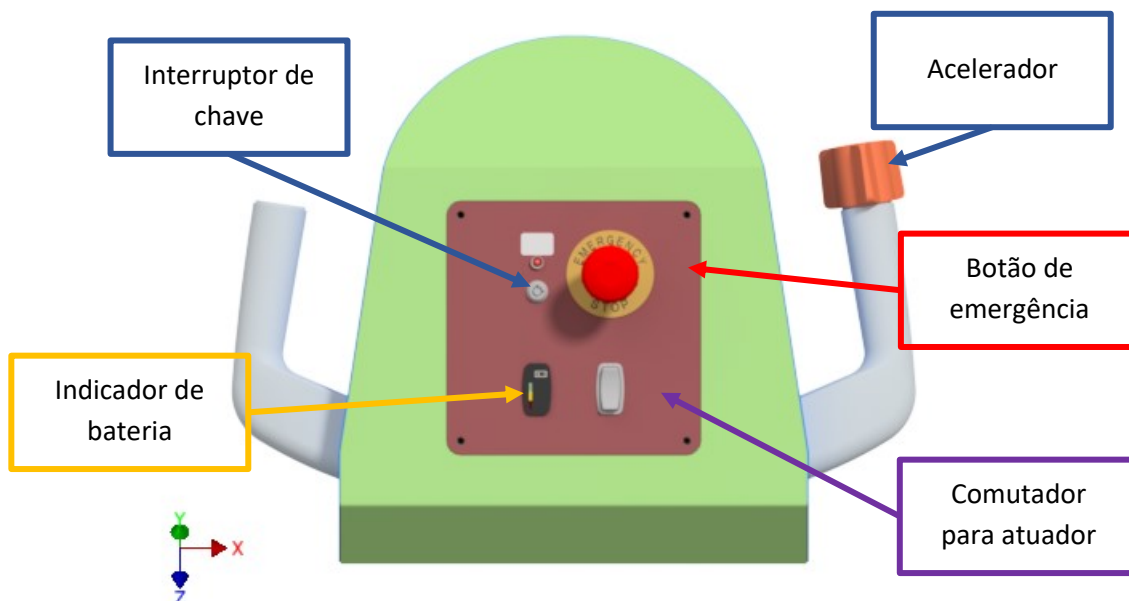


Figura 47 – Painel de instrumentos

Para fazer ligar o equipamento, para além de rodar a chave para *on* no painel de instrumentos, é necessário ligar as baterias individualmente, pois estas possuem também um interruptor de chave, como se pode ver na Figura 48. Existe também um indicador de bateria, sabendo assim qual a capacidade individual de cada bateria. Desta forma é possível ter uma bateria a ser usada e a outra a ser carregada, tendo sempre disponível uma segunda bateria para operar o equipamento.



Figura 48 – Bateria Unit Pack Power S004-2 [63]

As propriedades das baterias são descritas na Tabela 3.

Tabela 3 – Propriedades da bateria [63]

<b>Marca</b>	Unit Pack Power
<b>Modelo</b>	S004-2
<b>Tensão</b>	24 V
<b>Intensidade de Corrente</b>	15 A
<b>Capacidade</b>	29 Ah

Usando os punhos incorporados no painel de instrumentos, conduz-se o equipamento. Como a ligação entre o painel de instrumentos e a roda é direta, isto é, não utiliza mecanismos, e tem cabos a passar no interior dessa ligação para comunicar desde a *interface* até ao controlador, teve-se de restringir o ângulo de viragem a 180°. Para fazer esta restrição de movimento, pensou-se em fazer um batente em *nylon*. Este estará no base da blindagem (no interior), sendo apertado com os mesmos parafusos que a caixa de rolamentos que estará acoplada no exterior da base da blindagem, que faz a ligação entre a estrutura da roda e a direção. No tubo será soldado um pequeno bloco de aço que irá impedir que a direção rode mais, quando toca no batente (Figura 49).

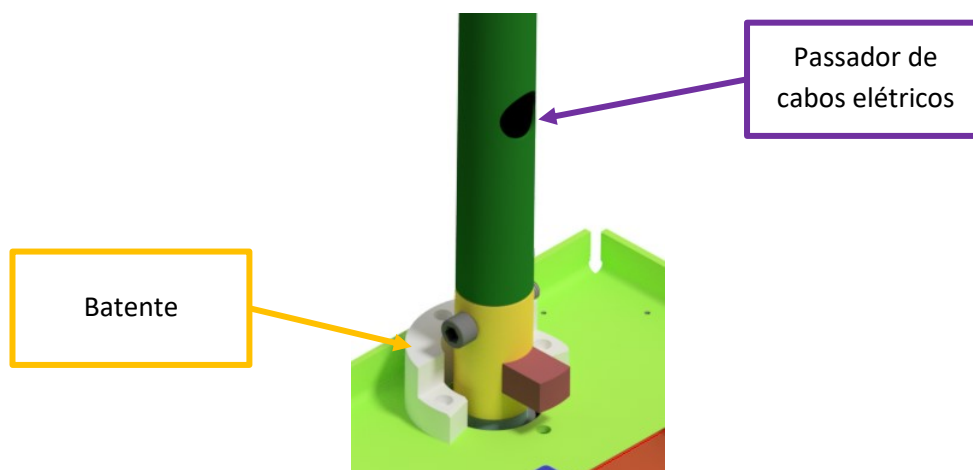


Figura 49 – Detalhe do batente da direção


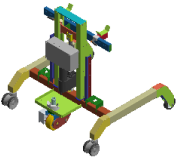
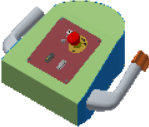




### 3.5.2 Identificação das peças, material e processo de fabrico

A seleção de materiais e os processos de fabrico são fundamentais para o desenvolvimento de um produto. Para qualquer empresa, o custo de produção de um equipamento deverá ser o mais reduzido possível. Com isto, a conjugação entre o custo do material selecionado e o custo do processo de fabrico, devem ser diminuídos ao máximo.

Como este equipamento é o primeiro a ser comercializado pela empresa como produto, os primeiros equipamentos serão apenas uma base de lançamento deste tipo de equipamento pela empresa. Isto significa que os processos de fabrico devem ser adequados a uma quantidade inferior a cem unidades.

Todas as peças desenhadas para o projeto estão identificadas desde a Tabela 10 à Tabela 4, com o número do desenho da peça, descrição, imagem, material e acabamento. Em cada tabela é identificado um conjunto soldado ou montagem (**nota:** todas as chapas serão obtidas por corte laser, pelo que este processo não foi indicado na Tabela 4 à Tabela 17).

Tabela 4 – Lista de componentes do conjunto 00014.1.007

<b>Nº Conjunto</b>	00014.1.007				
<b>Descrição</b>	<i>Bed Mover</i>				
<b>Processo</b>	Montagem				
<b>Acabamento</b>	Natural				
<b>Nº Desenho</b>	<b>Descrição</b>	<b>Processos</b>	<b>Imagem</b>	<b>Material</b>	<b>Acabamento</b>
00014.1.004	Estrutura + componentes	Montagem		-	Natural
00014.1.006	Guiador	Montagem		-	Natural
00014.2.124	Porta	Quinagem		Aço S235	Pintado
00014.2.143	Chapa blindagem	Quinagem		Aço S235	Pintado
00014.2.164-01	Chapa blindagem	Calandragem		Aço S235	Pintado
00014.2.164-02	Chapa blindagem	Calandragem		Aço S235	Pintado


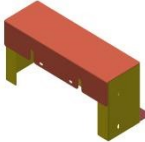

00014.3.005	Sistema de direção	Soldadura (Tabela 5)		-	Pintado
00014.3.020	Blindagem 2	Soldadura (Tabela 6)		-	Pintado
00014.3.027	Blindagem 1	Soldadura (Tabela 7)		-	Pintado

Tabela 5 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.005





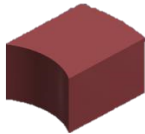
<b>Nº Conjunto</b>	00014.3.005				
<b>Descrição</b>	Sistema de direção				
<b>Processo</b>	Soldadura				
<b>Acabamento</b>	Pintado				
<b>Nº Desenho</b>	<b>Descrição</b>	<b>Processos</b>	<b>Imagem</b>	<b>Material</b>	<b>Acabamento</b>
00014.2.007	Tubo direção	Extrusão		Aço S235	Natural
00014.2.070	Tubo mecânico (direção)	Extrusão		DIN 1.5217	Natural
00014.2.078	Chapa	-		Aço S235	Natural
00014.2.114	Batente direção	-		Aço S235	Natural

Tabela 6 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.011

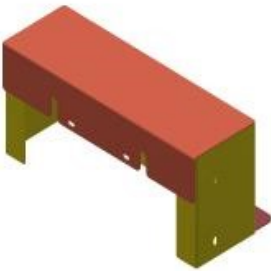
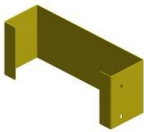




<b>Nº Conjunto</b>	00014.3.020				
<b>Descrição</b>	Blindagem 2				
<b>Processo</b>	Soldadura				
<b>Acabamento</b>	Pintado				
					
<b>Nº Desenho</b>	<b>Descrição</b>	<b>Processos</b>	<b>Imagem</b>	<b>Material</b>	<b>Acabamento</b>
00014.2.099	Chapa blindagem	Quinagem		Aço S235	Natural
00014.2.101	Chapa blindagem	Quinagem		Aço S235	Natural

Tabela 7 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.027

<b>Nº Conjunto</b>	00014.3.027				
<b>Descrição</b>	Blindagem 2				
<b>Processo</b>	Soldadura				
<b>Acabamento</b>	Pintado				
					
<b>Nº Desenho</b>	<b>Descrição</b>	<b>Processos</b>	<b>Imagem</b>	<b>Material</b>	<b>Acabamento</b>
00014.2.145	Chapa blindagem	Quinagem		Aço S235	Natural
00014.2.145-0D	Chapa blindagem	Quinagem		Aço S235	Natural






00014.2.150-01	Chapa (blindagem)	-		Aço S235	Natural
00014.2.150-02	Chapa (blindagem)	-		Aço S235	Natural
00014.2.151	Chapa fixação da porta	-		Aço S235	Natural
00014.2.162	Chapa blindagem	Quinagem e calandragem		Aço S235	Natural
00014.2.163	Chapa blindagem	Calandragem		Aço S235	Natural

Tabela 8 – Lista de componentes do conjunto 00014.1.006

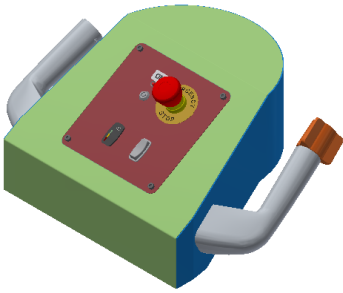

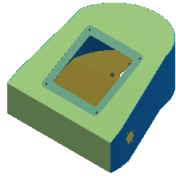
<b>Nº Conjunto</b>	00014.1.006				
<b>Descrição</b>	Guiador				
<b>Processo</b>	Montagem				
<b>Acabamento</b>	Natural				
<b>Nº Desenho</b>	<b>Descrição</b>	<b>Processos</b>	<b>Imagem</b>	<b>Material</b>	<b>Acabamento</b>
00014.2.077	Chapa painel de instrumentos	-		Aço S235	Natural
00014.3.018	Caixa do painel de instrumentos	Soldadura (Tabela 9)		-	Pintado

Tabela 9 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.018

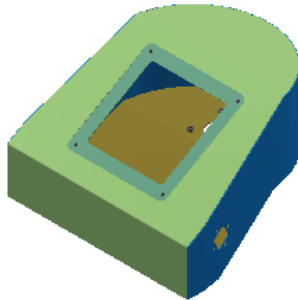
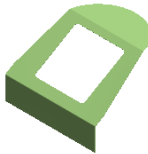

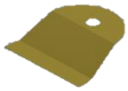

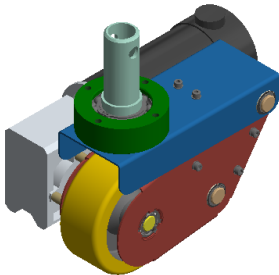

<b>Nº Conjunto</b>	00014.3.018				
<b>Descrição</b>	Caixa do painel de instrumentos				
<b>Processo</b>	Soldadura				
<b>Acabamento</b>	Pintado				
<b>Nº Desenho</b>	<b>Descrição</b>	<b>Processos</b>	<b>Imagem</b>	<b>Material</b>	<b>Acabamento</b>
00014.2.092	Chapa guiador	Quinagem		Aço S235	Natural
00014.2.093	Chapa guiador	Quinagem e calandragem		Aço S235	Natural
00014.2.094	Chapa guiador	Quinagem		Aço S235	Natural
00014.2.095	Moldura guiador	-		Aço S235	Natural

Tabela 10 – Lista de componentes do conjunto 00014.1.002

<b>Nº Conjunto</b>	00014.1.002				
<b>Descrição</b>	Estrutura da roda motriz				
<b>Processo</b>	Montagem				
<b>Acabamento</b>	Natural				
<b>Nº Desenho</b>	<b>Descrição</b>	<b>Processos</b>	<b>Imagem</b>	<b>Material</b>	<b>Acabamento</b>
00014.2.020-01	Suporte roda esq.	Estampagem e quinagem		Aço S235 Galvanizado	Galvanizado



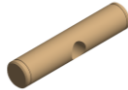





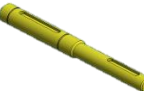

00014.2.020-02	Suporte roda dir.	Estampagem e quinagem		Aço S235 Galvanizado	Galvanizado
00014.2.026	Guia da mola	Maquinagem		Aço C45E	Galvanizado
00014.2.029-01	Pino	Maquinagem		Aço C45E	Galvanizado
00014.2.029-02	Pino	Maquinagem		Aço C45E	Galvanizado
00014.2.029-03	Pino	Maquinagem		Aço C45E	Galvanizado
00014.2.030	Suporte veio (mola)	Quinagem		Aço S235	Galvanizado
00014.2.052	Veio anti convergência	Maquinagem		Aço C45E	Natural
00014.2.055	Caixa rolamentos	Maquinagem		Alumínio 5083	Natural
00014.2.084	Suporte de motor	Maquinagem		Aço C45E	Galvanizado
00014.2.125	Veio da roda	Maquinagem		Aço C45E Retificação h8	Natural
00014.3.011	Fixação roda motriz	Soldadura (Tabela 11)		-	Pintado (apenas peça 00014.2.024)

Tabela 11 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.011

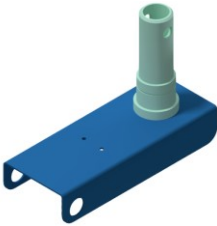
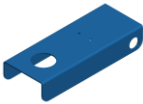

<b>Nº Conjunto</b>	00014.3.011				
<b>Descrição</b>	Fixação da roda motriz				
<b>Processo</b>	Soldadura				
<b>Acabamento</b>	Pintado (apenas peça 00014.2.024)				
<b>Nº Desenho</b>	<b>Descrição</b>	<b>Processos</b>	<b>Imagem</b>	<b>Material</b>	<b>Acabamento</b>
00014.2.024	Chapa estrutura roda	Quinagem		Aço S235	Natural
00014.2.053	Tubo mecânico (roda)	Maquinagem		DIN 1.5217	Natural

Tabela 12 – Lista de componentes do conjunto 00014.1.005

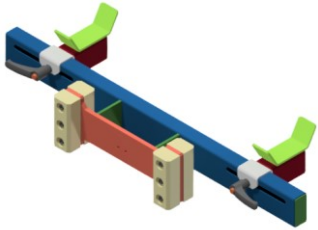


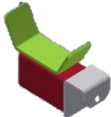
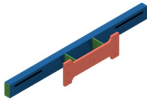
<b>Nº Conjunto</b>	00014.1.005				
<b>Descrição</b>	Braços de elevação				
<b>Processo</b>	Montagem				
<b>Acabamento</b>	Natural				
<b>Nº Desenho</b>	<b>Descrição</b>	<b>Processos</b>	<b>Imagem</b>	<b>Material</b>	<b>Acabamento</b>
00014.2.068	Patim	Maquinagem		Poliamida 6	Natural
00014.2.072	Chapa de afinação	-		Aço S235	Galvanizado
00014.3.006	Garra	Soldadura (Tabela 13)		-	Pintado
00014.3.013	Braços	Soldadura (Tabela 14)		-	Pintado

Tabela 13 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.006

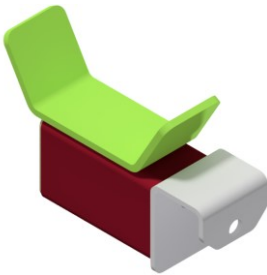




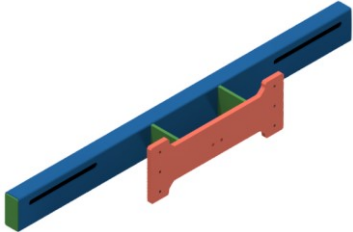
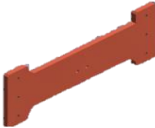
<b>Nº Conjunto</b>	00014.3.006				
<b>Descrição</b>	Garra				
<b>Processo</b>	Soldadura				
<b>Acabamento</b>	Pintado				
<b>Nº Desenho</b>	<b>Descrição</b>	<b>Processos</b>	<b>Imagem</b>	<b>Material</b>	<b>Acabamento</b>
00014.2.039	Chapa de fixação (garra)	Quinagem		Aço S235	Natural
00014.2.040	Tubo (garra)	Extrusão		Aço S235	Natural
00014.2.081	Chapa de topo	-		Aço S235	Natural
00014.2.082	Garra	Quinagem		Aço S235	Natural

Tabela 14 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.013

<b>Nº Conjunto</b>	00014.3.013				
<b>Descrição</b>	Braços				
<b>Processo</b>	Soldadura				
<b>Acabamento</b>	Pintado				
<b>Nº Desenho</b>	<b>Descrição</b>	<b>Processos</b>	<b>Imagem</b>	<b>Material</b>	<b>Acabamento</b>
00014.2.015	Chapa	-		Aço S235	Natural




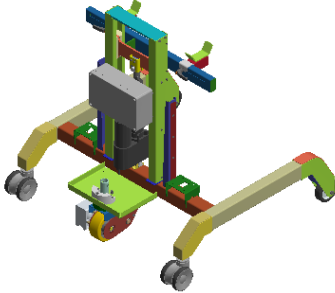
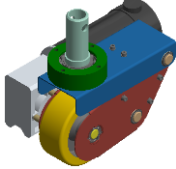
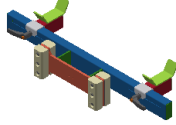


00014.2.016	Chapa	-		Aço S235	Natural
00014.2.017	Tubo (braços)	Extrusão e corte laser		Aço S235	Natural
00014.2.144	Chapa de topo	-		Aço S235	Natural

Tabela 15 – Lista de componentes do conjunto 00014.1.004

<b>Nº Conjunto</b>	00014.1.004				
<b>Descrição</b>	Estrutura + componentes				
<b>Processo</b>	Montagem				
<b>Acabamento</b>	Natural				
<b>Nº Desenho</b>	<b>Descrição</b>	<b>Processos</b>	<b>Imagem</b>	<b>Material</b>	<b>Acabamento</b>
00014.1.002	Estrutura da roda motriz	Montagem (Tabela 10)		-	Natural
00014.1.005	Braços	Montagem (Tabela 12)		-	Natural
00014.2.071	Chapa de aproximação	-		Aço S235	Galvanizado
00014.2.113	Batente direção	Maquinagem		Poliamida 6	Natural




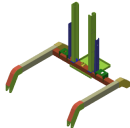
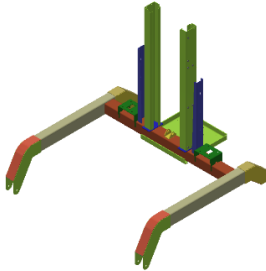




00014.2.038	Suporte de montagem superior	Quinagem		Aço S235	Galvanizado
00014.2.161-01	Veio atuador	Maquinagem		Aço C45E	Natural
00014.2.161-02	Veio atuador	Maquinagem		Aço C45E	Natural
00014.3.012	Estrutura	Soldadura (Tabela 16)		-	Pintada

Tabela 16 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.012

<b>Nº Conjunto</b>	00014.3.012				
<b>Descrição</b>	Estrutura				
<b>Processo</b>	Soldadura				
<b>Acabamento</b>	Pintado				
<b>Nº Desenho</b>	<b>Descrição</b>	<b>Processos</b>	<b>Imagem</b>	<b>Material</b>	<b>Acabamento</b>
00014.2.025	Chapa bateria	Quinagem		Aço S235	Natural
00014.2.062	Tubo principal	Extrusão		Aço S235	Natural
00014.2.067	Calha	Quinagem		Aço S235	Natural
00014.2.069	Base (calha)	-		Aço S235	Natural



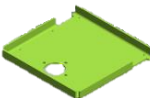


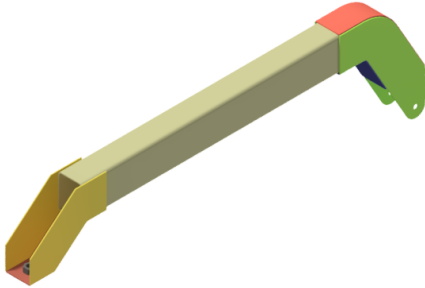
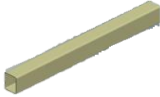





00014.2.073	Suporte de montagem inferior	Quinagem		Aço S235	Natural
00014.2.141	Chapa superior (roda louca)	Quinagem		Aço S235	Natural
00014.2.142	Base (roda tração)	Quinagem		Aço S235	Natural
00014.2.152	Chapa de encosto	Quinagem		Aço S235	Natural
00014.3.026	Apoio (estrutura)	Soldadura (Tabela 17)		-	Natural

Tabela 17 – Lista de componentes do conjunto 00014.3.026

<b>Nº Conjunto</b>	00014.3.026				
<b>Descrição</b>	Apoio (estrutura)				
<b>Processo</b>	Soldadura				
<b>Acabamento</b>	Natural				
Nº Desenho	Descrição	Processos	Imagem	Material	Acabamento
00014.2.134	Tubo das pernas	Extrusão		Aço S235	Natural
00014.2.135	Chapa lateral (roda giratória)	-		Aço S235	Natural

00014.2.136	Chapa lateral (roda fixa)	-		Aço S235	Natural
00014.2.137	Chapa superior (roda fixa)	Calandragem		Aço S235	Natural
00014.2.138	Chapa inferior (roda giratória)	Quinagem		Aço S235	Natural
00014.2.139	Chapa inferior (roda fixa)	Quinagem		Aço S235	Natural

Com base nas tabelas anteriores, verifica-se que grande parte das peças são em aço, sendo o mais selecionado o aço S235. Isto deveu-se ao baixo custo do material e à rigidez adequada.

Deste modo, optou-se por realizar toda a estrutura com tubo retangular e chapa, em aço estrutural (S235) com uma tensão de cedência superior a 235 MPa e módulo de rigidez de (E) de 206 GPa. Quanto à estrutura que engloba a roda motriz, os componentes são de chapa, utilizando aço estrutural S235, e aço C45E para os veios utilizados. Para as peças pertencentes à blindagem, também se selecionou o aço S235, devido ao baixo custo e à boa soldabilidade e quinagem.

### 3.5.3 Dimensionamento

Para que os equipamentos mecânicos tenham segurança e vida útil mais prolongada, devem ser bem dimensionados segundo critérios de segurança. Neste equipamento utilizou-se o Critério de *von Mises* para verificar a estrutura e outros componentes mecânicos à resistência. Para estruturas complexas, é necessário o uso de ferramentas computacionais para ajudar na resolução do dimensionamento. Neste estudo, recorreu-se a dois *softwares* de CAD e MEF (SolidWorks® e Inventor®), sendo que o SolidWorks® apenas foi utilizado para realizar análise de vigas presente na Figura 85 (o *software* Intentor® não permite aplicar em *frame analysis* cargas remotas).

Para qualquer dimensionamento, é necessário determinar as condições de funcionamento. Como apenas se realizou uma análise estática, consideraram-se apenas as piores condições a que o equipamento estaria sujeito durante a sua utilização. Então, considerou-se que o pior caso seria a utilização de uma cama hospitalar com a máxima capacidade de carga, aliando a essa carga o peso próprio da cama. Por conseguinte, após

alguma pesquisa de empresas portuguesas que comercializam mobiliário hospitalar, selecionou-se a cama hospitalar da *JMS*, modelo *Andreia* (Figura 50). As dimensões e massas desta cama estão apresentadas na Tabela 18.



Figura 50 – Cama hospitalar de referência para aplicação de carga no equipamento [9]

Tabela 18 – Características da cama *JMS Andreia* [9]

Característica	Unidade
Dimensões interiores (comprimento x largura)	2090 mm × 840 mm
Massa da cama	160 kg
Massa máx. admissível (massa do paciente/equipamentos)	270 kg

A posição do CG é um dado importante, mas que não era fornecido pelo fabricante. Deste modo, teve-se de arbitrar uma posição, ficando posicionado no centro da cama, quer a nível longitudinal, quer transversal. A posição do CG em altura era irrelevante, pelo que não foi considerado nenhum valor para este.

Quanto à massa máxima admissível da cama, como o valor é muito elevado (270 kg), considerou-se que estariam acoplados à cama alguns instrumentos médicos. Assim sendo, o CG desta massa admissível não terá a mesma localização longitudinalmente do que a da cama. Visto que os equipamentos médicos estariam, maioritariamente, na cabeceira da cama e o CG do corpo humano é, sensivelmente, a meio do corpo, considerou-se então que esta massa máxima admissível da cama, estaria a um terço da cabeceira da cama. Esta distribuição de massas é apresentada no Diagrama de Corpo Livre (DCL) (Figura 51).

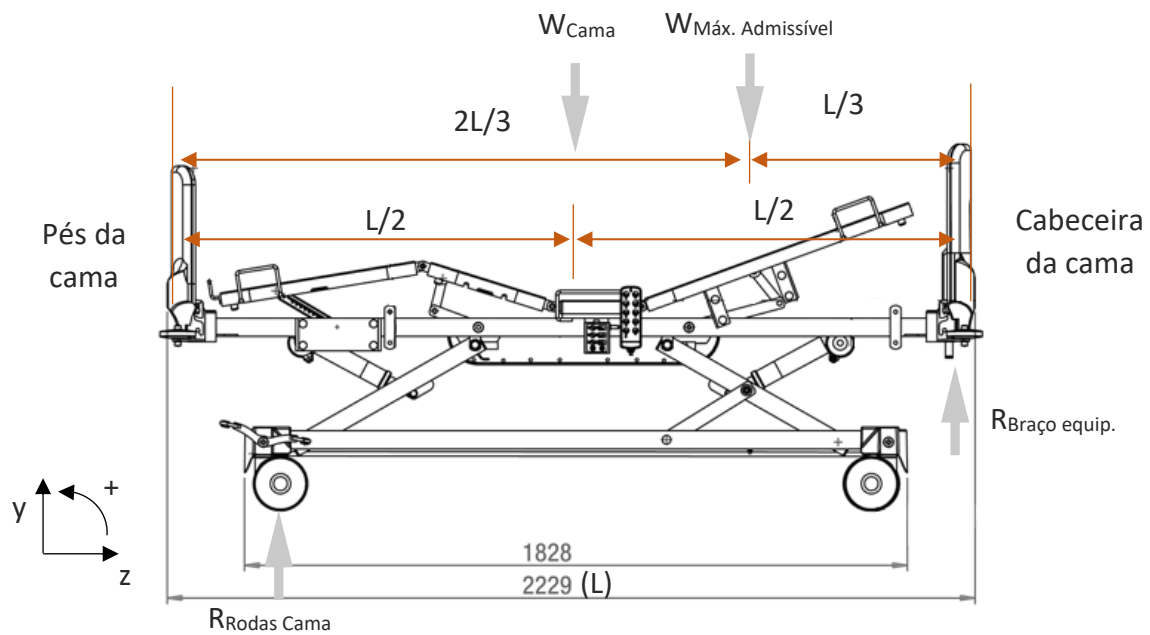


Figura 51 – DCL da cama no momento em que está a ser elevada [9]

No DCL (Figura 51) não é indicada a distância entre as rodas. Contudo, o valor apresentado (1828 mm) será considerado como a distância longitudinal entre as rodas da cama. Neste DCL não se colocaram reações no sentido de  $z$ , pois não há forças nesse sentido.

A carga aplicada no equipamento, para dimensionamento do mesmo, foi a reação existente ao elevar a cama pela cabeceira ( $R_{\text{Braço equip.}}$ ). Tendo em conta os dados apresentados, fez-se uma análise estática do DCL (Figura 51), obtendo-se uma reação de **2871 N**.

### 3.5.3.1 Dimensionamento do atuador

Determinada a força que o conjunto cama + pessoa (ou equipamentos que exercem força sobre o equipamento a projetar), puderam-se definir os requisitos do atuador a usar no equipamento, para realizar o movimento vertical dos braços de elevação do equipamento.

Como primeiro passo, foi preciso definir um tipo de atuador para se incorporar no equipamento. Tratando-se de um equipamento móvel, existe logo uma impossibilidade para soluções hidráulicas (querendo um sistema sem força manual), visto estes necessitarem de uma unidade hidráulica.

Assim sendo, restavam opções pneumáticas e elétricas. Os sistemas pneumáticos são sistemas algo ruidosos e de difícil controlo, pois os atuadores apenas conseguem estar numa posição. Isto significa que não se iria ter controlo, por exemplo, na subida e descida dos braços de elevação. Para além deste aspeto, é necessário um compressor

(isto equivale a ruído, o que não se enquadra em ambiente hospitalar) e um reservatório de ar para o funcionamento do sistema.

Por conseguinte, selecionou-se um atuador elétrico, aproveitando as baterias instaladas para alimentar o motor, também como alimentação do atuador. Para dimensionar o atuador, fez-se um DCL (Figura 53) baseado nas condições apresentadas na Figura 52.

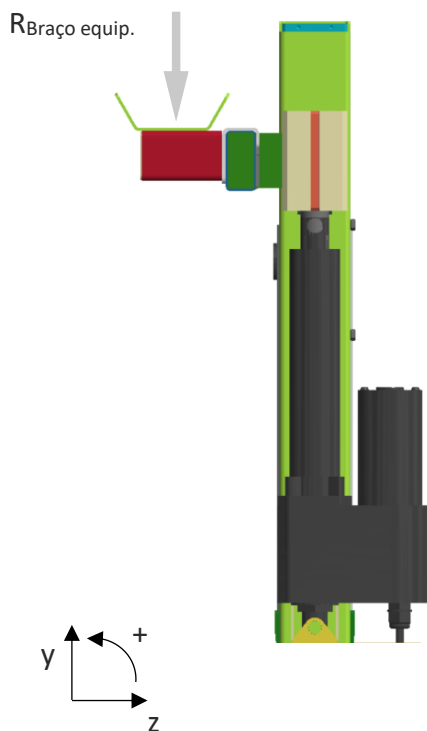


Figura 52 – Representação da transmissão de esforços desde o ponto de carga até à subestrutura

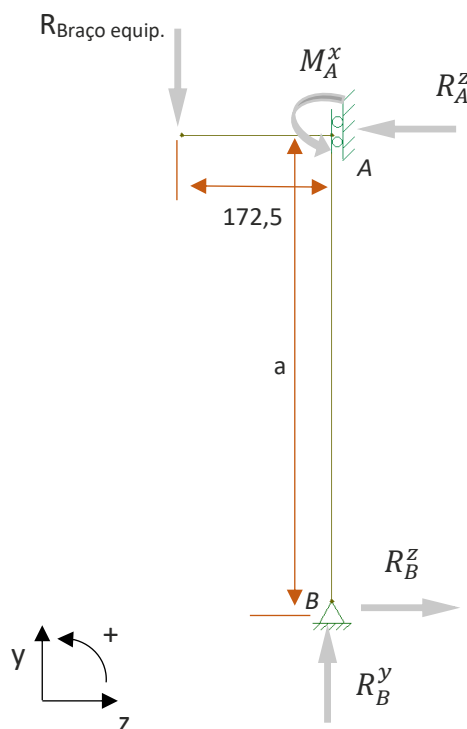


Figura 53 – DCL da transmissão de esforços desde o ponto de carga até à subestrutura

No ponto A do DCL (Figura 53) está representado um apoio encastrado deslizante no eixo z, porque as guias (peças a verde claro), em conjunto com o patim, impedem que haja rotação neste ponto, permitindo o deslizamento do conjunto verticalmente. No ponto B existe um pino, pelo que se considera a existência de um apoio duplo. A distância  $a$  não é conhecida, pois é condicionada pelo tamanho do atuador quando está recuado. Contudo, a variação de  $a$  não interfere nas reações nos pontos A e B.

Através da análise do DCL (Figura 53), e com recurso ao *software Ftool* (para maior rapidez no processamento de estruturas hiperestática), obtiveram-se os diagramas de esforços presentes na Figura 54.

Analisando os diagramas da Figura 54, verifica-se que, ao longo de todo o atuador elétrico, apenas existem esforços axiais constantes. Com isto, concluiu-se que o atuador teria de exercer uma força de 2,9 kN para elevar a cama na sua capacidade máxima.

Contudo, como segurança, definiu-se que possa haver um aumento de carga de 20%. Assim, aplicou-se um coeficiente de segurança de 1,2, determinado que o atuador terá de ter uma força máxima superior a **3,5 kN**.

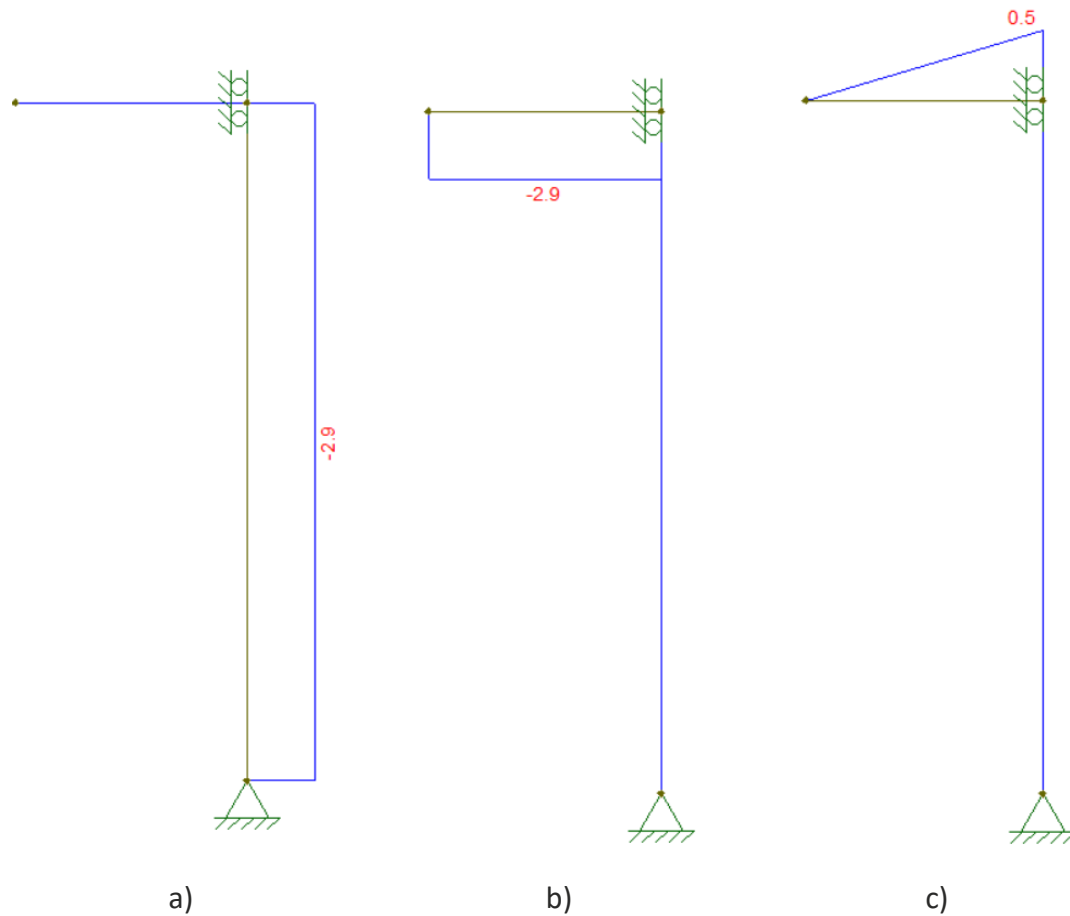


Figura 54 – Diagrama de a) esforços axiais (kN); b) esforços transversos (kN); c) momentos fletores (kN.m)

Quanto à voltagem do atuador há apenas uma opção, pois as baterias a utilizar pela empresa são de 24V.

Com todos os parâmetros definidos, encontrou-se um atuador da *Progressive Automations* que corresponde a todas estas necessidades (Figura 55). Na Tabela 19 encontram-se os parâmetros do atuador.

Tabela 19 – Propriedades do atuador elétrico *Progressive Automations PA-17* [64]

<b>Tensão</b>	24V
<b>Avanço</b>	4'' (100 mm)
<b>Força máxima</b>	2000 lbs (8,9 kN)
<b>Índice de Proteção</b>	IP65
<b>Tipo de Motor</b>	<i>Brushed DC Motor</i>
<b>Preço</b>	305,00€



Figura 55 – Atuador elétrico *Progressive Automations* PA-17 [64]

### 3.5.3.2 Dimensionamento da estrutura

Para efeitos de simulação numérica no *software Inventor*<sup>®</sup>, substituiu-se o atuador elétrico por um veio. Esta substituição tem como princípio a simplificação do modelo, visto que o atuador não é um elemento em estudo. Todavia, é essencial para a transmissão de esforços desde o ponto de aplicação da força até à estrutura.

Depois identificou-se o material de todas as peças e definiram-se as restrições de movimento. A estrutura tem cinco apoios, sendo todos eles rodas. Contudo, um dos apoios é uma roda com um mecanismo, pois esta tem uma mola que permite o movimento vertical da roda, não impedindo o movimento em qualquer uma das direções. Então definiram-se quatro fixações, sendo todas elas do tipo *frictionless*. Isto é, restringiu-se o movimento dessa superfície na direção normal ao plano, no caso de superfícies planas, e restringiu-se o movimento em duas direções, no caso de superfícies cilíndricas, permitindo apenas o movimento na direção axial. Na Figura 56 visualizam-se as superfícies onde se aplicaram as restrições de movimento.

Visto que todas os apoios são rodas, que apenas impedem o movimento vertical da carga, deixando a estrutura mover-se em qualquer direção no plano  $xOz$ , apenas se impediu o movimento vertical (no eixo  $y$ ). No caso das superfícies cilíndricas, o movimento em  $z$  também ficou condicionado. Na Figura 56 visualizam-se as superfícies onde foram aplicadas as restrições de movimento, demarcadas a azul. Para que durante a simulação não houvesse movimento da estrutura em  $x$ , pois é a única direção em que não havia restrição imposta, aplicou-se uma restrição do tipo *fixed* numa pequena aresta

da superfície indicada pela seta laranja (Figura 56). Esta restrição implicará um grande aumento de tensões, mas apenas junto da aresta, sendo que o tipo de contacto naquela zona já provoca tensões elevadas (contactos *bonded*).

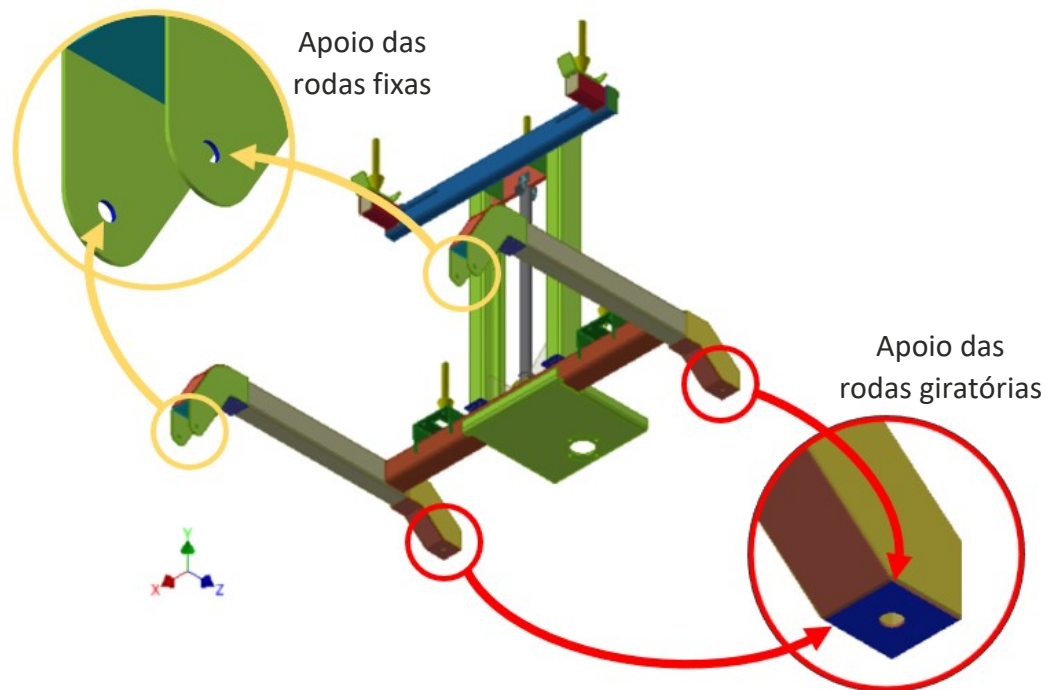


Figura 56 – Restrições de movimento na estrutura

Indicaram-se as superfícies a azul, assinaladas pelas setas vermelhas (Figura 56), como restrição de movimento no apoio das rodas giratórias. Apesar de a área onde a porca apertará a roda não ser toda a área assinalada, não se modelou uma extrusão a representar a área de contacto da porca com a superfície, visto que já se trata de uma área reduzida. De facto, caso se optasse por esta solução (a de modelar a superfície de contacto), não haveria uma diferença significativa nos deslocamentos daquela peça, porque a geometria circundante oferece rigidez suficiente para impedir grandes deformações. Quanto ao deslocamento impedido pelas rodas fixas, foi indicado por cada par de furos, onde estão fixas as rodas (indicado pelas setas amarelas (Figura 56)).

No que toca as cargas aplicadas à estrutura, foram aplicados três tipos de cargas: forças, forças remotas e peso próprio. Na primeira, a força é aplicada sobre forma de pressão, enquanto na segunda, a força é aplicada num ponto do espaço que irá interagir com uma superfície. Na última, considerou-se a força exercida pela massa da estrutura, segundo a direção  $y$  com sentido descendente.

Deste modo, aplicaram-se três forças diretamente na superfície: o peso das baterias aplicado na superfície a verde escuro (duas forças) e a força exercida para elevar a cama indicado a verde claro (Figura 57).

Foram aplicadas duas forças remotas, correspondentes a dois conjuntos soldados (conjuntos referentes à blindagem). Essas forças foram posicionadas no CG do conjunto, em relação ao zero da estrutura, atuando nos pontos de fixação da estrutura. Tratando-se de forças referentes a peso, estas tiveram a mesma direção e sentido que a força gravítica.

O peso próprio do conjunto foi indicado pela direção da força gravítica no eixo y, com um sentido negativo (de cima para baixo) (**nota:** a posição da seta referente ao peso da estrutura não está devidamente posicionada, apenas indica a direção e sentido; o seu ponto de atuação é indicado na Tabela 20).

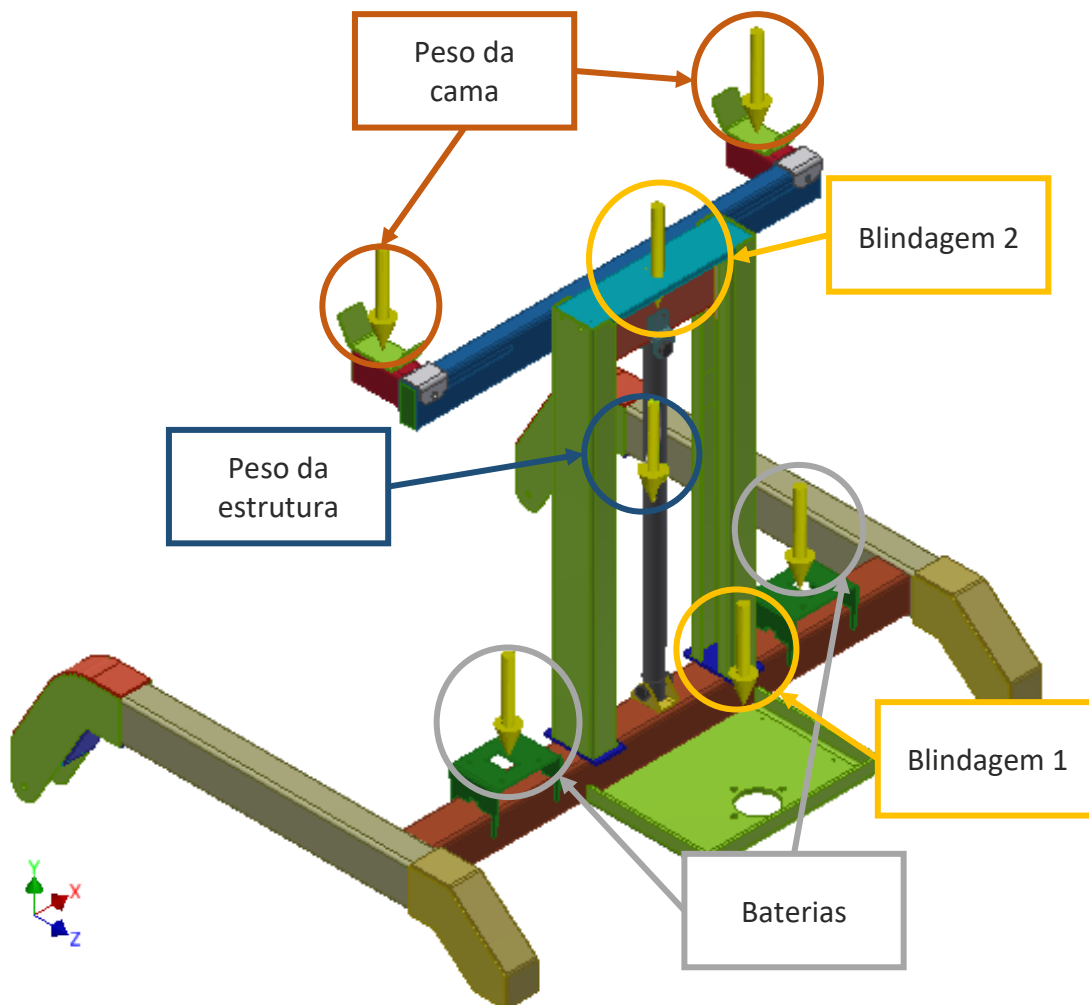


Figura 57 – Forças atuantes na estrutura

Todos os dados, relativos às forças aplicadas, são apresentados na Tabela 20. O zero do sistema de unidades cartesianas encontra-se na interseção do plano de simetria da estrutura (plano  $yOz$ ), com o eixo central (na direção  $x$ ) do tubo principal da estrutura.

Tabela 20 – Posicionamento e valores das forças aplicadas na estrutura

Descrição	Força [N]	Posição [mm]		
		x	y	z
Peso da bateria (cada)	58,9	-	-	-
Peso da cama	3445,0 <sup>1</sup>	-	-	-
Peso da estrutura	336,1	0	178,3	-70,7
Blindagem 1	53,2	0	248,7	150,9
Blindagem 2	14,5	0	604,9	5,0

Além destas forças aplicadas, haveria mais peças cujo peso não foi considerado para a análise da estrutura, como é o caso de todos os elementos de ligação que estarão presentes na estrutura, mas que não foram considerados. Contudo, esta adição de peso não seria relevante, pois tratava-se de parafusos e porcas de pequenas dimensões (tudo inferior a M8), bem como da adição de material soldado, o que origina uma carga de, aproximadamente, 10 N. Se se comparar com a força exercida pela cama na estrutura, verifica-se que esta carga adicional seria inferior a 0,3% da maior carga aplicada. A mesma analogia poderia ser aplicada a blindagem 2 devido à sua massa reduzida, porém a massa deste conjunto é conhecida, bem como a posição do seu CG, logo aplicou-se a carga.

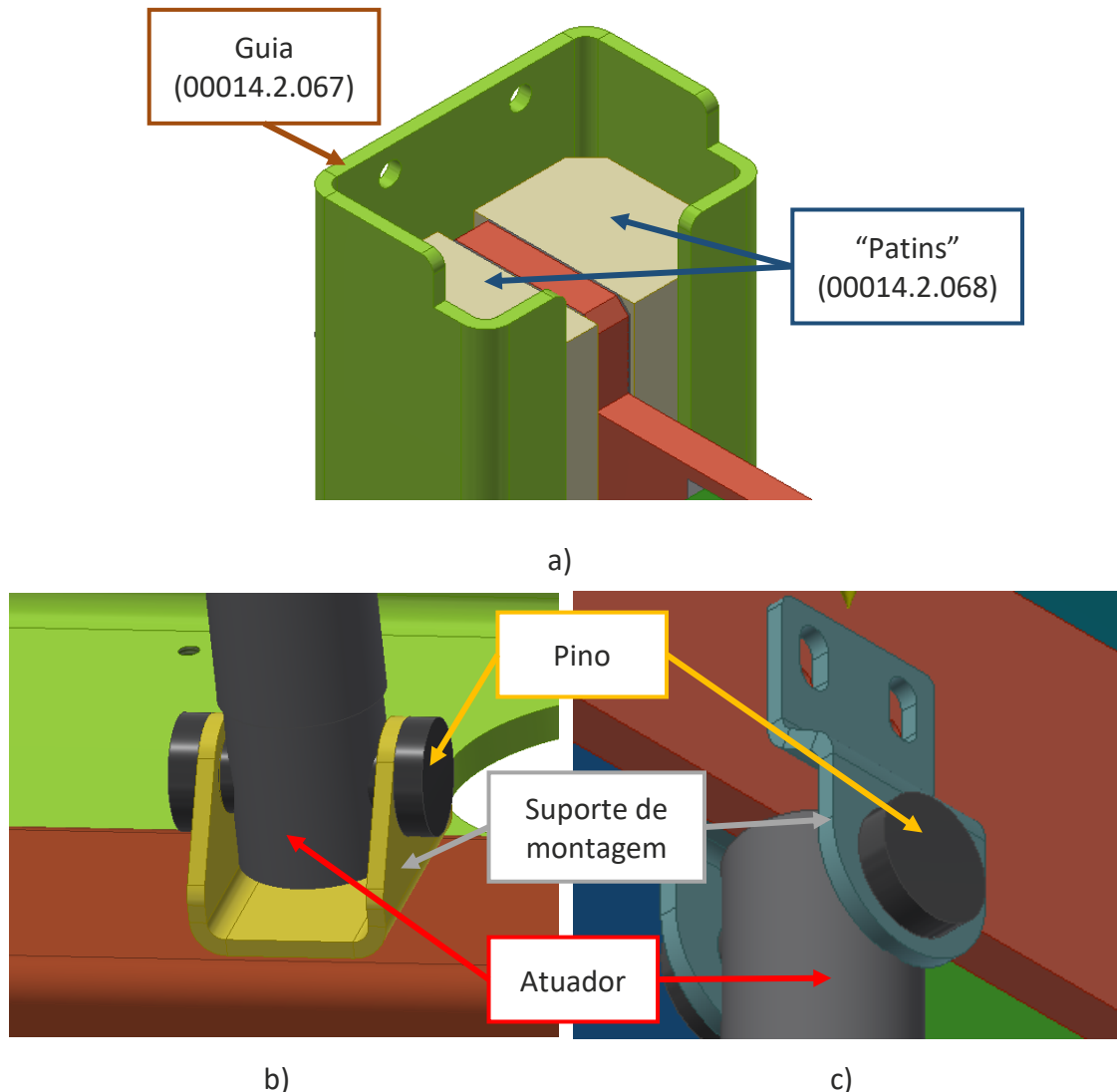
Quanto aos contactos entre peças da estrutura, apenas foram considerados dois: *bonded* (soldado) e *sliding/no separation* (escorregamento/sem separação). O primeiro tipo de contacto impede que as superfícies se movam uma sobre a outra, o que significa que todos os seus graus de liberdade estão restringidos. No segundo, as superfícies que estão em contacto, podem ter movimento deslizante no plano da superfície, mas estão impedidos os movimentos na direção normal da superfície (radial no caso de superfícies cilíndricas).

Visto tratar-se de uma estrutura quase toda soldada, indicou-se que praticamente todos os contactos seriam *bonded*. Todas as peças que necessitavam de contactos com escorregamento, como o caso dos patins (peça n.º 00014.2.068) com as guias (peça n.º 00014.2.067), aplicou-se uma restrição do tipo *sliding/ no separation*. Neste caso os patins mantêm-se sempre juntos à guia, mas necessitam de movimentar-se verticalmente (Figura 58a).

O atuador elétrico é fixo por um pino em cada extremidade, impedindo que este se mova nas três direções. Como a função pino do *Inventor*<sup>®</sup> apresentou problemas ao nível de transmissão de esforços entre os componentes a ligar (indicava que não havia contacto entre os suportes e o veio que substituí-a o atuador), modelou-se um pino para

<sup>1</sup> Força máxima prevista para a utilização do atuador elétrico, determinada no capítulo 3.5.3.1

cada extremidade e aplicou-se o contacto *sliding/no separation* em todas as superfícies de contacto entre o pino, o atuador e as peças de fixação do atuador (Figura 58b e c).



Após definir todas as condições fronteira, definiram-se os parâmetros da malha. O *software Inventor®* apenas permite dar as condições iniciais da malha, mas não permite fazer uma convergência de malha manual. Isto significa a necessidade de indicar os parâmetros de refinamento de malha.

Os parâmetros iniciais da malha são dados segundo a peça em questão, visto que se indica o tamanho dos elementos, segundo uma fração do tamanho do modelo. O recomendado é entre 0,05 e 0,1, tendo-se optado pelo tamanho maior (0,1), para o processamento da primeira análise mais rápida. O tamanho mínimo é definido por uma percentagem do tamanho médio dos elementos. Também aqui se optou pelo valor mais elevado entre os recomendados (0,1 e 0,2). Foi considerado o fator de crescimento dos

elementos e o ângulo de máximo de viragem (superfícies curvas) pré-definidos, de 1,5 e 60°, respetivamente (Figura 59).

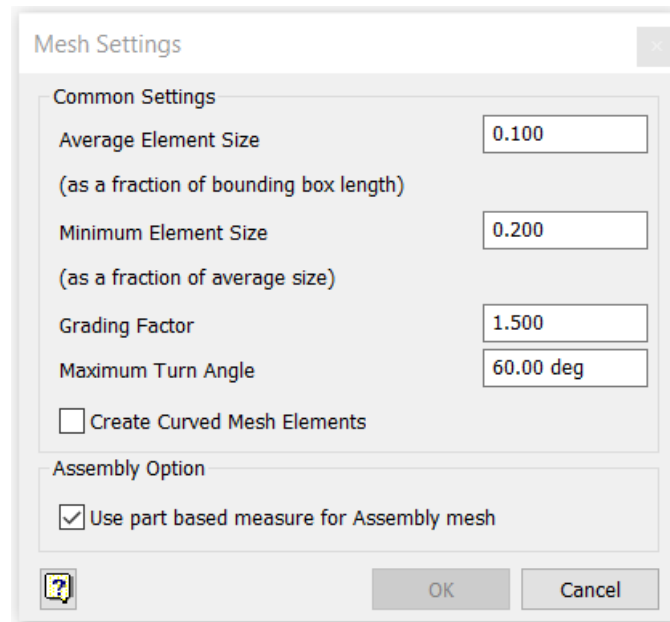


Figura 59 – Parâmetros de malha iniciais

O *Inventor*<sup>®</sup> utiliza malhas formadas por elementos tetraédricos, podendo ser refinados por dois métodos distintos, chamados de adaptativos. O **método  $p$**  ( $p$  é também a designação da fórmula polinomial que descreve os deslocamentos) a cada refinamento aumenta a ordem polinomial das funções de interpolação de cada elemento, criando assim uma sequência de malhas. O **método  $h$**  não varia a ordem polinomial dos elementos, mas modifica o tamanho deles “em função da estimativa de erro calculada localmente” [65].

O *Inventor*<sup>®</sup> utiliza sempre o método  $p$  para iniciar o cálculo de análise de elementos finitos (*Finite Elements Analysis* (FEA)) (mesmo que se pretenda um refinamento  $h$ ), fazendo 2 a 3 iterações. Como se pretendia fazer um refinamento  $h$ , foi necessário indicar um valor diferente de zero no campo “*Maximum Number of  $h$  Refinements*” (Figura 60), sendo que só a partir da terceira iteração existe um refinamento  $h$  [66]. Foram efetuadas iterações até obter um erro entre iterações inferior a 1% ou um máximo de 10 iterações do método  $h$  (estes parâmetros são definidos pelo utilizador).

O limite do refinamento  $h$  é obtido por um valor limite de tensão equivalente (ou outro parâmetro que seja definido para convergência de malha, como o caso do deslocamento). Este valor é compreendido entre 0 e 1. Valores mais próximos de 0, indicam um refinamento mais alargado, enquanto valores próximos de 1 conduzem a um refinamento mais focado na vizinhança do elemento que tem maior tensão ou deslocamento. Atribuiu-se um valor de 0,75, significando que a malha seria refinada em todas as áreas em que a tensão/deslocamento sejam superiores a 75% do valor máximo [66].

O estudo de convergência da malha deve ser realizado tendo em conta o deslocamento. As funções polinomiais dos elementos finitos são contínuas para os deslocamentos, mas não para as tensões. Logo, o refinamento teria melhor resultado convergindo a malha pelos deslocamentos (Figura 60).

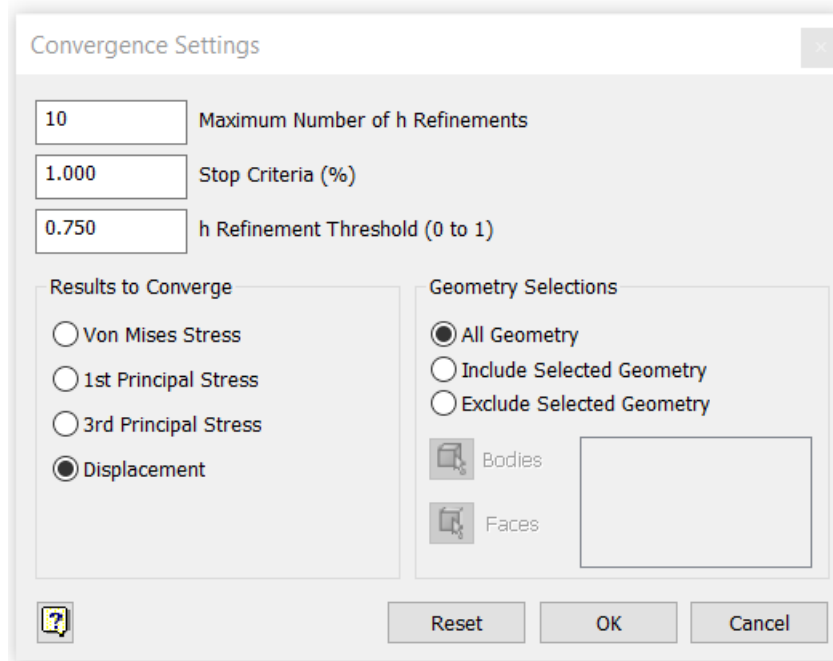


Figura 60 – Parâmetros atribuídos para a convergência de malha

Para diminuir o esforço computacional em componentes não importantes, fez-se um controlo de malha no veio que substitui o atuador elétrico. Neste caso atribuiu-se um tamanho médio de 20 mm para cada elemento, tornando os elementos maiores do que o *software* criou inicialmente. Apesar deste controlo de malha, houve um reajustamento desta durante os sucessivos refinamentos, verificando-se um agravamento da simetria da mesma, mesmo com todas as cargas aplicadas de forma simétrica (Figura 61). Esta assimetria não teve grande influência no resultado obtido, porque as tensões e deformações apresentadas ao longo de toda a estrutura são praticamente simétricas.

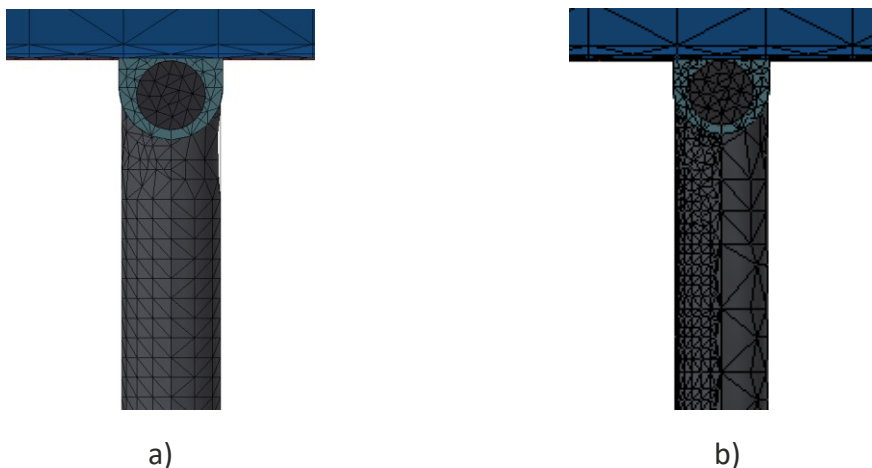


Figura 61 – Detalhe da malha no veio que substitui o atuador elétrico: a) antes e b) após refinamento da malha

Tendo todos os parâmetros estabelecidos, passou-se para a solução, tendo-se realizado um pós-processamento da informação. Antes de analisar os resultados obtidos pelo MEF, foi verificada a convergência de malha com base nos deslocamentos. Como referido anteriormente, o *Inventor*<sup>®</sup> faz o refinamento de malha automático, com base em critérios definidos pelo utilizador. Deste modo, obteve-se uma convergência de malha com um erro de 0,487%, como se verifica pelo gráfico da Figura 62. Por conseguinte, os resultados da análise MEF ficam validados, quanto à aproximação da solução exata, segundo as condições fronteira impostas.

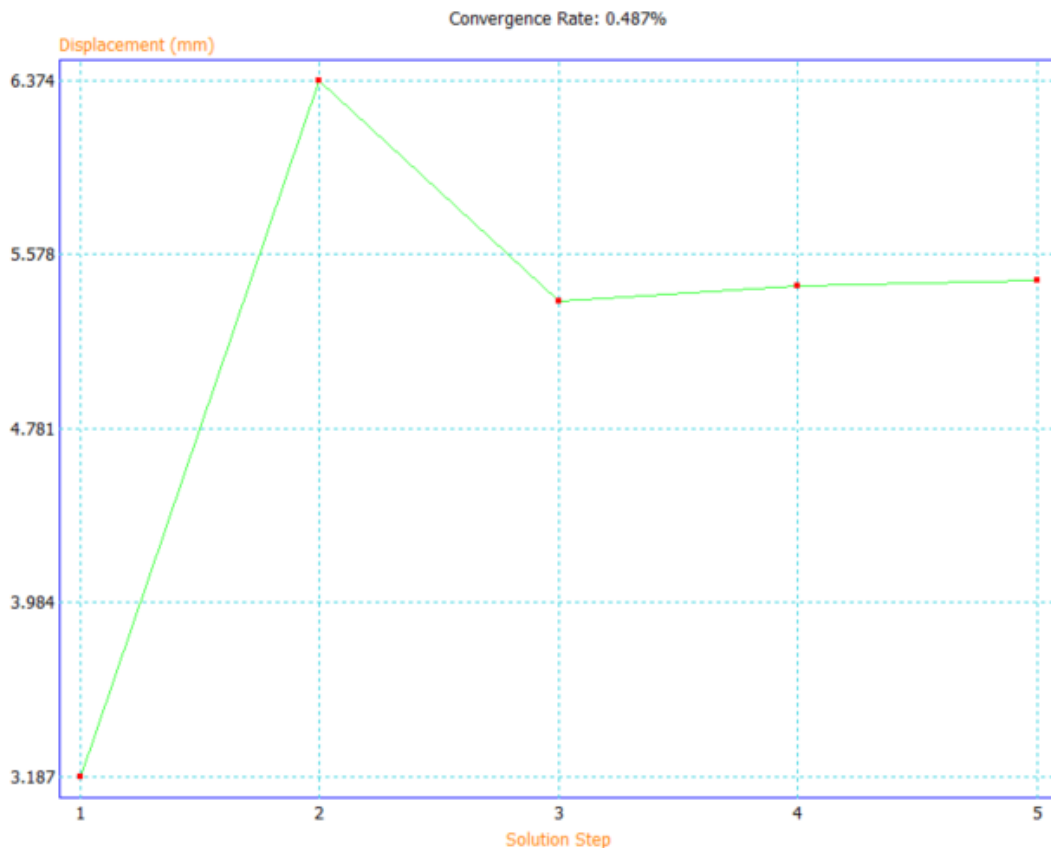


Figura 62 – Convergência de malha da estrutura + braços de elevação na 1ª FEA

Quanto ao pico apresentado no gráfico, este deve-se ao aumento do grau das equações  $p$ . Na iteração seguinte averigua-se um deslocamento menor, passando para o início de uma curva de convergência mais semelhante ao teórico, comparando com a curva teórica da Figura 24.

Já no pós-processamento foi atribuído o valor máximo de tensão equivalente de *von Mises* de 235 MPa na escala de cores, correspondente à tensão de cedência de quase todo o material presente na análise (aço S235), resultando na imagem da Figura 63.

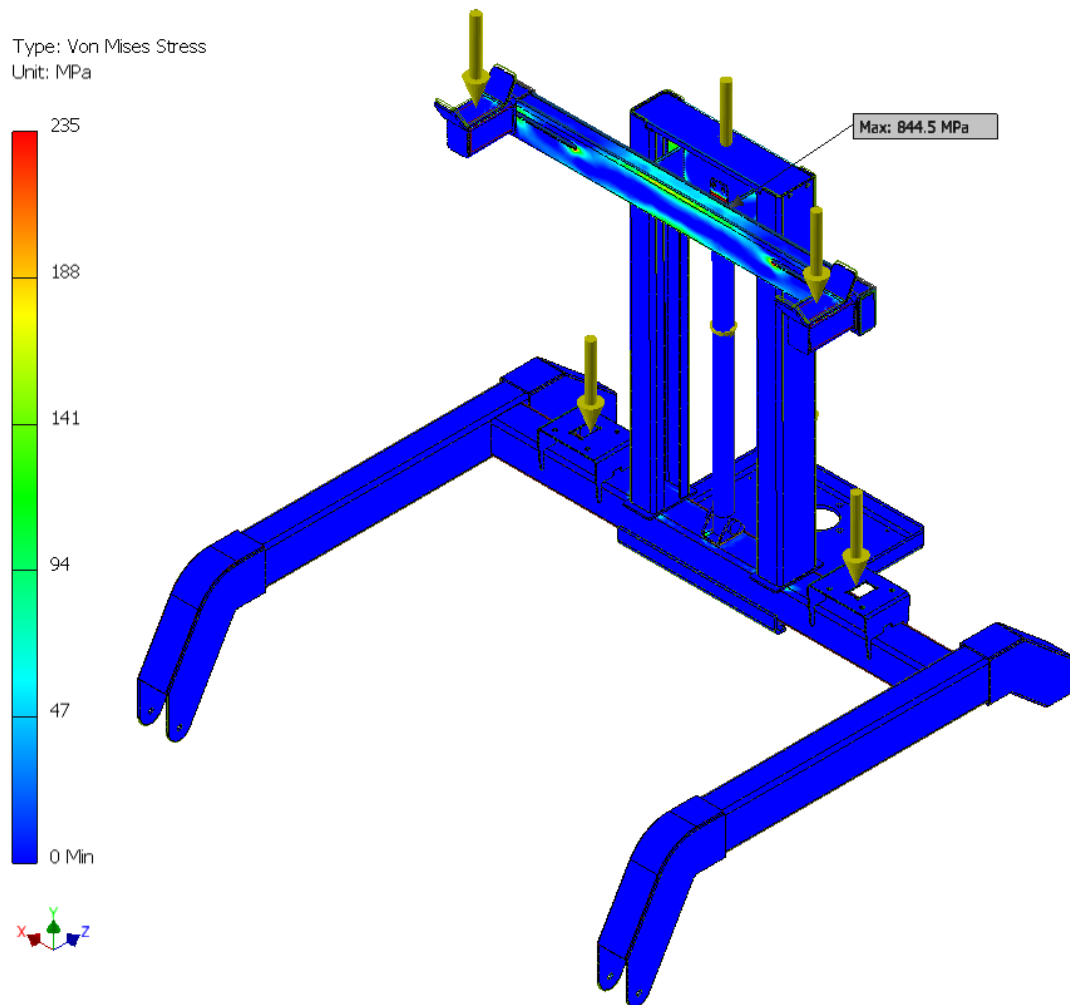


Figura 63 – Tensões equivalentes de *von Mises* no conjunto estrutura + braços de elevação na 1ª FEA

A partir do resultado da análise de tensões, averigua-se a existência de tensões mais elevadas no conjunto 00014.1.005 e na peça 00014.2.038 (Figura 64), que foram analisadas mais pormenorizadamente. A restante estrutura está sobredimensionada, sendo possível diminuir a espessura do material, de três para dois milímetros, no caso dos tubos, e de cinco para quatro milímetros na chapa 00014.2.142.

Também se averigua que há zonas com tensões superiores à tensão de cedência, situando-se, maioritariamente, em zonas com contactos do tipo *bonded*. Esta tipologia de contacto promove concentração de tensões, mas que não correspondem à realidade. Por conseguinte, estas concentrações de tensões foram desprezadas.

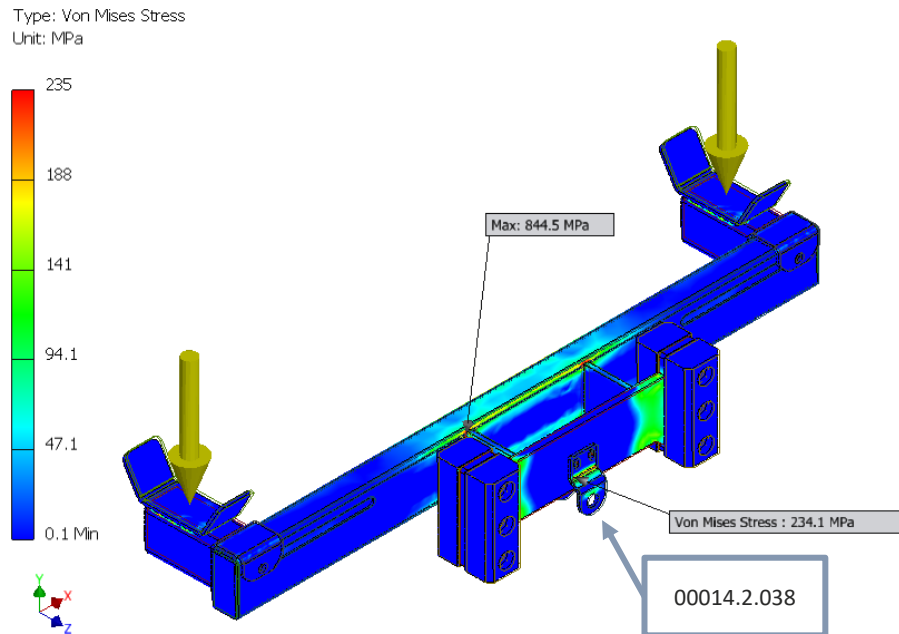


Figura 64 – Tensões equivalentes de *von Mises* do conjunto 00014.1.005 e peça 00014.2.038 na 1ª FEA

Na Figura 65 nota-se uma concentração de tensão proveniente do acidente geométrico que existe na peça, mas também devido à carga aplicada na garra, que provoca grande esforço fletor naquela zona da peça. A primeira solução que se apresenta para este problema consiste no aumento de espessura de dois para três milímetros, aumentando a área de secção da peça, aumentando a sua capacidade de resistir à flexão, diminuindo a tensão naquele local.

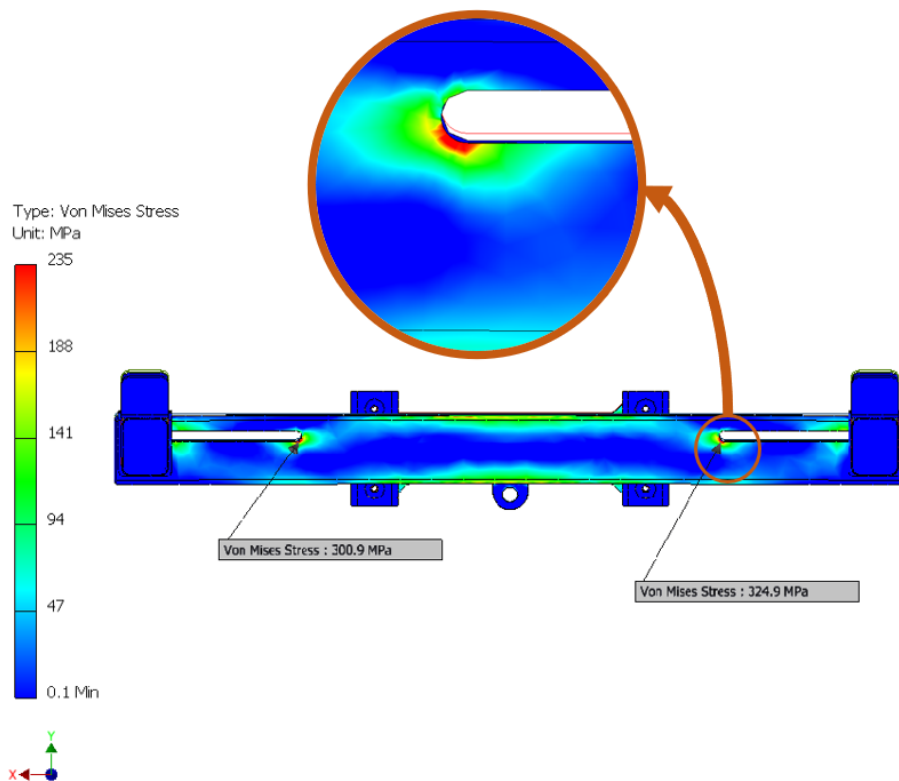


Figura 65 – Concentração de tensão equivalentes de *von Mises* no rasgo da peça 00014.2.017 na 1ª FEA

Outro local de grande concentração de tensão tem lugar na peça 00014.2.038 (Figura 66), apresentando tensões na ordem dos 500 MPa. Esta peça está solicitada maioritariamente ao corte, sendo por isso necessário redesenhar a ligação do atuador com os braços do equipamento.

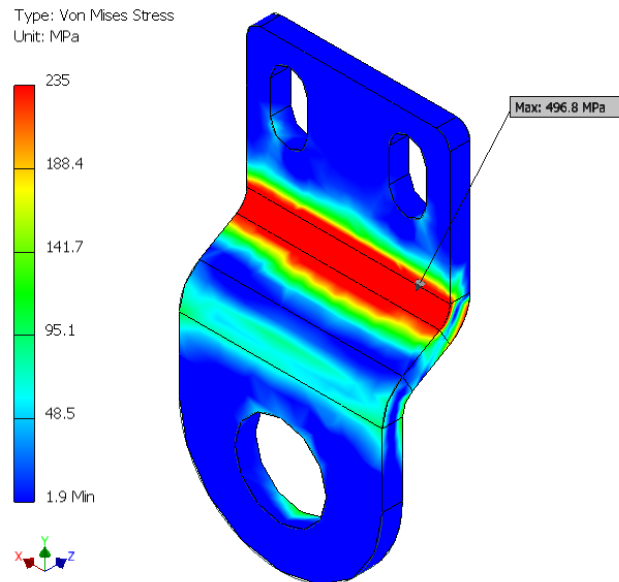


Figura 66 – Tensões equivalentes de *von Mises* na peça 00014.2.038 na 1ª FEA

O resultado da FEA demonstra que o deslocamento dos elementos é, em grande parte da estrutura, inferior a 1 mm, indicando que a estrutura tem uma boa rigidez (Figura 67). Já os braços de elevação apresentam deslocamentos muito superiores (deslocamento máximo de 5,5 mm), embora estes deslocamentos já sejam afetados pelos deslocamentos da própria estrutura.

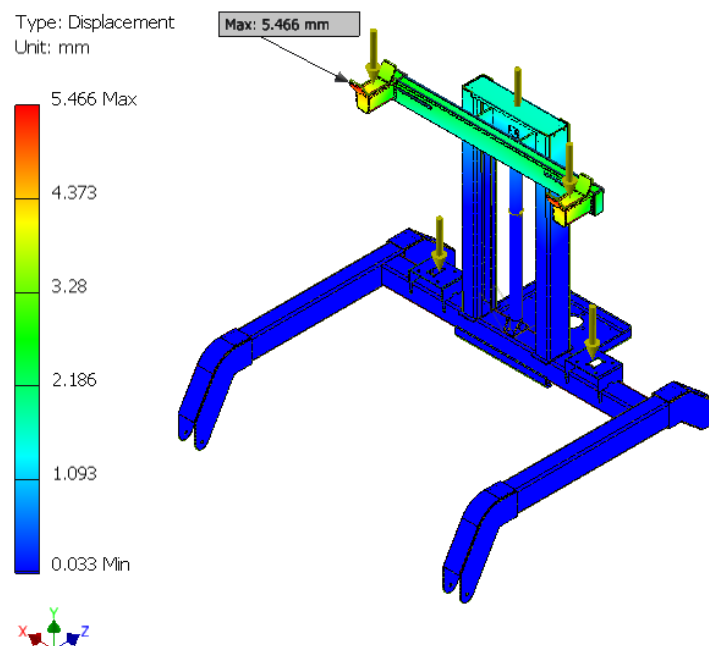


Figura 67 – Deslocamentos no conjunto estrutura + braços de elevação na 1ª FEA

Olhando apenas a estrutura, separou-se os deslocamentos nas três direções principais, analisando o deslocamento em cada direção. Deste modo, obtiveram-se os resultados da Figura 68, Figura 69 e Figura 70.

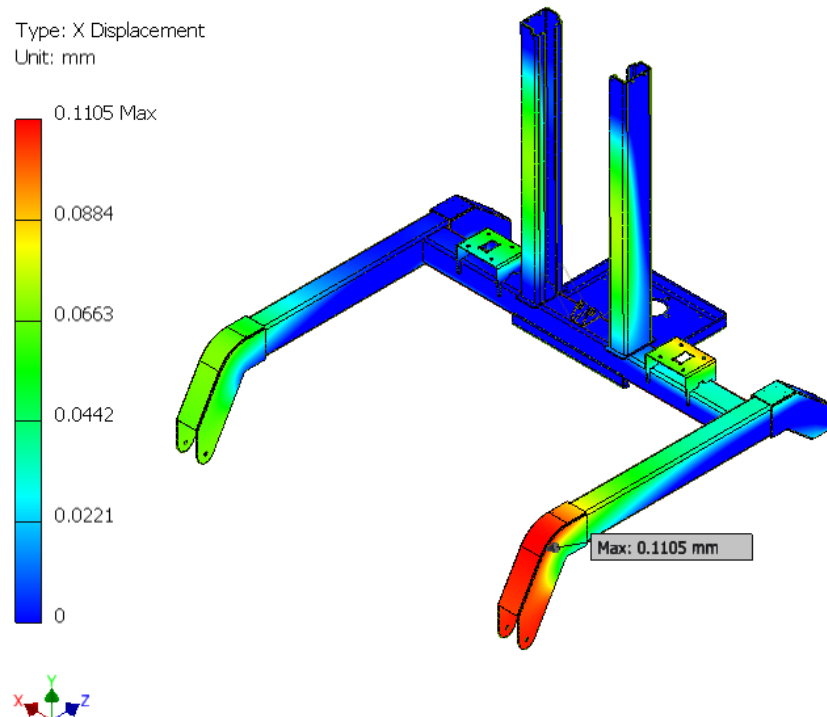


Figura 68 – Deslocamento em x da estrutura na 1ª FEA

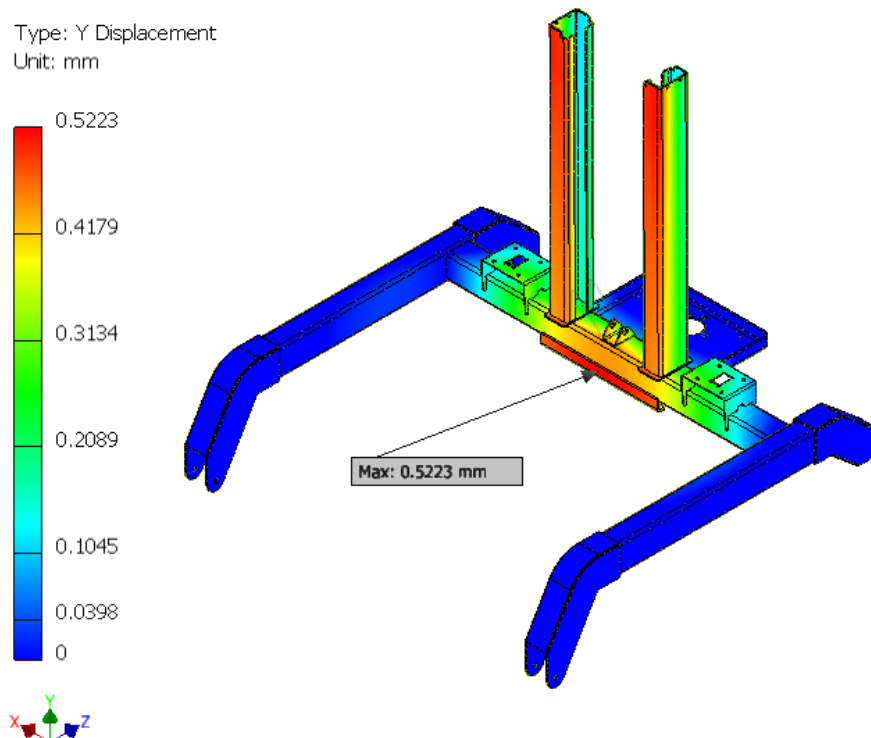


Figura 69 – Deslocamento em y da estrutura na 1ª FEA

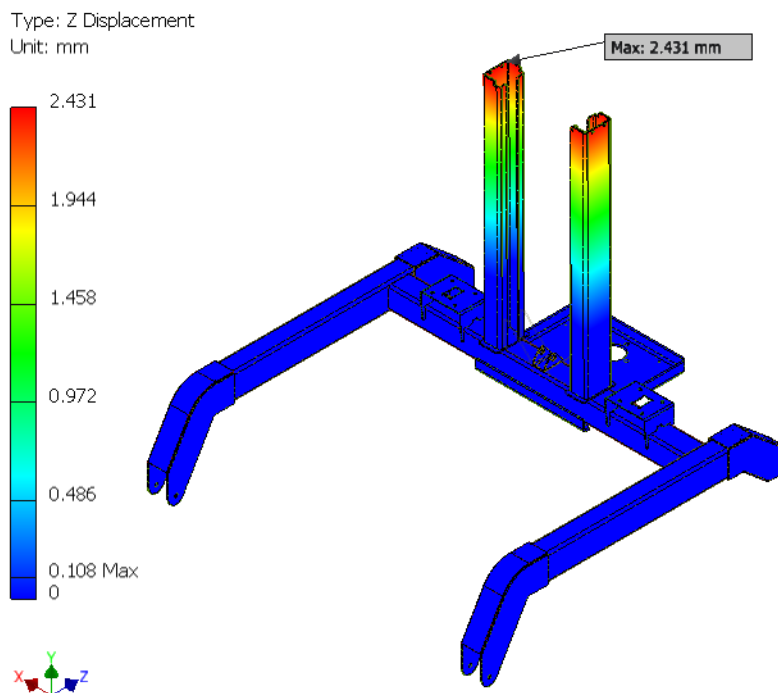


Figura 70 – Deslocamento em z da estrutura na 1ª FEA

Com os resultados da primeira análise, observa-se que o deslocamento em x é desprezável (Figura 68), porque, comparando com as dimensões da estrutura, apresentam valores muito reduzidos (apenas na ordem das décimas de milímetro). A inexistência de simetria nestes deslocamentos deve-se ao facto de a malha em certas zonas não ser simétrica, apesar da estrutura e as cargas aplicadas serem simétricas em relação ao plano  $yOz$ .

Quanto aos deslocamentos em y, tendo o Eurocódigo 3 como referência, o deslocamento em vigas deve ser menor do que  $1/200$  do comprimento entre apoios. Neste caso, olhando apenas para a parte da estrutura que está na horizontal, nota-se que a zona mais crítica é o tubo principal (onde o atuador elétrico exerce a sua reação ao elevar a carga máxima), pois é nesta zona que se observa maior deslocamento em y. Sendo o comprimento do tubo 800 mm, o seu deslocamento vertical máximo admitido, seria de 4 mm. Verifica-se, através da Figura 69 que a estrutura respeita o deslocamento em y.

O Eurocódigo 3 indica que o deslocamento na horizontal deve ser inferior a  $1/500$  da altura entre apoios. Porém, esta é uma condição muito restrita, sendo ela imposta a construções de edifícios. Portanto, impôs-se a mesma condição de aceitação de deslocamentos que nos deslocamentos em y. Considerando apenas as calhas, pois são os únicos elementos dispostos na vertical (altura de 625 mm), nota-se que o deslocamento máximo admissível em z (direção do movimento das calhas) é de 3,1 mm. Verifica-se que este critério é respeitado, pois as calhas apresentam um deslocamento em z de 2,4 mm (Figura 70).

Pode-se assim concluir, quanto aos deslocamentos, que a estrutura tem um bom comportamento.

Atendendo às soluções obtidas, modificou-se as espessuras das peças já indicadas e alterou-se a união do atuador aos braços do equipamento. Na Figura 71 podem-se ver as duas peças pela qual foi alterada a peça 00014.2.038. Ambas as peças são fabricadas em aço S235 galvanizado, obtidas por corte laser, sendo a peça 00014.2.157 submetida a duas operações de quinagem.

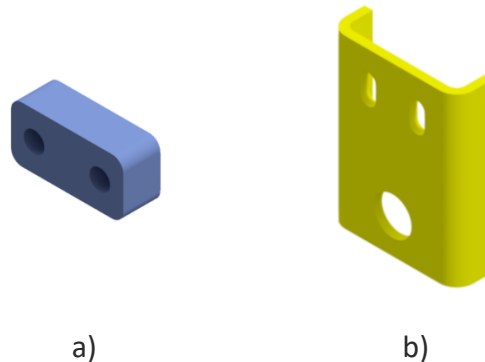


Figura 71 – Peças a substituir pela peça 00014.2.038:  
a) 00014.2.155; b) 00014.2.157

Para fazer a segunda análise da estrutura, mantiveram-se todas as condições dadas na primeira análise: materiais, restrições, contactos e cargas. Também os parâmetros de malha foram mantidos para esta análise, sendo a convergência de malha desta nova análise de 0,067% (Figura 72).

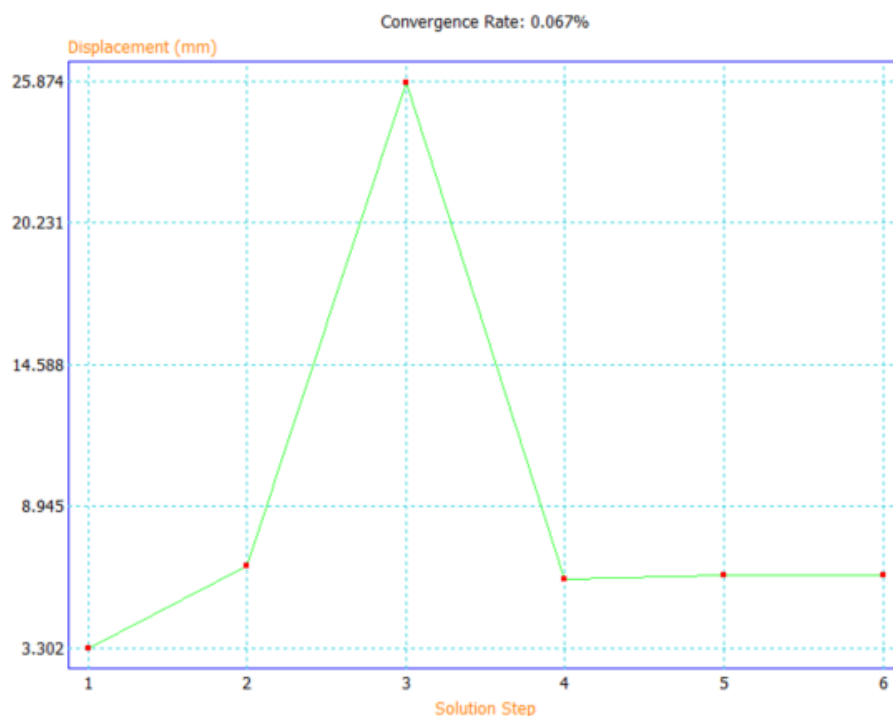


Figura 72 – Convergência de malha da estrutura + braços de elevação na 2ª FEA

Na Figura 73 observa-se as tensões da segunda FEA, sendo a tensão mais elevada de 162 MPa (Figura 74). Existem algumas concentrações de tensões nas superfícies curvas do tubo dos braços que apresentam tensões superiores a 162 MPa, mas estas não são reais, pois com um maior refinamento destes locais nota-se logo uma redução dessas mesmas tensões, logo devem-se a elementos distorcidos. Contudo, para tornar as simulações mais expeditas (e sabendo as causas dessas mesmas tensões elevadas), esse controlo de malha, nessas superfícies, não se realizou.

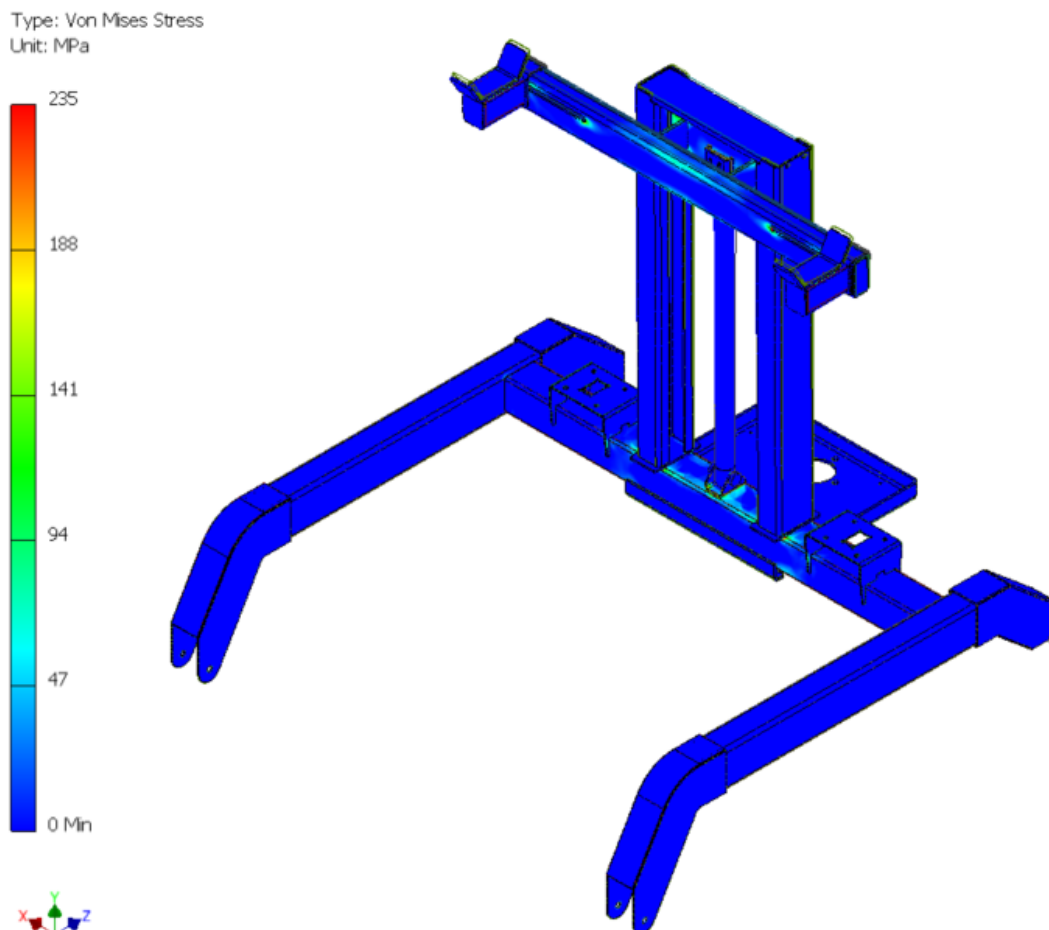


Figura 73 – Tensões equivalentes de *von Mises* no conjunto estrutura + braços de elevação na 2ª FEA

A Diretiva 2006/42/CE [67] indica que máquinas movidas pela força humana devem ter um coeficiente de segurança ( $c_s$ ) de 1,5. Aplicando a equação (1), verifica-se que a mesma tem um coeficiente de segurança de 1,5. Fica assim validada a tensão instalada na estrutura. Para além deste facto, refere-se que a carga imposta já tem um incremento de 20%, reforçando esta validação.

$$\sigma_{instalada} \leq \frac{\sigma_{ced}}{c_s} \quad (1)$$

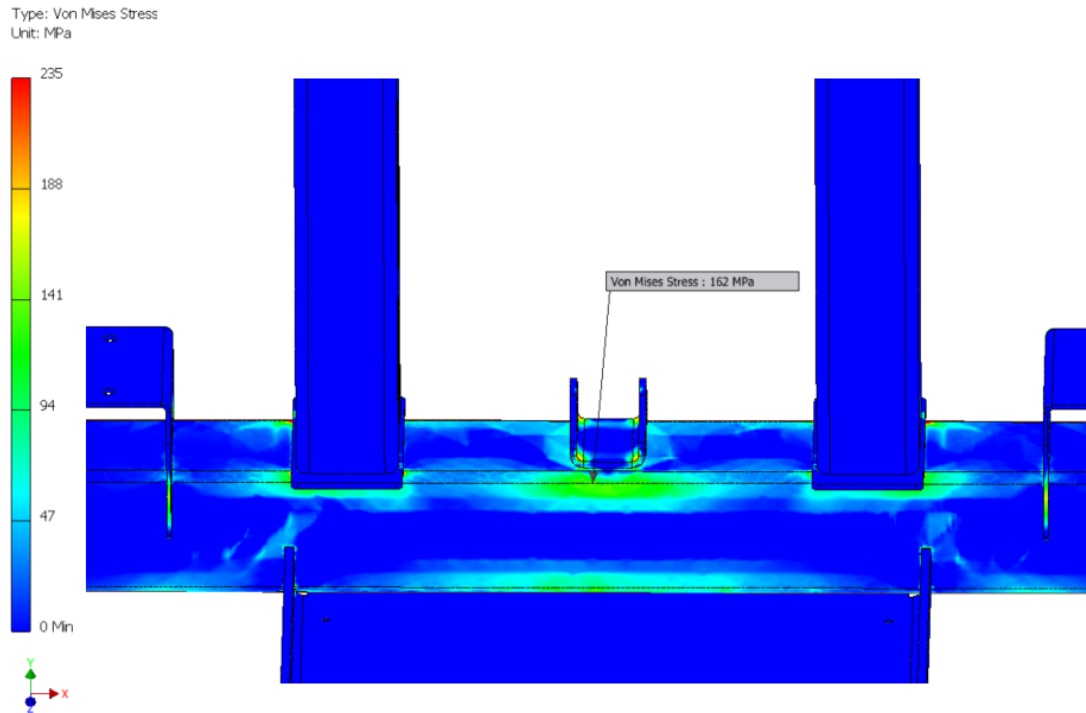


Figura 74 – Local de tensão máxima equivalente de *von Mises* na estrutura na 2ª FEA

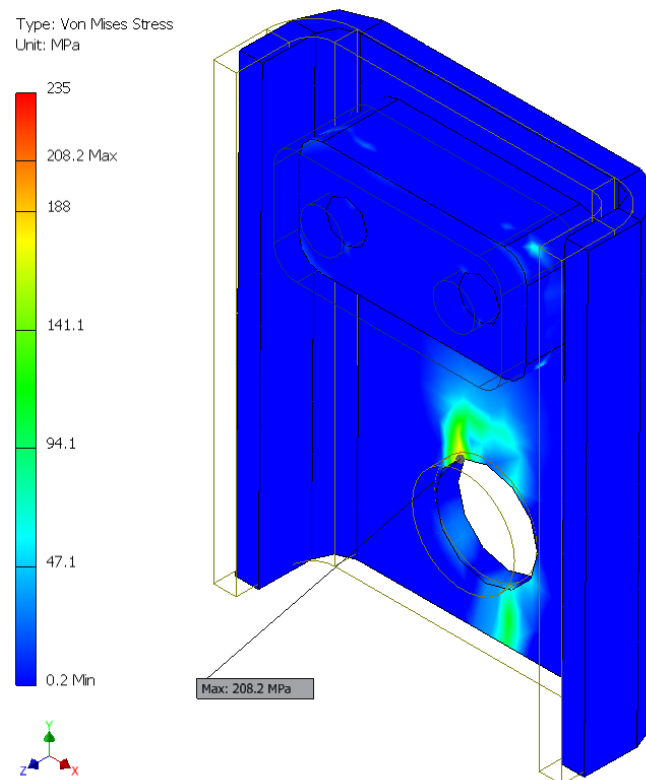


Figura 75 – Tensões equivalentes de *von Mises* instaladas na peça 00014.2.155 e 00014.2.157 na 2ª FEA

Na Figura 75 estão em foco as tensões instaladas nas peças 00014.2.155 e 00014.2.157 (Figura 71), que substituirão a peça 00014.2.038, pois esta apresentava um nível de tensão excessivo. Nesta FEA pode-se observar que a tensão máxima é de 208,2 MPa.

Contudo, esta tensão encontra-se num nó de um elemento, sendo que todos os restantes elementos em redor apresentam uma tensão abaixo dos 150 MPa. Com uma malha mais refinada ao redor do furo, obter-se-ia uma melhor representação das tensões instaladas, pois os elementos não ficariam distorcidos.

Quanto aos braços de elevação, as tensões instaladas diminuíram relativamente à primeira análise. Todavia, continuou a haver uma concentração elevada de tensões junto ao acidente geométrico (Figura 76). Logo, estas tensões mais elevadas serão um problema da caracterização da malha, pois as geometrias curvas são difíceis de representar, visto os elementos serem compostos por linhas retas. Para uma melhor aproximação à geometria, iriam-se consumir recursos computacionais extra, sem necessidade.

Então concluiu-se que o aumento de espessura do tubo não teria efeito na diminuição das tensões no acidente geométrico, pois esta concentração estaria relacionada com os elementos da malha e o tamanho dos mesmos. Verifica-se que, na primeira FEA, o tubo com dois milímetros de espessura era validado quanto às tensões instaladas no restante conjunto.

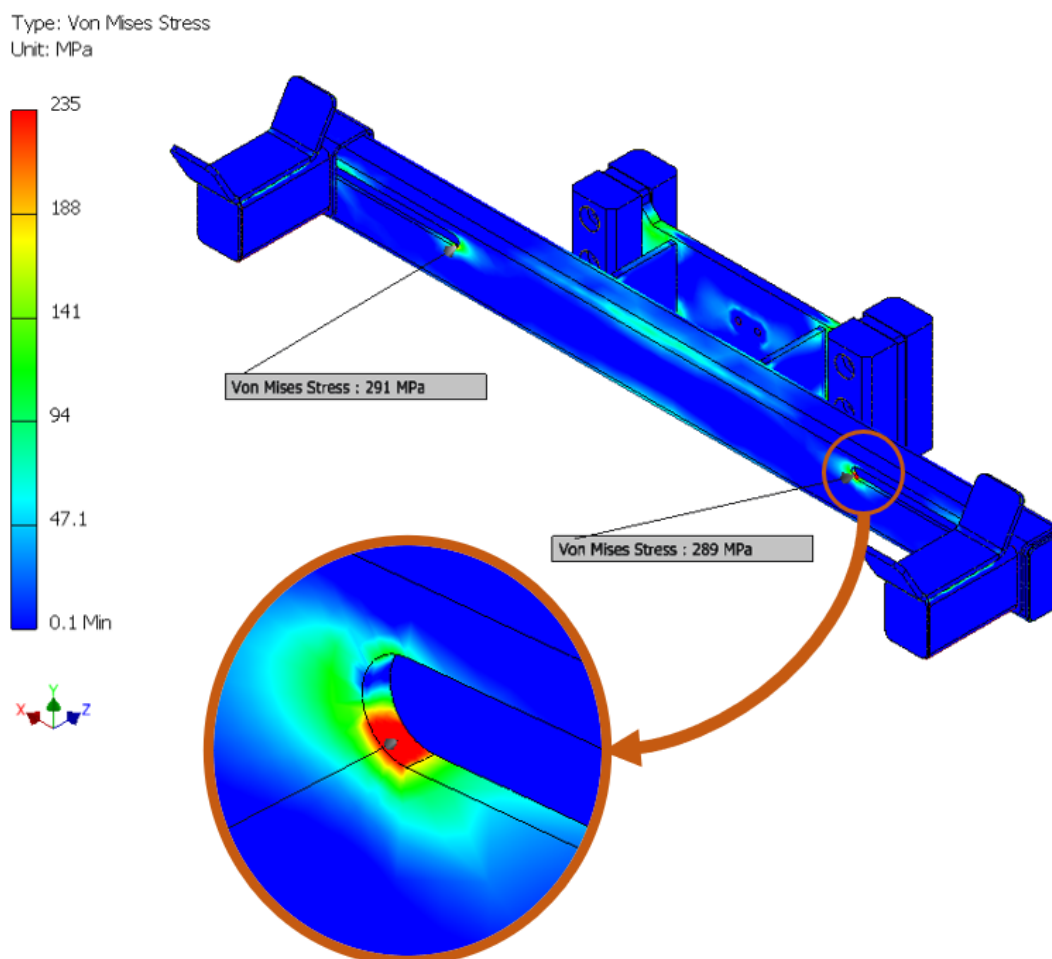


Figura 76 – Concentração de tensão equivalentes de *von Mises* no rasgo da peça 00014.2.017 na 2ª FEA

Enquanto a solução estava validada a nível de tensões, a nível dos deslocamentos não ficou validada. Na Figura 77, Figura 78 e Figura 79 voltou-se a focar apenas na estrutura e dividiu-se os deslocamentos nas três direções.

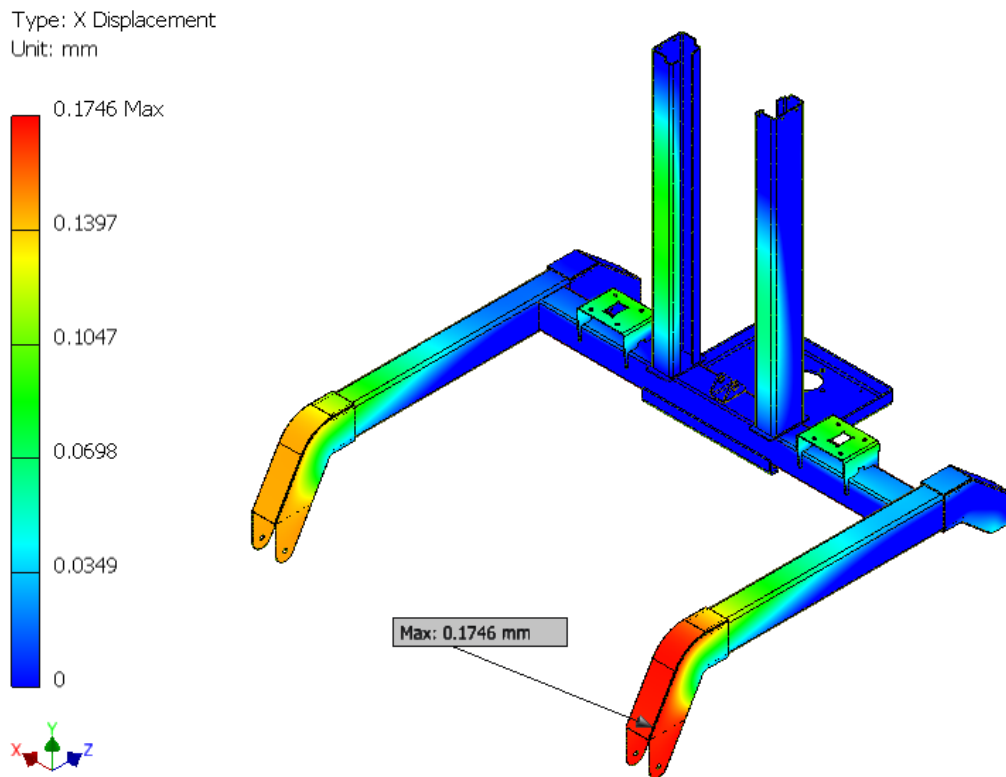


Figura 77 – Deslocamento em x da estrutura na 2ª FEA

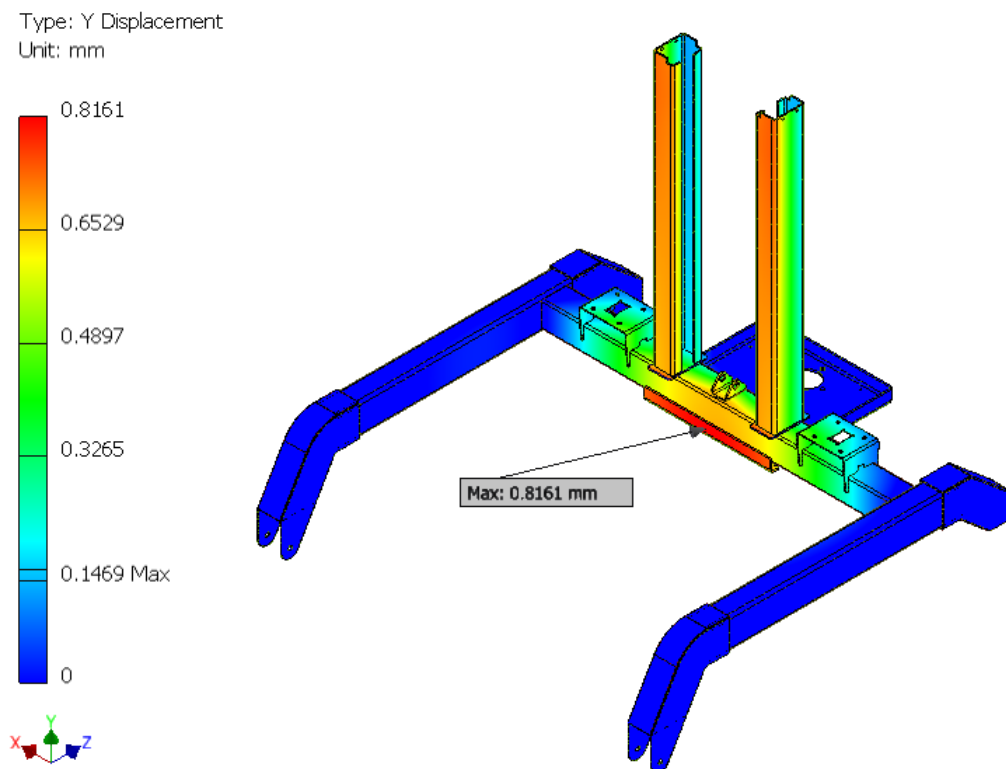


Figura 78 – Deslocamento em y da estrutura na 2ª FEA

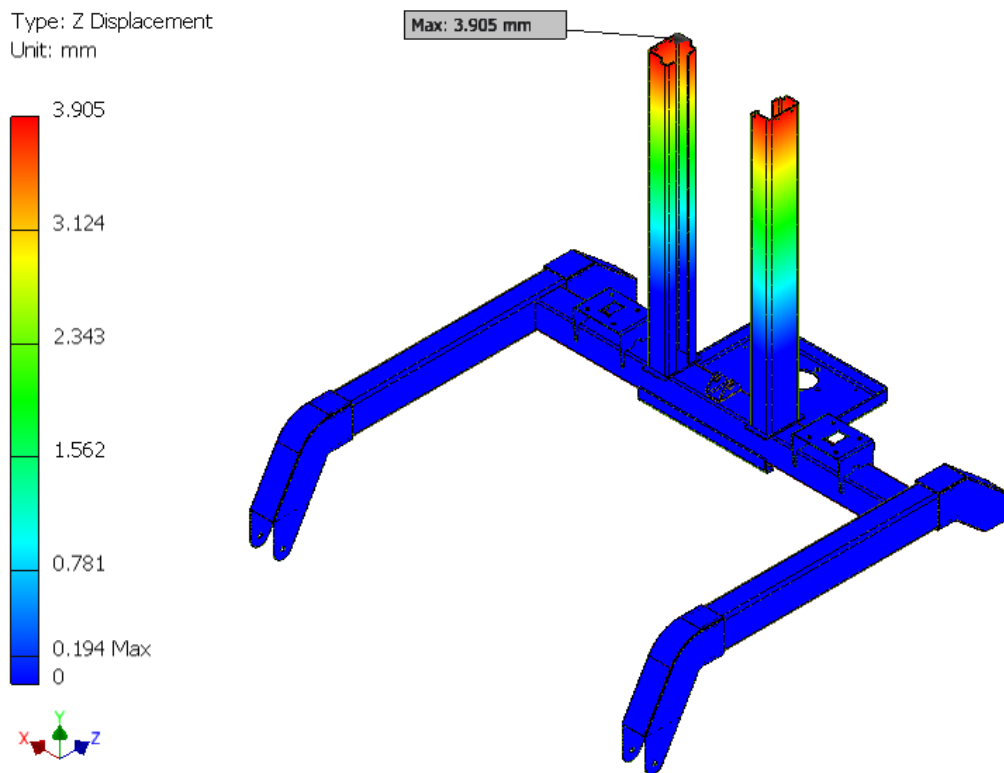


Figura 79 – Deslocamento em z da estrutura na 2ª FEA

O deslocamento máximo em x apresentado na Figura 77 é relativamente pequeno (0,175 mm), tendo um ligeiro aumento em 0,06 mm, face à primeira análise (Figura 68). O deslocamento em y (Figura 78) também é pequeno (0,816 mm) relativamente aos 4 mm permitidos pela condição já referida anteriormente. Contudo, o deslocamento em z (Figura 79) é superior a 3,1 mm (impostos pela restrição dada anteriormente), tendo um deslocamento máximo de 3,9 mm.

Na Figura 73 observa-se que ao longo do perfil “C” as tensões instaladas são muito baixas, correspondendo a deformações pequenas. Na Figura 74 observam-se tensões mais elevadas na zona de contacto entre o perfil “C” e o tubo principal (00014.2.062), indicando que o tubo está em torção devido à carga descentrada em relação ao tubo, sendo por isso necessário reforçar a rigidez do mesmo. Deste modo, voltou-se a aumentar a espessura deste tubo para três milímetros. Como o perfil “C” não apresenta tensões consideráveis, diminuiu-se a espessura do mesmo de três para dois milímetros, numa tentativa de redução de massa que não comprometa a rigidez destas peças.

Nesta terceira FEA fizeram-se três alterações em relação à anterior, sendo todas relacionadas com a espessura dos componentes. Nas peças 00014.2.017 (tubo dos braços (Tabela 12)) e 00014.2.067 (guia (Tabela 16)) diminuiu-se a espessura para dois milímetros e na peça 00014.2.062 (tubo principal (Tabela 16)) aumentou-se para três milímetros.

Para tentar diminuir ao máximo as concentrações de tensões instaladas em geometrias curvas, tais como na curvatura do tubo 00014.2.017 e nos seus rasgos, atribuiu-se um tamanho de elemento reduzido para essas superfícies, de 0,25 mm.

Como o *Inventor*® faz o refinamento de malha em cada FEA que efetua, verifica-se na Figura 80 que a convergência de malha do caso em estudo foi de 0,124%.

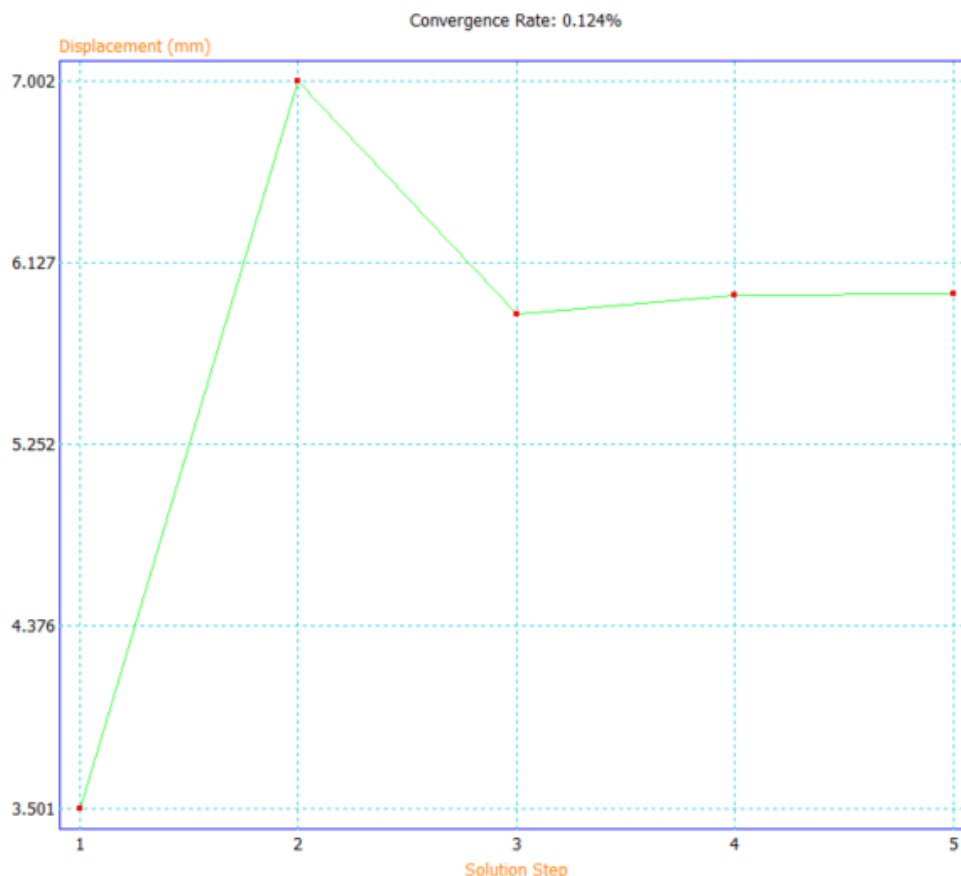


Figura 80 – Convergência de malha da estrutura + braços de elevação na 3ª FEA

Nesta terceira FEA apenas se analisaram as tensões e os deslocamentos em x e z da estrutura principal, pois as restantes alterações já tinham sido validadas na primeira análise, visto que se atribuiu novamente as mesmas espessuras das peças em questão, que estavam na primeira análise. Desta forma, os deslocamentos em y não seriam superiores do que o resultado que se obteve na primeira análise,

Compararam-se os resultados das tensões desta terceira FEA (Figura 81), com as anteriores (Figura 63 e Figura 73), e notou-se que passaram a existir locais com tensões mais elevadas no perfil “C”, mas inferiores a 157 MPa (valor limite para tensões instaladas para o aço S235 e um cs de 1,5). Estas tensões instaladas localizam-se na quinagem da chapa, indicando que estas podem ser resultado de uma discretização daquela geometria. Contudo, com a diminuição da espessura, há uma área de secção resistente menor, logo, para uma solicitação idêntica, a tensão instalada será maior. No resto da estrutura, todas as tensões instaladas são inferiores a 157 MPa.

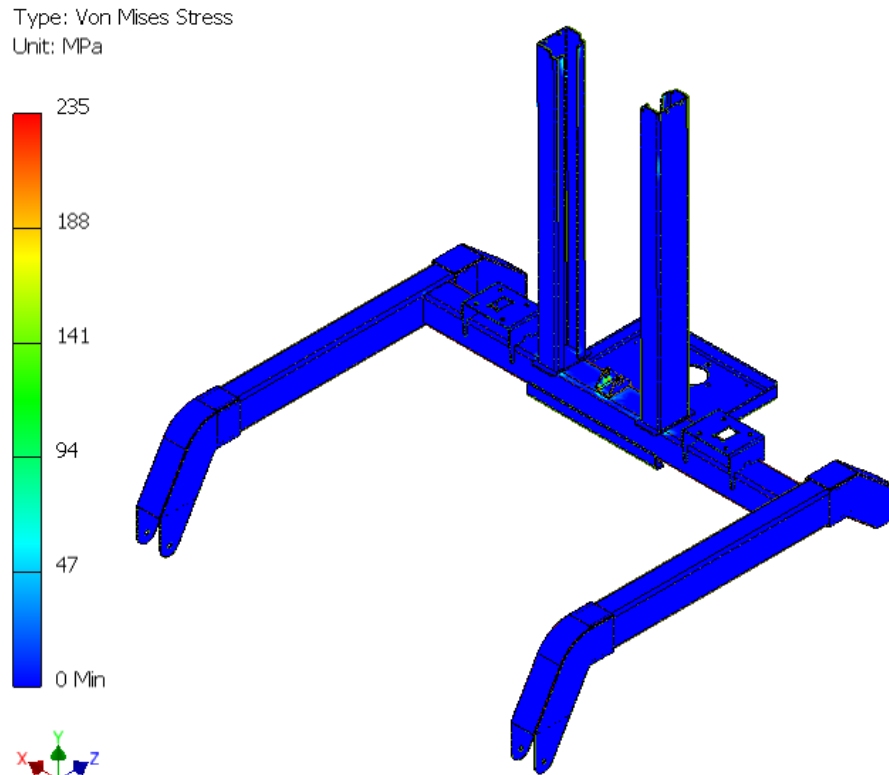


Figura 81 – Tensões equivalentes de *von Mises* no conjunto estrutura na 3ª FEA

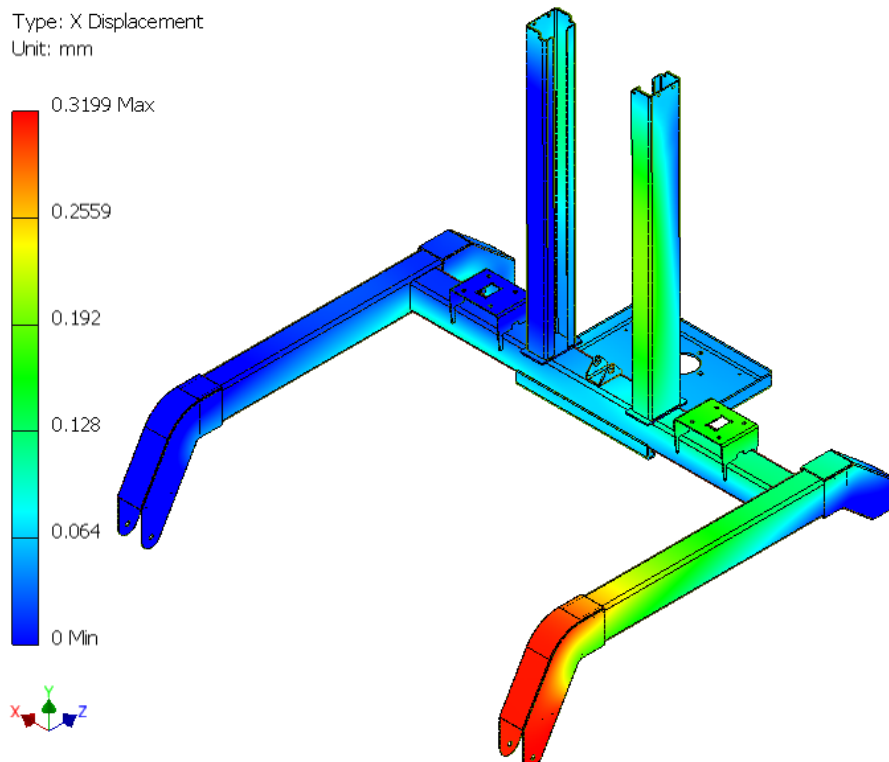


Figura 82 – Deslocamento em x da estrutura na 3ª FEA

Os deslocamentos em x (Figura 82) aumentaram o seu valor máximo nesta simulação. Contudo, este deslocamento continua a ser muito inferior a um milímetro e, nos perfis

“C”, o deslocamento máximo é a meio da sua altura, não passando dos 0,240 mm de deslocamento nesta direção.

O deslocamento máximo em z é de 2,7mm no topo da calha (Figura 83). Como o deslocamento máximo permitido é de 3,1 mm e o deslocamento efetivo é menor, validou-se a estrutura quanto aos deslocamentos.

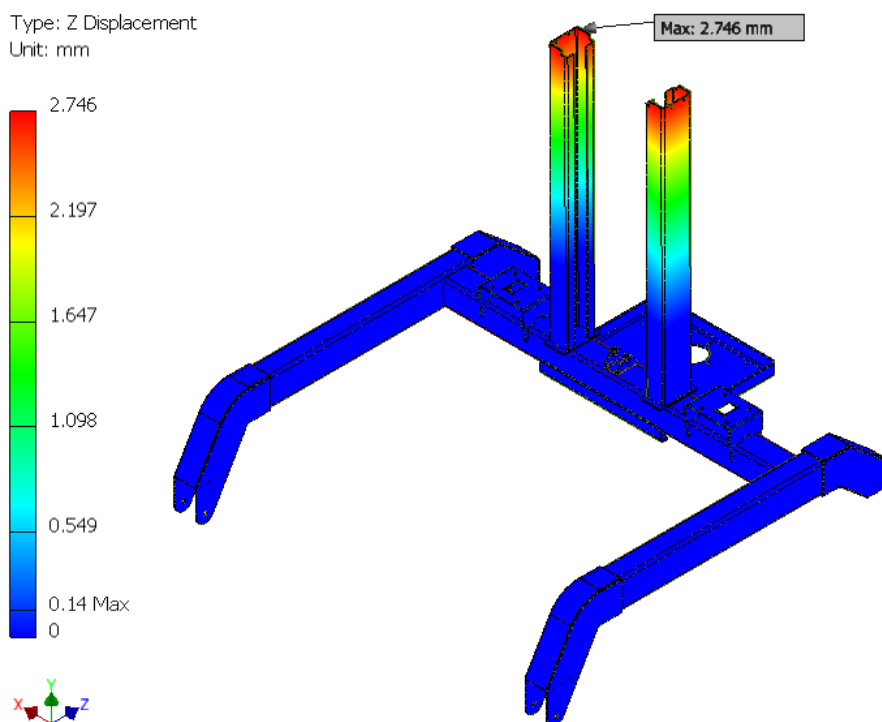


Figura 83 – Deslocamento em z da estrutura na 3ª FEA

Devido às tensões instaladas e aos deslocamentos nas várias direções estarem dentro dos valores admitidos, a estrutura e os braços de elevação ficaram validados estruturalmente. Na Tabela 21 verifica-se que houve uma **redução de 6,00 kg** de massa do conjunto constituído pela estrutura e braços de elevação, correspondendo uma **redução de 19,15%**. Observou-se uma grande redução de tensões equivalentes de *von Mises* e um aumento dos deslocamentos, mas dentro dos limites máximos.

Tabela 21 – Diferença de peso e tensão máxima equivalente de *von Mises* da estrutura e braços de elevação após otimização estrutural e da diferença de deslocamentos da estrutura após otimização estrutural

	Massa	$\sigma_{\text{von Mises}}^{\text{max}}$	$\delta_x^{\text{max}}$	$\delta_y^{\text{max}}$	$\delta_z^{\text{max}}$
<b>Inicial</b>	31,33 kg	496,8 MPa	0,1105 mm	0,5223 mm	2,431 mm
<b>Final</b>	25,33 kg	162,0 MPa	0,3199 mm	-	2,746 mm
<b>Diferença</b>	-6,00 kg	-334,8 MPa	0,2094 mm	-	0,315 mm
<b>Diferença [%]</b>	-19,15%	-67,4%	189,50%	-	12,96%

### 3.5.3.3 Dimensionamento da estrutura da roda

Para dimensionar a estrutura da roda, foi necessário saber qual a força exercida pela estrutura do equipamento sobre esta estrutura. Como na análise anterior não foi dada uma restrição de movimento na fixação da estrutura da roda motriz, pois esta não impede o movimento em  $y$ , não há uma reação ao caso de carga. Por essa mesma análise, constata-se que o deslocamento é insignificante (0,137 mm de deslocamento vertical).

Deste modo, procedeu-se a uma *frame analysis* da estrutura, apenas com o intuito de obter uma reação na zona de fixação da estrutura da roda motriz. Nesta análise apenas foi considerado o peso do equipamento, pois a carga máxima da cama implica um deslocamento insignificante quando não há uma restrição de movimento neste apoio. Logo a reação neste apoio será apenas referente ao peso do equipamento.

Para realizar a *frame analysis*, apenas foram considerados os elementos presentes na Figura 84. A chapa presente na estrutura foi transformada num tubo retangular para ser possível realizar uma análise de vigas. Para uma maior aproximação à estrutura desenhada, definiram-se, para os tubos, as dimensões reais dos mesmos, sendo que o tubo que substitui a chapa tem o mesmo perfil do tubo a que está ligado (60 mm x 60 mm x 3 mm).

Determinou-se a posição do CG e a massa suspensa do conjunto<sup>2</sup> (Tabela 22) e definiu-se que os todos os apoios da estrutura, excetuando o da roda motriz, seriam apoios simples. O apoio da roda motriz foi considerado *Immovable (no translation)*, o que impede o movimento nas três direções, mas não causa momentos. De facto, era necessário fixar a estrutura nas várias direções e este apoio era o único no plano de simetria.

Como se pode ver pela Figura 85, a reação no apoio da roda motriz será apenas no eixo  $y$ , com uma intensidade de 124 N ( $R_{Roda\ motriz}^y$ ). Com esta força, determinou-se a força da mola ( $F_m$ ) e os respetivos parâmetros da mola.

Tabela 22 – Posição do CG do conjunto de massas suspensas

$x$	$y$	$z$	Massa
0,0 mm	248,6 mm	4,0 mm	67,6 kg

<sup>2</sup> O zero do sistema encontra-se na interseção dos três planos médios do tubo laranja (Figura 84)

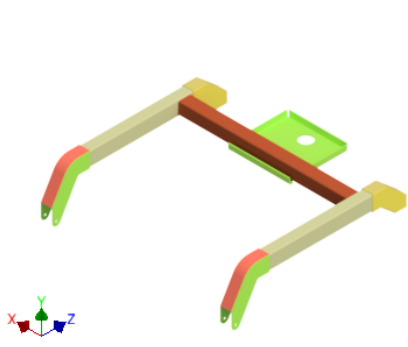


Figura 84 – Estrutura para análise das reações nas rodas (incluindo roda motriz)

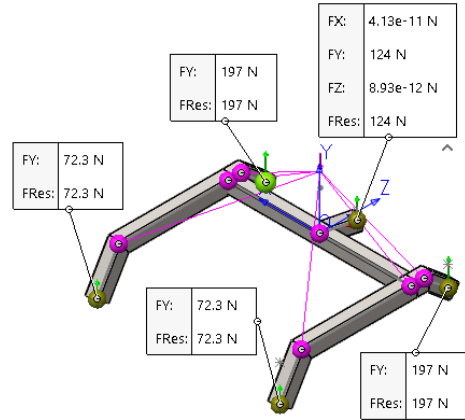


Figura 85 – Resultados da *frame analysis* de parte da estrutura

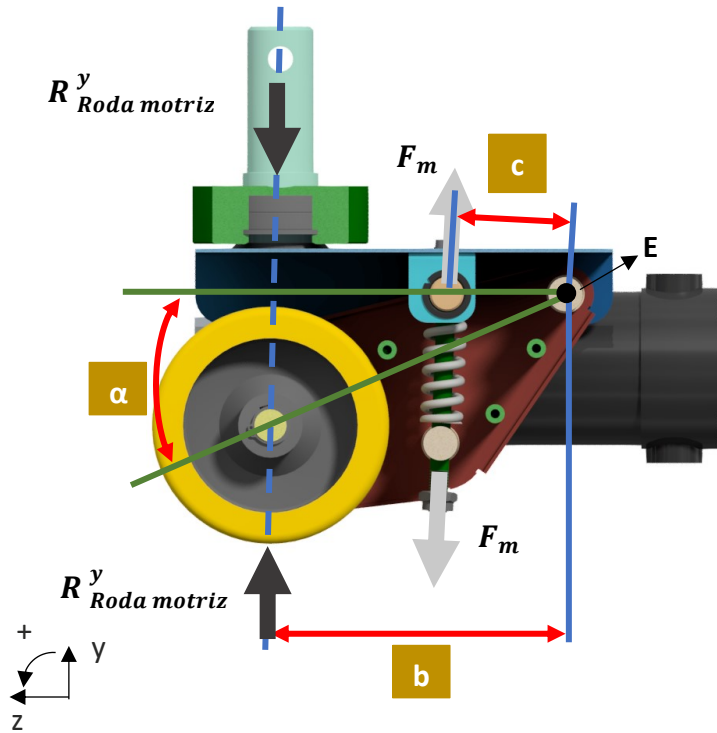


Figura 86 – DCL da estrutura da roda motriz

A partir do DCL da Figura 86 aplicaram-se as equações de equilíbrio estático (2), sendo as variáveis apresentadas na Tabela 23.

$$\sum M_E^x = 0$$

$$\Leftrightarrow -c \times F_m + b \times R_{Roda\ motriz}^y = 0 \tag{2}$$

Tabela 23 – Variáveis do DCL da estrutura da roda motriz

$a$	$b$	$\alpha$	$R_{Roda\ motriz}^y$
62,1 mm	155,3 mm	24°	124 N

O ângulo  $\alpha$  tem uma variação entre  $20^\circ$  e  $30^\circ$ , tendo-se atribuído  $24^\circ$  nesta análise do DCL, porque é nesta posição da roda motriz, que permite que todas rodas fiquem a tocar no solo. Para que a reação na roda fosse igual à força aplicada na estrutura da roda motriz por parte da estrutura, a roda fica alinhada pelo eixo da direção. Daí as duas forças terem a mesma designação ( $R_{Roda\ motriz}^y$ ), pois são iguais, mas em sentidos opostos.

Com os valores da Tabela 23 atribuídos na equação (2), determinou-se que a **força da mola** para aquela posição é de **310 N**.

No esquema da Figura 87 está representada a variação do comprimento de uma mola em função da variação da força aplicada. Na Tabela 24 são indicados os valores para a mola da estrutura da roda motriz, sendo o comprimento da mola inicial ( $L_0$ ), quando  $\alpha$  toma o valor de  $30^\circ$  e o comprimento final ( $L_9$ ), será  $\alpha$  toma o valor de  $20^\circ$ . Entre estes dois comprimentos tem-se o comprimento instalado ( $L_1$ ), quando carregado com a pré-carga e o comprimento em operação ( $L_8$ ), quando carregado com a carga máxima.

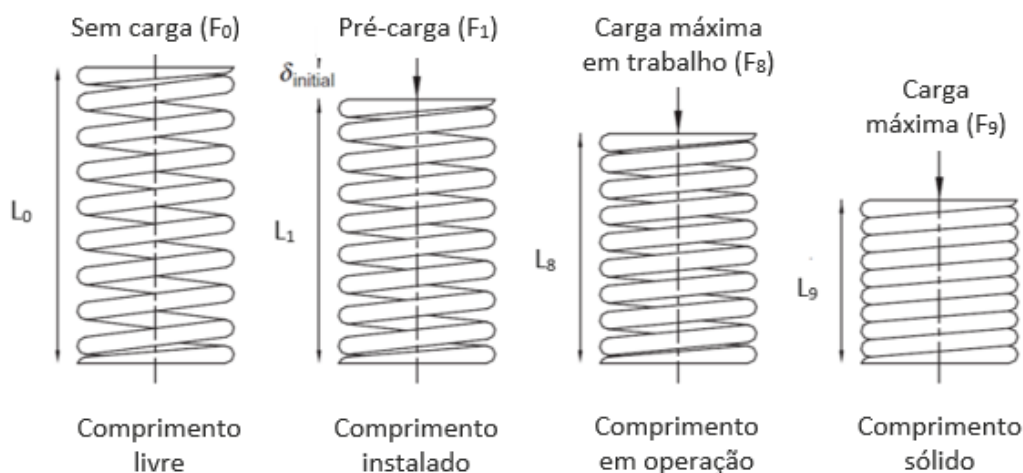


Figura 87 – Variação de comprimento de uma mola em compressão (adaptado [29])

Tabela 24 – Variação de comprimento e força aplicada na mola

	i	$L_i$ [mm]	$F_i$ [N]
Repouso	0	67,1	0
Pré-carga	1	60,6	310
Carga máxima	8	60,4	$F_8$
Limite	9 <sup>3</sup>	56,3	$F_9$

<sup>3</sup> O comprimento limite ( $L_9$ ) indicado na Tabela 10 foi apenas uma restrição de design da estrutura. Este é maior (a deformação é menor) devido às restrições das características da mola, como se vê mais à frente.

A melhor forma de se calcular a rigidez da mola ( $k$ ) é através da força e deslocamentos da mola em pré-carga e em carga máxima [29]. Contudo, como não se sabe a carga máxima e a rigidez de uma mola é constante, determinou-se o valor de  $k$  (equação (3)) com os parâmetros da mola em repouso e em pré-carga.

$$k = \frac{F_m}{\delta_m} \quad (3)$$

$$\Leftrightarrow k = \frac{F_1 - F_0}{L_1 - L_0}$$

Deste modo, determinou-se que a mola teria uma rigidez de 47,7 N/mm. De seguida, determinaram-se os parâmetros dimensionais (Figura 88), mas sabendo que há restrições a nível dimensional. É o caso do diâmetro interior ( $D_i$ ) ter de ser superior a 10 mm, além das restrições de comprimento já referidas.

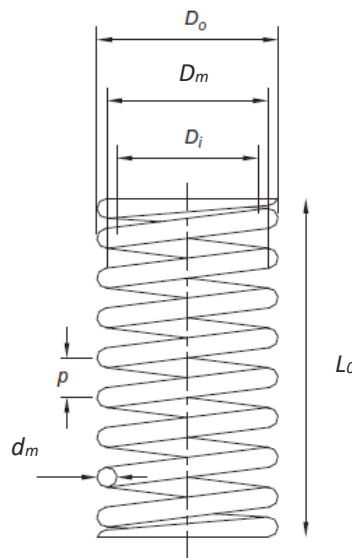


Figura 88 – Parâmetros dimensionais de uma mola helicoidal à compressão (adaptado [29])

Para iniciar o cálculo dos parâmetros da mola, selecionou-se um material para a mesma. Após consulta de vários fabricantes, verificou-se que todos utilizam o aço EN10270-3 1.4310 (AISI 302), pelo que se selecionou este material para esta análise da mola. As propriedades deste material estão apresentadas na Tabela 25, sendo apresentados diferentes diâmetros de arame ( $d_m$ ) e as respetivas tensões de rotura.

Tabela 25 – Propriedades do AISI 302 para fabrico de molas helicoidais [68]

Diâmetro do arame [mm]	Tensão de Rotura [MPa]	Módulo de Elasticidade [GPa]	Módulo de Corte [GPa]
$d_m \leq 3,5$	> 1550	185	73
$3,5 < d_m \leq 4,25$	1500-1600		
$4,25 < d_m \leq 5$	1450-1550		
$d_m > 5$	< 1500		

Com o material selecionado, arbitrou-se que  $d_m$  era três milímetros e o diâmetro médio da mola ( $D_m$ ) era 20 mm para realizar o cálculo iterativo até chegar aos parâmetros dimensionais ideais. Como a mola é de um material ferroso e não tem um tratamento de pré-esforço, Childs [29] sugere que a tensão de corte na posição sólido ( $\tau_{solid}$ ) é dada pela equação (4). A tensão de corte máxima ( $\tau_{max}$ ), inicialmente, é considerada igual à  $\tau_{solid}$  (517,5 MPa). O fator de correção de Wahl ( $K_w$ ) tem um valor arbitrado, pois este valor só é calculado posteriormente com a equação (7). Assim sendo, arbitrou-se que  $K_w$  seria 1,2, pois é uma boa aproximação ao valor final.

Reajustando a equação (5), obteve-se um  $d_m$  de 3,41 mm, que depois foi ajustado a um diâmetro padrão de mercado de 3,5 mm.

$$\tau_{solid} = 0,45 \times \sigma_{rot} \quad (4)$$

$$\tau_{max} = K_w \frac{8FD_m}{\pi d_m^3} \quad (5)$$

Com os diâmetros definidos, calculou-se o índice da mola ( $C$ ) e o  $K_w$  (equação (6) e (7)), obtendo-se 5,71 e 1,27, respetivamente.

$$C = \frac{D_m}{d_m} \quad (6)$$

$$K_w = \frac{4C-1}{4C-4} + \frac{0,615}{C} \quad (7)$$

Com o  $d_m$  e  $K_w$  calculado, utilizou-se a equação (5) e determinou-se que a tensão de corte máxima seria 466,6 MPa. Depois, recorrendo à equação (8), determinou-se que número de espiras ativas ( $N_a$ ) seriam 4.

$$N_a = \frac{Gd_m}{8kC^3} \quad (8)$$

Para validar estes parâmetros dimensionais, calculou-se o  $L_9$  e  $F_9$  (equação (9) e (10)). Com a equação (11) calculou-se a  $\tau_{solid}$  e comparou-se com a tensão de corte indicada inicialmente. Determinou-se que comprimento  $L_9$  com estes parâmetros seria de 21,0 mm, a força  $F_9$  um valor de 2199,4 N e  $\tau_{solid}$  uma tensão de 3309,3 MPa. Este último valor é muito superior ao valor arbitrado inicialmente, invalidando os parâmetros dimensionais determinados anteriormente.

$$L_9 = d_m (N_a + 2) \quad (9)$$

$$F_9 = k (L_0 - L_9) \quad (10)$$

$$\tau_{solid} = \tau_{max} \times \frac{F_9}{F_8} \quad (11)$$

Como este é um processo iterativo, aplicou-se outros valores a  $D_m$  e a  $d_m$ , recalculou-se todos os parâmetros até respeitar estas três condições:

- $L_9 < L_8$ ;
- $\tau_{solid}(\text{inicial}) > \tau_{solid}(\text{calculado})$ ;
- $\tau_{solid} > \tau_{max}$ .

Na Tabela 26 são apresentados os valores que se obteve após algumas iterações, com base em medidas comercializadas.

Tabela 26 – Parâmetros dimensionais, fator de correção e tensões na mola

$D$	$D_i$	$D_o$	$d_m$	$p$	$C$	$N_a$
24 mm	21,5 mm	26,5 mm	5 mm	7,5 mm	4,8	9
$L_9$	$F_9$	$K_w$	$k$	$\tau_{max}$	$\tau_{solid}$	
55,0 mm	577,3 N	1,3	47,7 N/mm	201,0 MPa	374,1 MPa	

Após definir os parâmetros da mola, fez-se um estudo do motor a instalar na roda. O peso do motor será também uma condição fronteira no sistema, pois acrescentará peso relevante à estrutura da roda.

Começou-se por fazer um levantamento de toda a carga que o equipamento tem de mover (massa do equipamento mais a massa máxima admissível da cama, correspondendo à massa total a mover ( $m_{total}$ )), diâmetro ( $D_{roda}$ ) e raio da roda ( $r_{roda}$ ), velocidade máxima do equipamento ( $v_{máx}$ ) e inclinação máxima ( $\beta$ ) que o equipamento tem de subir (Tabela 27).

Tabela 27 – Condições para dimensionar motor

$m_{total}$	$D_{roda}$	$r_{roda}$	$v_{máx}$	$\beta$
503,1 kg	125 mm	62,5 mm	4 km/h (1,11 m/s)	4%

A partir da equação (12) determinou-se que a velocidade de rotação máxima da roda seria de 17,8 rad/s (170 rpm) e que a força exercida pela roda ( $F_{roda}$ ) (equação (13)) é de 197,4 N, o que implica um binário à saída do motor de 12,3 N.m (equação (14)).

$$\omega = \frac{v}{r_{roda}} \quad (12)$$

$$F_{roda} = m_{total} \times \text{sen}(\beta) \times g \quad (13)$$

$$B = F_{roda} \times r_{roda} \quad (14)$$

$$P = F_{roda} \times v \quad (15)$$

Com a equação (15), calculou-se que a potência à saída do motor tinha de ser superior a 219 W. Conhecida a velocidade, binário e potência que o motor precisa, selecionou-se o motor ECM250/030 U 15 24E da *TRANSTECNO* (Figura 89). As características deste motor são apresentadas na Tabela 28.

Tabela 28 – Características do motor de tração [69]

<b>Marca</b>	<i>TRANSTECNO</i>
<b>Modelo</b>	ECM180/030
<b>Versão</b>	120/240/24E
<b>Corrente</b>	Contínua
<b>Tensão</b>	24 V
<b>Potência</b>	250 W
$n_1$	3000 rpm
$n_2$	200 rpm
$i$	15
<b>Binário</b>	10 N.m
<b>Massa</b>	4,6 kg

#### ECM180/030 U

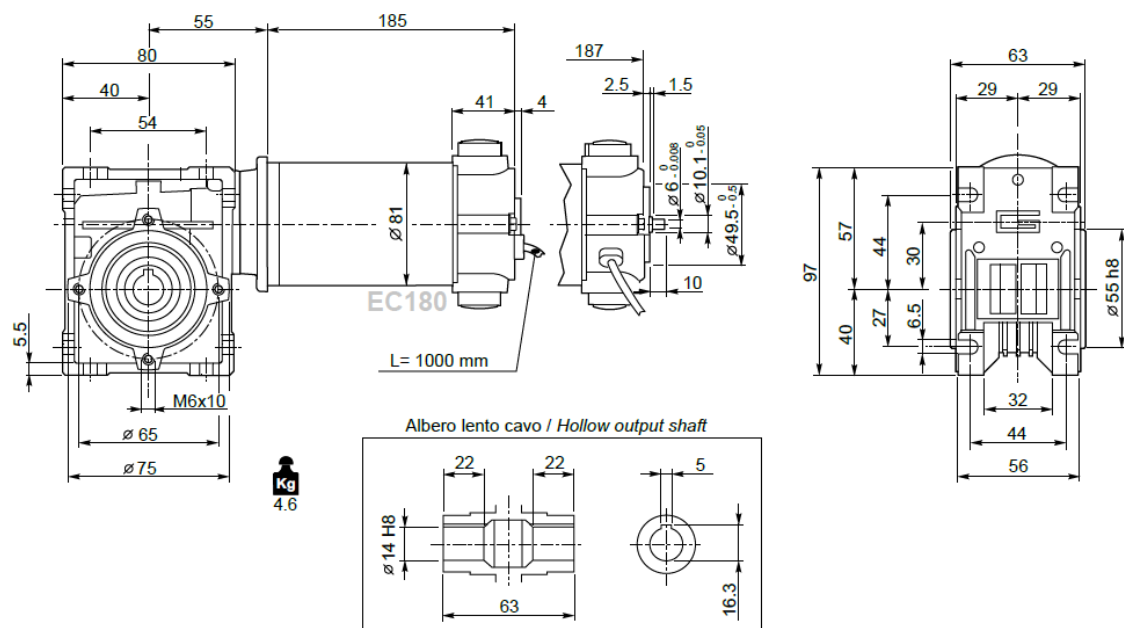


Figura 89 – Representação do motor de tração [69]

Como se pode verificar, o binário do motor escolhido é menor do que o calculado, pois as camas hospitalares circulam sempre em superfícies planas e o binário necessário é determinado em função da massa a mover e da inclinação da superfície. A carga aplicada na cama também dificilmente atingirá a capacidade máxima de 270 kg, tendo-se optado por um motor com um binário ligeiramente menor, em vez de um motor com mais 50%

de potência (350 W) necessária e com mais binário que o necessário. A utilização de um motor mais potente iria trazer mais peso e mais custo sem trazer grande vantagem.

Com o motor seleccionado, fez-se a FEA da estrutura da roda, começando por substituir os veios existentes por veios com o mesmo diâmetro que os furos para simplificação do modelo. De facto, os veios utilizados têm casquilhos de bronze, pelo que o seu diâmetro não corresponde ao dos furos das chapas estruturais (chapas a vermelho), como se pode ver na Figura 90. Além deste aumento de diâmetro, fez-se um aumento de diâmetro nas extremidades dos veios, para realizar a função dos anéis elásticos nos topos dos veios.

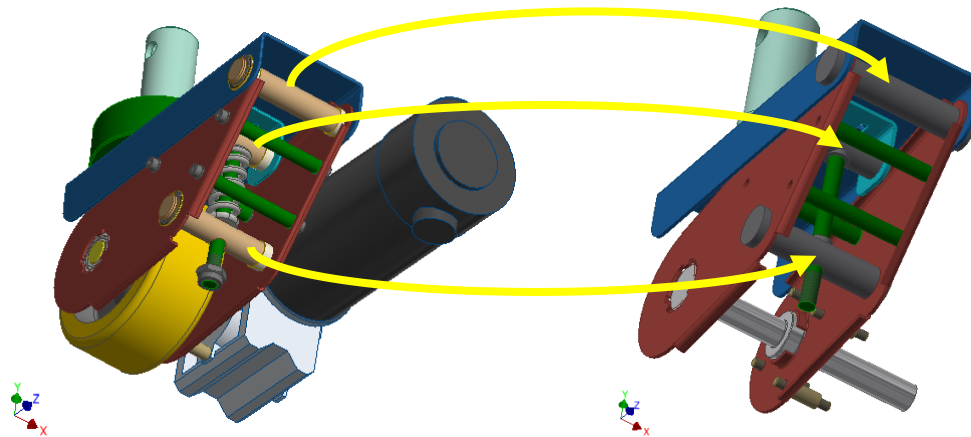


Figura 90 – Identificação dos veios alterados para adaptação aos furos das chapas estruturais

Além destes veios, o veio do motor também foi alterado, tendo ao longo do veio as dimensões referentes aos rolamentos que fazem contacto com as chapas estruturais (Figura 91).

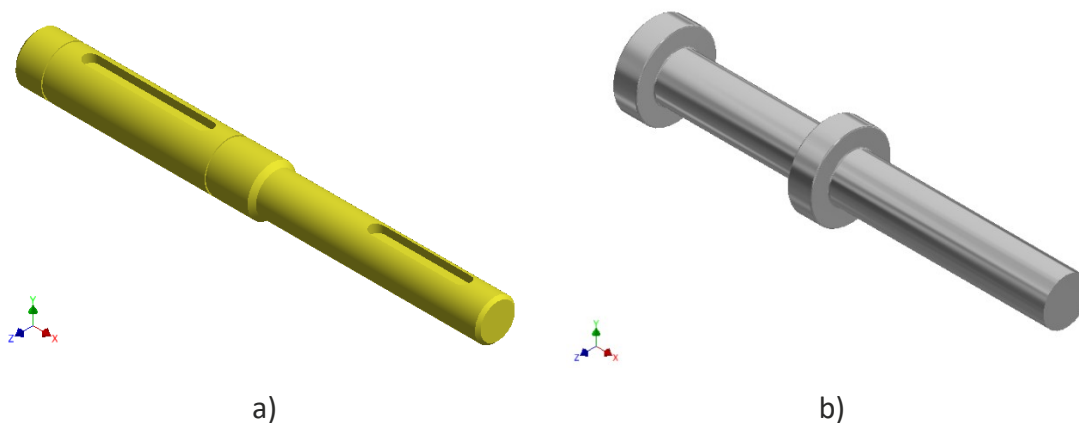


Figura 91 – Alteração do veio do motor a) pelo veio b) para realizar a FEA da estrutura da roda

Os materiais definidos para cada componente estão os indicados no capítulo 3.5.2 (Tabela 4 à Tabela 17), sendo que os veios alterados para a simulação foram modelados como sendo de aço S235.

A estrutura apenas tem dois pontos de contacto com a vizinhança, sendo um deles a roda que está em contacto com o solo e a peça 00014.2.053 que está em contacto com

o sistema de direção e com a estrutura principal através dos rolamentos (componente verde da Figura 92). Como a roda é o componente que está em movimento em relação à estrutura, definiu-se que seria a peça 00014.2.053 a ter restrição de movimento, que foi aplicada na superfície de contacto com os rolamentos (superfície a vermelho na Figura 92).

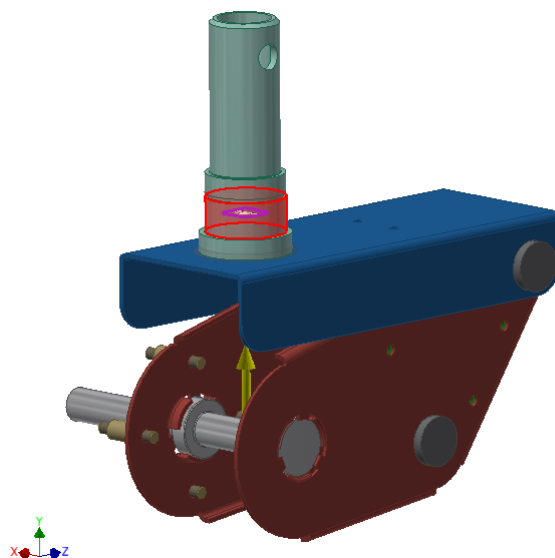


Figura 92 – Restrições de movimento na estrutura da roda motriz

Esta estrutura tem aplicada duas cargas externas, sendo uma delas o peso do motor e outra a força  $R_{Roda\ motriz}^y$  e tem o peso próprio. Na Tabela 29 é indicada a posição do peso do motor (foi aplicada uma carga remota nos veios de suporte do motor) e do peso próprio da estrutura da roda, bem como a intensidade das três forças indicadas (**nota:** o zero do sistema de unidades cartesianas encontra-se na interseção eixo central do tubo que fixa no sistema de direção e a superior da chapa azul).

Tabela 29 – Posicionamento e valores das forças aplicadas na estrutura

Descrição	Força [N]	Posição [mm]		
		x	y	z
$R_{Roda\ motriz}^y$	124	-	-	-
Peso do motor	45,13	91,0	-57,6	94,4
Peso da estrutura da roda	28,03	57,7	-39,4	4,9

Nos contactos entre componentes da estrutura, foram definidos que todos os veios apenas teriam contactos do tipo *sliding/no penetration*, à exceção do veio fixa que o topo do veio “guiador da mola”, pois os veios estão ligados por rosca, tendo-se atribuído um contacto *bonded* para este caso (Figura 93). Em representação da mola, considerou-se um contacto do tipo mola (*spring*), atribuindo o valor da rigidez calculado anteriormente. A superfície de contacto entre as extremidades da mola é dada por uma superfície plana desenhada a meio de cada veio que está nas extremidades da mola.

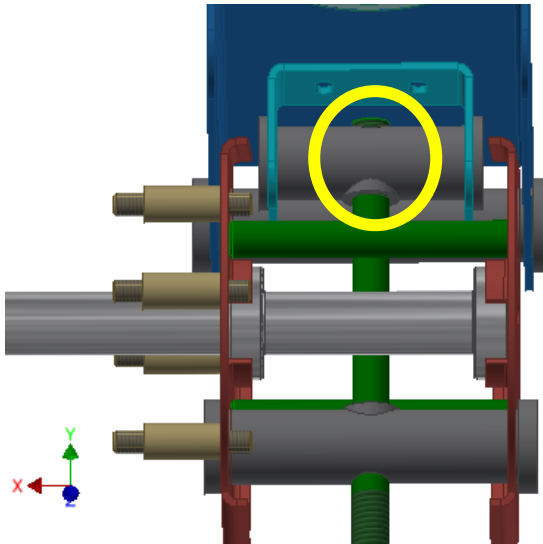


Figura 93 – Indicação do contacto *bonded* entre o veio de guiamento da mola e o veio de suporte

Os parâmetros de refinamento da malha foram considerados idênticos aos da análise do conjunto da estrutura e braços de elevação. Desta forma, obteve-se um gráfico de convergência de deslocamentos na malha de 0,528%, indicando que o resultado obtido é próximo da solução exata (Figura 94).

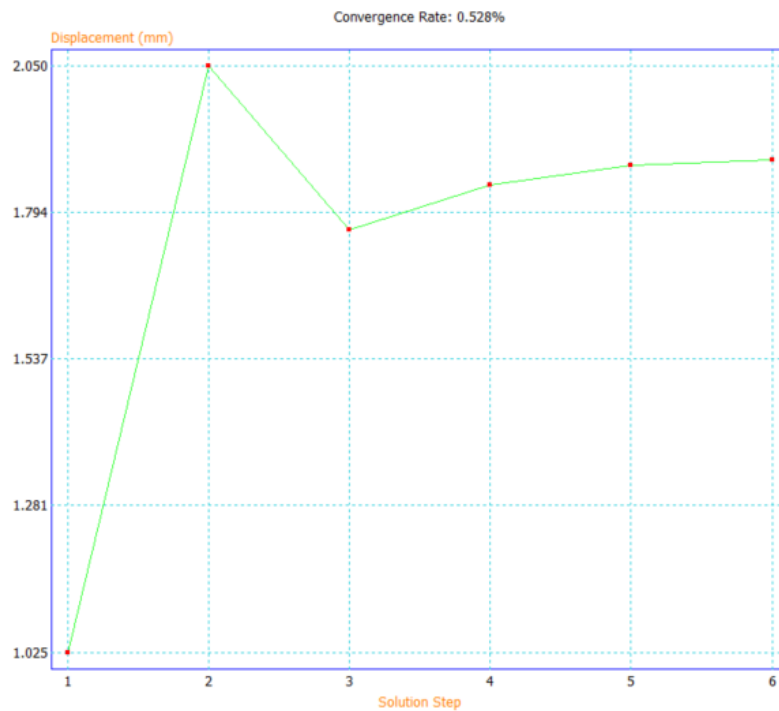


Figura 94 – Convergência de malha da estrutura da roda motriz

Analisando o resultado das tensões instaladas, verifica-se que toda a estrutura tem tensões baixas, sendo elas inferiores a 70 MPa (Figura 95). Sendo todas as peças de aço, todas elas respeitam o critério de segurança, pois a tensão equivalente de *von Mises* é sempre inferior a 157 MPa.

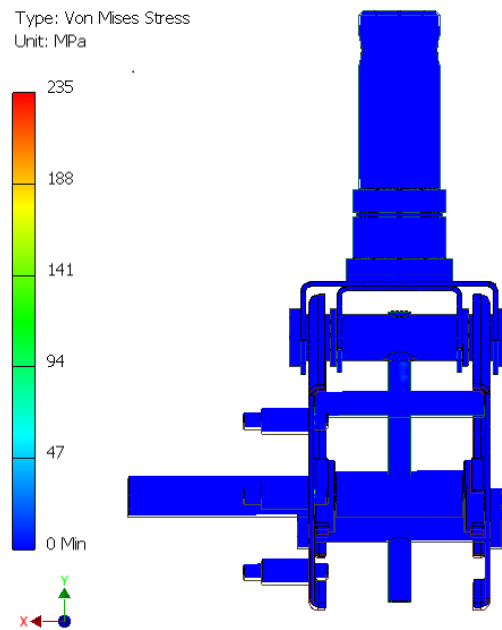


Figura 95 – Tensões equivalentes de *von Mises* na estrutura da roda motriz

Os deslocamentos nesta estrutura apenas foram avaliados no caso geral de deslocamentos em  $x$  e  $y$ , pois apenas nestas duas direções poderia haver movimentos (em  $x$  devido ao peso do motor, que fica desviado do plano de simetria, e em  $y$  devido à posição da mola que apenas permite movimento nessa direção). Na Figura 96 observa-se que os deslocamentos são mais expressivos na zona do veio da roda e chapas estruturais.

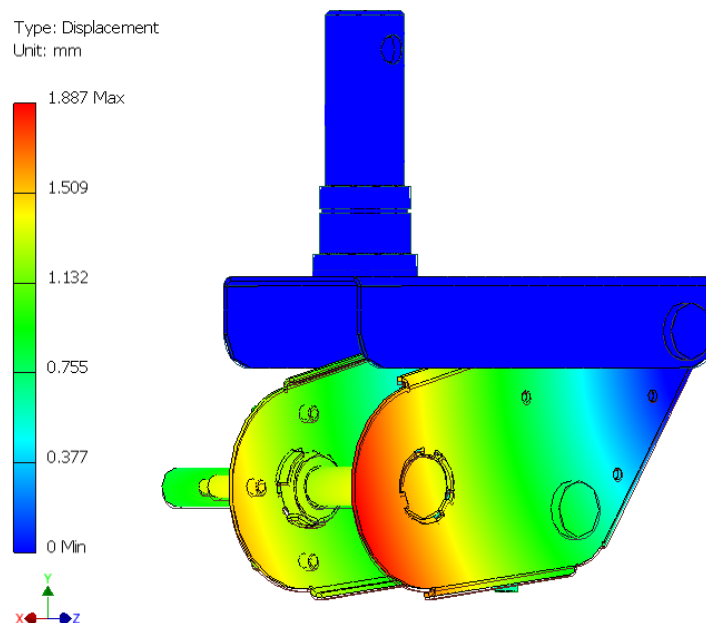


Figura 96 – Deslocamentos na estrutura da roda motriz

Analisando os deslocamentos em  $x$  (Figura 97), verifica-se que os maiores deslocamentos estão localizados na zona inferior da estrutura. Estes deslocamentos

devem-se ao peso do motor ser descentrado do plano de simetria. Todavia, estes deslocamentos são muito pequenos, sendo o maior deslocamento de 0,2817 mm.

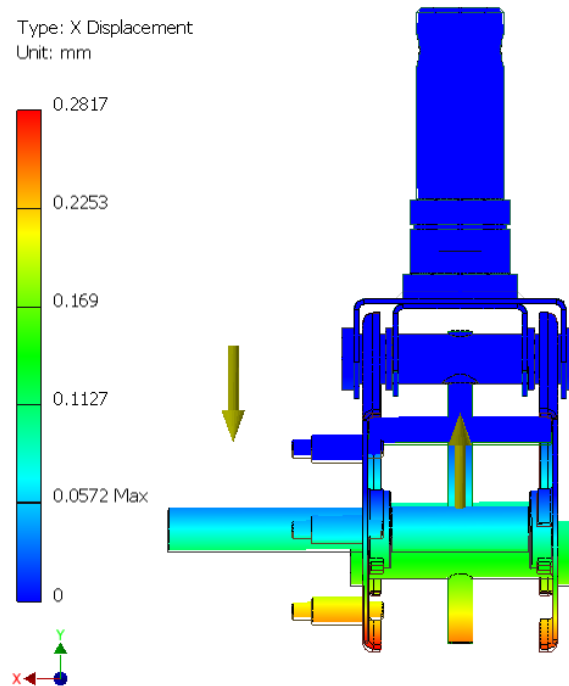


Figura 97 – Deslocamentos em x na estrutura da roda

Quanto aos deslocamentos em y, estes são mais elevados. Contudo, estes não apresentam valores diferentes do expectável, pois o único local que se teve como referência o deslocamento em y foi no local entre as superfícies de contacto da mola.

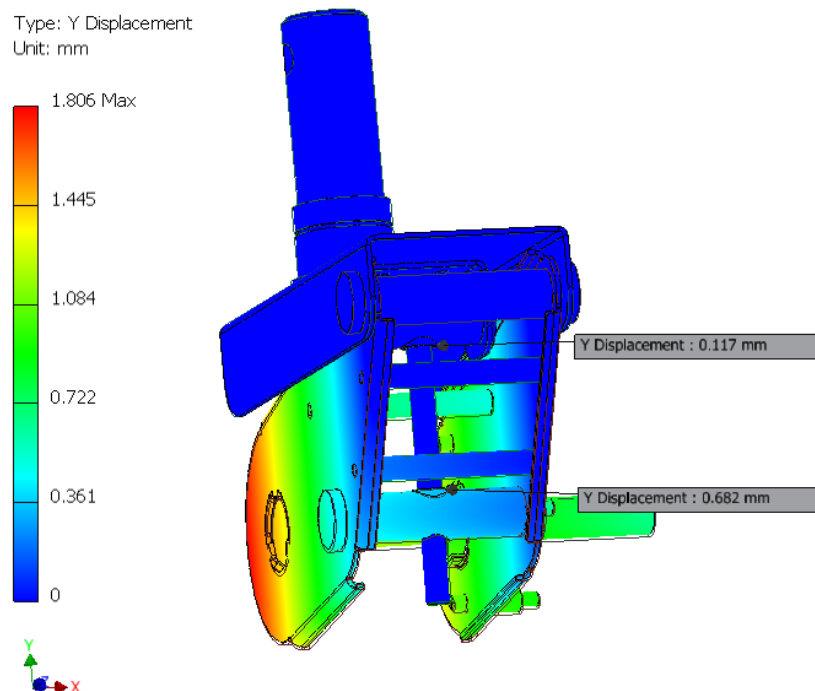


Figura 98 – Deslocamentos em y na estrutura da roda

Como se pode ver na Figura 98, o deslocamento do ponto inferior da mola é de 0,682 mm e do ponto superior é de 0,117 mm. Esta diferença de deslocamentos entre estes dois pontos corresponde a uma compressão da mola de 0,565 mm extra ao que se tinha previsto na compressão da mola quando a estrutura estivesse com uma inclinação de 24°.

Pode-se concluir que, a nível de tensões a estrutura está validada, pois apresenta tensões até 50 MPa, tendo um  $c_s$  mínimo de 4,7. Neste caso não se realizou uma otimização estrutural, porque as chapas a utilizar eram de dois milímetros de espessura e estas estavam em contacto com os veios, por intermédio de casquilhos. Se se diminuísse as chapas para espessuras inferiores, poderia danificar os casquilhos, devido à superfície macia que os casquilhos apresentam. De facto, com uma menor espessura, maior seriam as tensões de contacto com os casquilhos, podendo ocorrer rotura dos mesmos.

Quanto aos deslocamentos na estrutura, verificou-se que eram relativamente baixos, tendo sempre em consideração que estes eram apenas apresentados na parte móvel da estrutura. Com isto concluiu-se que a estrutura respeitava o que se pretendia em relação aos deslocamentos.

#### 3.5.4 Montagem do equipamento

Para facilitar a montagem do equipamento e identificar visualmente a localização de algumas das peças, é apresentado o conjunto 00014.1.005 (braços de elevação) em vista explodida na Figura 99.

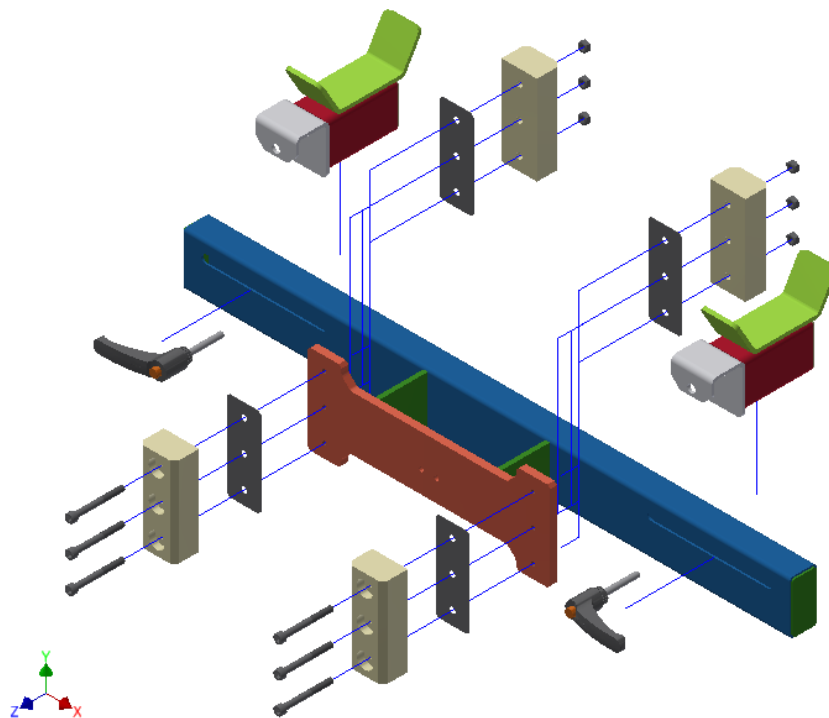


Figura 99 – Vista explodida do conjunto 00014.1.005

Na Figura 100 é apresentada em três partes a montagem da estrutura da roda motriz.

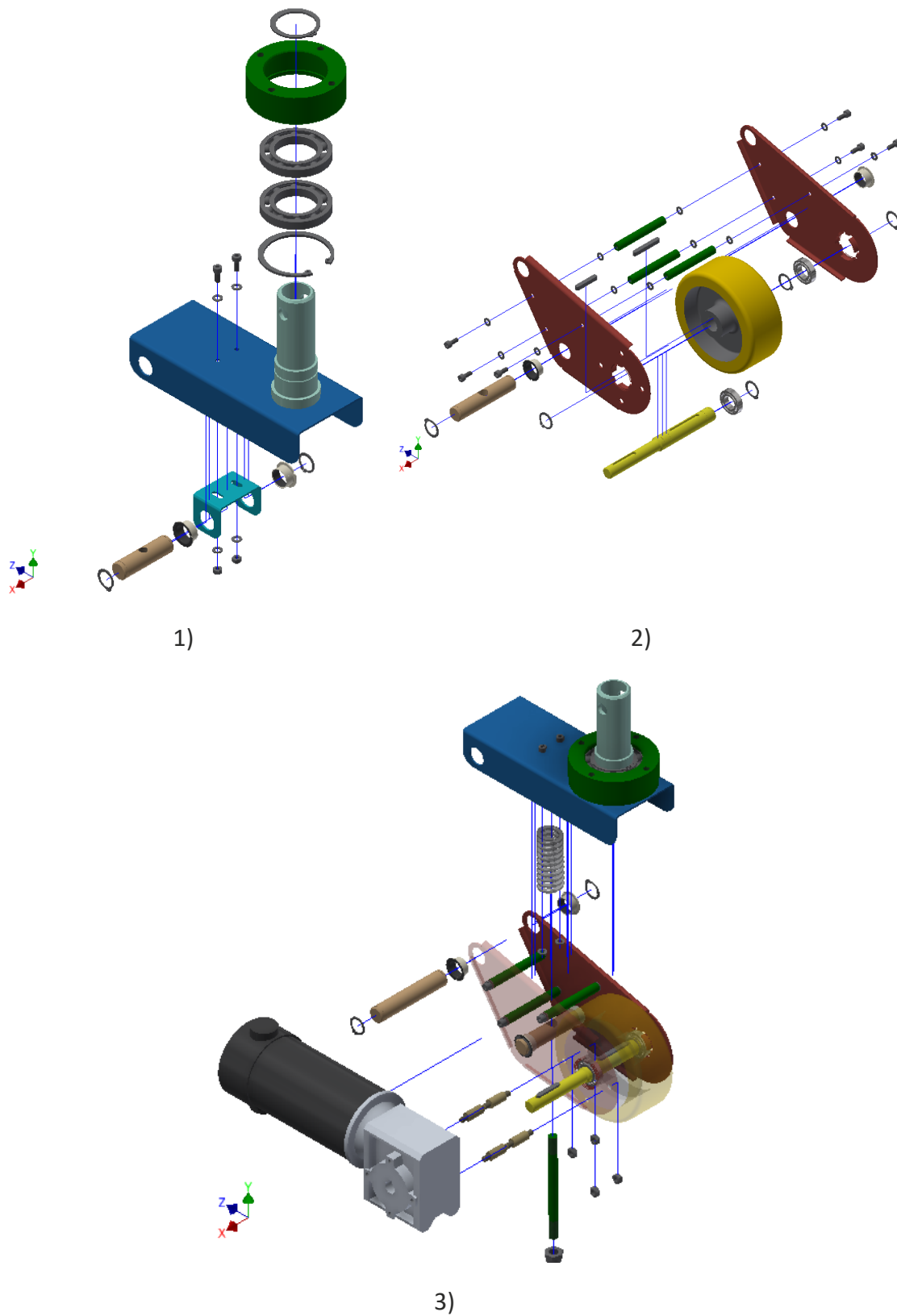
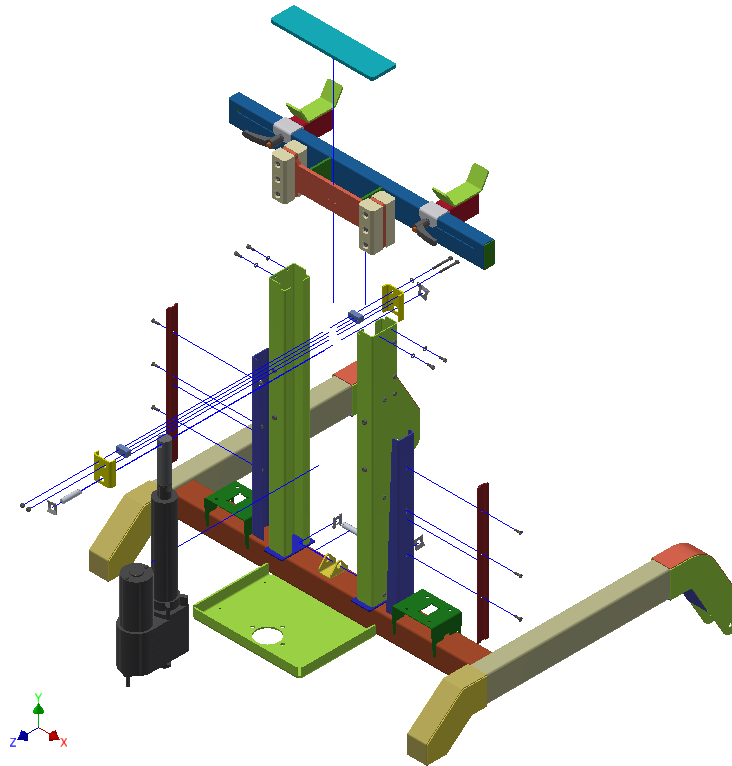
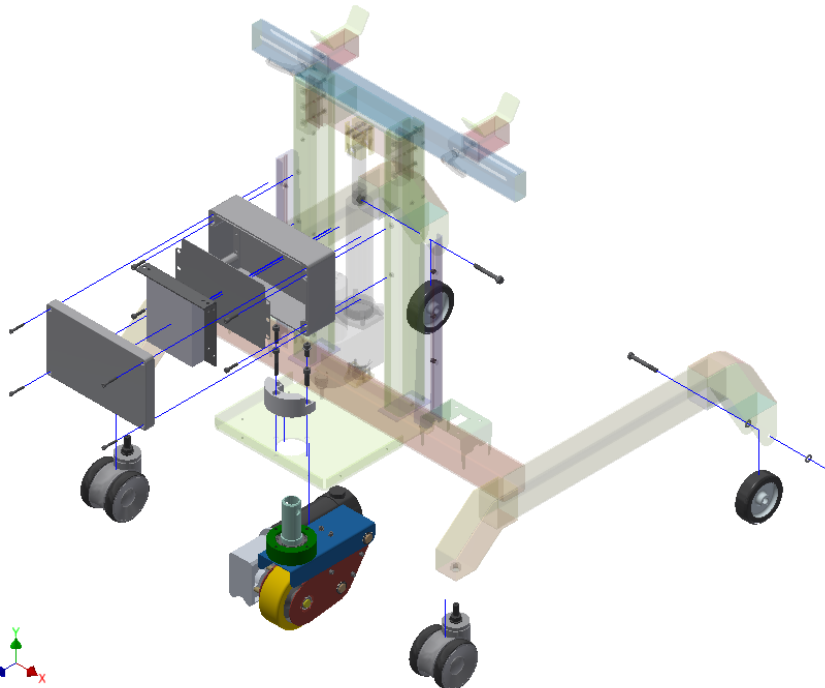


Figura 100 – Vista explodida do conjunto 00014.1.002: 1) montagem da caixa de rolamentos; 2) montagem da parte inferior da estrutura e roda; 3) montagem do motor e acoplamento da parte superior à parte inferior

Na Figura 101 observa-se o conjunto 00014.1.004 em vista explodida, dividido em duas imagens para mais fácil compreensão da montagem do conjunto.



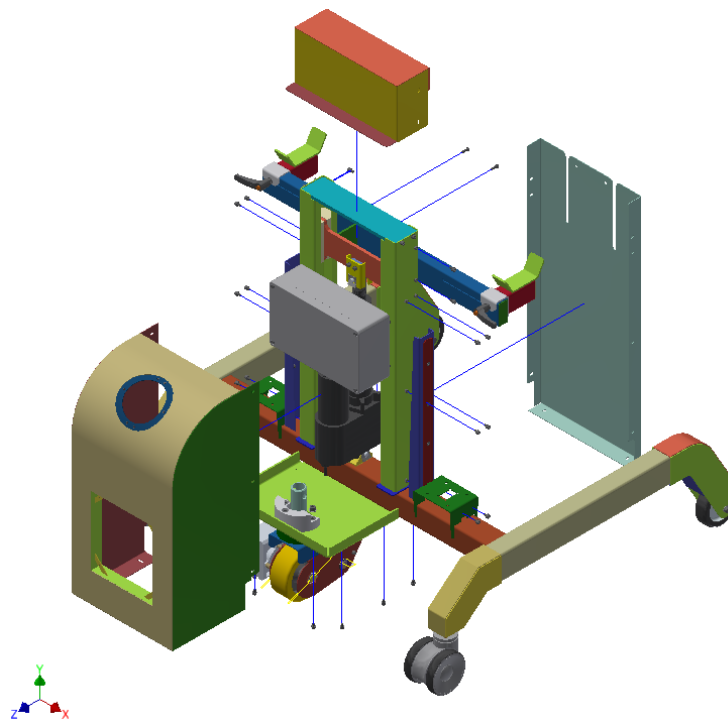
1)



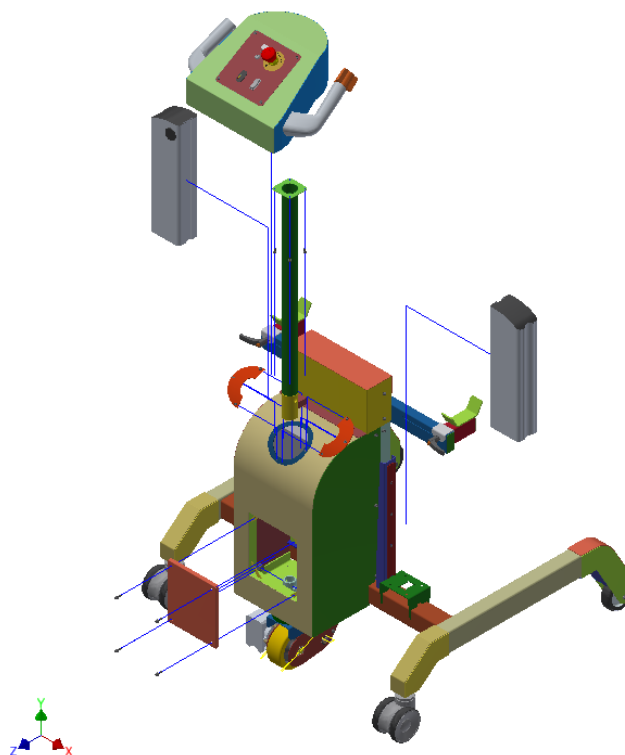
2)

Figura 101 – Vista explodida do conjunto 00014.1.004: 1) montagem dos braços de elevação e atuador; 2) montagem da estrutura da roda motriz, caixa de terminais e placa de controlo

Para concluir, na Figura 102 observa-se a montagem do equipamento na sua forma final, também dividido em duas imagens.



1)



2)

Figura 102 – Vista explodida do conjunto 00014.1.007: 1) montagem das blindagens;  
2) montagem da estrutura da direção, do guiador e das baterias.

### 3.5.5 Custos associados ao equipamento

Neste capítulo é apresentado o orçamento de cada peça fabricada, tendo como base o custo de operação indicado na Tabela 30 (este valores são apenas uma estimativa, visto não ser ter obtido até à data um orçamento de produção das peças), bem como o orçamento total do equipamento.

Tabela 30 – Custo estimado para cada tipo de operação a executar neste projeto [70]

Tipo de operação	Custo
Corte laser	25,00 €/h
Torneamento	20,00 €/h
Fresagem	20,00 €/h
Quinagem	1,00 €/operação
Calandragem	1,00 €/operação
Estampagem	30,00 €/h
Trabalho de bancada	15,00 €/h

Com base nos valores da Tabela 30 e do Anexo 6.1 determinou-se o custo da produção de cada componente. Este custo está detalhado desde a Tabela 31 até a Tabela 94.

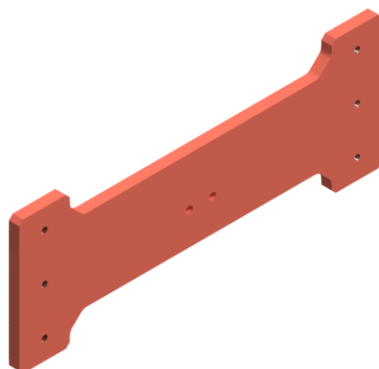
No Anexo 6.2 estão os desenhos técnicos de todos os componentes de fabrico, conjuntos de soldadura e de montagem.

Tabela 31 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.007



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/m]	2,668
Diâmetro [mm]	45	Comprimento do tubo [m]	0,650
Espessura [mm]	2	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>1,73</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte Laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>2,98</b>

Tabela 32 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.015



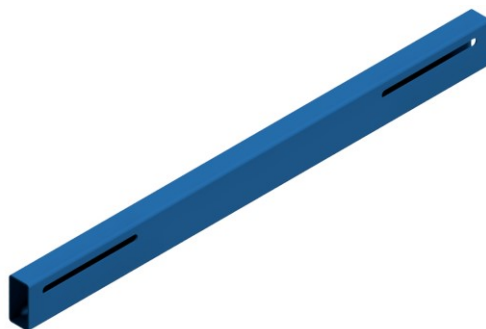
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,860
Espeçura [mm]	8	Massa do componente em bruto [kg]	1,241
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>1,07</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Trabalho de bancada	0,1	15,00	1,50
Custo total [€]			<b>3,82</b>

Tabela 33 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.016



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,860
Espeçura [mm]	8	Massa do componente em bruto [kg]	0,123
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,11</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>1,36</b>

Tabela 34 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.017



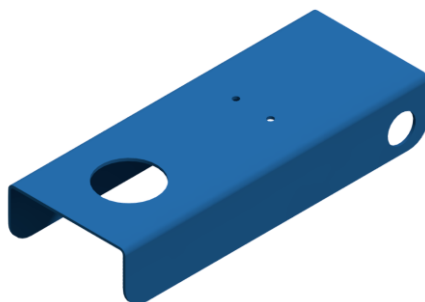
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/m]	3,335
Largura x Altura [mm x mm]	60 x 30	Comprimento do tubo [m]	0,680
Espessura [mm]	2	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>2,27</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>3,52</b>

Tabela 35 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.020-01 e 00014.1.020-02



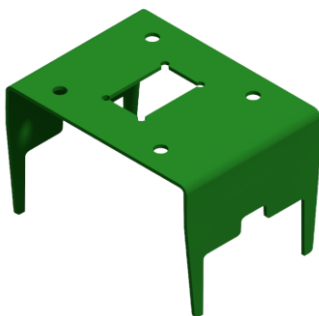
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,880
Espessura [mm]	2	Massa do componente em bruto [kg]	0,300
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,26</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Estampagem	0,1	30,00	3,00
Quinagem	3	0,50	1,50
Custo total [€]			<b>6,01</b>

Tabela 36 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.024



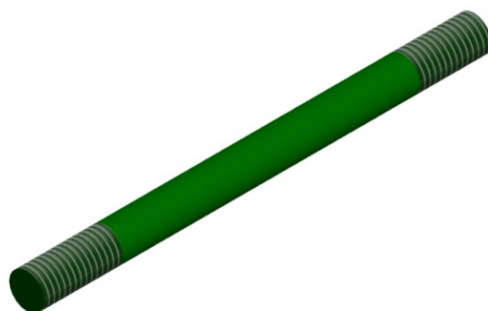
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,880
		Massa do componente em bruto [kg]	0,514
Espessura [mm]	2	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,45</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	2	0,50	1,00
Custo total [€]			<b>2,70</b>

Tabela 37 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.025



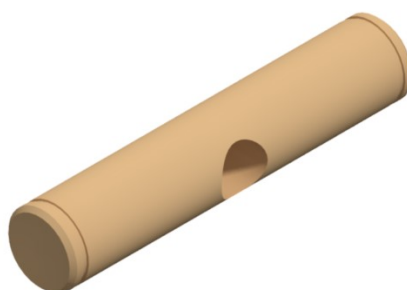
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,880
		Massa do componente em bruto [kg]	0,289
Espessura [mm]	2	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,26</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	2	0,50	1,00
Custo total [€]			<b>2,51</b>

Tabela 38 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.026



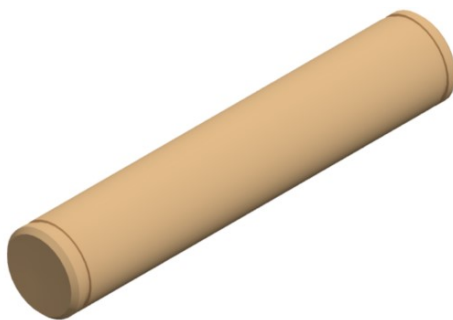
Material	Aço C45E	Custo da matéria-prima [€/m]	0,870
Diâmetro [mm]	10	Comprimento [m]	0,125
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,11</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Trabalho de bancada	0,1	15,00	1,5
Custo total [€]			<b>1,61</b>

Tabela 39 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.029-01



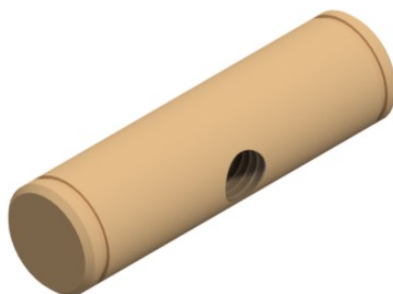
Material	Aço C45E	Custo da matéria-prima [€/m]	0,860
Diâmetro [mm]	10	Comprimento [m]	0,089
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,08</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Torneamento	0,1	20,00	2,00
Fresagem	0,1	20,00	2,00
Custo total [€]			<b>4,08</b>

Tabela 40 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.029-02



Material	Aço C45E	Custo da matéria-prima [€/m]	0,860
Diâmetro [mm]	10	Comprimento [m]	0,095
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,08</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Torneamento	0,1	20,00	2,00
Custo total [€]			<b>2,08</b>

Tabela 41 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.029-03



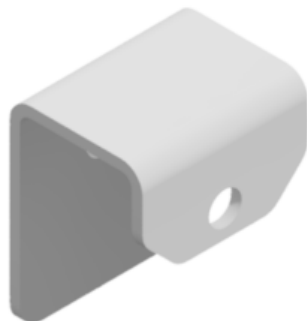
Material	Aço C45E	Custo da matéria-prima [€/m]	0,860
Diâmetro [mm]	10	Comprimento [m]	0,063
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,06</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Torneamento	0,1	20,00	2,00
Fresagem	0,1	20,00	2,00
Custo total [€]			<b>4,06</b>

Tabela 42 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.030



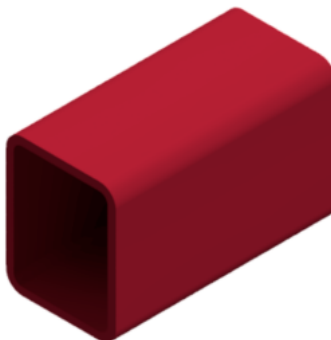
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,880
		Massa do componente em bruto [kg]	0,067
Espessura [mm]	2	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,06</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	2	0,50	1,00
Custo total [€]			<b>2,31</b>

Tabela 43 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.039



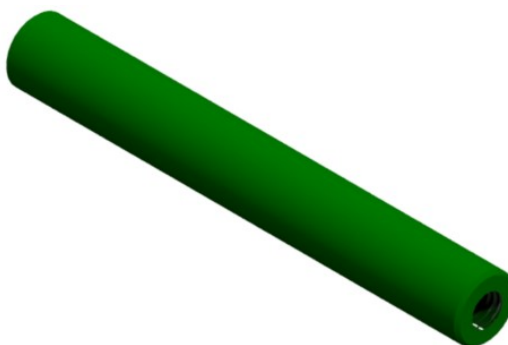
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,860
		Massa do componente em bruto [kg]	0,120
Espessura [mm]	3	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,10</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	2	0,50	1,00
Custo total [€]			<b>2,35</b>

Tabela 44 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.040



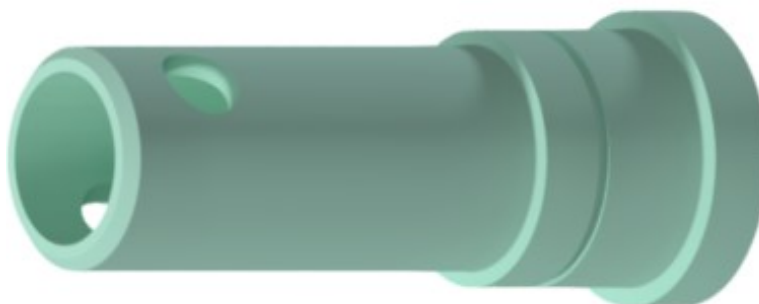
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/m]	4,662
Largura × Altura [mm × mm]	50 × 40	Comprimento do tubo [m]	0,080
Espessura [mm]	3	Custo matéria-prima por componente [€]	0,37
Custo total [€]			<b>0,37</b>

Tabela 45 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.052



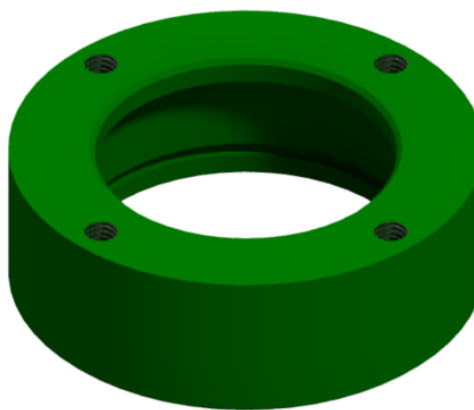
Material	Aço C45E	Custo da matéria-prima [€/m]	0,870
Diâmetro [mm]	10	Comprimento [m]	0,074
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,06</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Torneamento	0,1	20,00	2,00
Custo total [€]			<b>2,06</b>

Tabela 46 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.052



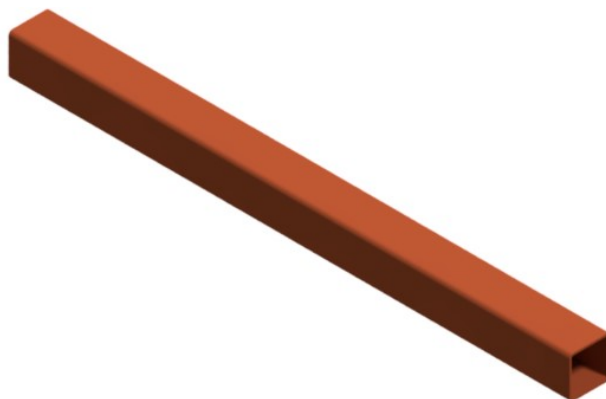
Material	DIN 1.5217	Comprimento [m]	0,119
Custo da matéria-prima [€/m]	10,638	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>1,27</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Torneamento	1	20,00	20,00
Custo total [€]			<b>21,27</b>

Tabela 47 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.055



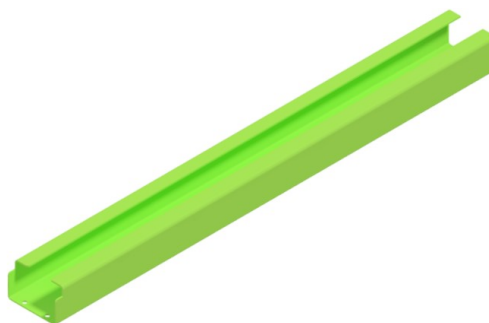
Material	AW 5083	Custo da matéria-prima [€/kg]	1,43
Massa do componente em bruto [kg]	0,569	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,81</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Torneamento	1	20,00	20,00
Fresagem	0,2	20,00	4,00
Custo total [€]			<b>24,81</b>

Tabela 48 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.062



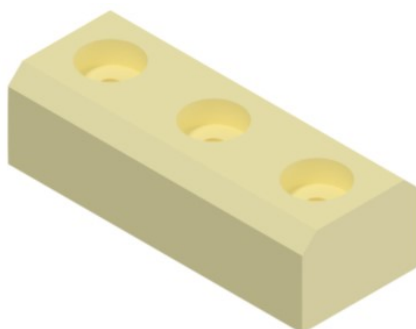
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/m]	5,970
Largura x Altura [mm × mm]	60 × 60	Comprimento do tubo [m]	0,800
Espessura [mm]	3	Custo matéria-prima por componente [€]	4,78
Custo total [€]			<b>4,78</b>

Tabela 49 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.067



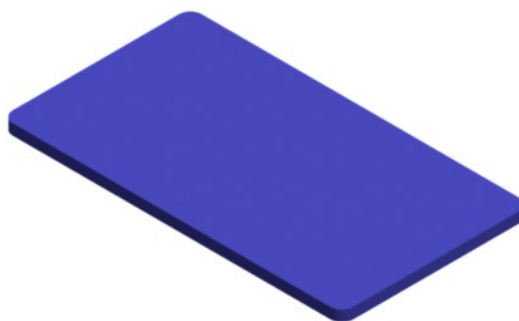
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,880
Espessura [mm]	2	Massa do componente em bruto [kg]	1,784
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>1,57</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	4	0,50	2,00
Custo total [€]			<b>4,82</b>

Tabela 50 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.068



Material	Nylon 6	Custo da matéria-prima [€/kg]	5,73
Massa do componente em bruto [kg]	0,145	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,83</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Fresagem	0,25	20,00	5,00
Custo total [€]			<b>5,65</b>

Tabela 51 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.069



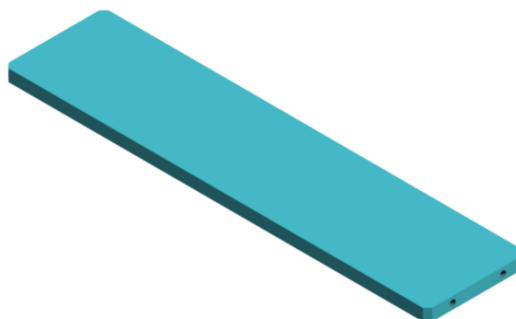
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,860
Espeçura [mm]	3	Massa do componente em bruto [kg]	0,106
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,09</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>1,34</b>

Tabela 52 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.070



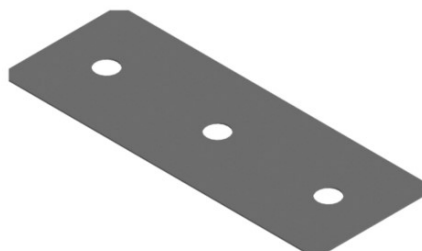
Material	DIN 1.5217	Custo da matéria-prima [€/m]	7,803
		Comprimento [m]	0,079
Diâmetro [mm]	10	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,62</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Torneamento	0,5	20,00	10,00
Fresagem	0,1	20,00	2,00
Custo total [€]			<b>12,62</b>

Tabela 53 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.071



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,860
		Massa do componente em bruto [kg]	1,111
Espessura [mm]	8	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,96</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Trabalho de bancada	0,2	15,00	3,00
Custo total [€]			<b>5,21</b>

Tabela 54 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.072



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
		Massa do componente em bruto [kg]	0,015
Espessura [mm]	0,5	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,02</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>1,27</b>

Tabela 55 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.073



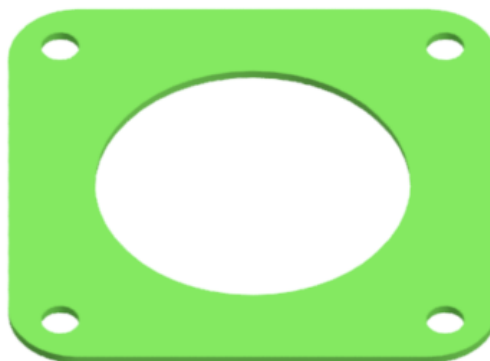
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,860
		Massa do componente em bruto [kg]	0,096
Espessura [mm]	3	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,08</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	2	0,50	1,00
Custo total [€]			<b>2,33</b>

Tabela 56 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.077



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
Espeçura [mm]	1,5	Massa do componente em bruto [kg]	0,357
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,35</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>1,60</b>

Tabela 57 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.078



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
Espeçura [mm]	1,5	Massa do componente em bruto [kg]	0,058
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,06</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>1,31</b>

Tabela 58 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.081



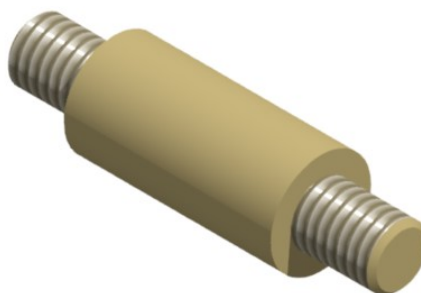
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,880
		Massa do componente em bruto [kg]	0,028
Espessura [mm]	2	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,03</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>1,28</b>

Tabela 59 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.082



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,860
		Massa do componente em bruto [kg]	0,193
Espessura [mm]	2	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,17</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	2	0,50	1,00
Custo total [€]			<b>2,42</b>

Tabela 60 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.084



Material	Aço C45E	Custo da matéria-prima [€/m]	0,870
Diâmetro [mm]	10	Comprimento [m]	0,037
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,03</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Torneamento	0,1	20,00	2,00
Custo total [€]			<b>2,03</b>

Tabela 61 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.092



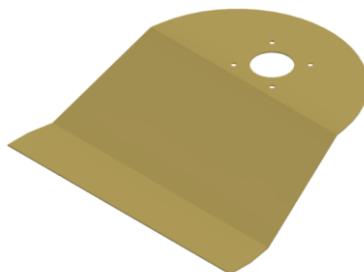
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
Espessura [mm]	1,5	Massa do componente em bruto [kg]	1,741
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>1,72</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	2	0,50	1,00
Custo total [€]			<b>3,97</b>

Tabela 62 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.093



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
Espeçura [mm]	1,5	Massa do componente em bruto [kg]	1,059
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>1,04</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	2	0,50	1,00
Calandragem	1	1,00	1,00
Custo total [€]			<b>4,29</b>

Tabela 63 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.094



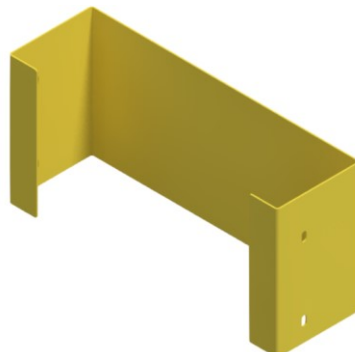
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
Espeçura [mm]	1,5	Massa do componente em bruto [kg]	0,972
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,96</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	2	0,50	1,00
Custo total [€]			<b>3,21</b>

Tabela 64 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.095



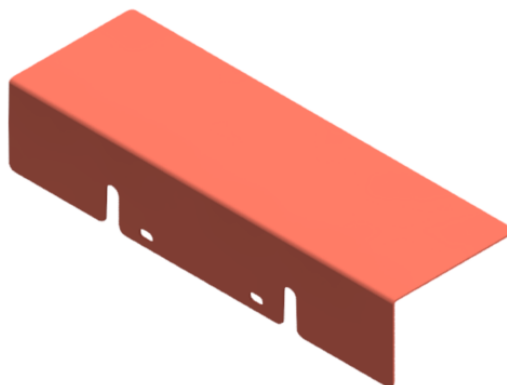
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
		Massa do componente em bruto [kg]	0,545
Espessura [mm]	1,5	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,54</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>1,79</b>

Tabela 65 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.099



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
		Massa do componente em bruto [kg]	0,886
Espessura [mm]	1,5	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,88</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	4	0,50	2,00
Custo total [€]			<b>4,13</b>

Tabela 66 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.101



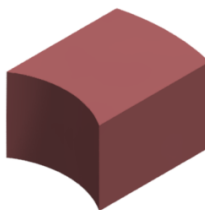
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
Espeçura [mm]	2	Massa do componente em bruto [kg]	0,527
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,52</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	1	0,50	0,50
Custo total [€]			<b>2,27</b>

Tabela 67 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.113



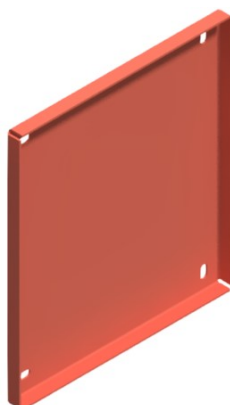
Material	Nylon 6	Custo da matéria-prima [€/kg]	5,73
Massa do componente em bruto [kg]	0,164	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,94</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Fresagem	0,25	20,00	5,00
Custo total [€]			<b>5,94</b>

Tabela 68 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.114



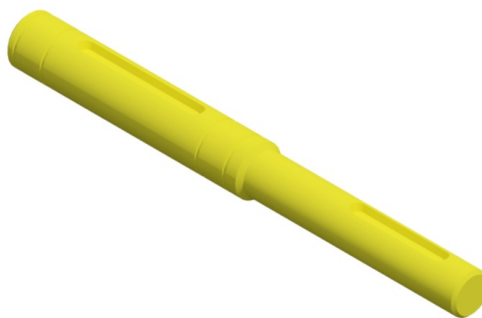
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
		Massa do componente em bruto [kg]	0,111
Espessura [mm]	20	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,11</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>1,36</b>

Tabela 69 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.124



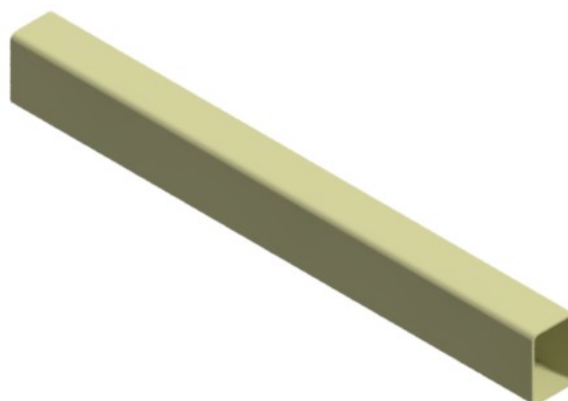
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
		Massa do componente em bruto [kg]	0,499
Espessura [mm]	1,5	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,49</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	4	0,50	2,00
Custo total [€]			<b>3,74</b>

Tabela 70 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.125



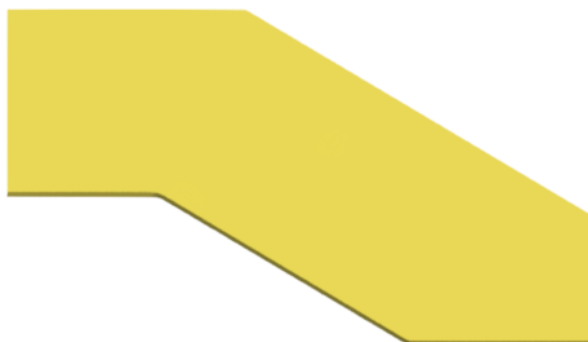
Material	Aço C45E	Custo da matéria-prima [€/m]	1,720
		Comprimento [m]	0,163
Diâmetro [mm]	18	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,28</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Torneamento	0,5	20,00	10,00
Fresagem	0,3	20,00	6,00
Custo total [€]			<b>16,28</b>

Tabela 71 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.134



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/m]	4,975
Largura × Altura [mm × mm]	70 × 50	Comprimento do tubo [m]	0,590
Espessura [mm]	2	Custo matéria-prima por componente [€]	2,94
Custo total [€]			<b>2,94</b>

Tabela 72 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.135



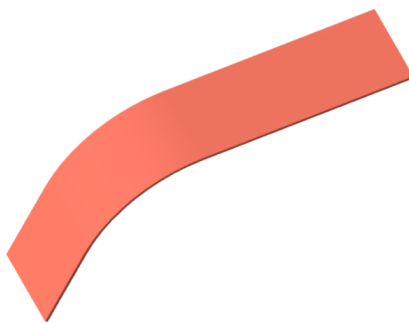
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,880
Espeçura [mm]	2	Massa do componente em bruto [kg]	0,192
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,17</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>1,42</b>

Tabela 73 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.136



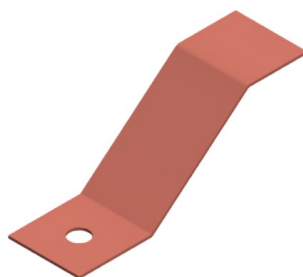
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,880
Espeçura [mm]	2	Massa do componente em bruto [kg]	0,289
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,25</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>1,50</b>

Tabela 74 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.137



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,880
		Massa do componente em bruto [kg]	0,201
Espessura [mm]	2	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,18</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Calandragem	1	1,00	1,00
Custo total [€]			<b>2,43</b>

Tabela 75 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.138



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,880
		Massa do componente em bruto [kg]	0,139
Espessura [mm]	2	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,12</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	2	0,50	1,00
Custo total [€]			<b>2,37</b>

Tabela 76 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.139



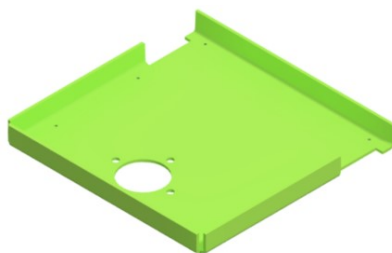
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,880
Espeçura [mm]	2	Massa do componente em bruto [kg]	0,110
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,10</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	1	0,50	0,50
Custo total [€]			<b>1,85</b>

Tabela 77 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.141



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,880
Espeçura [mm]	2	Massa do componente em bruto [kg]	0,186
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,16</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	2	0,50	1,00
Custo total [€]			<b>2,41</b>

Tabela 78 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.142



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,860
		Massa do componente em bruto [kg]	3,133
Espessura [mm]	4	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>2,69</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	4	0,50	2,00
Trabalho de bancada	0,1	15,00	1,5
Custo total [€]			<b>7,44</b>

Tabela 79 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.143



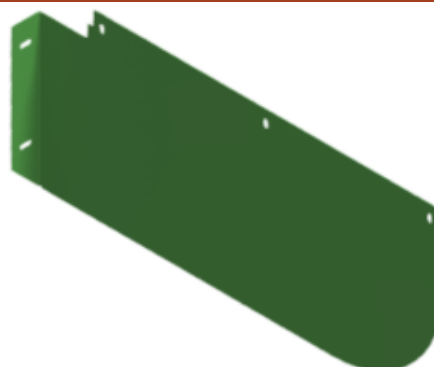
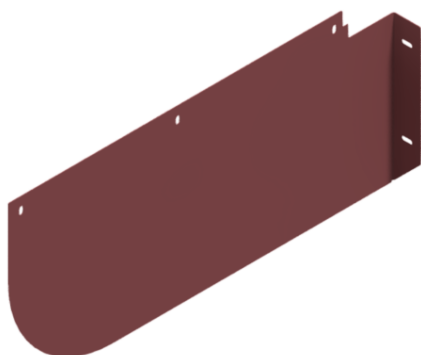
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
		Massa do componente em bruto [kg]	2,902
Espessura [mm]	1,5	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>2,87</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	3	0,50	1,50
Custo total [€]			<b>5,62</b>

Tabela 80 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.144




Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,880
Espeçura [mm]	2	Massa do componente em bruto [kg]	0,023
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,02</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>1,27</b>

Tabela 81 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.145 e 00014.1.145-0D




Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
Espeçura [mm]	1,5	Massa do componente em bruto [kg]	1,618
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>1,60</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	1	0,50	0,50
Custo total [€]			<b>3,35</b>

Tabela 82 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.149



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
		Massa do componente em bruto [kg]	0,104
Espessura [mm]	1,5	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,10</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>1,35</b>

Tabela 83 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.150-01



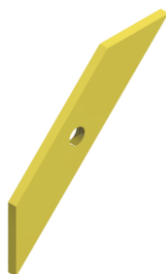
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
		Massa do componente em bruto [kg]	0,064
Espessura [mm]	1,5	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,06</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>1,31</b>

Tabela 84 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.150-02



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
Espeçura [mm]	1,5	Massa do componente em bruto [kg]	0,071
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,07</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>1,32</b>

Tabela 85 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.151



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,880
Espeçura [mm]	2	Massa do componente em bruto [kg]	0,007
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,01</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Trabalho de bancada	0,05	15,00	0,45
Custo total [€]			<b>1,71</b>

Tabela 86 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.152



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,880
Espessura [mm]	2	Massa do componente em bruto [kg]	0,554
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,49</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	2	0,50	1,00
Custo total [€]			<b>2,74</b>

Tabela 87 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.153



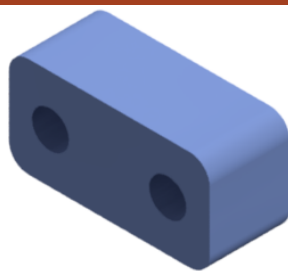
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
Espessura [mm]	1,5	Massa do componente em bruto [kg]	0,048
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,05</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>1,30</b>

Tabela 88 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.155



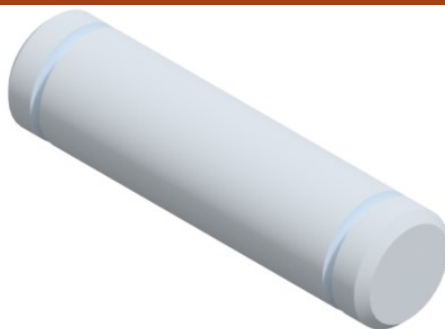
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,860
		Massa do componente em bruto [kg]	0,088
Espessura [mm]	3	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,08</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Quinagem	2	0,50	1,00
Custo total [€]			<b>2,33</b>

Tabela 89 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.157



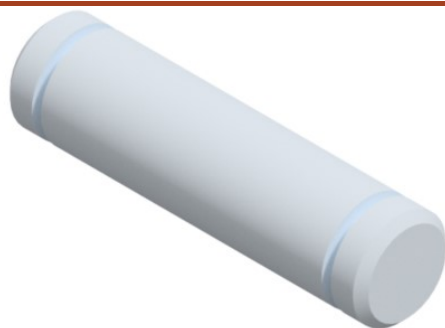
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,880
		Massa do componente em bruto [kg]	0,037
Espessura [mm]	12	Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,03</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Custo total [€]			<b>1,28</b>

Tabela 90 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.161-01



Material	Aço C45E	Custo da matéria-prima [€/m]	0,764
Diâmetro [mm]	12	Comprimento [m]	0,046
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,04</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Torneamento	0,1	20,00	2,00
Custo total [€]			<b>2,04</b>

Tabela 91 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.161-02



Material	Aço C45E	Custo da matéria-prima [€/m]	0,764
Diâmetro [mm]	12	Comprimento [m]	0,048
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,04</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Torneamento	0,1	20,00	2,00
Custo total [€]			<b>2,04</b>

Tabela 92 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.162



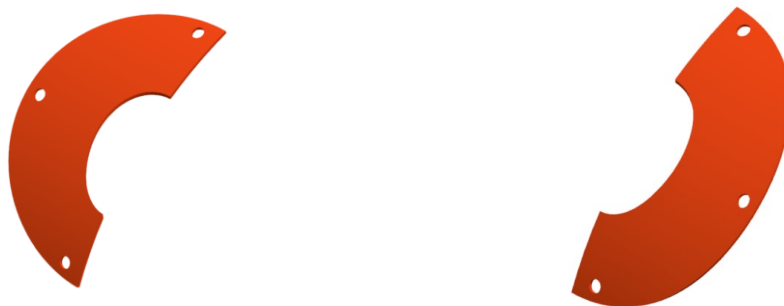
Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
Espeçura [mm]	1,5	Massa do componente em bruto [kg]	1,857
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>1,84</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Calandragem	1	0,50	0,50
Custo total [€]			<b>3,59</b>

Tabela 93 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.163



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
Espeçura [mm]	1,5	Massa do componente em bruto [kg]	0,114
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,11</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Calandragem	1	0,50	0,50
Custo total [€]			<b>1,86</b>

Tabela 94 – Orçamento de custo de produção do componente 00014.1.164-01 e 00014.1.164-02



Material	Aço S235	Custo da matéria-prima [€/kg]	0,990
Espeçura [mm]	1,5	Massa do componente em bruto [kg]	0,064
		Custo matéria-prima por componente [€]	<b>0,06</b>
Tipo de operação	Tempo de operação [h] / Qtd. de operações	Custo [€/h] / [€/operação]	Custo operação [€]
Corte laser	0,05	25,00	1,25
Calandragem	1	0,50	0,50
Custo total [€]			<b>1,81</b>

Na Tabela 95 são descritas as quantidades das peças fabricadas e respetivo custo.

Tabela 95 – Orçamento de todas as peças fabricadas

Nº Desenho	Quantidade	Custo total	Nº Desenho	Quantidade	Custo total
00014.2.007	1	2,98€	00014.2.095	1	1,79€
00014.2.015	1	3,82€	00014.2.099	1	4,13€
00014.2.016	1	1,36€	00014.2.101	1	2,27€
00014.2.017	1	2,27€	00014.2.113	1	5,94€
00014.2.020-01	1	6,01€	00014.2.114	1	2,27€
00014.2.020-02	1	6,01€	00014.2.124	1	3,74€
00014.2.024	1	2,70€	00014.2.125	1	16,28€
00014.2.025	2	5,02€	00014.2.134	2	5,88€
00014.2.026	1	1,61€	00014.2.135	4	5,68€
00014.2.029-01	1	4,08€	00014.2.136	4	6,00
00014.2.029-02	1	2,08€	00014.2.137	2	4,86€
00014.2.029-03	1	4,06€	00014.2.138	2	4,74€
00014.2.030	1	2,31€	00014.2.139	2	3,70€
00014.2.039	2	4,70€	00014.2.141	2	4,82€
00014.2.040	2	0,74€	00014.2.142	1	7,44€

00014.2.052	3	6,18€	00014.2.143	1	5,62€
00014.2.053	1	21,27€	00014.2.144	2	2,54€
00014.2.055	1	24,81€	00014.2.145-0D	1	3,35€
00014.2.062	1	4,78€	00014.2.145	1	3,35€
00014.2.067	2	9,64€	00014.2.149	1	1,35€
00014.2.068	4	22,60€	00014.2.150-01	2	2,62€
00014.2.069	2	2,68€	00014.2.150-02	2	2,64€
00014.2.070	1	12,62€	00014.2.151	4	6,84€
00014.2.071	1	5,21€	00014.2.152	2	5,48€
00014.2.072	4	5,08€	00014.2.153	2	2,60€
00014.2.073	1	2,33€	00014.2.155	2	4,66€
00014.2.077	1	1,60€	00014.2.157	2	2,56€
00014.2.078	1	1,31€	00014.2.161-01	1	2,04€
00014.2.081	2	2,56€	00014.2.161-02	1	2,04€
00014.2.082	2	4,84€	00014.2.162	1	3,59€
00014.2.084	4	8,12€	00014.2.163	1	1,86€
00014.2.092	1	3,87€	00014.2.164-01	1	1,81€
00014.2.093	1	4,29€	00014.2.164-02	1	1,81€
00014.2.094	1	3,21€	-	-	-
<b>TOTAL</b>					<b>333,05€</b>

Na Tabela 96 são descritos todos os componentes de compra e o custo associado à compra.

Tabela 96 – Orçamento para todas os componentes de compra

Código	Designação	Qtd.	Custo total
3108-00030-98	Punho sem comutador de tração – FREI	1	30,00
3108-00030-xx	Punho com comutador de tração – FREI	1	50,00€
3203-00150-00	Indicador de bateria – FREI	1	5,00€
594DUAP100S70-M12x25	Roda giratória – TENTE	2	20,00€
70200.0.012	Botão de emergência – ROCKWELL 800FP-MT44	1	14,42€
DIN 625 - SKF 61903-2RS1	Rolamento DIN 625 – SKF 61903-2RS1	2	18,58€
DIN 625-2Z – SKF 16008	Rolamento DIN 625 – SKF 16008-2Z	1	9,77€
ECM 180/30	Motorreductor ECM 180/30 U 15 24E (250W) – TRANSTECNO	1	202,86€
ERX.63-SST-p M6x40-C2	Parafuso de aperto rápido – ELESA+GANter	2	9,34€
FREI_3203-00292-XX	Comutador do atuador – FREI	1	5,00€
ITB125x50-Ø17 H7	Roda motriz – TENTE	1	142,69€
LED_suport	LED indicador de equipamento ligado	1	2,00€

LS121	Interruptor de chave – RS COMPONENT	1	7,68€
MGRP162609GE	Caixa de terminais 160x260x90 IP66– ELDON	1	53,53€
N5902.0.048	Casquilho Ina/Schaeffler Egf-18100-E40-B	6	3,00€
N9001.0.010	Anel elástico exterior DIN 471 - 17 × 1 Aço	4	0,88€
N9001.0.012	Anel elástico exterior DIN 471 - 18 × 1.2 Aço	4	1,12€
N9001.0.039	Anel elástico exterior DIN 471 - 40 × 1.75 Aço	1	1,24€
N9101.0.064	Anel elástico interior DIN 472 - 68 × 2.5 Aço	1	1,70€
N9701.0.045	Chaveta DIN 6885 - A 5 × 5 × 32 Aço	1	0,30€
N9701.0.047	Chaveta DIN 6885 - A 5 × 5 × 40 Aço	1	0,32€
PA-17-4-2000-N-24VDC	Atuador elétrico 24V 2000 lbs – PROGRESSIVE AUTOMATIONS	1	262,22€
PATH-101-12G	Roda fixa – BLICKLE	2	26,42€
PLN2406-TTN	Placa PLN2406 24V DC 20/50 <sup>a</sup> – TRANSTECNO	1	222,42€
S004-2	Bateria –UNIT PACK POWER	2	584,62€
-	Parafusos e porcas	-	5,00€
<b>TOTAL</b>			<b>1 680,11€</b>

Além do custo do fabrico das peças e da compra dos componentes indicado na Tabela 95 e Tabela 96, foi considerado um dia de trabalho para realizar todas as soldaduras e montagens do equipamento. Considerando que a empresa irá fazer a construção deste equipamento dentro da empresa, sendo uma pequena série experimental, há apenas um trabalhador para realizar este trabalho. Assim, o custo de montagem e soldadura será dado pelo produto do custo de trabalho de bancada (Tabela 30) pelo número de horas de trabalho de um dia (8h), o que perfaz um custo de 120€.

O **custo de produção** do equipamento será aproximadamente de **2 133,16€**. Este valor reflete-se apenas para o custo de produção de uma unidade. Com o aumento de unidades, o custo de produção será mais reduzido devido ao desconto aplicado nos componentes, à introdução de uma linha de produção mais eficiente (tempos de operação menores) e à maior quantidade de peças a fabricar. Estas modificações tornarão os processos mais económicos devido à economia de escala e à automatização.

Comparando este valor de produção com o custo de adquirir um sistema concorrente, como o italiano *Zallys M13* (modelo semelhante vendido por 3 705,00€) e o australiano *StaminaLift Transfer System 5000* (11 527,00€), verifica-se que a empresa consegue disponibilizar o equipamento no mercado por um valor bastante competitivo, sendo que o valor comercial será indicado posteriormente pela empresa.



**CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE  
TRABALHOS FUTUROS**



## 4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Neste relatório constata-se que o investimento existente no desenvolvimento da saúde a nível mundial é elevado, mas reduzido a uma lista de 10 países, sendo que Portugal não consta nessa lista. Para colmatar isso e entrar numa nova área de desenvolvimento, a empresa JFigueira propôs o desenvolvimento de um equipamento de movimentação de camas hospitalares, que abrangesse um grande número de camas.

O principal objetivo foi conseguido, pois definiu-se um conceito para um equipamento que auxiliasse os profissionais de saúde na movimentação das camas hospitalares, tendo por base produtos existentes no mercado para a mesma finalidade. Definiu-se que o equipamento teria de: elevar a cama para que todo o controlo sobre a direção da cama se tornasse mais fácil; ter os apoios à volta da cama, para maior adaptabilidade do equipamento às camas, e ser o mais silencioso possível, para importunar o menos possível os pacientes.

Desta forma, o primeiro e segundo sub-objetivo foi cumprido, visto que os potenciais clientes (hospitais) têm uma necessidade de um equipamento com esta funcionalidade, já que existem vários estudos que indicam que existem vários profissionais de saúde com queixas de lesões por pegarem e movimentarem pesos de forma repetida.

As restrições dadas pela empresa e pelos potenciais clientes foram cumpridas, visto que:

- O equipamento tem uma largura inferior a 1000 mm (a largura máxima do equipamento é de 933 mm);
- A adaptabilidade do equipamento tornou-se possível com os apoios do equipamento a estarem à volta da cama;
- O atuador elétrico tem um curso de 100 mm, o que permite uma elevação da cama até 100 mm do solo;
- Todas as superfícies exteriores do equipamento ficam coincidentes, não permitindo que entrem partículas para o interior. Contudo, para haver movimentação dos braços de elevação, foi necessário inserir rasgos na blindagem, sendo o único local possível para entrar sujidade para o interior. Para conseguir limpar facilmente o interior, também se colocou uma porta para aceder ao interior, com apenas quatro parafusos;
- O acesso ao interior para limpeza do equipamento é também o acesso mais rápido para manutenção do equipamento dos componentes do equipamento;
- Aplicaram-se as baterias pretendidas pela empresa, e os parâmetros de velocidade máxima (4 km/h) e inclinação máxima que o veículo terá de vencer (4%) foram cumpridos.

A estrutura do equipamento foi otimizada utilizando o mesmo *software Inventor*<sup>®</sup>. Este *software* utiliza elementos tetraédricos e faz um refinamento da malha adaptativo. A análise do resultado da primeira simulação mostrou que existiam concentrações de tensões ao longo de toda a estrutura, sendo que algumas ocorrem devido à discretização da malha, enquanto noutros casos estão relacionadas com os contactos do tipo *bonded*. Como a malha é constituída por elementos em que as arestas são linhas retas, estes não conseguem descrever uma superfície curva a 100%, sendo que a melhor aproximação possível à superfície curva seria conseguida com a diminuição do tamanho dos elementos e, conseqüentemente, o aumento da quantidade de elementos na malha. Contudo, este refinamento da malha apenas consumiria mais tempo de processamento até obter a solução, não trazendo vantagem significativa para a análise, visto que apenas uma região muito próxima destes acidentes geométricos é que apresenta tensões elevadas. Deste modo, este refinamento de malha não foi realizado.

Na primeira análise, realizada à estrutura principal e braços de elevação, verificou-se a ocorrência de locais com tensões equivalentes de *von Mises* instaladas superiores à tensão de cedência, nomeadamente na ligação entre o atuador e o suporte superior do atuador. A esta ligação teve-se de modificar o *design*, visto que a peça que fazia a ligação estava essencialmente solicitada ao corte. Por outro lado, observou-se a existência de peças sobredimensionadas, como o caso do tubo principal e das guias, bem como a chapa que segura a roda motriz e faz de fundo da blindagem. A estas peças foram reduzidas as espessuras em um milímetro.

Na segunda análise verificou-se que as modificações foram validadas pois, segundo a Diretiva 2006/42/CE, o *cs* a aplicar a este equipamento é de 1,5, visto tratar-se de um equipamento movido pela força humana. Sendo que a tensão máxima permitida para as peças em aço estrutural S235, com este *cs*, é de 157 MPa e as peças em PA6 de 54 MPa, e as tensões máximas instaladas são de 157 MPa e 10 MPa, respetivamente. Contudo, o deslocamento máximo em *z* na estrutura principal não respeitava a condição imposta de deslocamento máximo de 1/200 da altura da guia (adaptação dos critérios do Eurocódigo 3 que são aplicados a estruturas de edifícios). De facto, o deslocamento máximo observado foi de 3,905 mm, quando o máximo permitido é de 3,125 mm. Constatou-se ainda que não havia tensões elevadas na zona de soldadura da guia com a chapa de base da guia, mas havia no tubo principal, mesmo por baixo de ambas as guias. Desta forma, verificou-se que havia um problema de rigidez no tubo principal, sendo necessário aumentar-lhe a rigidez, com o aumento de espessura do mesmo.

Assim na terceira análise à estrutura, todos os critérios de tensão equivalente aplicados e de deslocamentos foram validados segundo a Diretiva 2006/42/CE e o Eurocódigo 3.

Quanto à estrutura da roda motriz, esta apenas foi sujeita a uma análise, sendo que toda a estrutura apresentava tensões máximas na ordem 70 MPa. Quanto aos deslocamentos, esta estrutura é também um mecanismo, tendo uma mola com a rigidez de 47,7 kN/m, sendo que além do deslocamento já previsto da mola na vertical (direção *y*), esta apresenta um deslocamento adicional de 0,565 mm na mesma direção. Este

deslocamento faz com que a mola atinja a sua deformação máxima, obtendo um comprimento de 60 mm. Contudo, face à deformação já prevista para a mola, esta adição de deformação de 0,565 mm é praticamente desprezável, visto ser um deslocamento inferior a 1 mm. Mesmo com margem para otimizar esta estrutura, diminuindo a espessura de determinadas peças, optou-se por não se realizar este estudo, visto que a união entre os componentes desta estrutura é realizada com recurso a casquilhos de bronze, nos quais já terão tensões suficientemente altas. A diminuição da área de contacto com os casquilhos iria originar tensões mais elevadas, o que levaria ao mau funcionamento dos casquilhos.

Conclui-se que todos os objetivos estabelecidos para este projeto foram devidamente alcançados. Considera-se que, para trabalhos futuros, se possa analisar mais cuidadosamente a estrutura da roda, bem como a união entre os diversos componentes desta estrutura. Seria também relevante o estudo para diminuição da distância entre as rodas fixas e as giratórias, pois verifica-se que as tensões e os deslocamentos no tubo da estrutura que as une são relativamente baixos. Propõe-se fazer um estudo de economia de escala para a produção em série do equipamento e deteção de potenciais reduções de custo.



**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES  
DE INFORMAÇÃO**



## 5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- [1] E. de S. Campos, *História e Evolução dos Hospitais*. Rio de Janeiro: Ministério da Saúde Brasil, 1944.
- [2] S.-S. Kim *et al.*, "Association between perceived inadequate staffing and musculoskeletal pain among hospital patient care workers," *INTERNATIONAL ARCHIVES OF OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL HEALTH*, vol. 87, no. 3, pp. 323–330, 2014.
- [3] World Health Organization, *MEDICAL DEVICES : Managing the mismatch*. Geneva: WHO Press, 2010.
- [4] J. A. Morsch, "Equipamento de raio X: para que serve, tipos e como funciona," *Morsch*. [Online]. Available: <https://telemedicinamorsch.com.br/blog/equipamento-de-raio-x>. [Accessed: 02-Jan-2020].
- [5] Davis Medical Electronics, "Philips Pagemaster TC-30/50 Fully Assembled Trolley," *Davis Medical Electronics*. [Online]. Available: [https://www.davismedical.com/Products/Philips-Pagemaster-TC-3050-Fully-Assembled-Trolley\\_\\_PHN-EKG-860309-spc-B02.aspx](https://www.davismedical.com/Products/Philips-Pagemaster-TC-3050-Fully-Assembled-Trolley__PHN-EKG-860309-spc-B02.aspx). [Accessed: 02-Jan-2020].
- [6] Siemens, "Tomografia Computorizada," *Siemens Healthineers*. [Online]. Available: <https://www.siemens-healthineers.com/pt/computed-tomography>. [Accessed: 02-Jan-2020].
- [7] Mindray, "Aparelho de ultrassom portátil DP-2200," *Medical Expo*. [Online]. Available: <https://www.medicalexpo.com/pt/prod/mindray/product-70856-520050.html>. [Accessed: 02-Jan-2020].
- [8] JMS hospitalar, "Carro Maca," *JMS hospitalar*, 2017. [Online]. Available: [https://www.jmshospitalar.com/pt/produtos/detalhe/carro-maca\\_213/](https://www.jmshospitalar.com/pt/produtos/detalhe/carro-maca_213/). [Accessed: 11-Jan-2020].
- [9] JMS hospitalar, "Cama Hospitalar de coluna Modelo Andreia," *JMS hospitalar*, 2017. [Online]. Available: [https://www.jmshospitalar.com/pt/produtos/detalhe/andreia\\_152/](https://www.jmshospitalar.com/pt/produtos/detalhe/andreia_152/). [Accessed: 11-Jan-2020].
- [10] Hillrom, "Mobile Patient Lifts," *Hillrom*. [Online]. Available: <https://www.hillrom.com/en/products/sph-mobile-lifts/>. [Accessed: 11-Jan-2020].
- [11] A.-L. Osvalder and L.-O. Bligård, "Usability and ergonomics in medical equipment," in *Proceedings of the 39th Nordic Ergonomic Society Conference.*,

- 2007, p. 5.
- [12] P. W. THOMPSON, "SAFER DESIGN OF ANAESTHETIC EQUIPMENT," *BJA: British Journal of Anaesthesia*, vol. 59, no. 7, pp. 913–921, Jul. 1987.
- [13] A. Tonks, "Safer by design," *BMJ*, vol. 336, pp. 186–188, 26-Jan-2008.
- [14] B. Das, J. Wimpee, and B. Das, "Ergonomics evaluation and redesign of a hospital meal cart," *Applied Ergonomics*, vol. 33, pp. 309–318, 2002.
- [15] A. Golenko, *Fundamentals of Machine Design A Coursebook for Polish and Foreign Students*. Wroclawska: Politechnika Wroclawska, 2010.
- [16] J. E. Shigley, C. R. Mischke, and J. Thomas Hunter Brown, *Standard Handbook of Machine Design*, 3rd ed. New York: McGraw-Hill Education, 1996.
- [17] *Eurocódigo 3 - Projecto de estruturas de aço Parte 1-1 : Regras gerais e regras para edifícios*. NP EN 1993-1-1, 2010, pp. 1–116.
- [18] J. A. Monteiro, "Infecções Nosocomiais," *Acta Médica Portuguesa*, vol. 6, pp. 135–140, 1993.
- [19] K. G. Swift and J. D. Booker, *Process Selection - From design to manufacture*. Oxford: Butterworth Heinemann, 2003.
- [20] Açosporte Comercial de Aços Ltda., "Perfil de aço inox," *Açosporte Comercial de Aços Ltda.* [Online]. Available: <http://www.acosporte.com.br/perfil-aco-inox>. [Accessed: 27-Dec-2019].
- [21] Ventanas Asturcon, "Trabajos en aluminio," *Ventanas Asturcon*. [Online]. Available: <https://www.ventanasasturcon.es/es/fotos/img/4365957/>. [Accessed: 27-Dec-2019].
- [22] RK Rose + Krieger, "BLOCAN® Structural Profiles – aluminium construction profiles," *RK Rose + Krieger*. [Online]. Available: <https://www.rk-rose-krieger.com/english/products/blocanr-profile-system/structural-profiles-construction-profiles/>. [Accessed: 27-Dec-2019].
- [23] Misani Carpentaria Taglio Laser, "Sheet metal laser cutting," *Misani Carpentaria Taglio Laser*. [Online]. Available: <https://www.misani.it/en/sheet-metal-laser-cutting/>. [Accessed: 27-Dec-2019].
- [24] N. J. Den Uijl and L. J. Carless, "Advanced metal-forming technologies for automotive applications," in *Advanced Materials in Automotive Engineering*, J. Rowe, Ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2012, pp. 28–56.
- [25] Land Rover France, "Nouveau Land Rover Defender - Body-in-White," *Land Rover France*. [Online]. Available: <https://media.landrover.com/fr-fr/image-packs/nouveau-land-rover-defender-body-white>. [Accessed: 27-Dec-2019].
- [26] B. M. Klebanov, D. m. Barlam, and F. E. Nystrom, *Machine Elements: Life & Design*. Boca Raton: CRC Press, 2008.
- [27] R. C. Juvinall and K. M. Marshek, *Fundamentals of Machine Component and*

- Design*. Chennai: Laserwords, 2012.
- [28] D. Leonetti, J. Maljaars, and H. H. (Bert) Snijder, "Fatigue life prediction of hot-riveted shear connections using system reliability," *Engineering Structures*, vol. 186, pp. 471–483, 2019.
- [29] P. R. N. Childs, "Fastening and power screws," in *Mechanical Design Handbook*, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2019, pp. 719–771.
- [30] RW Rebites, "Rebite maciço de alumínio," *RW Rebites*. [Online]. Available: <https://www.rwrebites.com.br/rebite-macico-aluminio#group1-1>. [Accessed: 27-Dec-2019].
- [31] Fukui Byora, "Semi-tubular Rivets Basics," *Fukui Byora Metal Parts Innovator*. [Online]. Available: <https://www.byora.co.jp/index/en/index/products/fastening/semi-tubular/index.html>. [Accessed: 27-Dec-2019].
- [32] Bossard, "FASTEKS® – Blind Rivets," *Bossard*. [Online]. Available: <https://www.bossard.com/en/product-solutions/brands/rivet-technology/fasteks-blind-rivets/>. [Accessed: 27-Dec-2019].
- [33] BOLLHOFF, "Self-pierce riveting systems for perfect joints," *BOLLHOFF*. [Online]. Available: <https://www.boellhoff.com/de-en/products-and-services/assembly-technology/self-pierce-riveting-rivset.php>. [Accessed: 25-Nov-2019].
- [34] S.-H. Suh, S.-K. Kang, D.-H. Chung, and I. Stroud, *Theory and Design of CNC Systems - (Springer series in advanced manufacturing)*. London: Springer, 2008.
- [35] Isel Automation, "Metric Ball Screws & Metric Ball Nuts," *Isel Automation*. [Online]. Available: <http://www.techno-isel.com/lmc/Products/BallScrewsMetric.htm>. [Accessed: 28-Dec-2019].
- [36] Equinotec, "Guias Lineares (Patins e Rail)," *Equinotec*. [Online]. Available: <https://www.equinotec.com/produtos-detalhe/guias-lineares-patins-e-rail>. [Accessed: 28-Dec-2019].
- [37] Bosch Rexroth, "eLINE Linear Bushings and eLINE Linear Sets," *Bosch Rexroth*. [Online]. Available: <https://www.boschrexroth.com/en/xc/products/product-groups/linear-motion-technology/linear-bushings-and-shafts/eline-linear-bushings-and-eline-linear-sets#>. [Accessed: 28-Dec-2019].
- [38] W. H. Yeadon, *Handbook of Small Electric Motors*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc, 2003.
- [39] R. Crowder, *Electric Drives and Electromechanical Systems*. Oxford: Elsevier Science, 2006.
- [40] Design World Staff, "A New Look at an Old Motor," *Design World*, 2011. [Online]. Available: <https://www.designworldonline.com/a-new-look-at-an-old-motor/>. [Accessed: 29-Dec-2019].
- [41] HAOSHENG MOTOR CO., "DC Motors Promote Battery Life," *HAOSHENG MOTOR*

- CO. [Online]. Available: <http://www.hsdcmotor.com/news-p3.html>. [Accessed: 29-Dec-2019].
- [42] C. Fairclough, “Analyzing the Structural Integrity of an Induction Motor with Simulation,” *Comsol*. [Online]. Available: <https://www.comsol.com/blogs/analyzing-the-structural-integrity-of-an-induction-motor-with-simulation/>. [Accessed: 30-Dec-2019].
- [43] Firgelli Automations Team, “Inner Workings of a Linear Actuator,” *Firgelli Automations*, 2018. [Online]. Available: <https://www.firgelliauto.com/blogs/news/inside-a-linear-actuator-how-a-linear-actuator-works>. [Accessed: 30-Dec-2019].
- [44] AMETEK Haydon Kerk Pittman Motion Solutions, “What Is a Captive Actuator?,” *Youtube*, 2019. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=JWSLN6FHIO4>. [Accessed: 30-Dec-2019].
- [45] Progressive Automations, “Waterproof Electric Linear Actuator IP67M,” *Progressive Automations*. [Online]. Available: <https://www.progressiveautomations.com/products/waterproof-linear-actuator>. [Accessed: 30-Dec-2019].
- [46] Aber, “Hydraulic Power Unit,” *Aber*. [Online]. Available: <https://www.aber.pt/product/hydraulic-power-unit/>. [Accessed: 30-Dec-2019].
- [47] A. K. Gupta, S. K. Arora, and J. R. Westcott, *Industrial Automation and Robotics: An Introduction*. Herndon: Mercury Learning & Information, 2016.
- [48] Festo Portugal, “Produtos,” *Festo*. [Online]. Available: [https://www.festo.com/cat/pt\\_pt/products](https://www.festo.com/cat/pt_pt/products). [Accessed: 30-Dec-2019].
- [49] M. J. R. Soares, “Desenvolvimento de sistemas automáticos de alimentação e descarga de injetora de plásticos,” Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2015.
- [50] SMC, “Product catalogue,” *SMC*. [Online]. Available: [https://www.smc.eu/portal\\_ssl/WebContent/digital\\_catalog\\_2/jsp/view\\_product\\_configurator.jsp?dc\\_product\\_id=44256](https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/digital_catalog_2/jsp/view_product_configurator.jsp?dc_product_id=44256). [Accessed: 30-Dec-2019].
- [51] Y. M. Desai, T. I. Eldho, and A. H. Shah, *Finite Element Method with Applications in Engineering*, First. Nova Deli: Pearson Education India, 2011.
- [52] R. Campilho, *Método de Elementos Finitos - Ferramentas para Análise Estrutural*, First Edit. Porto: Publindústria, 2012.
- [53] D. L. Logan, *A First Course in the Finite Element Method*, Sixth Edit. Boston: Cengage Learning, 2016.
- [54] R. Rai, R. Dwivedi, and N. Nagayach, “Design & static analysis of manual pallet truck using FEM method by ANSYS software,” *International Journal of Recent Technology Science & Management*, vol. 2, pp. 30–37, 2018.
- [55] M. I. R. L. de Moura, “O TRABALHO DOS ENFERMEIROS: CONDICIONANTES DO

- BEM-ESTAR MUSCULOESQUELÉTICO,” Escola Superior de Enfermagem do Porto, 2019.
- [56] F. Serranheira, T. Cotrim, V. Rodrigues, C. Nunes, and A. Sousa-Uva, “Lesões musculoesqueléticas ligadas ao trabalho em enfermeiros portugueses: «ossos do ofício» ou doenças relacionadas com o trabalho?,” *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, vol. 30, no. 2, pp. 193–203, 2012.
- [57] L. Castelôa, S. Luís, T. Romeiro, and I. Oliveira, “Prevalência das lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho dos enfermeiros: Revisão integrativa,” *Revista de Investigação & Inovação em Saúde*, vol. 2, pp. 63–74, Jun. 2019.
- [58] *Portaria n.º 290/2012 de 24 de setembro do Ministério da Saúde*. Diário da República, 1.ª série — N.º 185, 2012, pp. 5350–5376.
- [59] Fallshaw Group, “Electrodrive,” *Fallshaw Group*. [Online]. Available: <http://www.electrodrive.com.au/>. [Accessed: 16-Mar-2020].
- [60] StaminaLift International, “StaminaLift,” *StaminaLift*. [Online]. Available: <https://staminalift.com/>. [Accessed: 16-Mar-2020].
- [61] Highgate Healthcare, “Unimove Bed Mover,” *Highgate Healthcare*. [Online]. Available: <https://www.highgatehealthcare.com.au/UNIMOVE-Bed-Mover>. [Accessed: 16-Mar-2020].
- [62] Zallys, “M13,” *Zallys*. [Online]. Available: [http://zallys.com/dealer/controller/prodotti.php?t=1&action=105&cat=28&prod=401&cod=Z173.700-1&gfw\\_lang=2](http://zallys.com/dealer/controller/prodotti.php?t=1&action=105&cat=28&prod=401&cod=Z173.700-1&gfw_lang=2). [Accessed: 16-Mar-2020].
- [63] Unit Pack Power, “Unit Pack Power,” *Unit Pack Power*. [Online]. Available: <http://www.unitpackpower.com/>. [Accessed: 20-Nov-2019].
- [64] Progressive Automations, “Heavy Duty Linear Actuator,” *Progressive Automations*. [Online]. Available: <https://www.progressiveautomations.com/products/heavy-duty-linear-actuator>. [Accessed: 20-Mar-2020].
- [65] COMSOL INC., “Finite Element Mesh Refinement,” *Comsol Inc.*, 2017. [Online]. Available: <https://www.comsol.pt/multiphysics/mesh-refinement>. [Accessed: 08-Aug-2020].
- [66] Autodesk, “What is h refinement threshold?,” *Autodesk Knowledge Network*, 2014. [Online]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/inventor/learn-explore/caas/sfdarticles/sfdarticles/PTB/h-refinement-threshold-s.html>. [Accessed: 08-Aug-2020].
- [67] *Directiva 2006/42/CE relativa a máquinas*. Jornal Oficial da União Europeia, 2006, pp. 24–86.
- [68] Mollificio Modenese, “Stainless steel wire EN 10270-3,” *Mollificio Modenese*. [Online]. Available: <https://www.mollificiomodenese.it/en/glossary/stainless-steel-uni-en-10270-3-1-4310-1-4301-1-4401-aisi-302-aisi-304-aisi-316/>.

[Accessed: 20-Jun-2020].

- [69] Transtecno, “Motoredutores CC de rosca sem fim NDCM – ECM,” *Transtecno*. [Online]. Available: <https://www.transtecno.com/pt-br/redutores-motoredutores/dc/motoredutores-cc-de-roca-sem-fimndcm-ecm/>. [Accessed: 20-May-2020].
- [70] T. Castro, “Projeto de uma ferramenta específica para cravação de terminais elétricos,” Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2016.

# ANEXOS

6.1 CUSTO DE MATERIAL PARA FABRICO DE PEÇAS EM AÇO

6.2 DESENHOS TÉCNICOS



## 6 ANEXOS

### 6.1 Custo de material para fabrico de peças em aço



## **CHAPA LAMINADA A QUENTE (PRETA)**

Formatos 2000x1000, 2500x1250 e 3000x1500 mm<sup>2</sup>.

<b>Espessura (mm)</b>	<b>Preço (€/kg)</b>
1,50	0,990
2,00	0,880
2,50	0,880
3,00	0,860
4,00	0,860
5,00	0,860
6,00	0,860
8,00	0,860
10,00	0,870
12,00	0,880
15,00	0,980
16,00	0,980
20,00	0,990

“Preços sujeitos a I.V.A. à taxa legal”

Esta tabela pode ser alterada sem aviso prévio.

02 de Setembro de 2019



## TUBO DE AÇO

### TUBO DE AÇO LAMINADO A FRIO OU DECAPADO:

Diâmetro (mm)	REDONDO			
	Preço (€/m)			
	Esp= 1 mm	Esp= 1,25 mm	Esp= 1,50 mm	Esp= 2 mm
10	0,510	0,622	0,707	-
12	0,520	0,653	0,781	-
14	0,571	0,714	0,839	1,036
16	0,622	0,826	0,824	1,037
18	0,694	0,877	0,855	1,065
19	0,755	0,928	0,995	1,260
20	0,755	0,959	0,952	1,184
22	0,806	1,040	1,074	1,348
25	0,898	1,183	1,160	1,454
27	1,071	1,336	-	-
28	1,071	1,336	1,374	1,728
30	1,112	1,387	1,365	1,727
32	1,193	1,479	1,469	1,875
35	1,306	1,632	1,612	2,067
38	1,489	1,918	1,757	2,258
40	1,510	1,938	1,846	2,369
41	1,774	2,366	-	-
42	1,744	2,366	1,925	2,463
45	1,744	2,234	2,093	2,668
48	2,091	2,713	2,207	2,856
50	2,183	2,836	2,372	3,022
55	2,407	3,121	2,643	3,524
57	-	-	2,979	3,839
60	2,632	3,407	2,851	3,575
65	-	-	3,419	4,427
70	-	-	3,340	4,243
75	-	-	-	-
76	-	-	3,588	4,636
80	-	-	3,939	5,005
83	-	-	-	5,687
89	-	-	4,401	5,684
90	-	-	-	5,939
100	-	-	5,157	6,682
120	-	-	-	8,439

“Preços sujeitos a I.V.A. à taxa legal”

<b>QUADRADO</b>				
<b>Secção (mm)</b>	<b>Preço (€/m)</b>			
	<b>Esp= 1 mm</b>	<b>Esp= 1,25 mm</b>	<b>Esp= 1,50 mm</b>	<b>Esp= 2 mm</b>
<b>10 x 10</b>	0,520	0,632	0,650	-
<b>12 x 12</b>	0,612	0,755	0,806	-
<b>14 x 14</b>	0,694	0,857	0,889	-
<b>16 x 16</b>	0,796	0,969	0,920	1,158
<b>18 x 18</b>	0,887	1,102	1,177	1,467
<b>20 x 20</b>	0,898	1,183	1,170	1,563
<b>22 x 22</b>	1,020	1,295	1,464	1,848
<b>25 x 25</b>	1,061	1,408	1,408	1,920
<b>28 x 28</b>	1,285	1,663	1,573	2,535
<b>30 x 30</b>	1,234	1,683	1,677	2,158
<b>32 x 32</b>	1,540	1,918	2,160	2,732
<b>35 x 35</b>	1,642	2,101	2,015	2,605
<b>38 x 38</b>	1,969	2,438	-	-
<b>40 x 40</b>	2,071	2,581	2,220	2,904
<b>45 x 45</b>	2,591	3,233	2,699	3,425
<b>50 x 50</b>	2,887	3,590	3,002	3,838
<b>55 x 55</b>	-	-	3,406	4,055
<b>60 x 60</b>	-	-	3,667	4,671
<b>70 x 70</b>	-	-	4,293	5,480
<b>75 x 75</b>	-	-	-	-
<b>80 x 80</b>	-	-	4,655	6,020
<b>90 x 90</b>	-	-	-	7,303
<b>100 x 100</b>	-	-	-	7,560

“Preços sujeitos a I.V.A. à taxa legal”

<b>RECTANGULAR</b>				
<b>Secção</b>	<b>Preço (€/m)</b>			
	<b>Esp= 1 mm</b>	<b>Esp= 1,25 mm</b>	<b>Esp= 1,50 mm</b>	<b>Esp= 2 mm</b>
<b>15 x 10</b>	0,653	0,796	1,012	-
<b>20 x 10</b>	0,704	0,867	0,955	0,952
<b>20 x 15</b>	0,826	1,020	1,192	1,479
<b>25 x 10</b>	0,836	1,030	1,117	0,000
<b>25 x 15</b>	0,949	1,163	1,246	1,546
<b>25 x 20</b>	1,091	1,336	1,482	1,626
<b>30 x 10</b>	0,949	1,163	1,267	1,568
<b>30 x 15</b>	1,030	1,275	1,354	1,731
<b>30 x 20</b>	1,051	1,377	1,419	1,812
<b>35 x 15</b>	1,204	1,479	1,526	1,934
<b>35 x 20</b>	1,316	1,642	1,747	2,187
<b>35 x 25</b>	1,469	1,826	1,945	2,470
<b>40 x 10</b>	1,214	1,499	1,536	1,958
<b>40 x 15</b>	1,336	1,663	1,647	2,093
<b>40 x 20</b>	1,275	1,663	1,690	2,191
<b>40 x 25</b>	1,591	1,979	1,995	2,531
<b>40 x 30</b>	1,581	2,091	2,020	2,567
<b>45 x 20</b>	-	-	1,983	2,544
<b>45 x 25</b>	-	-	2,146	2,743
<b>45 x 30</b>	-	-	2,338	2,977
<b>50 x 10</b>	1,448	1,785	1,831	2,333
<b>50 x 15</b>	1,622	2,009	2,068	2,626
<b>50 x 20</b>	-	1,897	2,033	2,591
<b>50 x 25</b>	-	-	2,210	2,825
<b>50 x 30</b>	-	2,183	2,266	2,923
<b>50 x 35</b>	-	-	2,686	3,454
<b>50 x 40</b>	-	-	2,737	3,474
<b>60 x 10</b>	-	-	2,146	2,726
<b>60 x 20</b>	-	-	2,368	3,027
<b>60 x 30</b>	-	-	2,545	3,335
<b>60 x 40</b>	-	-	2,797	3,672
<b>60 x 50</b>	-	-	-	4,438
<b>70 x 30</b>	-	-	3,044	3,863
<b>70 x 40</b>	-	-	3,318	4,168
<b>70 x 50</b>	-	-	-	4,975
<b>80 x 20</b>	-	-	3,158	4,013
<b>80 x 30</b>	-	-	3,427	4,385
<b>80 x 40</b>	-	-	3,422	4,442
<b>80 x 50</b>	-	-	4,186	5,280
<b>80 x 60</b>	-	-	4,642	5,622
<b>90 x 50</b>	-	-	-	5,893
<b>100 x 20</b>	-	-	4,099	5,230
<b>100 x 30</b>	-	-	4,236	5,287
<b>100 x 40</b>	-	-	4,240	5,338
<b>100 x 50</b>	-	-	4,498	5,687
<b>100 x 60</b>	-	-	-	6,778
<b>120 x 40</b>	-	-	-	6,623
<b>120 x 60</b>	-	-	-	6,931

“Preços sujeitos a I.V.A. à taxa legal”

**TUBO ESTRUTURAL:**

<b>REDONDO</b>									
<b>Diâmetro</b>	<b>Preço (€/m)</b>								
<b>(mm)</b>	<b>3 mm</b>	<b>4mm</b>	<b>5 mm</b>	<b>6 mm</b>	<b>7 mm</b>	<b>8 mm</b>	<b>10 mm</b>	<b>12 mm</b>	<b>12,5 mm</b>
<b>30</b>	2,547	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>38</b>	3,295	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>40</b>	3,399	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>45</b>	3,857	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>48</b>	4,122	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>50</b>	4,315	5,629	-	-	-	-	-	-	-
<b>55</b>	5,040	6,574	-	-	-	-	-	-	-
<b>57</b>	5,233	6,840	-	-	-	-	-	-	-
<b>60</b>	5,231	6,834	8,743	-	-	-	-	-	-
<b>63</b>	5,801	7,614	-	-	-	-	-	-	-
<b>70</b>	6,147	8,063	-	-	-	-	-	-	-
<b>75</b>	0,000	0,000	-	-	-	-	-	-	-
<b>76,1</b>	6,701	8,810	11,316	13,418	-	-	-	-	-
<b>80</b>	7,063	9,292	-	14,058	-	-	-	-	-
<b>83</b>	7,734	10,188	-	-	-	-	-	-	-
<b>88,9</b>	8,315	10,948	13,995	16,072	-	-	-	-	-
<b>90</b>	7,979	10,497	-	-	-	-	-	-	-
<b>95</b>	8,906	11,968	-	-	-	-	-	-	-
<b>100</b>	9,390	12,375	15,896	17,921	23,149	25,560	-	-	-
<b>101,6</b>	-	-	-	18,912	-	-	-	-	-
<b>113</b>	-	-	-	21,186	-	-	-	-	-
<b>114,3</b>	10,196	13,498	14,880	20,907	26,593	29,485	-	-	-
<b>120</b>	10,726	14,113	-	-	-	-	-	-	-
<b>125</b>	11,185	14,740	19,082	22,692	28,644	31,663	41,782	-	-
<b>127</b>	11,518	15,196	-	23,078	-	-	-	-	-
<b>133</b>	12,072	15,943	20,373	24,251	-	-	-	-	-
<b>139,7</b>	12,676	16,824	21,413	25,531	32,160	35,645	47,078	55,597	-
<b>152</b>	14,381	19,082	24,272	28,966	-	-	-	-	-
<b>152,4</b>	14,502	19,082	24,404	29,100	-	-	-	-	-
<b>159</b>	14,437	19,213	24,504	29,141	36,785	40,843	-	-	-
<b>164</b>	14,944	19,839	24,608	-	-	-	-	-	-
<b>168,3</b>	15,317	20,333	25,917	30,952	39,032	43,310	57,367	68,099	-
<b>177,8</b>	16,198	21,467	27,462	32,751	42,413	47,043	-	-	-
<b>193,7</b>	18,430	24,435	31,242	37,280	45,217	50,172	66,634	79,137	73,014
<b>200</b>	19,082	25,219	32,184	38,490	46,762	51,954	-	-	-
<b>219,1</b>	20,907	27,697	35,402	42,242	51,387	57,016	73,312	87,093	85,031
<b>244,5</b>	-	30,907	39,450	47,211	61,676	68,689	85,982	102,345	96,889
<b>273</b>	25,951	34,558	44,127	52,824	67,515	75,181	92,208	109,683	108,752
<b>323,9</b>	-	41,198	52,551	62,853	80,459	89,556	109,967	134,217	122,147
<b>355,6</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	146,029

“Preços sujeitos a I.V.A. à taxa legal”

<b>QUADRADO</b>									
<b>Secção</b>	<b>Preço (€/m)</b>								
<b>(mm)</b>	<b>3 mm</b>	<b>4 mm</b>	<b>5 mm</b>	<b>6 mm</b>	<b>7 mm</b>	<b>8 mm</b>	<b>10 mm</b>	<b>12 mm</b>	<b>12,5 mm</b>
<b>30 x 30</b>	2,960	3,697	-	-	-	-	-	-	-
<b>35 x 35</b>	3,557	0,000	-	-	-	-	-	-	-
<b>38 x 38</b>	3,913	0,000	-	-	-	-	-	-	-
<b>40 x 40</b>	3,798	4,840	6,009	-	-	-	-	-	-
<b>45 x 45</b>	4,725	6,059	-	-	-	-	-	-	-
<b>50 x 50</b>	4,891	6,275	7,888	9,477	-	-	-	-	-
<b>60 x 60</b>	5,970	7,723	9,512	11,530	-	-	-	-	-
<b>70 x 70</b>	7,063	9,172	11,661	13,788	-	-	-	-	-
<b>80 x 80</b>	8,142	10,606	13,579	15,885	21,130	23,026	-	-	-
<b>90 x 90</b>	9,489	12,448	15,190	18,584	24,434	26,694	-	-	-
<b>100 x 100</b>	10,315	13,465	17,314	20,629	26,178	28,615	35,524	-	49,066
<b>110 x 110</b>	12,576	16,514	20,883	24,669	30,617	33,556	40,783	-	50,749
<b>120 x 120</b>	13,350	16,851	21,180	25,205	32,326	35,433	43,690	50,263	54,275
<b>125 x 125</b>	14,354	18,927	23,881	28,315	33,757	37,085	47,462	0,000	59,823
<b>130 x 130</b>	14,595	19,168	23,945	28,327	37,371	41,059	58,908	58,908	62,903
<b>140 x 140</b>	15,700	20,246	24,980	30,016	38,239	41,986	53,047	61,659	71,980
<b>150 x 150</b>	16,393	22,255	26,911	31,903	41,254	45,329	56,950	66,128	70,934
<b>160 x 160</b>	18,546	24,033	29,437	35,429	44,431	48,989	61,670	71,464	76,488
<b>175 x 175</b>	20,325	26,930	32,625	39,766	49,991	55,107	69,766	84,197	89,958
<b>180 x 180</b>	21,517	27,704	33,440	39,971	50,423	55,630	69,319	82,427	88,684
<b>200 x 200</b>	-	30,869	37,883	45,478	56,537	62,410	78,313	96,525	100,574
<b>220 x 220</b>	-	35,838	44,526	52,950	-	71,876	89,800	104,435	-
<b>250 x 250</b>	-	41,940	50,820	60,449	73,149	81,002	97,209	113,399	135,321
<b>260 x 260</b>	54,804	65,348	79,958	88,649	111,744	132,539	111,744	132,539	141,318

“Preços sujeitos a I.V.A. à taxa legal”

RECTANGULAR									
Secção (mm)	Preço (€/m)								
	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm	8 mm	10 mm	12 mm	12,5 mm
30 x 20	2,248	-	-	-	-	-	-	-	-
40 x 20	2,922	-	-	-	-	-	-	-	-
40 x 25	3,214	-	-	-	-	-	-	-	-
40 x 27	3,328	-	-	-	-	-	-	-	-
40 x 30	3,354	-	-	-	-	-	-	-	-
45 x 25	3,354	-	-	-	-	-	-	-	-
45 x 30	3,646	-	-	-	-	-	-	-	-
45 x 35	3,912	5,005	-	-	-	-	-	-	-
50 x 20	3,410	-	-	-	-	-	-	-	-
50 x 25	3,157	-	-	-	-	-	-	-	-
50 x 30	3,916	5,090	-	-	-	-	-	-	-
50 x 35	3,916	-	-	-	-	-	-	-	-
50 x 40	4,662	5,970	-	-	-	-	-	-	-
60 x 20	4,091	-	-	-	-	-	-	-	-
60 x 25	4,383	-	-	-	-	-	-	-	-
60 x 30	4,472	5,729	-	-	-	-	-	-	-
60 x 40	5,043	6,465	7,916	9,654	-	-	-	-	-
60 x 50	4,994	7,520			-	-	-	-	-
70 x 30	5,043	6,465			-	-	-	-	-
70 x 40	4,875	7,459	9,095	11,124	-	-	-	-	-
70 x 50	6,148	7,952	10,061	12,664	-	-	-	-	-
80 x 20	5,259	-	-	-	-	-	-	-	-
80 x 25	5,538	-	-	-	-	-	-	-	-
80 x 30	6,161	7,940	-	-	-	-	-	-	-
80 x 40	6,148	7,952	9,825	-	-	-	-	-	-
80 x 45	6,707	8,689	-	-	-	-	-	-	-
80 x 50	6,764	8,858	10,899	13,580	-	-	-	-	-
80 x 60	7,285	9,618	11,900	14,747	-	-	-	-	-
90 x 30	6,619	8,770		14,747	-	-	-	-	-
90 x 40	6,999	9,082	11,484	0,000	-	-	-	-	-
90 x 50	7,266	9,451	11,992	14,747	-	-	-	-	-
100 x 20	6,415	-	-	15,666	-	-	-	-	-
100 x 30	7,291	9,451	-	16,812	-	-	-	-	-
100 x 40	7,266	9,451	11,992	19,307	-	-	-	-	-
100 x 50	7,943	10,337	12,987	17,682	-	-	-	-	-
100 x 60	8,508	11,096	13,976	18,677	21,990	23,985	-	-	-
100 x 80	9,640	12,618	15,832	21,027	25,253	27,610	-	-	-
110 x 70	9,489	12,448	-	23,693	-	-	-	-	-
120 x 30	7,943	-	-	-	-	-	-	-	-
120 x 40	9,235	12,029	15,332	-	-	-	-	-	-
120 x 50	8,943	11,674	14,965	-	-	-	-	-	-
120 x 60	9,640	12,636	15,618	-	25,253	27,610	-	-	-
120 x 80	10,783	14,080	17,570	-	27,774	30,403	37,740	-	-
120 x 100	-	16,079	19,923	-	31,400	34,434	42,262	-	-
140 x 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140 x 60	11,077	14,468	17,811	21,453	27,774	30,403	37,654	-	-
140 x 70	11,979	15,752	19,841	23,361		33,808		-	-
140 x 80	12,576	16,514	20,883	24,669	30,795	33,755	41,254	-	-
150 x 50	10,932	14,276	17,811	21,453	27,934	30,582	37,012	-	-
150 x 70	12,753	16,742	21,430	25,317	31,863	34,954	42,933	-	-

<b>RECTANGULAR</b>									
<b>Secção (mm)</b>	<b>Preço (€/m)</b>								
	<b>3 mm</b>	<b>4 mm</b>	<b>5 mm</b>	<b>6 mm</b>	<b>7 mm</b>	<b>8 mm</b>	<b>10 mm</b>	<b>12 mm</b>	<b>12,5 mm</b>
<b>150 x 75</b>	-	16,895	21,926	25,316	-	-	-	-	-
<b>150 x 100</b>	14,354	18,927	23,552	27,747	33,798	37,131	45,889	53,057	59,823
<b>160 x 80</b>	13,178	17,326	22,063	26,596	33,033	36,227	44,754	55,050	56,743
<b>160 x 90</b>	-	-	24,504	29,065	35,855	39,122	48,289	-	-
<b>160 x 120</b>	16,362	21,633	27,717	32,812	39,265	43,141	-	71,504	-
<b>160 x 140</b>	17,403	22,865	29,104	34,451	41,405	45,633	-	-	-
<b>180 x 60</b>	13,719	18,038	-	37,793	-	-	-	-	-
<b>180 x 80</b>	14,989	19,689	24,922	29,495	36,169	39,706	51,188	60,232	66,994
<b>180 x 100</b>	16,133	21,341	27,007	31,972	38,705	42,511	54,448	63,473	68,896
<b>180 x 120</b>	17,403	22,865	29,104	34,451	42,814	47,086	59,366	71,639	75,701
<b>180 x 140</b>	18,546	24,517	31,058	36,927	45,349	50,026	-	-	-
<b>200 x 80</b>	16,133	21,341	27,007	31,972	-	44,873	-	-	-
<b>200 x 100</b>	17,403	22,865	29,104	34,451	42,260	46,462	58,054	66,916	70,003
<b>200 x 120</b>	19,644	25,807	31,227	37,037	45,349	50,026	62,486	73,591	81,763
<b>200 x 150</b>	20,605	27,299	34,114	40,546	50,042	55,164	69,101	81,831	88,979
<b>200 X 160</b>	22,071	29,160	36,102	42,926	51,527	56,879	72,030	81,158	96,069
<b>220 X 120</b>	-	-	-	40,446	-	55,538	69,469	-	-
<b>220 X 140</b>	-	-	-	-	-	55,501	-	-	-
<b>250 X 100</b>	20,605	27,299	35,085	41,651	50,815	56,038	70,167	81,831	89,956
<b>250 X 150</b>	-	31,680	38,990	46,374	58,391	64,509	81,457	95,973	108,455
<b>250 X 200</b>	-	36,638	47,168	55,508	67,763	75,014	94,445	112,541	124,017
<b>260 X 140</b>	-	-	-	46,673	-	66,219	83,077	-	110,734
<b>260 X 180</b>	-	-	-	51,626	-	73,167	92,113	-	121,009
<b>300 X 100</b>	-	30,869	39,244	46,680	-	65,441	84,220	100,386	108,455
<b>300 X 150</b>	-	34,814	44,333	55,508	-	76,073	95,853	114,683	123,549
<b>300 X 200</b>	-	42,451	52,082	61,950	76,806	85,150	109,090	130,398	139,737
<b>300 x 220</b>	-	-	54,804	-	80,765	89,575	113,391	136,241	150,766

“Preços sujeitos a I.V.A. à taxa legal”

Esta tabela pode ser alterada sem aviso prévio.

17 de Abril de 2017



## **VARÃO REDONDO LISO**

<b>Diâmetro (mm)</b>	<b>Preço (€/kg)</b>
5.5	---
6	0,930
8	0,890
10	0,870
12	0,860
14	---
16	0,860
18	---
20	0,860
22	---
25	0,860
28	---
32	0,870
40	0,870

“Preços sujeitos a I.V.A. à taxa legal”

Esta tabela pode ser alterada sem aviso prévio.

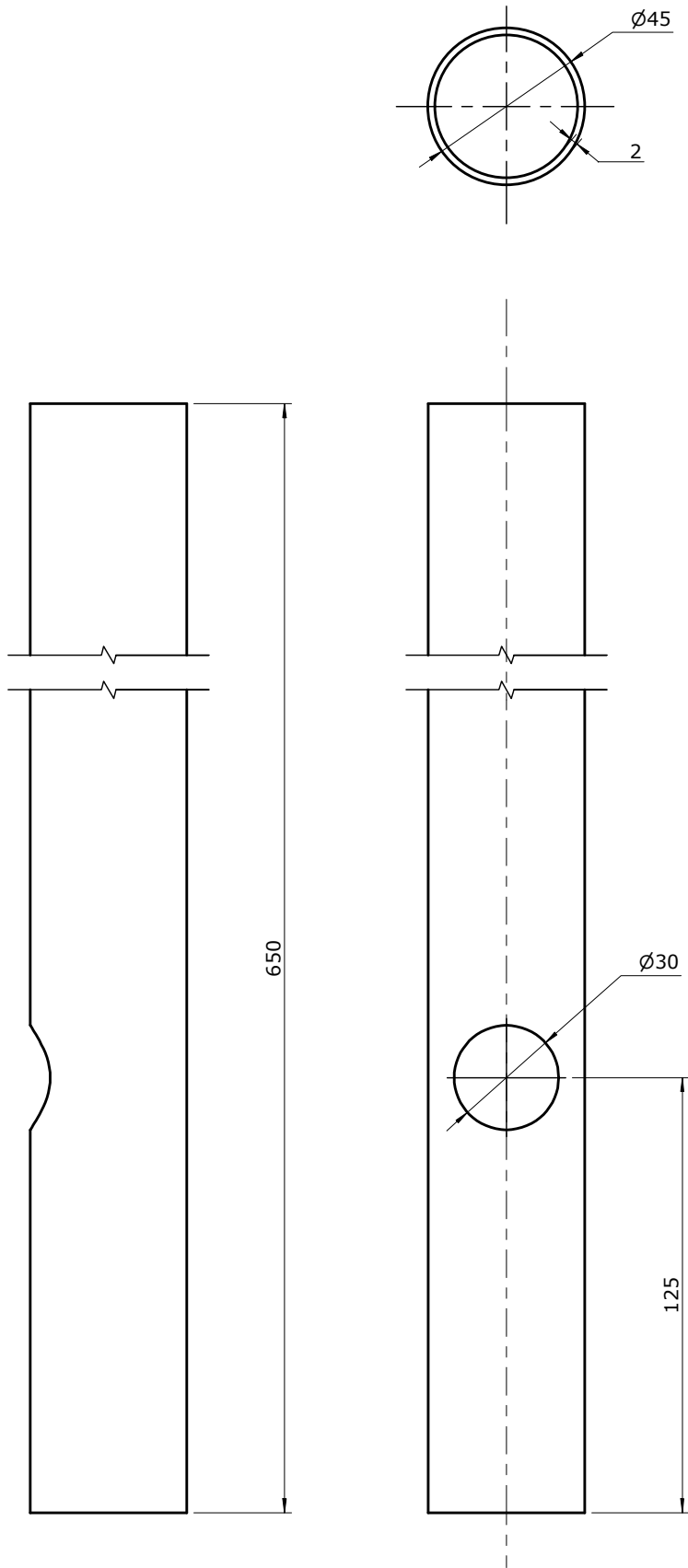
02 de Setembro de 2019



## 6.2 Desenhos técnicos



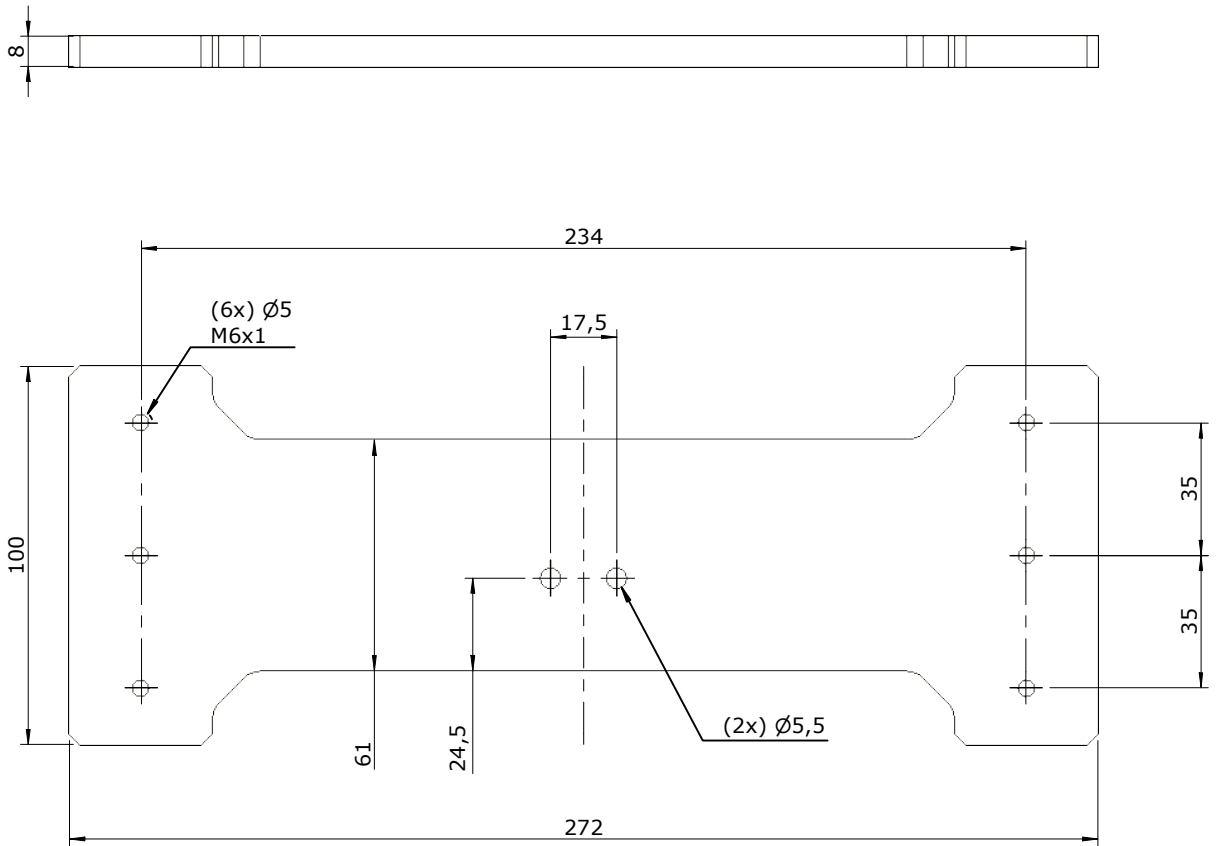
Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



Projectado por: NSF Designed by   Projetée par:		Area: 174848 mm <sup>2</sup> Area   Area:	Peso: 1.37 kg Weight   Poids:	Rugosidade: ✓ Surface finish   État de surface:	Desenho nº: 00014.2.007 Drawing no.   Dessin nº:	Rev.: 1 Rev.   Rév.:
Data: 11/11/2019 Date   Date:		Acabamento / Cor: NATURAL Finish / Colour / Dernière touche / Couleur:		Material: Aço- 1.0037 (S235JR) Material   Matériel:		
Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.				<b>TUBO DIRECAO</b>		<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



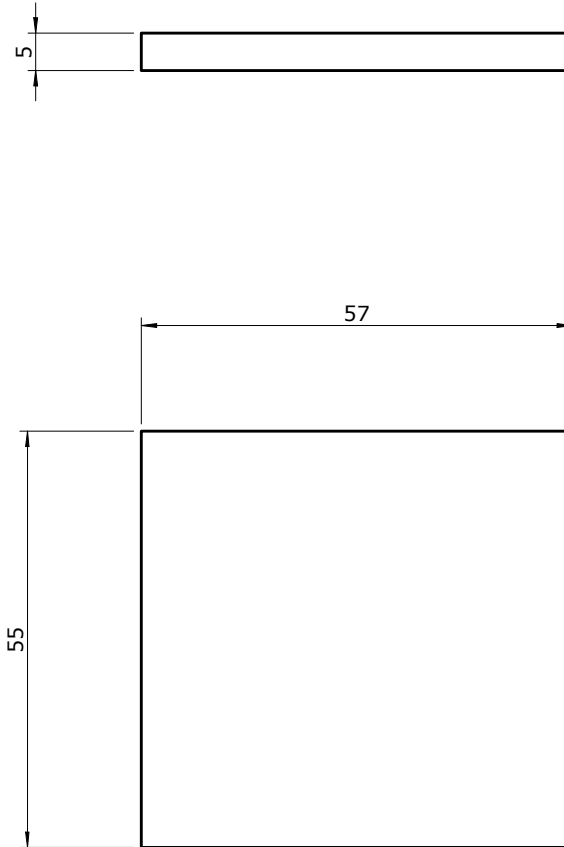
TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)										
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000		
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000		
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3		
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4		
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6		
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8		
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5		
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1		
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8		
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5		
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2		
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9		

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>46381 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>1.23 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.015</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Data: Date   Date: <b>11/11/2019</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		
<b>CHAPA</b>			<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial		

As cotas da peça cortada a laser ou oxicoarte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

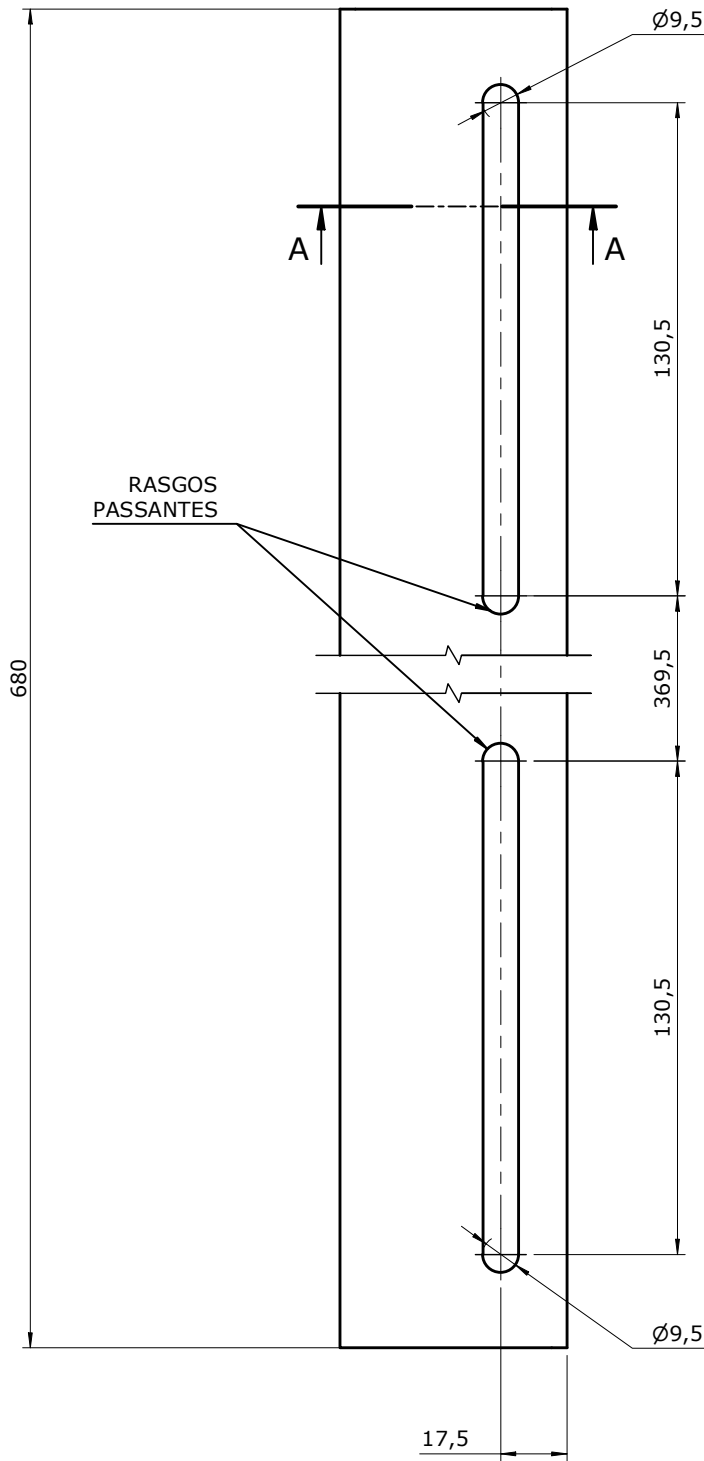
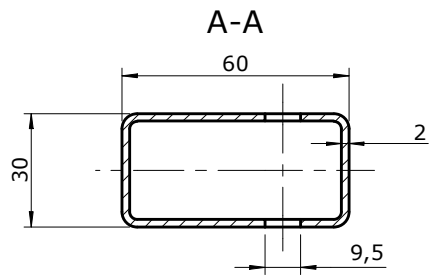


Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.		Projectado por: Designed by   Projeté par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>7390 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.12 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: Laser	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.016</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Data: Date   Date: <b>11/11/2019</b>		Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial	
<b>CHAPA</b>						Folha   Sheet   Page: 1 / 1	



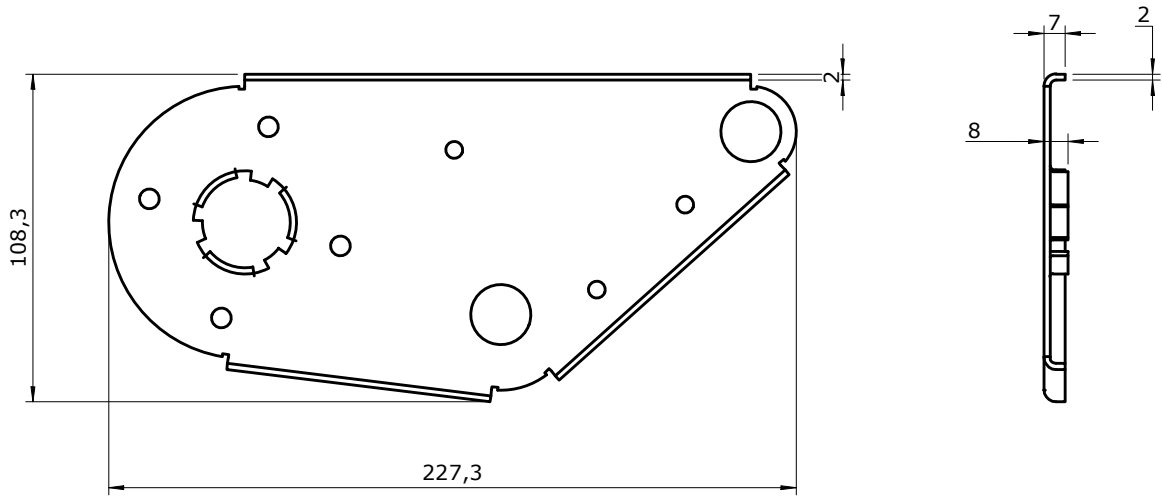


Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.

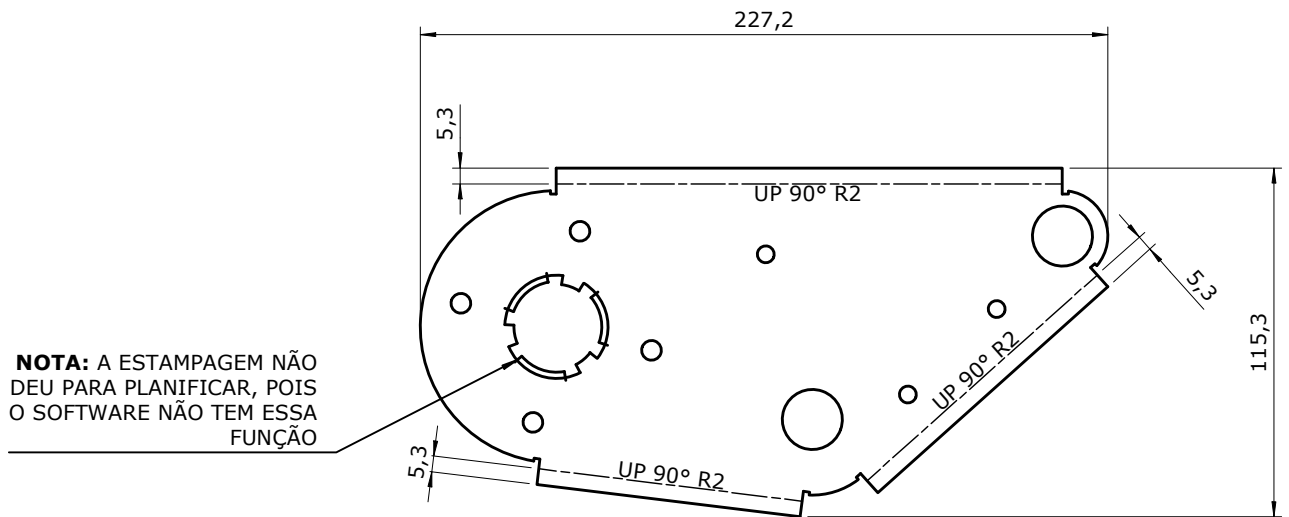
Projectado por: NSF Designed by   Projécté par:		Area: 219424 mm <sup>2</sup> Area   Area:		Peso: 1.70 kg Weight   Poids:		Rugosidade: Surface finish   État de surface:		Desenho nº: 00014.2.017 Drawing no.   Dessin nº:		Rev.: 1 Rev.   Rév.:	
Data: 12/11/2019 Date   Date:		Acabamento / Cor: NATURAL Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:		✓		Material: Aço- 1.0037 (S235JR) Material   Matériel:		<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial			
Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.		TUBO (BRACOS)									



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



### PLANIFICAÇÃO



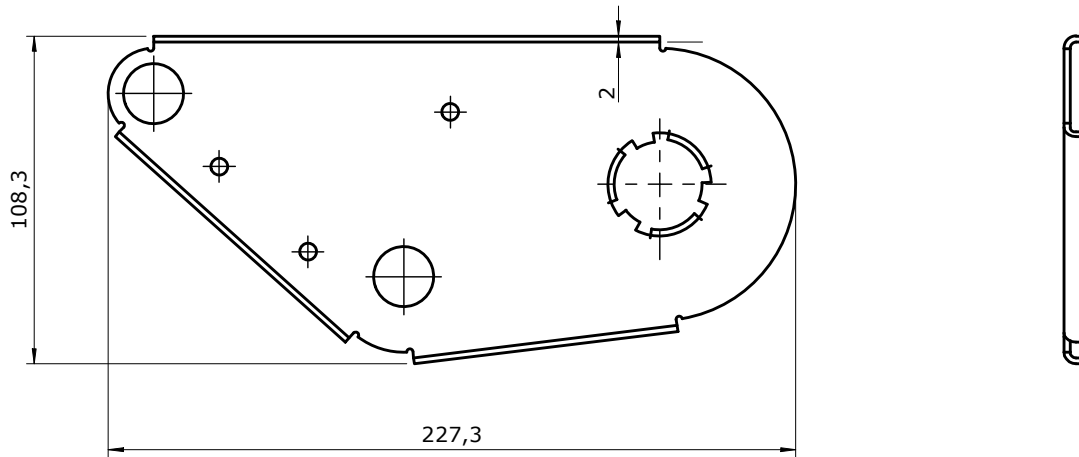
**NOTA:** A ESTAMPAGEM NÃO DEU PARA PLANIFICAR, POIS O SOFTWARE NÃO TEM ESSA FUNÇÃO

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>40019 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.30 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: 	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.020-01</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Data: Date   Date: <b>12/11/2019</b>			Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>GALVANIZADO</b>	Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR) Galvanizado</b>	
<b>SUORTE RODA ESQ.</b>				<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial	

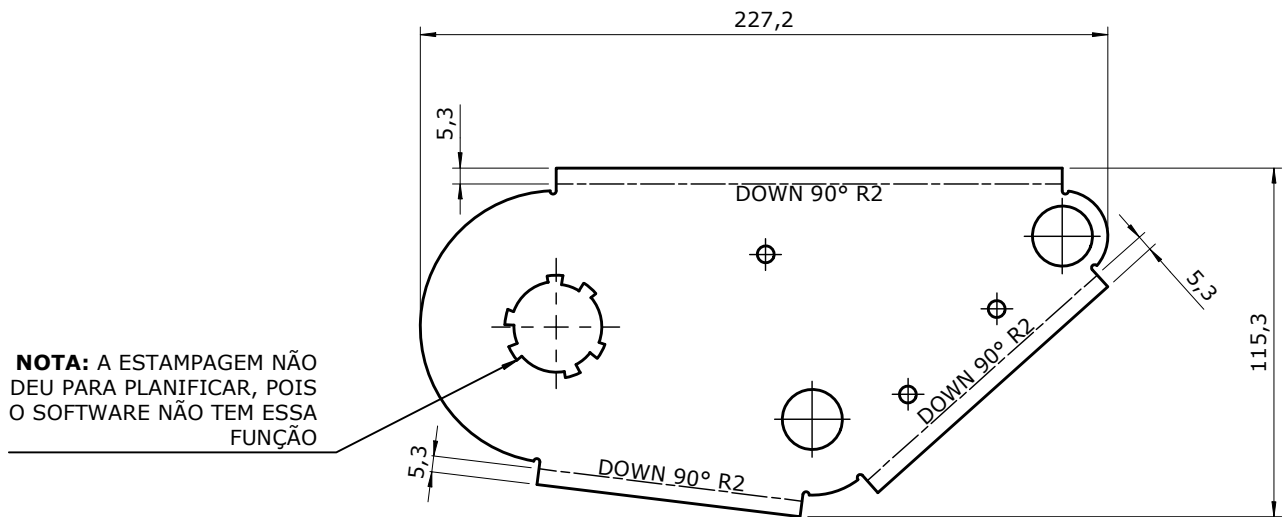
Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário):  
 GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK  
 LASER / OXICORTE ISO 9013 c11  
 SOLDADURA ISO 13920-AE  
 As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.

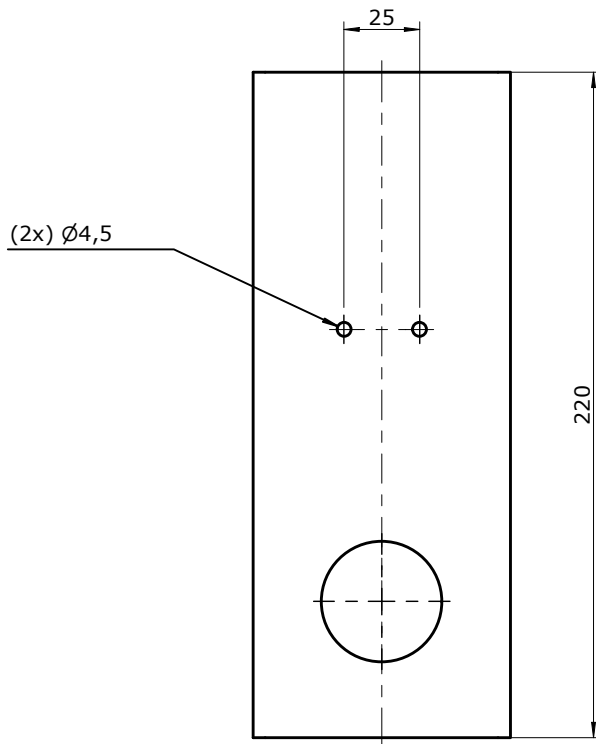
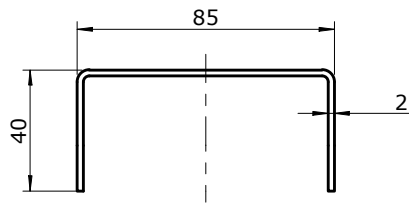


### PLANIFICAÇÃO

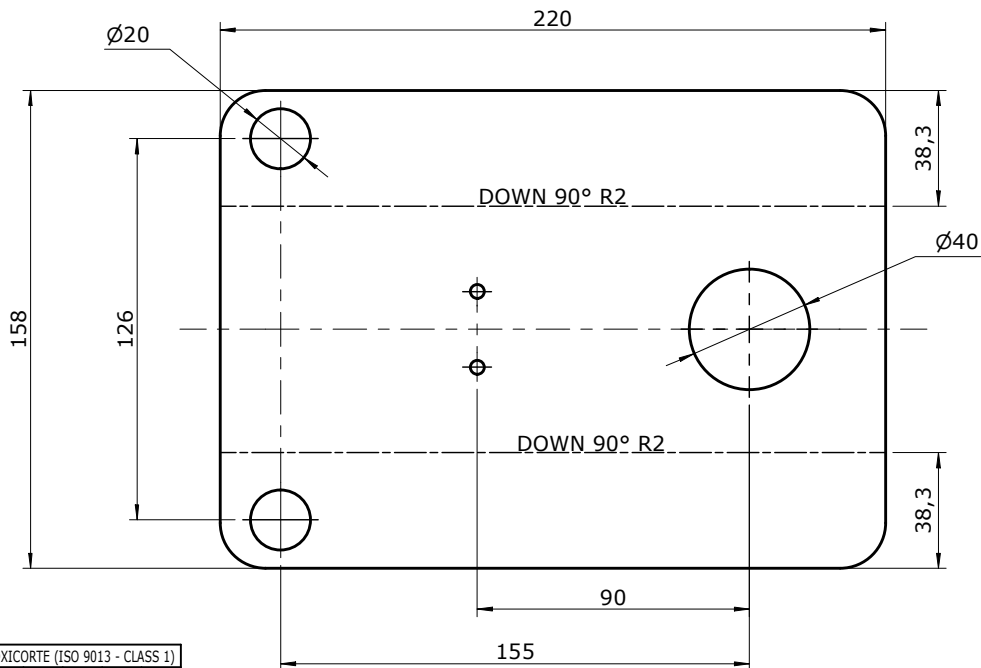


Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.	Projectado por: NSF Designed by   Projétéé par:	Area: 40122 mm <sup>2</sup> Area   Area:	Peso: 0.30 kg Weight   Poids:	Rugosidade: Surface finish   État de surface:	Desenho nº: 00014.2.020-02 Drawing no.   Dessin nº:	Rev.: 1 Rev.   Rév.:
	Data: 12/11/2019 Date   Date:	Acabamento / Cor: GALVANIZADO Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:		✓	Material: Aço- 1.0037 (S235JR) Galvanizado Material   Matériel:	
<b>SUPORTE RODA DIR.</b>					<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial	





PLANIFICACAO



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2	
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9	

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>67508 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.51 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.024</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>12/11/2019</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>			Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>	

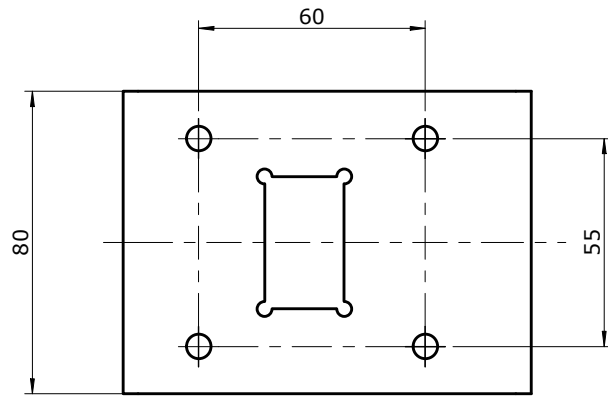
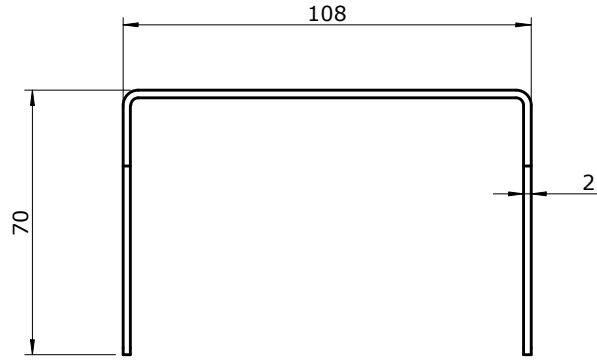
As cotas da peça cortada a laser ou oxicoarte podem ter sido omitidas propositalmente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

CHAPA ESTRUTURA RODA

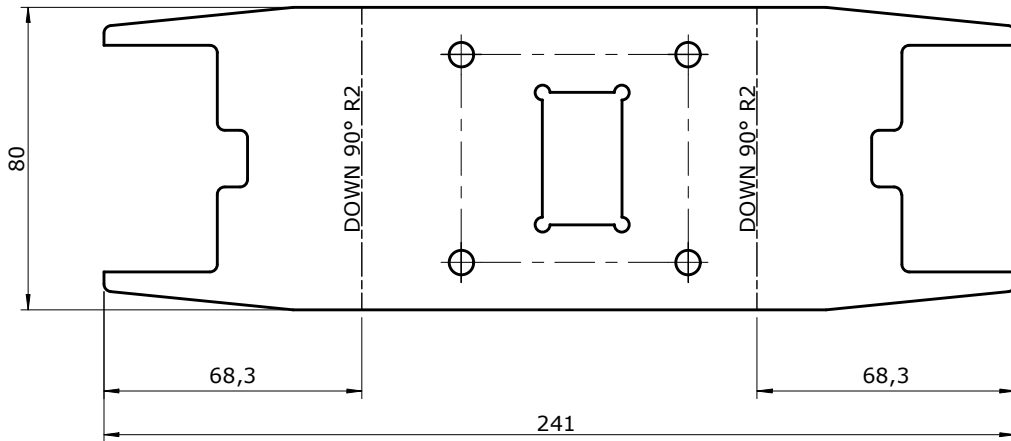




Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



### PLANIFICACAO



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2	
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9	

Projectado por: NSF  
 Date: 24/10/2019

Area: 30089 mm<sup>2</sup>  
 Acabamento / Cor: NATURAL

Peso: 0.22 kg

Rugosidade: Laser

Desenho nº: 00014.2.025  
 Material: Aço- 1.0037 (S235JR)

Rev.: 1

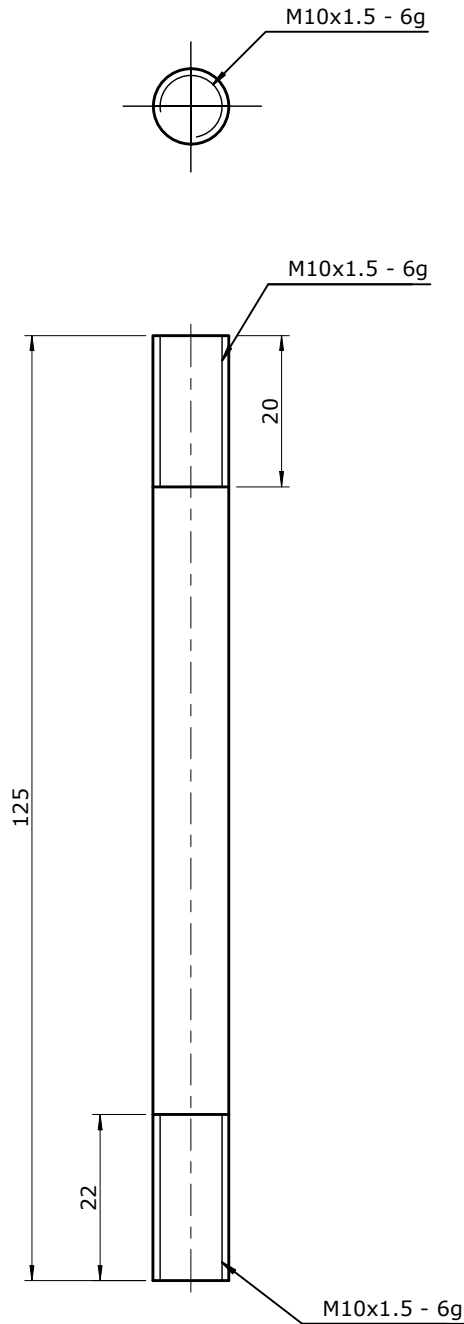
As cotas da peça cortada a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas proposadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

### CHAPA BATERIA





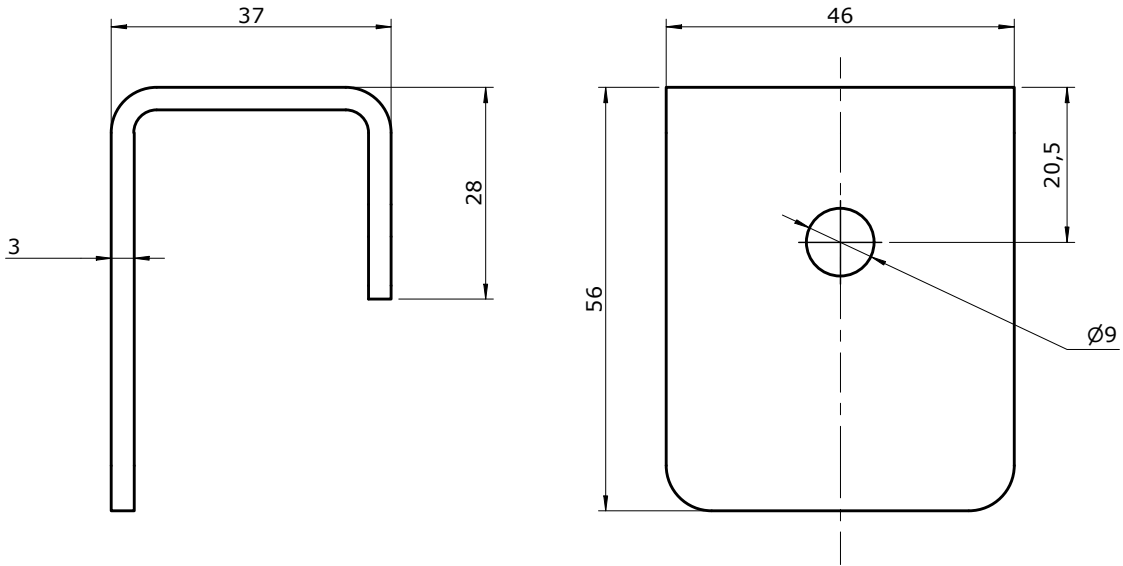
Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



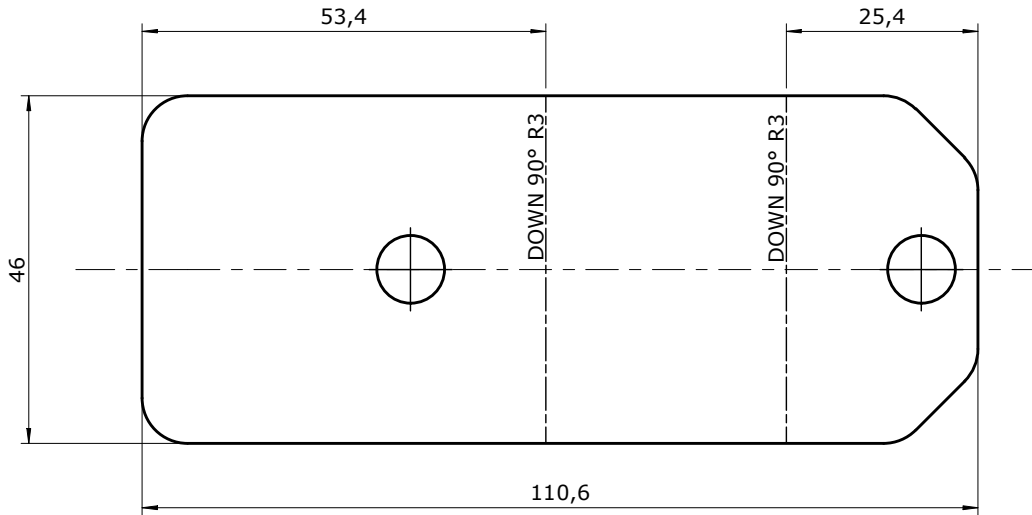
Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.	Projectado por: Designed by   Projétéé par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>4084 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.08 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: 	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.026</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
	Data: Date   Date: <b>12/11/2019</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>GALVANIZADO</b>				Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.1191 (C45E) Ck 45</b>
<b>GUIA DA MOLA</b>					<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial	



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



PLANIFICACAO



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)										
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000		
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000		
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3		
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4		
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6		
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8		
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5		
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1			
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8		
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5		
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2		
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9		

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>10792 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.11 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.039</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>02/12/2019</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		

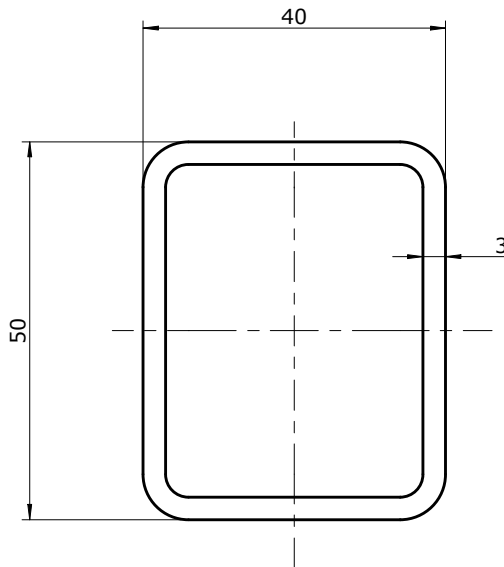
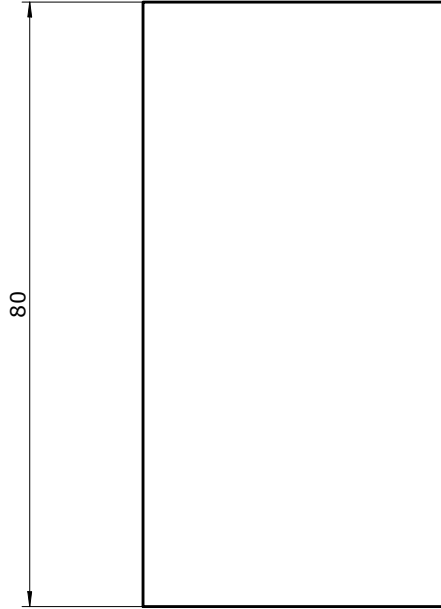
As cotas da peça cortada a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositalmente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

CHAPA DE FIXAÇÃO (GARRA)





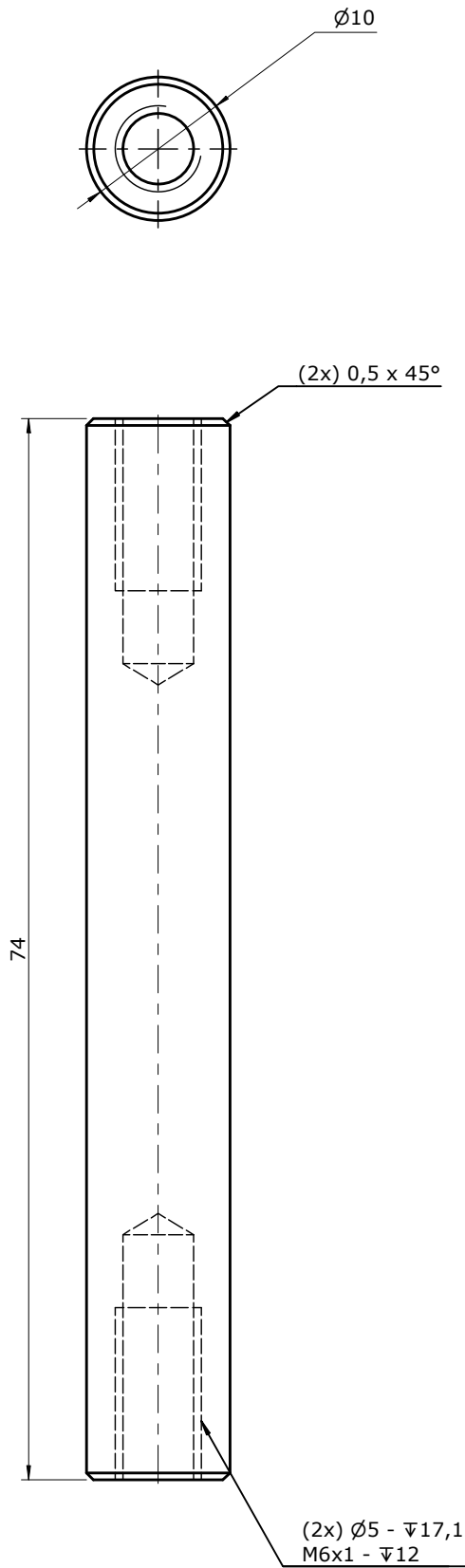
Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.		Projectado por: NSF Area: 26606 mm <sup>2</sup> Data: 02/12/2019	Peso: 0.30 kg Acabamento / Cor: NATURAL	Rugosidade: 	Desenho nº: 00014.2.040 Material: Aço- 1.0037 (S235JR)	Rev.: 1
<b>TUBO (GARRA)</b>					<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial	



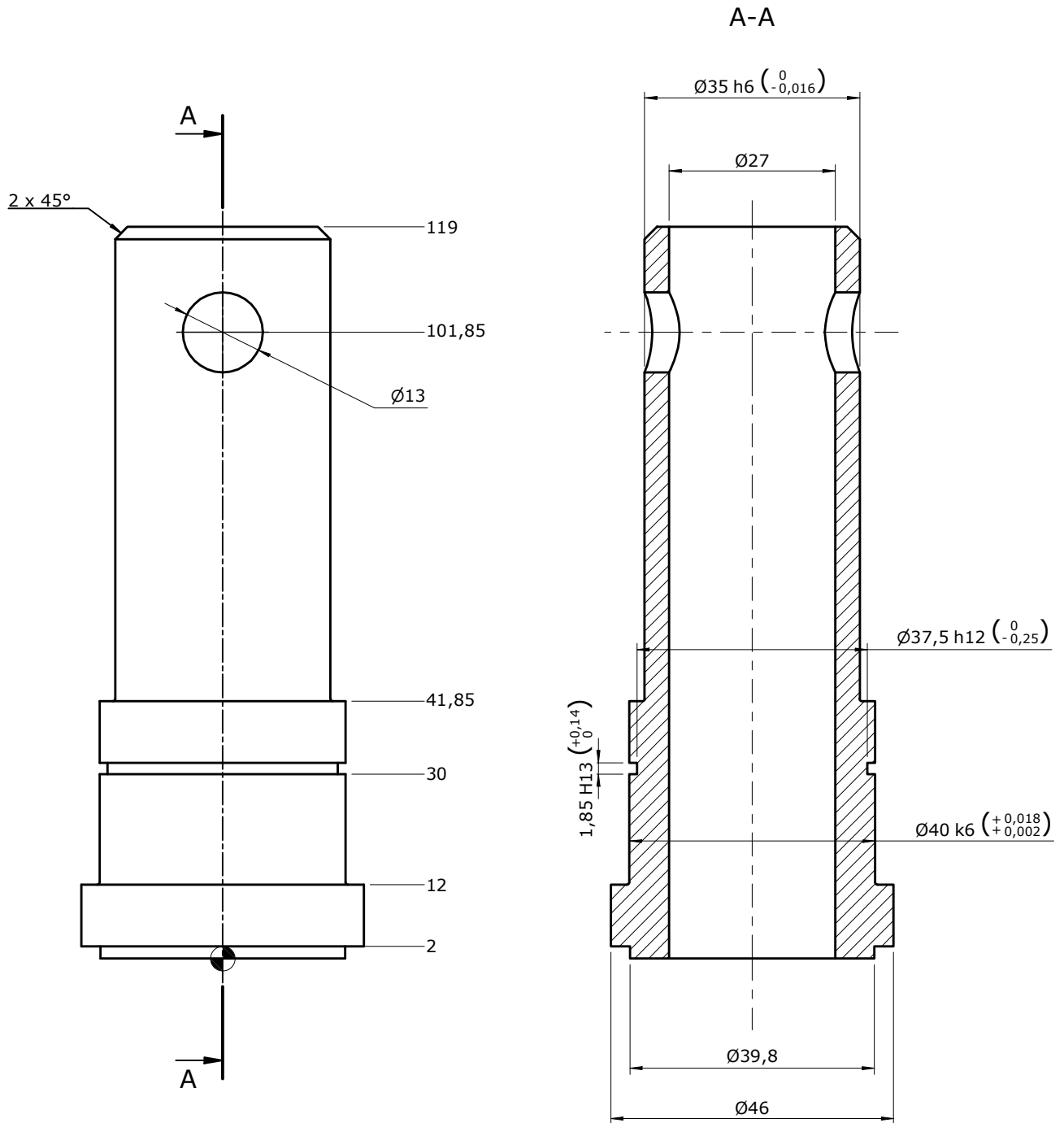
Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 cI1 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.	Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>2997 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.04 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: 	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.052</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
	Data: Date   Date: <b>31/01/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>				Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.1191 (C45E) Ck 45</b>
<b>VEIO ANTI-CONVERGENCIA</b>					<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial	



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.

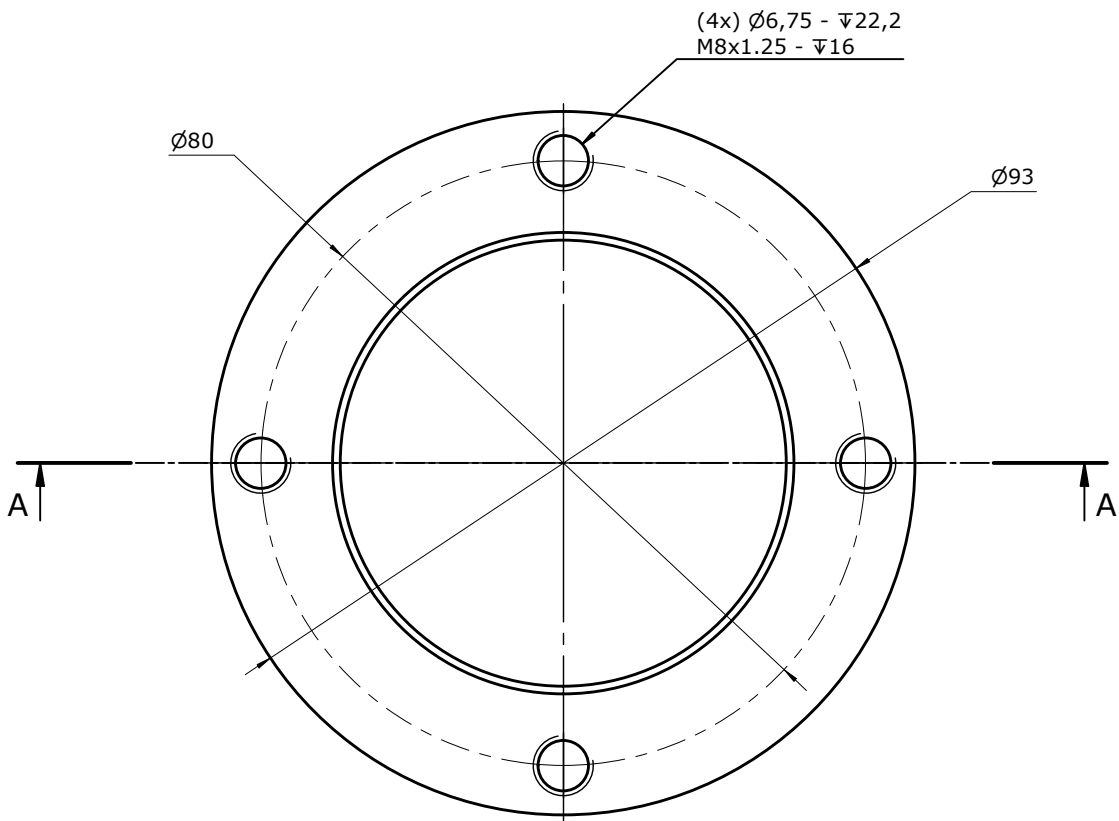
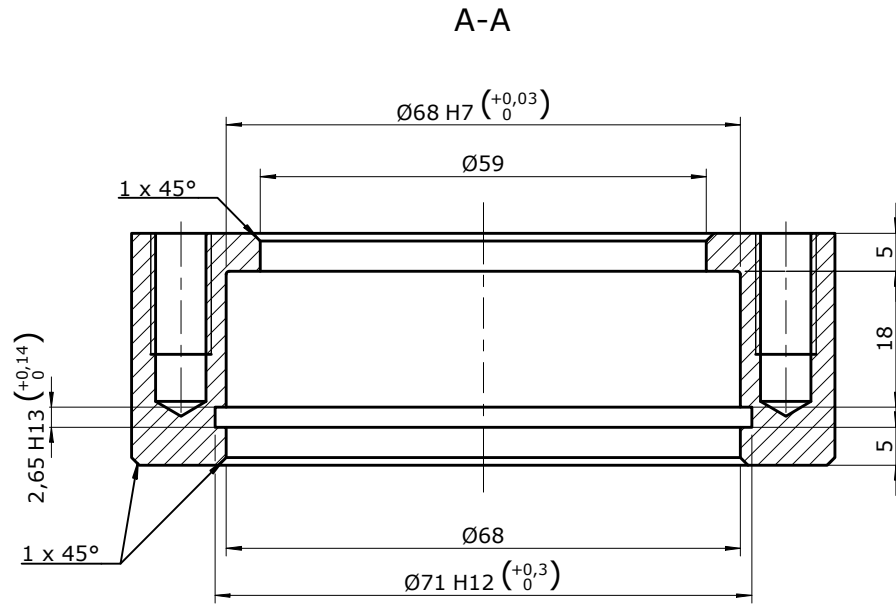


**NOTA: TUBO MECÂNICO:**  
 Øext 51.3mm  
 ESP. 12.3 mm

Projectado por: <b>NSF</b> Designed by   Projetée par:		Area: <b>26113 mm<sup>2</sup></b> Area   Area:	Peso: <b>0.48 kg</b> Weight   Poids:	Rugosidade: <b>Ra 3,2</b> Surface finish   État de surface:	Desenho nº: <b>00014.2.053</b> Drawing no.   Dessin nº:	Rev.: <b>1</b> Rev.   Rév.:
Data: <b>03/02/2020</b> Date   Date:		Acabamento / Cor: <b>NATURAL</b> Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:		Material: <b>Aço- 1.0503 (C45K)</b> Material   Matériel:		
Tolerância a respeitar (salvo indicação em contrário): <b>GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK</b> <b>LASER / OXICORTE ISO 9013 c11</b> <b>SOLDADURA ISO 13920-AE</b> As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.						
<b>TUBO MECANICO (RODA)</b>					<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial	



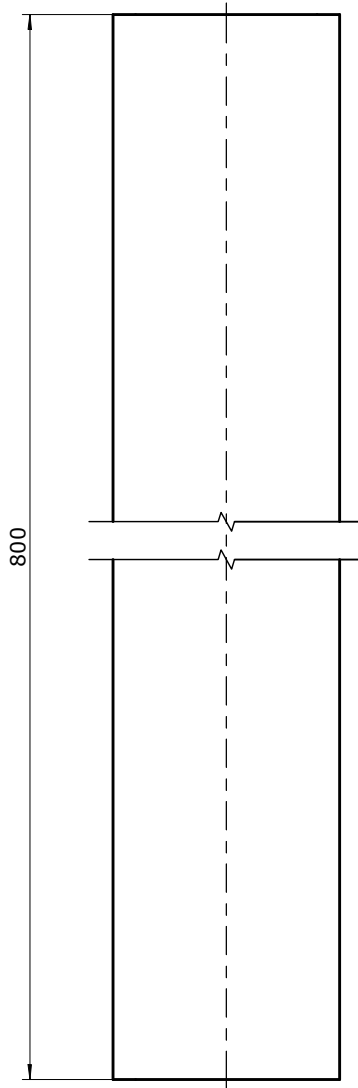
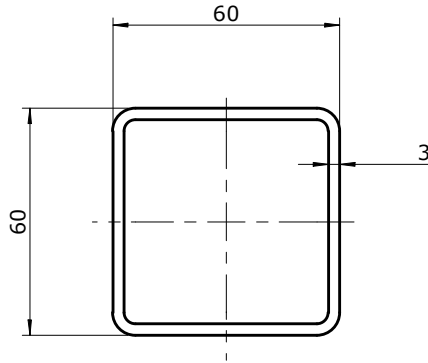
Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.		Projectado por: NSF Date: 03/02/2020	Area: 25596 mm <sup>2</sup> Acabamento / Cor: NATURAL	Peso: 0.26 kg Rugosidade: Ra 3,2	Desenho nº: 00014.2.055 Material: Alumínio 5083	Rev.: 1
<b>CAIXA ROLAMENTOS</b>				<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial		



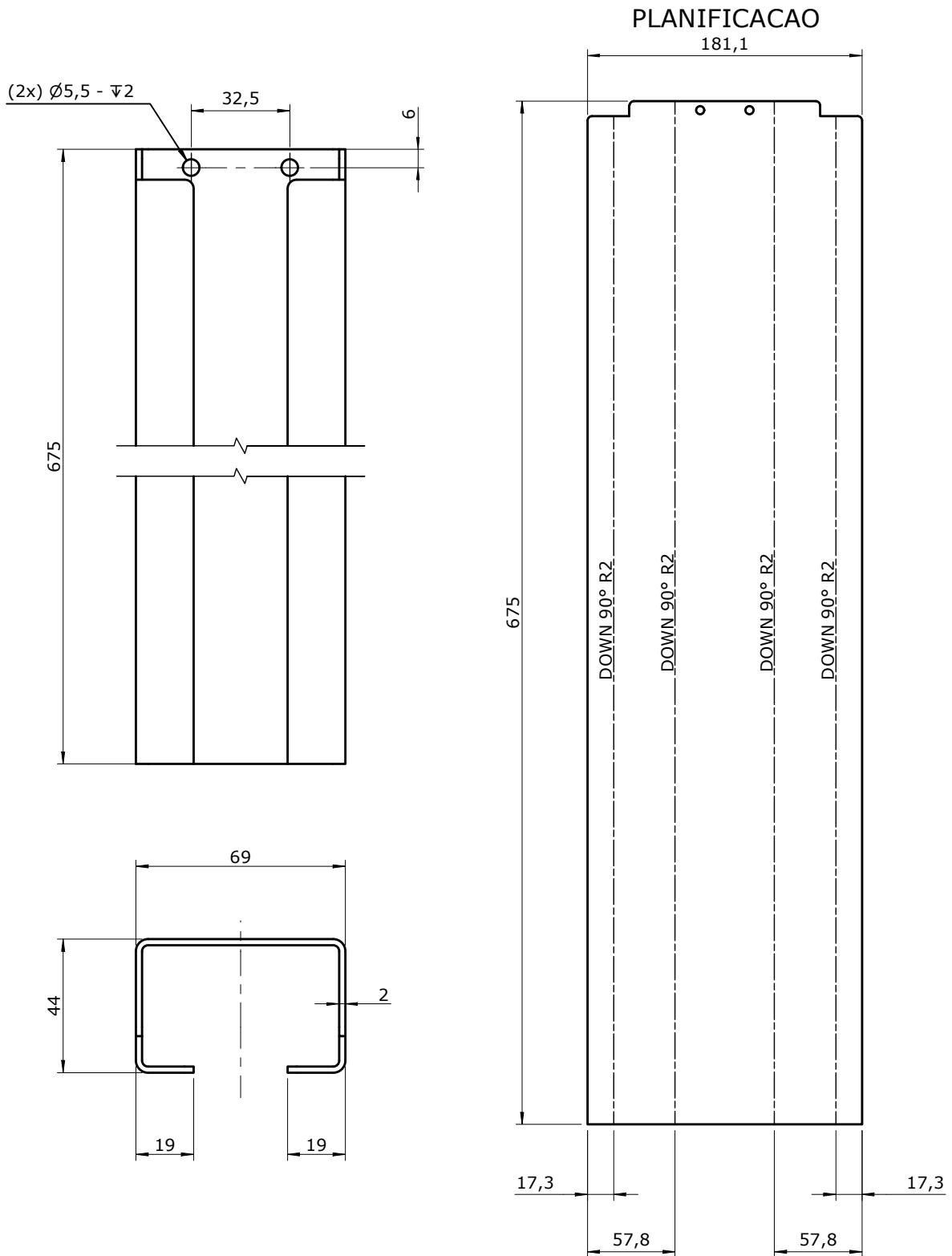
Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.	Projectado por: Designed by   Projetéé par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>353761 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>4.15 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: 	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.062</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
	Data: Date   Date: <b>02/03/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial
<b>TUBO PRINCIPAL</b>						



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5		
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1		
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.3	±2.9	±3.8		
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±3	±3.6	±4.5		
>200 ≤250	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2		
>250 ≤300	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9		

Projectado por: Designed by   Projeteé par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>N/A</b>	Peso: Weight   Poids: <b>N/A</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.067</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>21/11/2019</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		

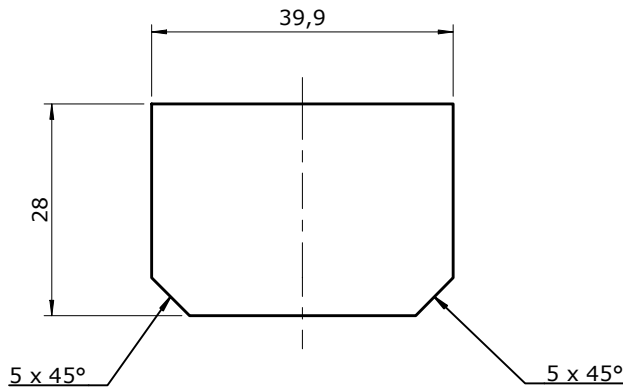
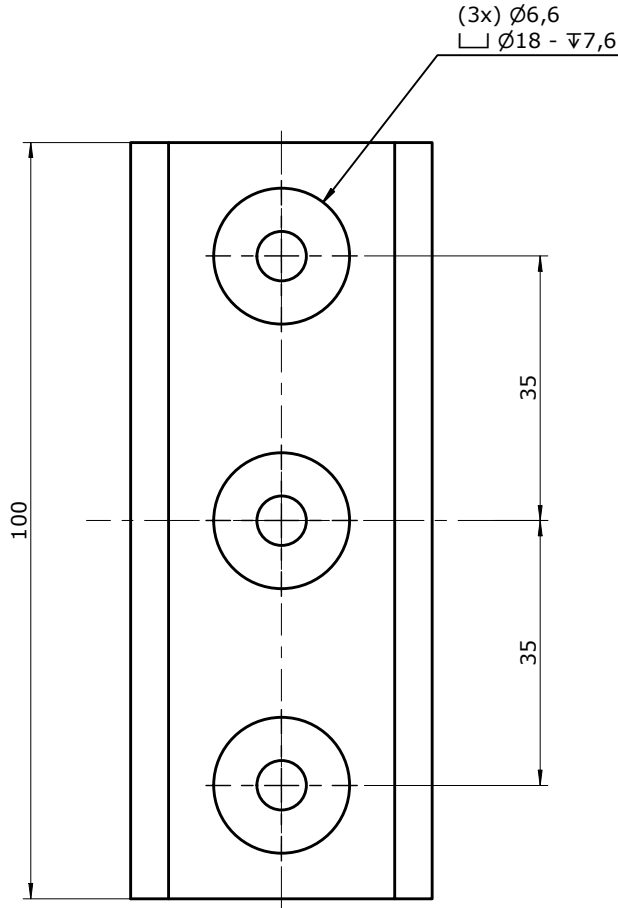
As cotas da peça cortada a laser ou oxicrote podem ter sido omitidas proposadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

**CALHA**





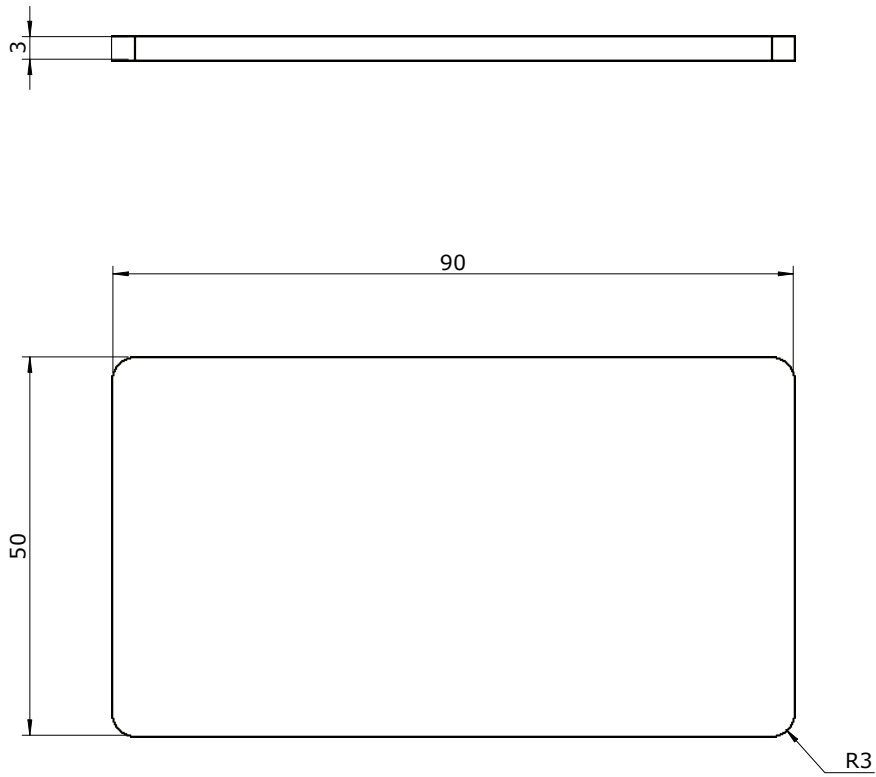
Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



Tolerânciamiento a respetar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.		Projectado por: NSF Data: 05/03/2020	Area: 17532 mm <sup>2</sup> Acabamento / Cor: NATURAL	Peso: 0.11 kg Rugosidade: Ra 3,2	Desenho nº: 00014.2.068 Material: Nylon 6/6	Rev.: 1
<b>PATIM</b>				<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial		



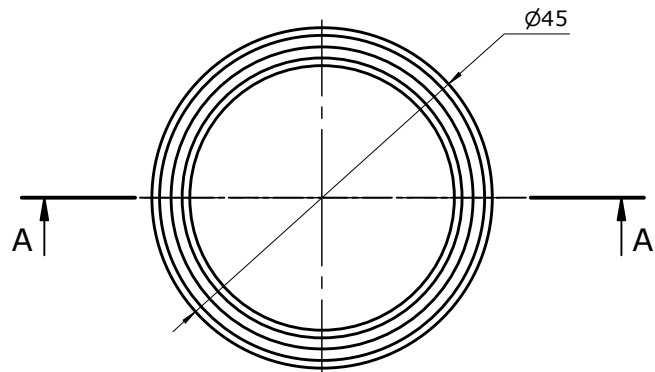
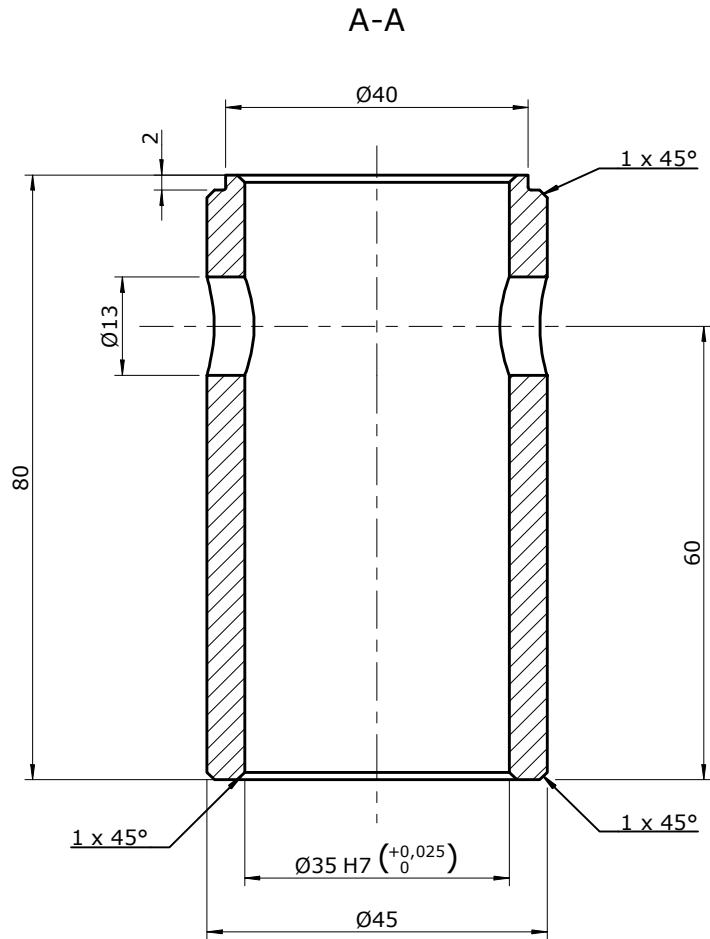
Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.		Projectado por: NSF Area: 9809 mm <sup>2</sup> Data: 05/03/2020	Peso: 0.11 kg Acabamento / Cor: NATURAL	Rugosidade: Laser	Desenho nº: 00014.2.069 Material: Aço- 1.0037 (S235JR)	Rev.: 1
<b>BASE (CALHA)</b>				<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial		



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.

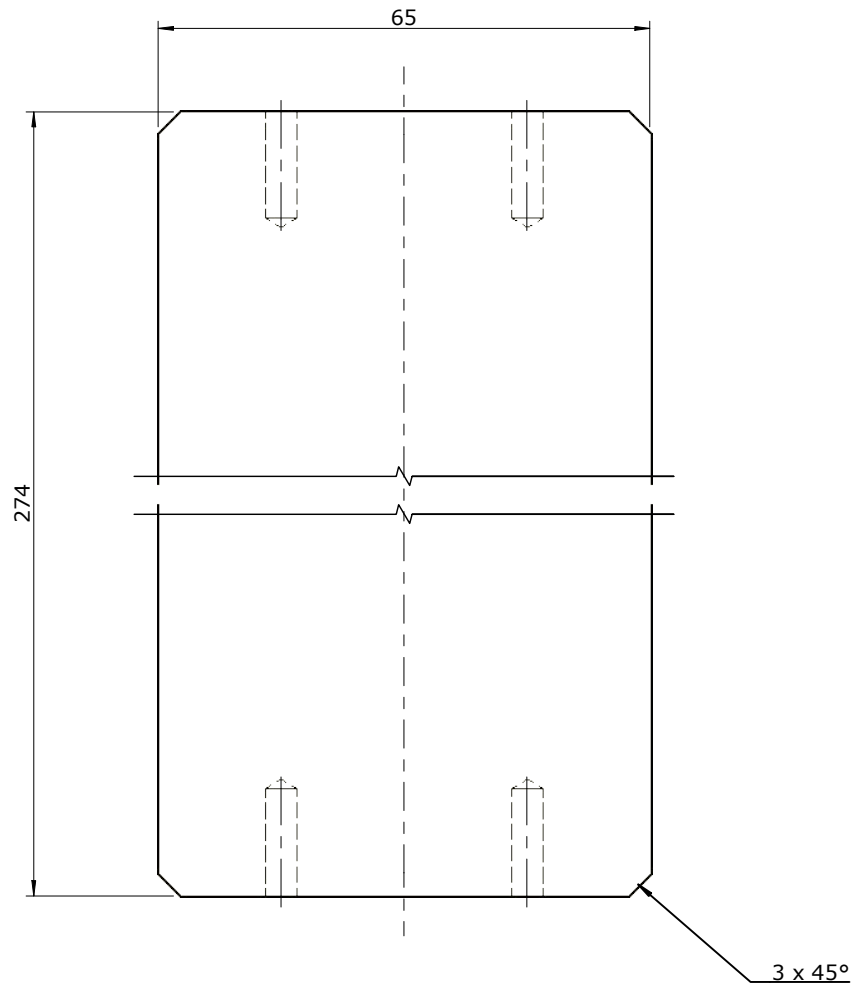
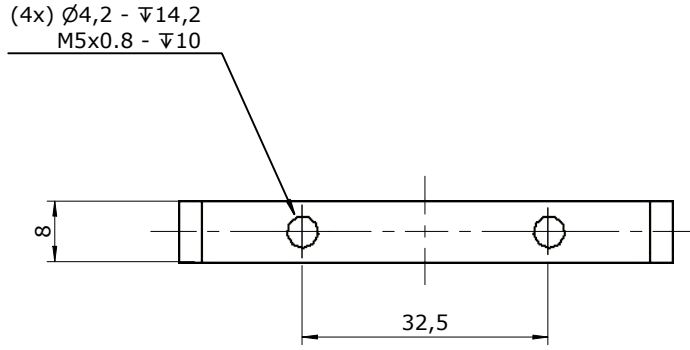


**NOTA:** TUBO MECANICO  
 Øext. 46.3 mm  
 ESP. 9.6 mm

Projectado por: NSF Designed by   Projétéé par:		Area: 20894 mm <sup>2</sup> Area   Area:	Peso: 0.38 kg Weight   Poids:	Rugosidade: Ra 3,2 Surface finish   État de surface:	Desenho nº: 00014.2.070 Drawing no.   Dessin nº:	Rev.: 1 Rev.   Rév.:
Data: 05/03/2020 Date   Date:		Acabamento / Cor: NATURAL Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:		Material: Aço- 1.0037 (S235JR) Material   Matériel:		
Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.				<b>TUBO MECANICO (DIRECAO)</b>		
				<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial		



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2	
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9	

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>41698 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>1.11 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.071</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>06/03/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>PINTADO</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		

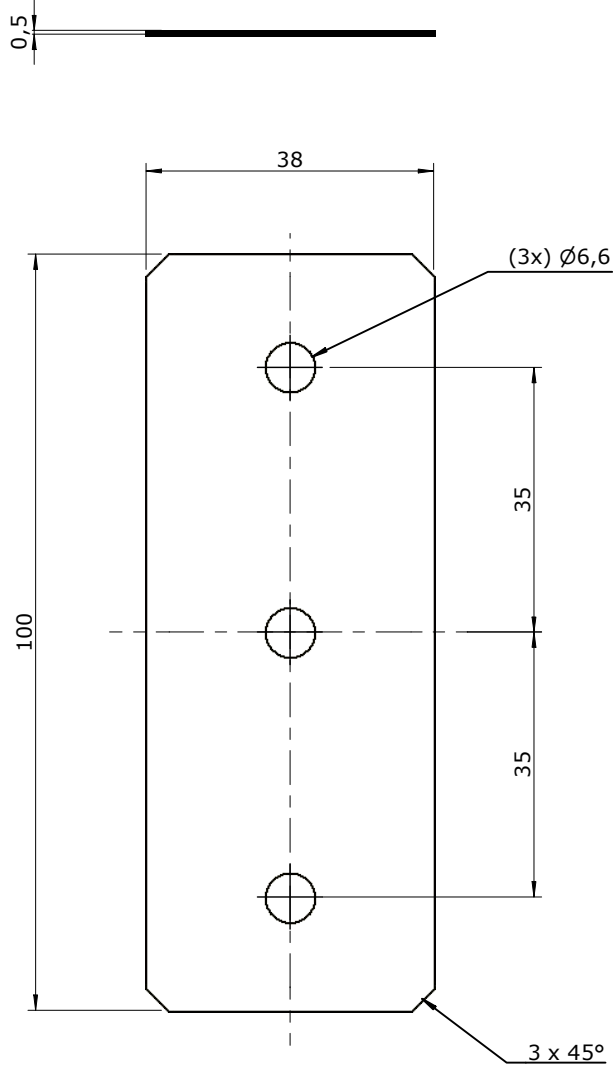
As cotas da peça cortada a laser ou oxicrote podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

**CHAPA DE APROXIMAÇÃO**

**JFIGUEIRA**  
engenharia industrial



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)										
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000		
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000		
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3		
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4		
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6		
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8		
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5		
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1		
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8		
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5		
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2		
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9		

As cotas da peça cortada a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositalmente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

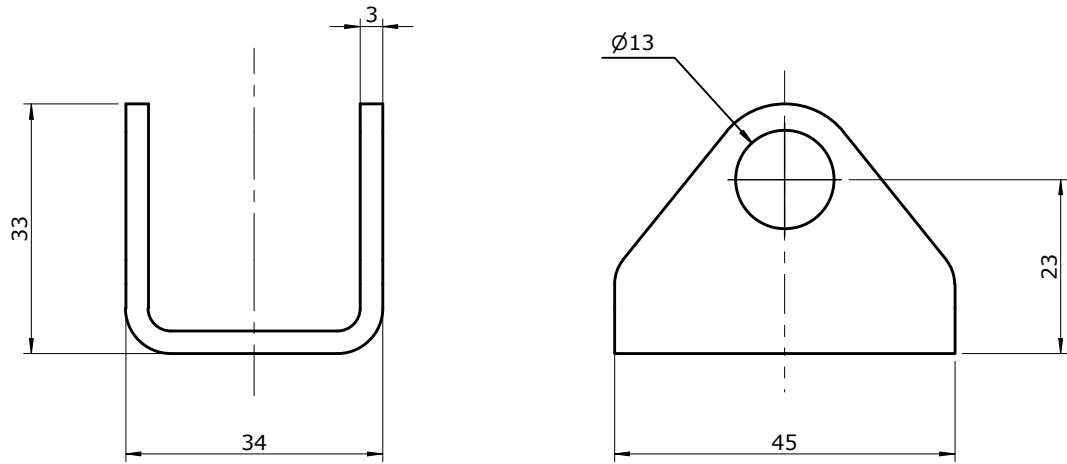
Projectado por: Designed by   Projetée par:	Area: Area   Area:	Peso: Weight   Poids:	Rugosidade: Surface finish   État de surface:	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº:	Rev.: Rev.   Rév.:
NSF	7524 mm <sup>2</sup>	0.01 kg	Laser	00014.2.072	1
Date: Date   Date:	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:			Material: Material   Matériel:	
06/03/2020	GALVANIZADO			Aço- 1.0037 (S235JR)	

### CHAPA DE AFINAÇÃO

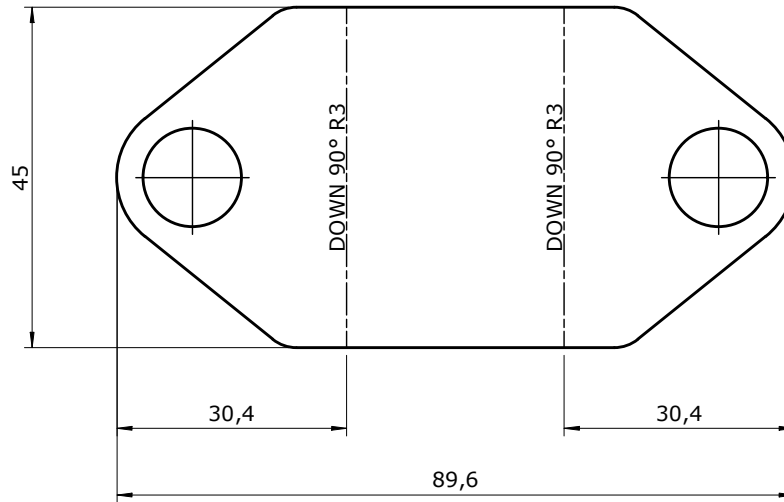




Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



### PLANIFICACAO



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2	
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9	

Projectado por: Designed by   Projeté par:	Area: Area   Area:	Peso: Weight   Poids:	Rugosidade: Surface finish   État de surface:	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº:	Rev.: Rev.   Rév.:
NSF	6903 mm <sup>2</sup>	0.07 kg	Laser	00014.2.073	1
Data: Date   Date:	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:			Material: Material   Matériel:	
06/03/2020	NATURAL			Aço- 1.0037 (S235JR)	

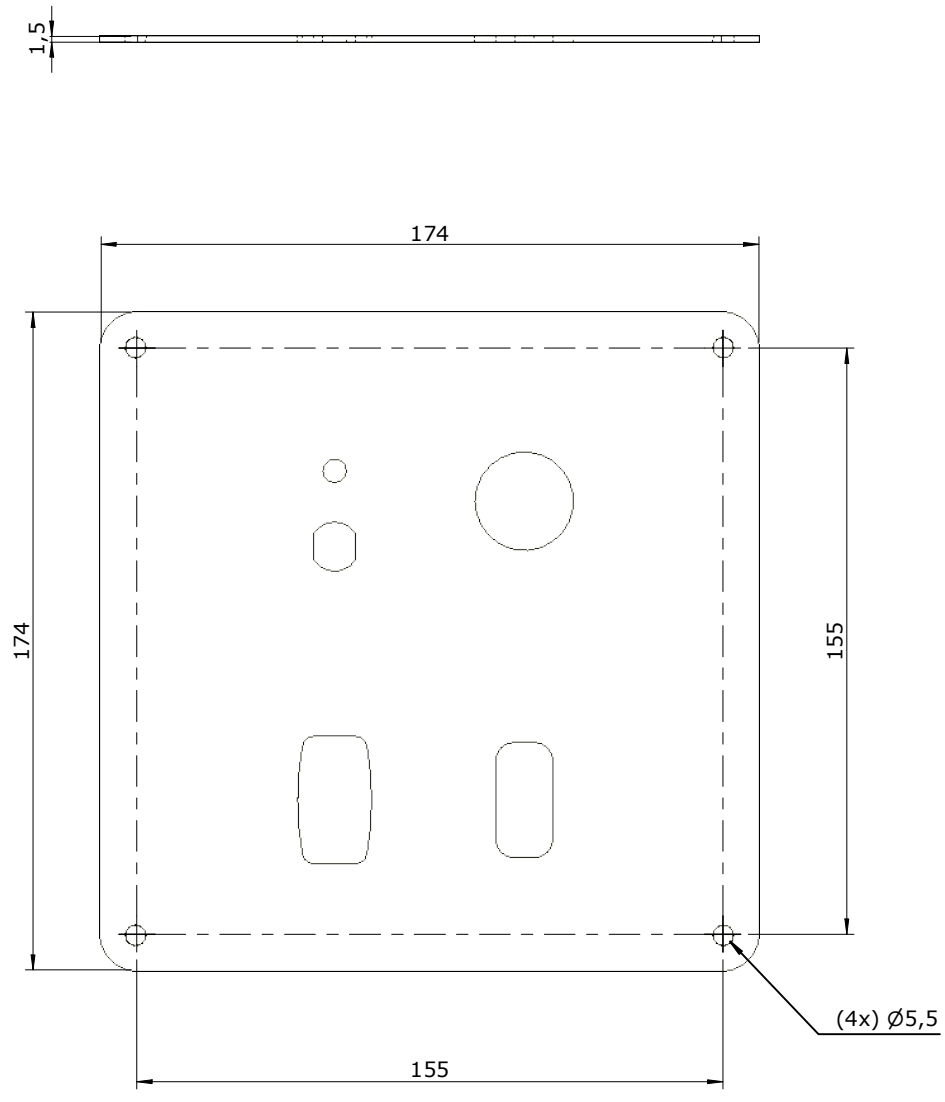
As cotas da peça cortada a laser ou oxicoarte podem ter sido omitidas proposadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

### SUPORTE DE MONTAGEM INFERIOR





Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)										
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000		
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000		
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3		
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4		
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6		
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8		
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5		
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1		
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8		
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5		
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2		
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9		

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>N/A</b>	Peso: Weight   Poids: <b>N/A</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.077</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Data: Date   Date: <b>09/03/2020</b>			Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>PINTADO</b>	Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>	

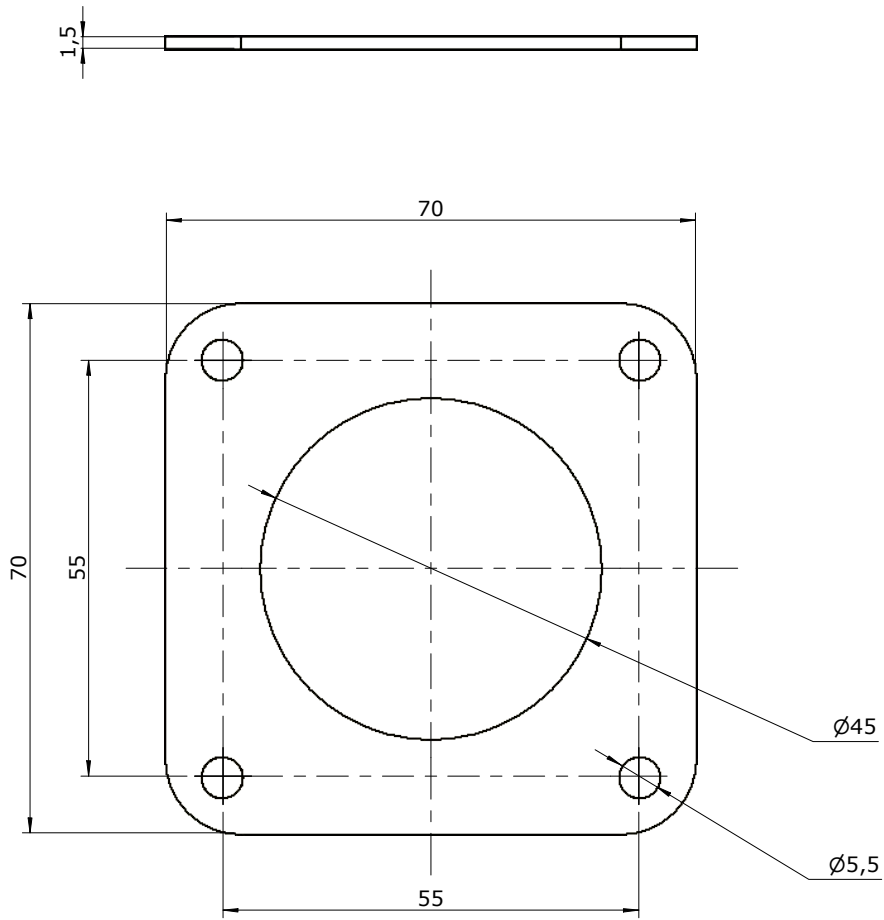
As cotas da peça cortada a laser ou oxicrote podem ter sido omitidas proposadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

### CHAPA PAINEL DE INSTRUMENTOS





Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



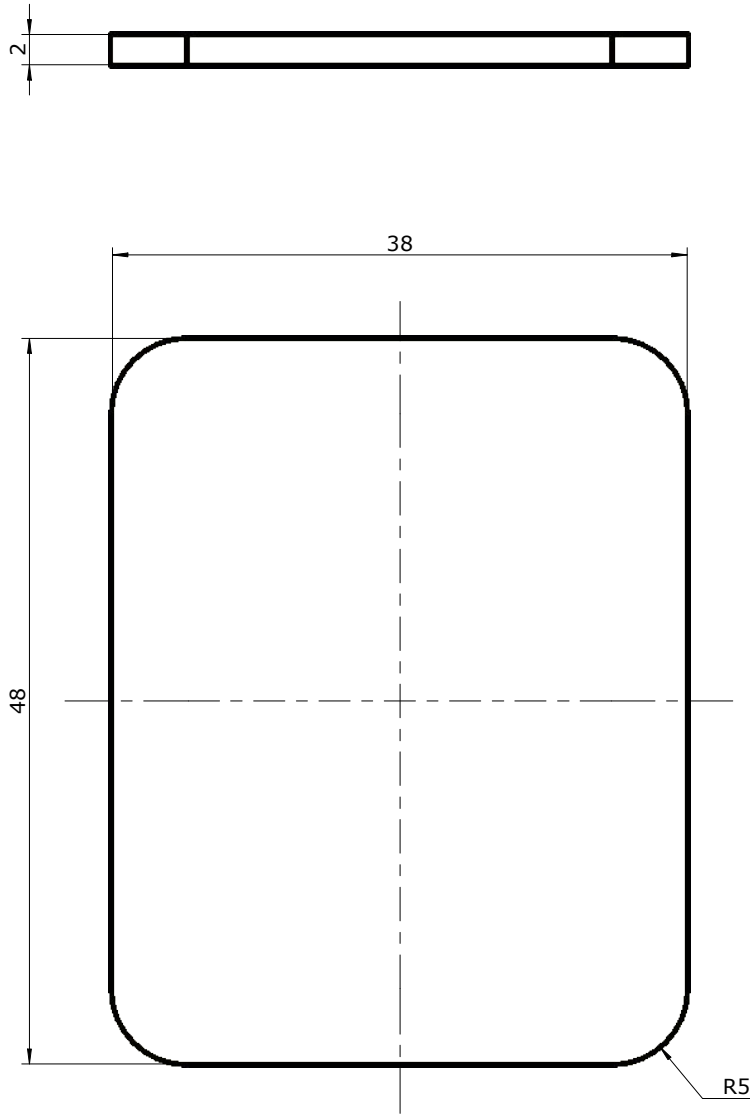
TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)							
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	>2000
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.6
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9

Projectado por: Designed by   Projetée par:	Area: Area   Area:	Peso: Weight   Poids:	Rugosidade: Surface finish   État de surface:	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº:	Rev.: Rev.   Rév.:
NSF	6967 mm <sup>2</sup>	0.04 kg	Laser	00014.2.078	1
Data: Date   Date:	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:			Material: Material   Matériel:	
09/03/2020	NATURAL			Aço- 1.0037 (S235JR)	
CHAPA					

As cotas da peça cortada a laser ou oxicoarte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.



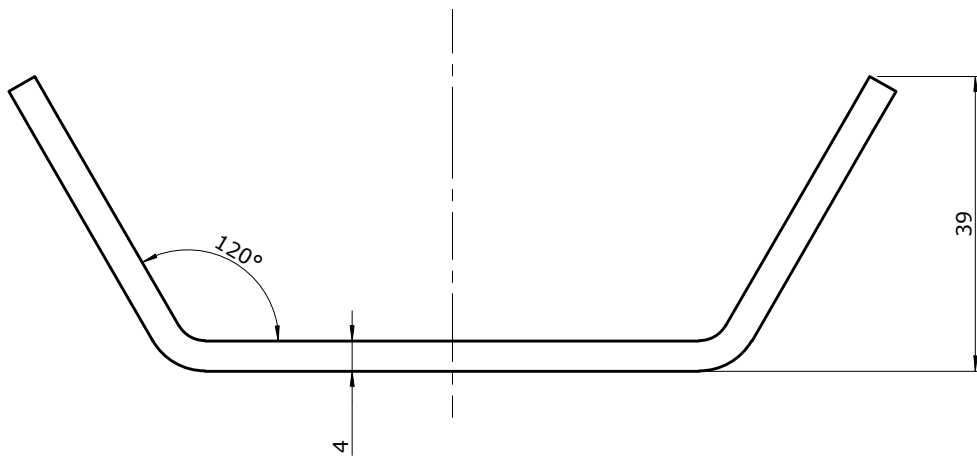
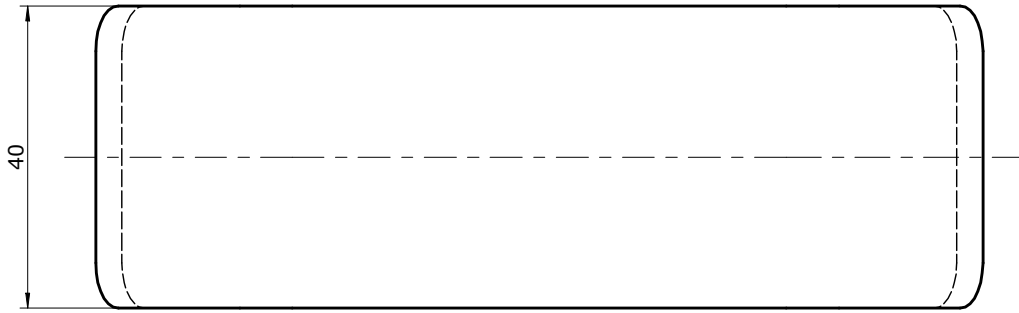
Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



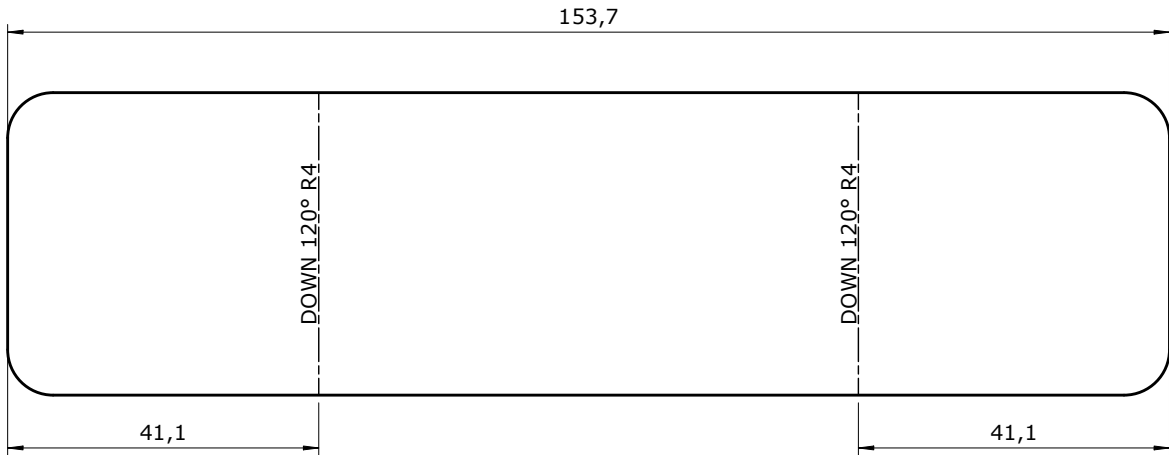
Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.		Projectado por: NSF Designed by   Projétéé par:	Area: 3932 mm <sup>2</sup> Area   Area:	Peso: 0.03 kg Weight   Poids:	Rugosidade: Laser Surface finish   État de surface:	Desenho nº: 00014.2.081 Drawing no.   Dessin nº:	Rev.: 1 Rev.   Rév.:
Data: 10/03/2020 Date   Date:		Acabamento / Cor: NATURAL Finish / Colour / Dernière touche / Couleur:		Material: Aço- 1.0037 (S235JR) Material   Matériel:		CHAPA DE TOPO	
JFIGUEIRA engenharia industrial						Folha   Sheet   Page: 1 / 1	



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



**PLANIFICACAO**



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2	
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9	

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>13783 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.19 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.082</b>	Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>10/03/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		

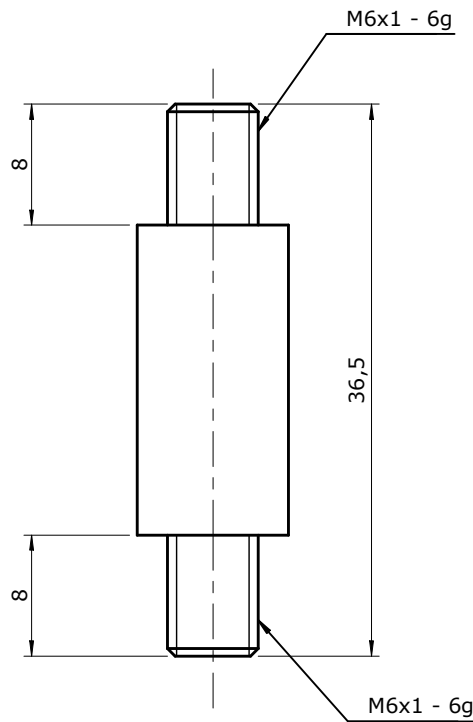
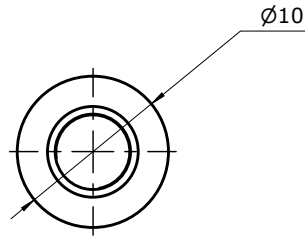
As cotas da peça cortada a laser ou oxicrote podem ter sido omitidas proposadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

**GARRA**





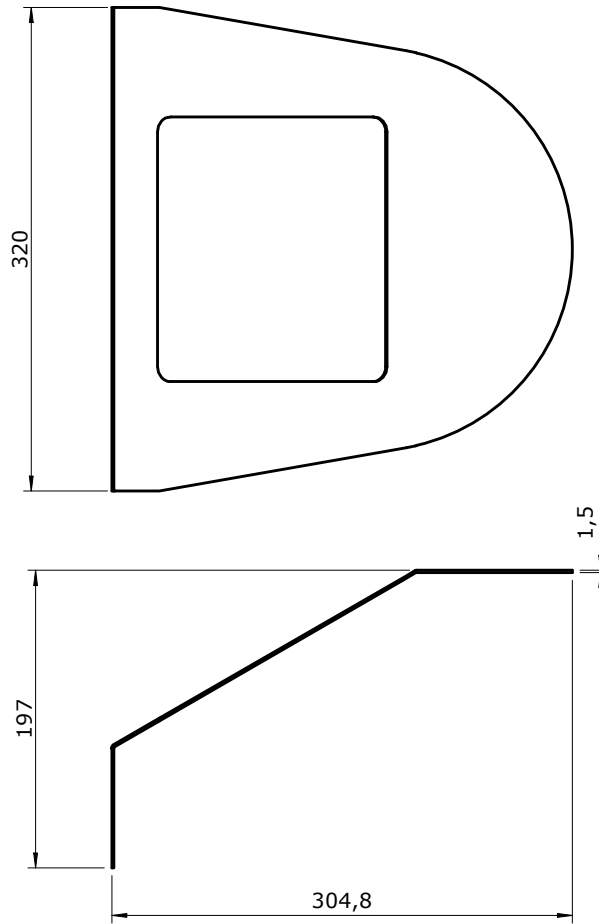
Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



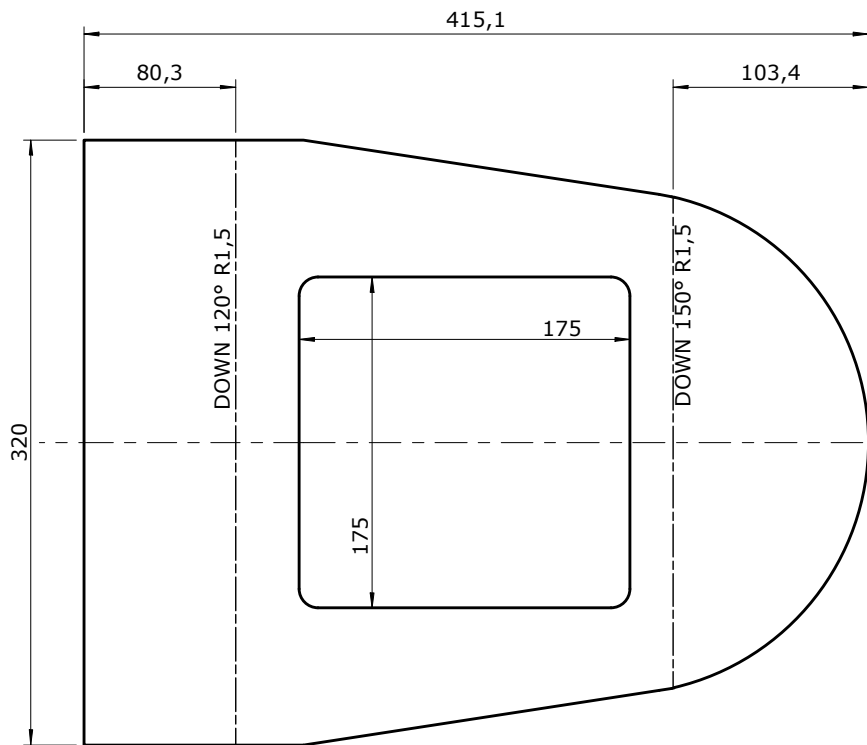
Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.		Projectado por: NSF Designed by   Projétéé par:	Area: 1091 mm <sup>2</sup> Area   Area:	Peso: 0.02 kg Weight   Poids:	Rugosidade: Ra 3,2 Surface finish   État de surface:	Desenho nº: 00014.2.084 Drawing no.   Dessin nº:	Rev.: 1 Rev.   Rév.:
Data: 23/03/2020 Date   Date:		Acabamento / Cor: GALVANIZADO Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:			Material: Aço- 1.1191 (C45E) Ck 45 Material   Matériel:		
<b>SUPORTE DE MOTOR</b>						<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial	



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



**PLANIFICACAO**



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2	
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9	

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>169718 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.98 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.092</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>25/03/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		

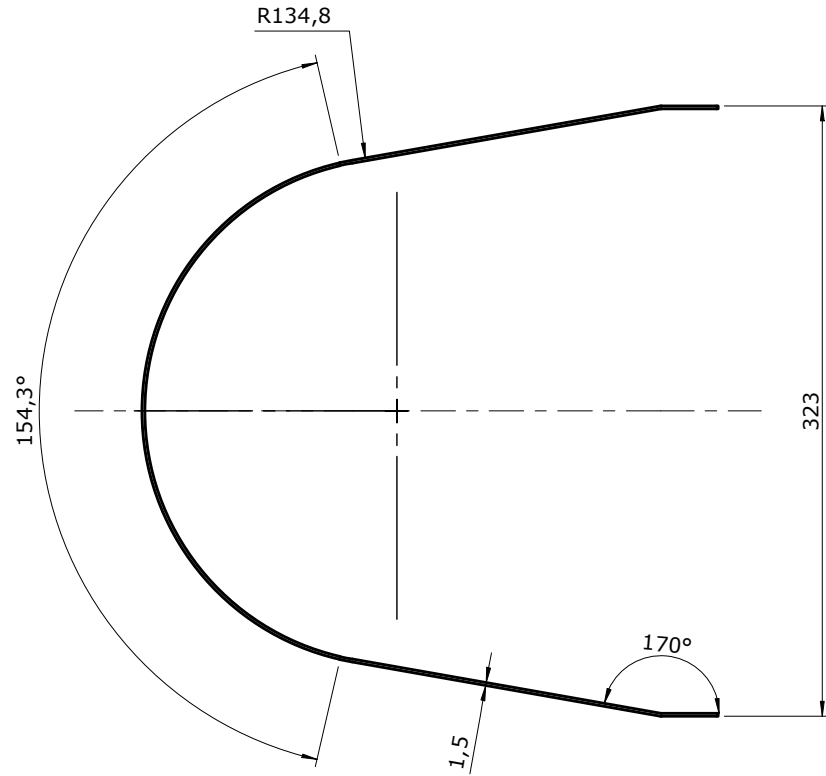
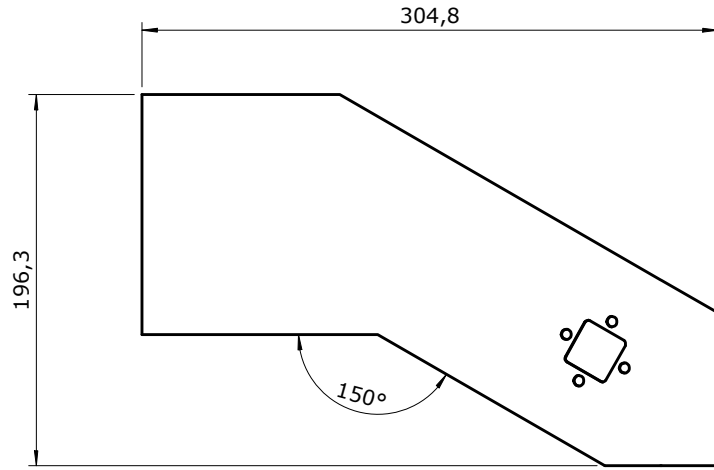
As cotas da peça cortada a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositalmente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

**CHAPA GUIADOR**

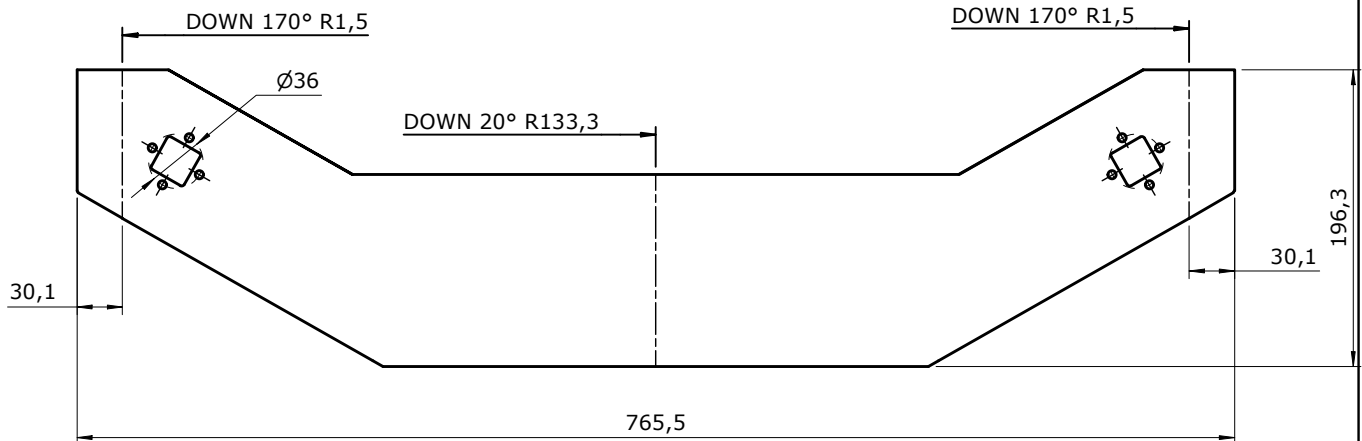




Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



**PLANIFICACAO**



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2	
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9	

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>N/A</b>	Peso: Weight   Poids: <b>N/A</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.093</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date   Date: <b>25/03/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>			Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>	

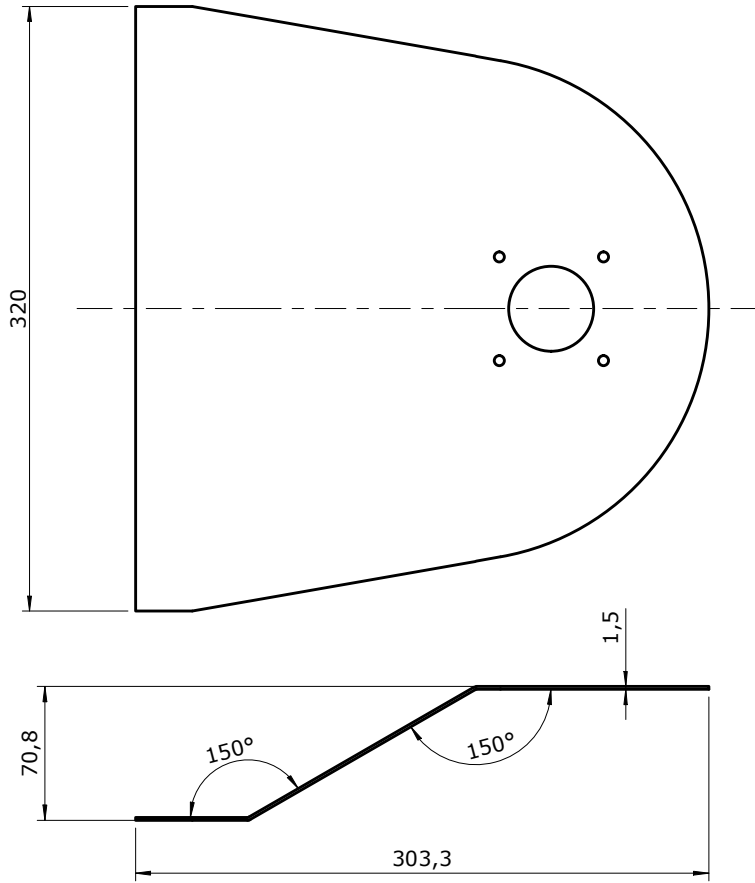
As cotas da peça cortada a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositalmente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

**CHAPA GUIADOR**

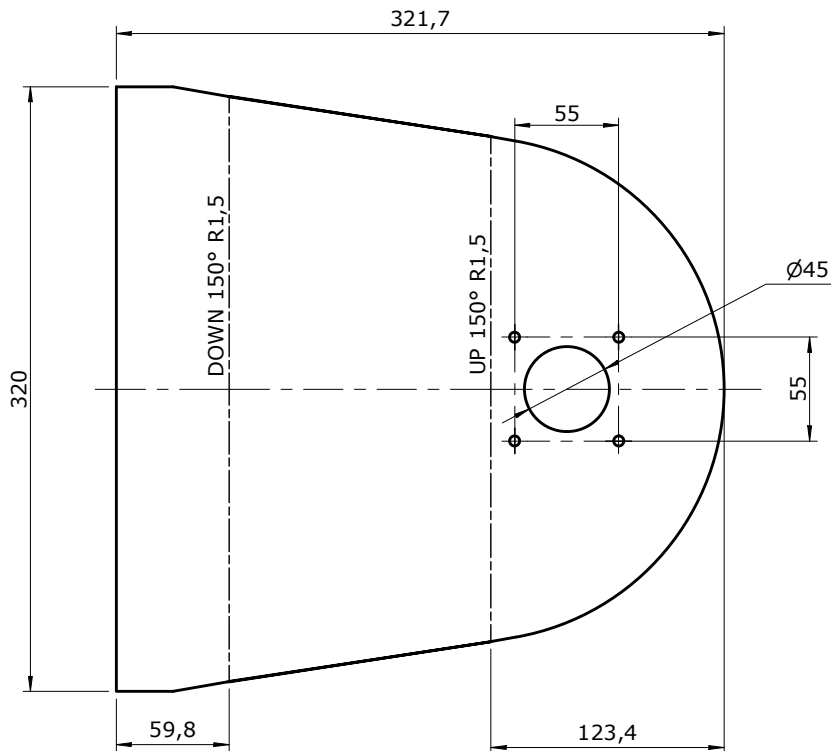




Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



PLANIFICACAO



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)										
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000		
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000		
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3		
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4		
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6		
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8		
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5		
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1		
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8		
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5		
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2		
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9		

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>167039 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.97 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.094</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>25/03/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>			Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>	

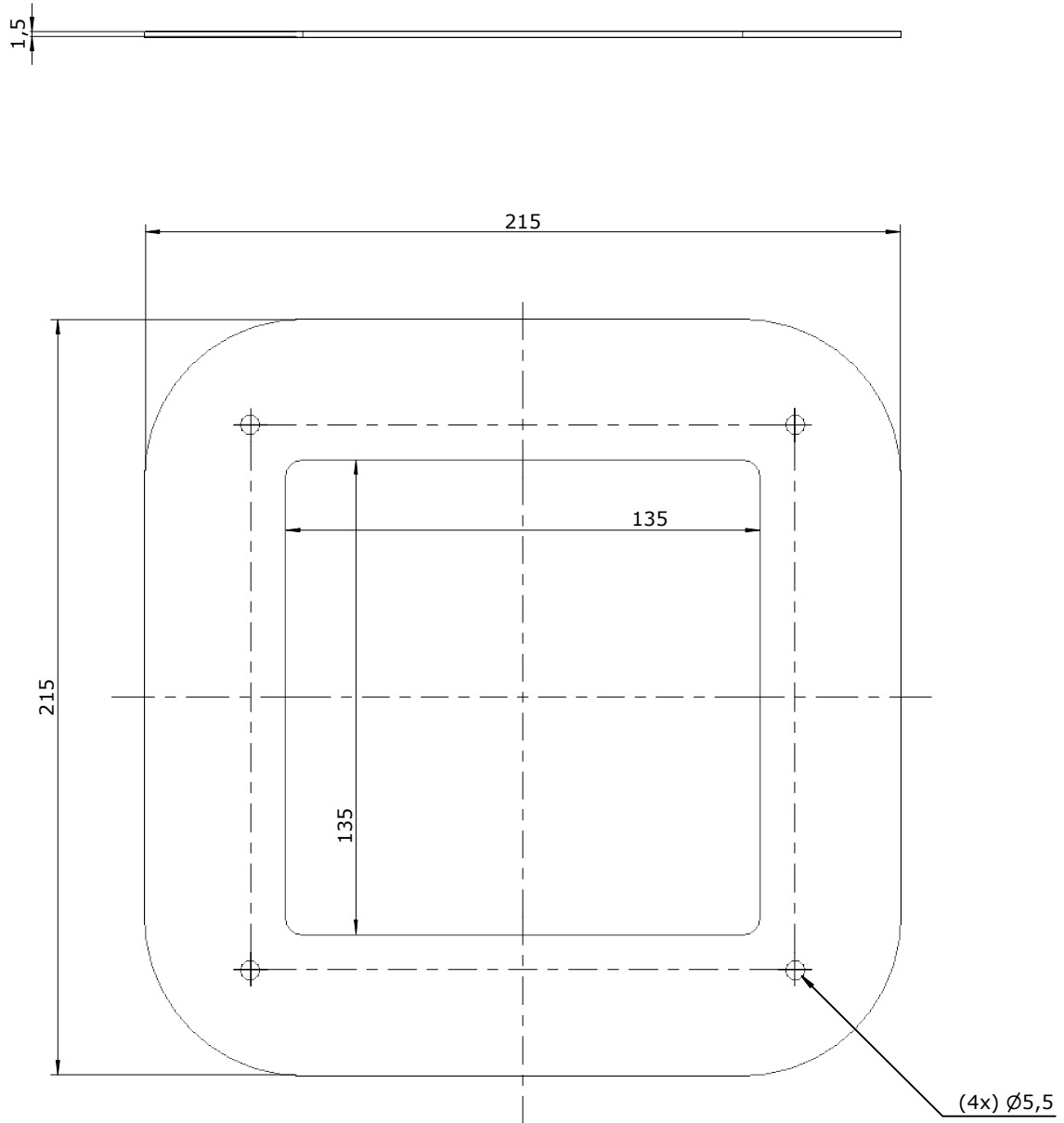
As cotas da peça cortada a laser ou oxicoarte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

CHAPA GUIADOR





Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2	
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9	

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>54451 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.31 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.095</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>25/03/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		

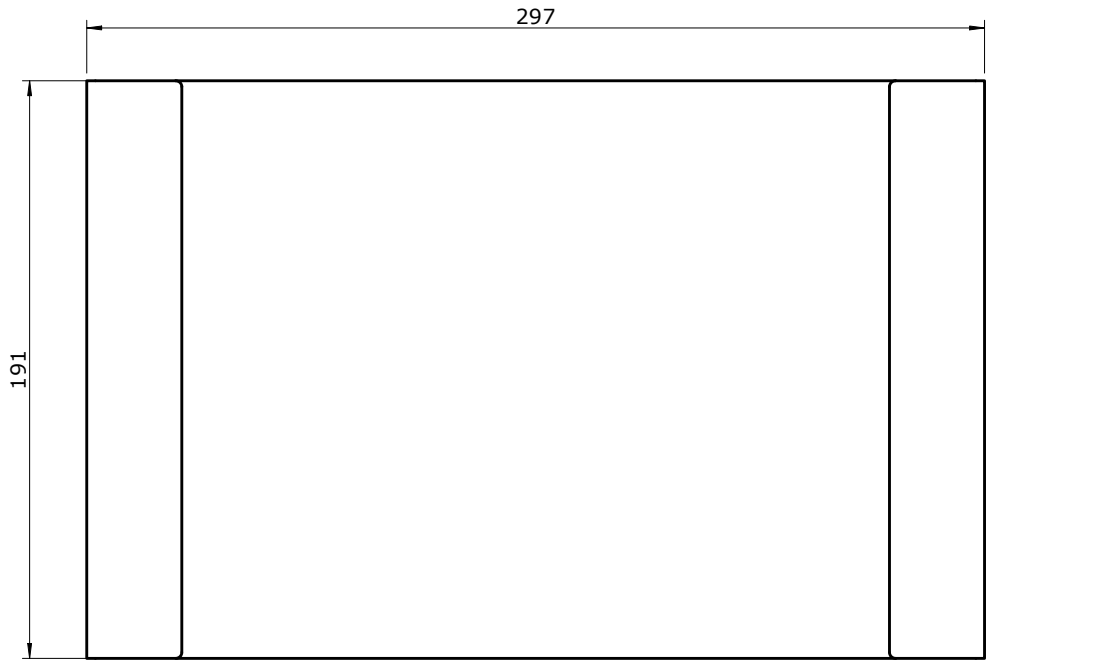
As cotas da peça cortada a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

**MOLDURA GUIADOR**

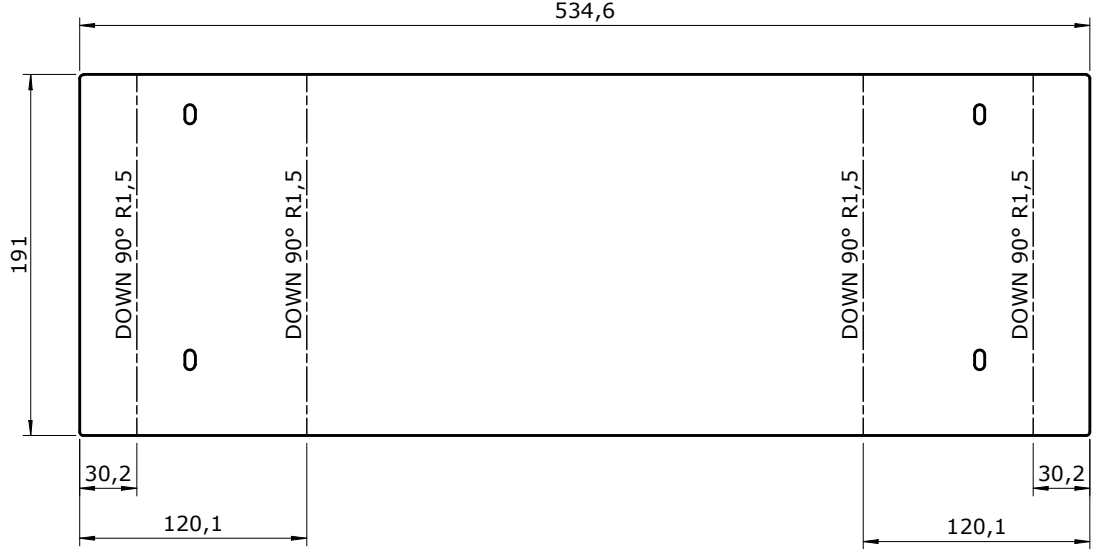




Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



PLANIFICACAO



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2		
>250 ≤300	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9		

Projectado por: Designed by   Projetée par:	Area: Area   Area:	Peso: Weight   Poids:	Rugosidade: Surface finish   État de surface:	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº:	Rev.:
NSF	N/A	N/A	Laser	00014.2.099	1
Date: Date   Date:	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:			Material: Material   Matériel:	
26/03/2020	NATURAL			Aço- 1.0037 (S235JR)	

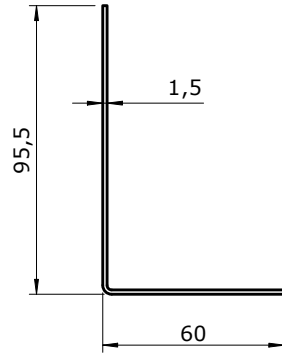
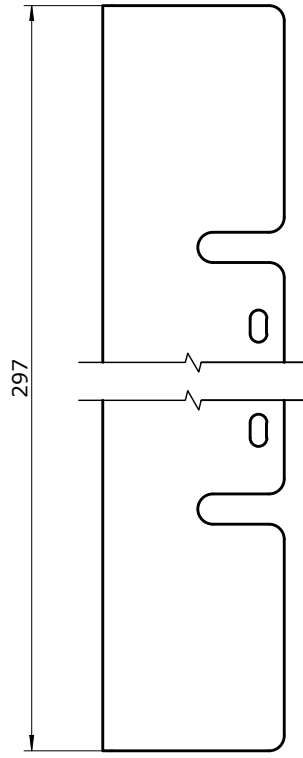
As cotas da peça cortada a laser ou oxicoarte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

CHAPA BLINDAGEM

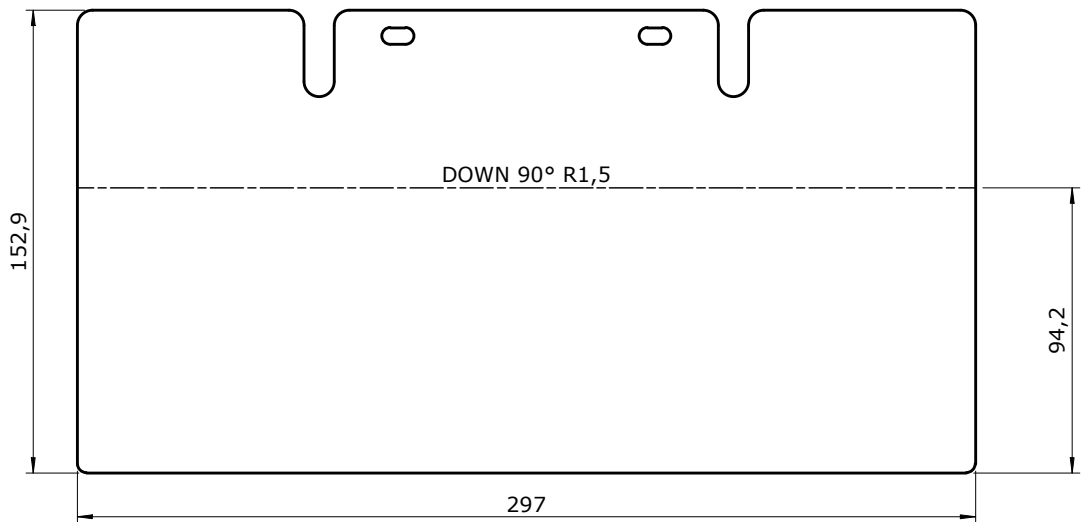




Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



PLANIFICACAO



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2	
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9	

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>91095 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.53 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.101</b>	Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>26/03/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		

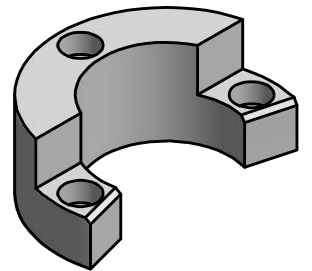
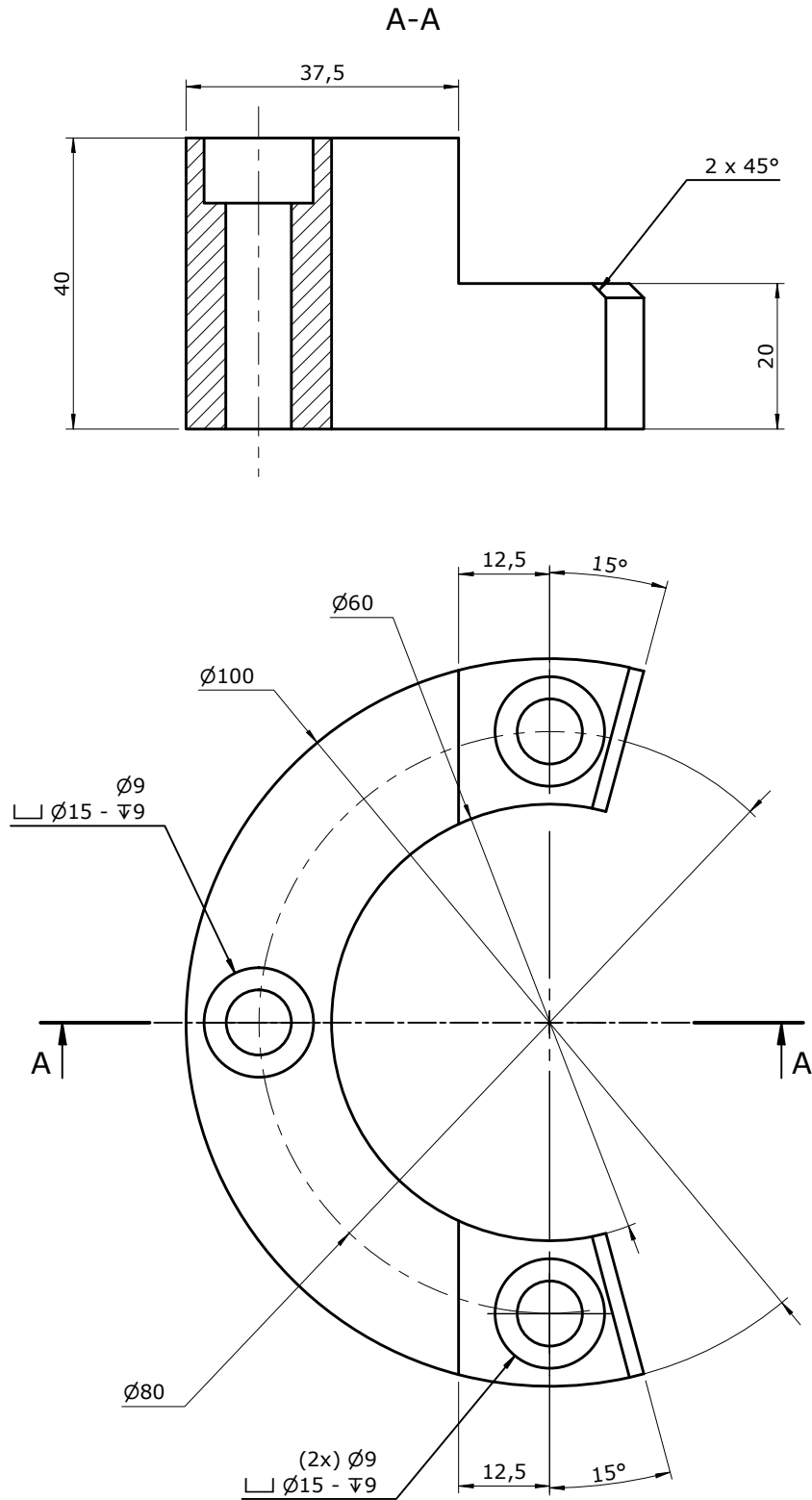
As cotas da peça cortada a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositalmente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

CHAPA BLINDAGEM





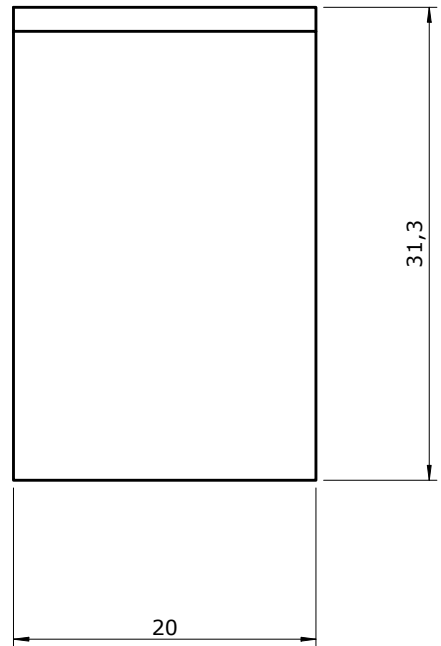
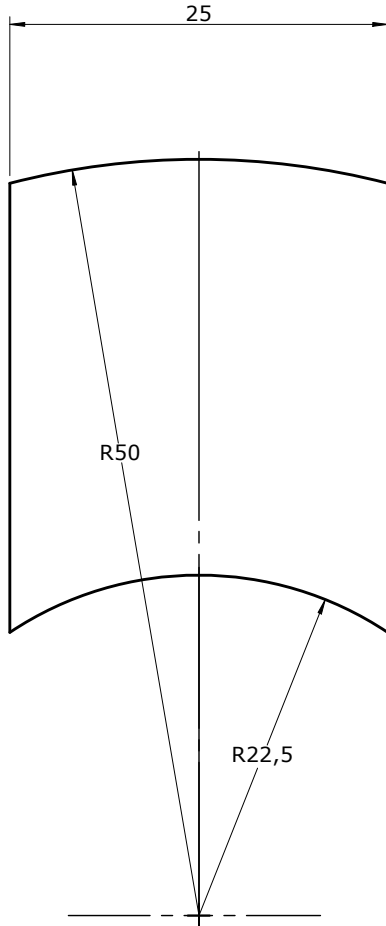
Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



Projectado por: <b>NSF</b> Designed by   Projetée par:		Area: <b>19714 mm<sup>2</sup></b> Area   Area:	Peso: <b>0.13 kg</b> Weight   Poids:	Rugosidade: <b>Ra 3,2</b> Surface finish   État de surface:	Desenho nº: <b>00014.2.113</b> Drawing no.   Dessin nº:	Rev.: <b>1</b> Rev.   Rév.:
Data: <b>30/03/2020</b> Date   Date:		Acabamento / Cor: <b>NATURAL</b> Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:		Material: <b>Poliamida PA 6</b> Material   Matériel:		
Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.				<b>BATENTE DIREÇÃO</b>		<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial

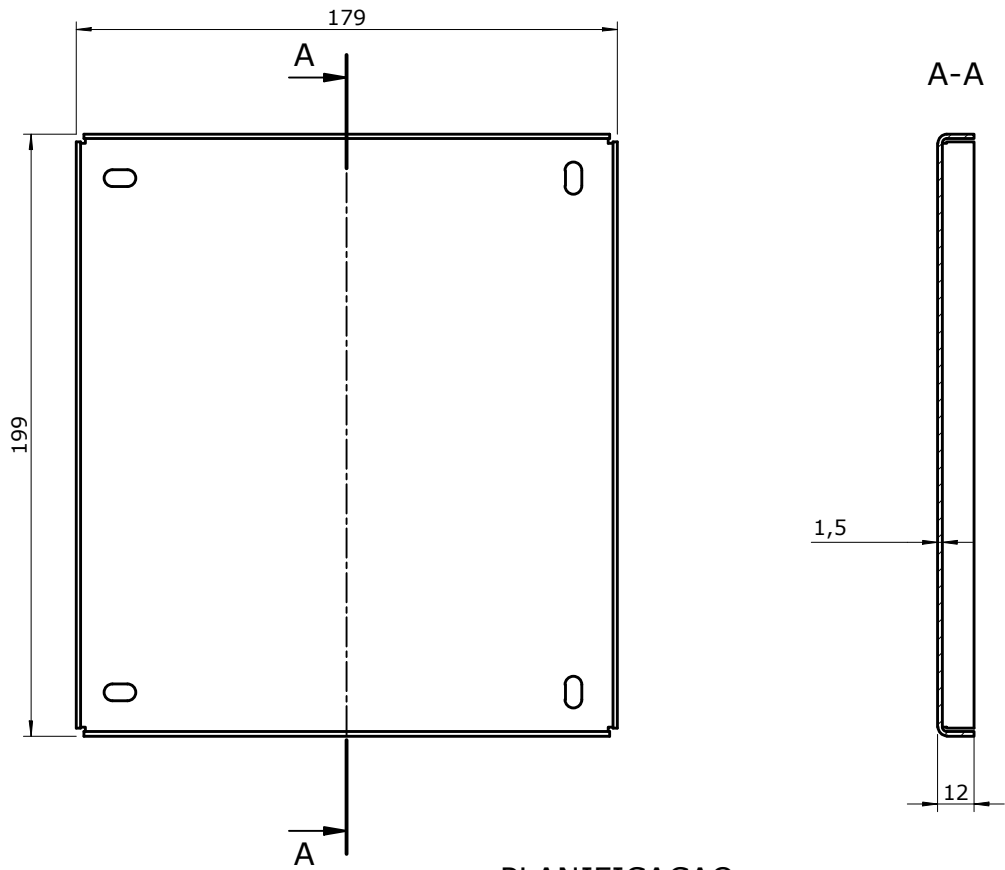


Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.

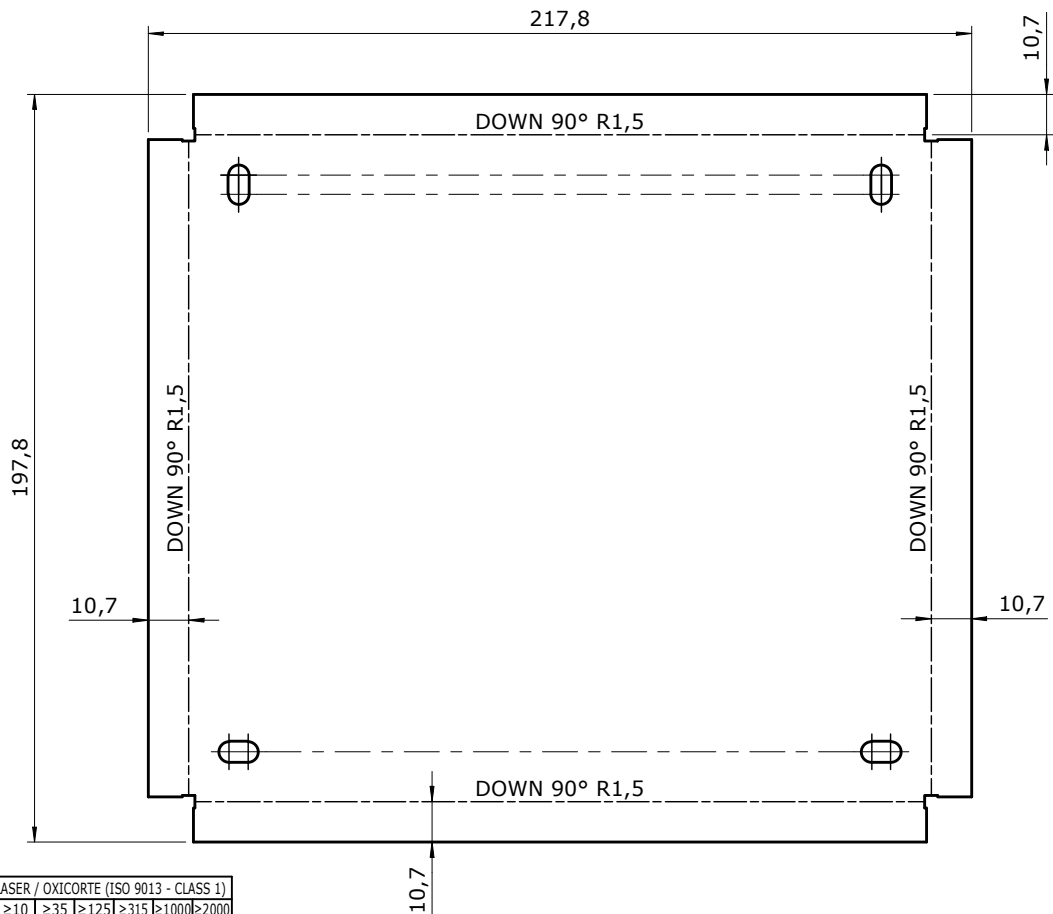


Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.		Projectado por: NSF Area: 3633 mm <sup>2</sup>	Peso: 0.11 kg	Rugosidade: Laser	Desenho nº: 00014.2.114 Rev.: 1
Data: 30/03/2020		Acabamento / Cor: NATURAL		Material: Aço- 1.0037 (S235JR)	
<b>BATENTE DIRECAO</b>					<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial





PLANIFICACAO



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)										
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000		
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000		
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3		
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4		
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6		
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8		
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5		
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1			
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.3	±2.9	±3.8			
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±3	±3.6	±4.5			
>200 ≤250	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2			
>250 ≤300	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9			

Projectado por: NSF  
 Date | Date: 01/04/2020

Area: 86204 mm<sup>2</sup>  
 Acabamento / Cor: PINTADO

Peso: 0.50 kg  
 Rugosidade: Laser

Desenho nº: 00014.2.124  
 Material: Aço- 1.0037 (S235JR)

Rev.: 1  
 JFIGUEIRA engenharia industrial

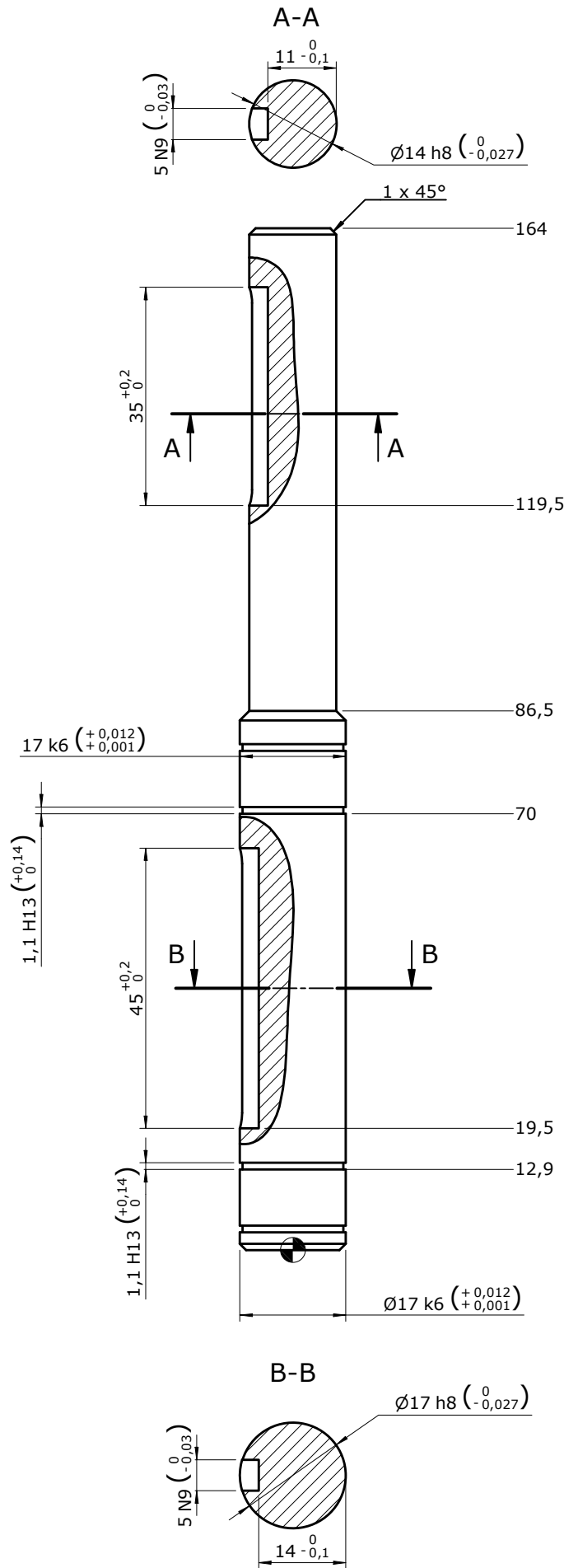
As cotas da peça cortada a laser ou oxicrote podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

PORTA

Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



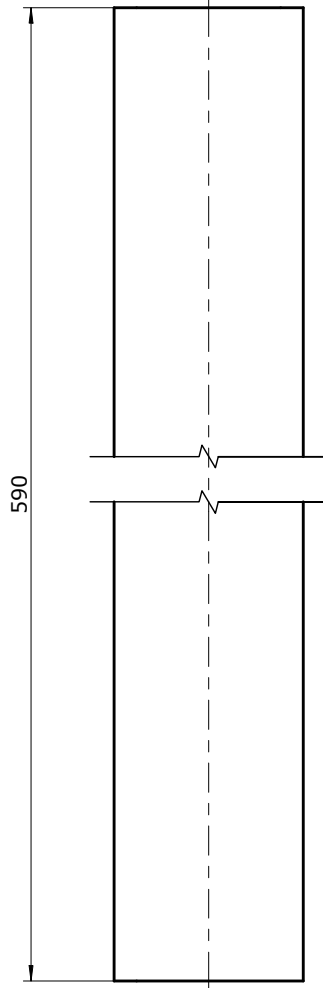
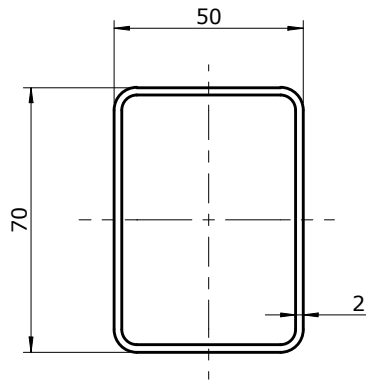
Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.	Projectado por: NSF Date   Date: 01/04/2020	Area: 8972 mm <sup>2</sup> Area   Area:	Peso: 0.24 kg Weight   Poids:	Rugosidade: Ra 3,2 Surface finish   État de surface:	Desenho nº: 00014.2.125 Drawing no.   Dessin nº:	Rev.: 1 Rev.   Rév.:
	Acabamento / Cor: NATURAL Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:				Material: Aço- 1.1191 (C45E) Ck 45k Rect. h8 Material   Matériel:	
<b>VEIO DA RODA</b>					<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial	



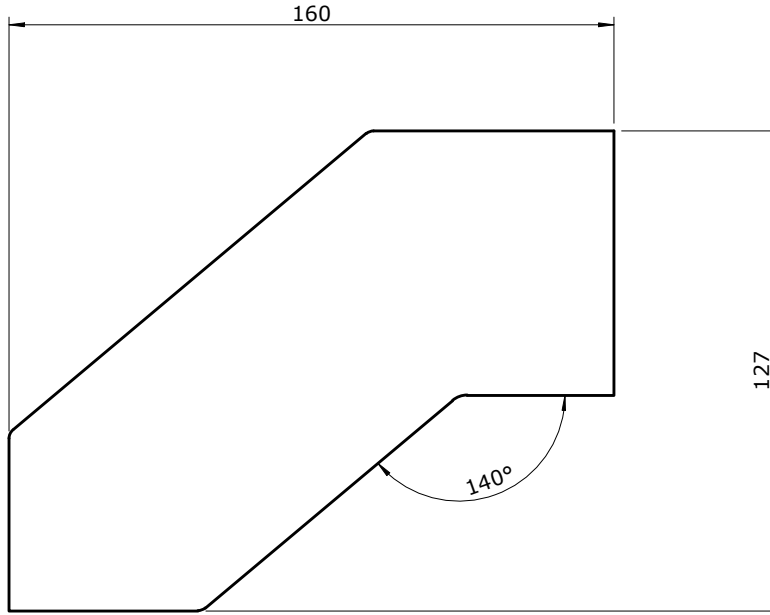
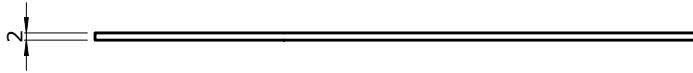
Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



Tolerânciamiento a respetar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 cI1 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.	Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>264524 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>2.07 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: 	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.134</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
	Data: Date   Date: <b>13/04/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial
<b>TUBO DAS PERNAS</b>					Folha   Sheet   Page: 1 / 1	



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)										
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000		
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000		
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3		
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4		
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6		
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8		
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5		
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1		
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8		
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5		
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2		
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9		

As cotas da peça cortada a laser ou oxicrote podem ter sido omitidas propositalmente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

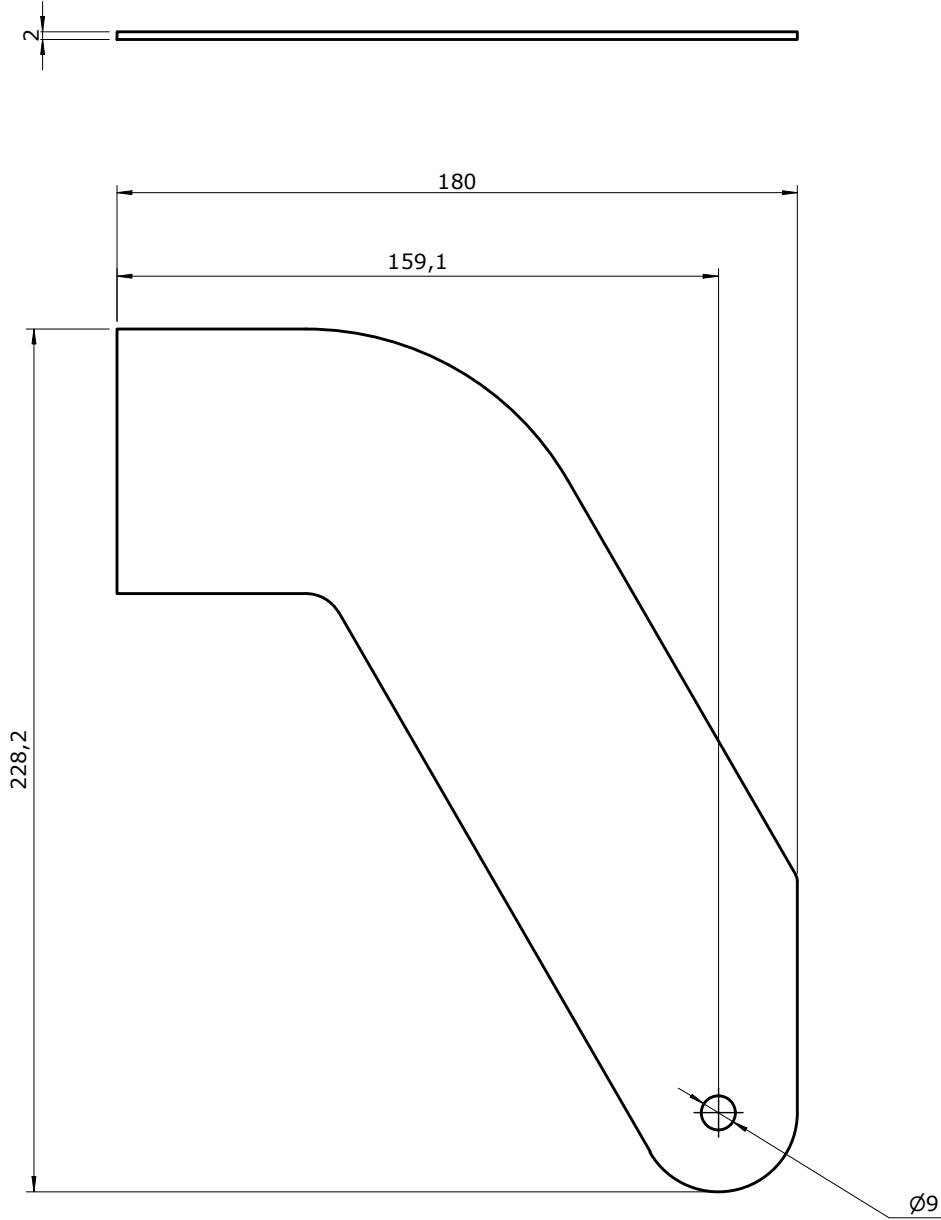
Projectado por: Designed by   Projetée par:	Area: Area   Area:	Peso: Weight   Poids:	Rugosidade: Surface finish   État de surface:	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº:	Rev.: Rev.   Rév.:
NSF	25442 mm <sup>2</sup>	0.19 kg	Laser	00014.2.135	1
Data: Date   Date:	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:			Material: Material   Matériel:	
13/04/2020	NATURAL			Aço- 1.0037 (S235JR)	

CHAPA LATERAL (RODA LOUCA)





Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)										
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000		
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000		
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3		
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4		
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6		
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8		
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5		
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1		
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8		
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5		
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2		
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9		

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>38239 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.29 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.136</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>13/04/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>			Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>	

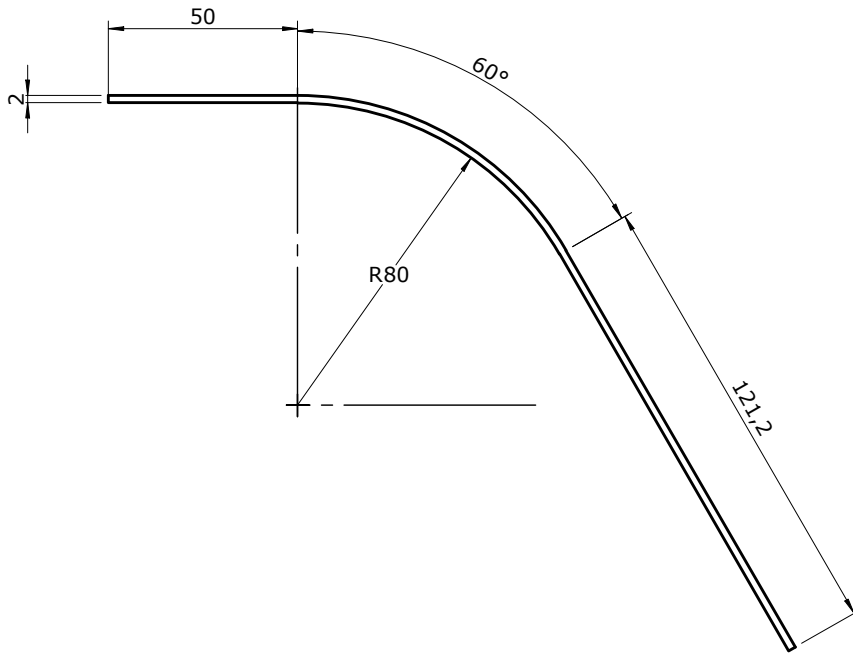
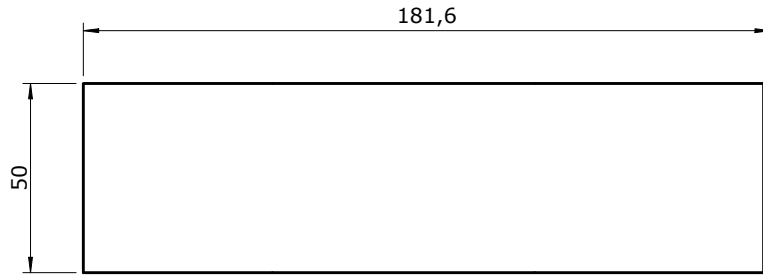
As cotas da peça cortada a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

**CHAPA LATERAL (RODA FIXA)**

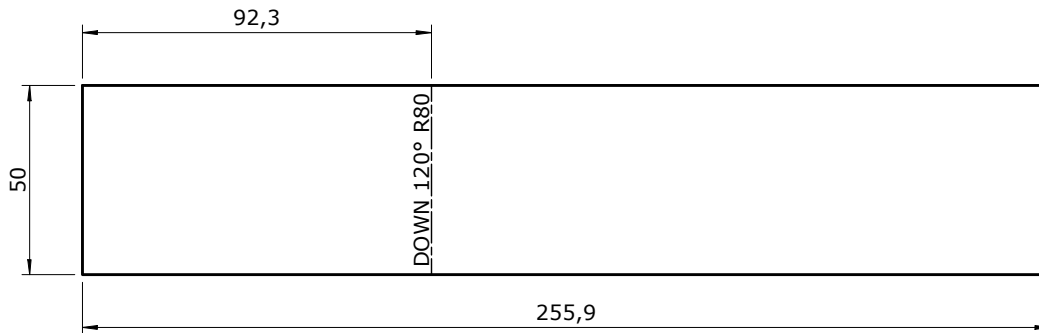




Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



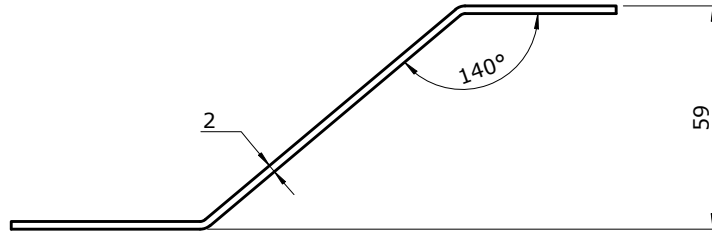
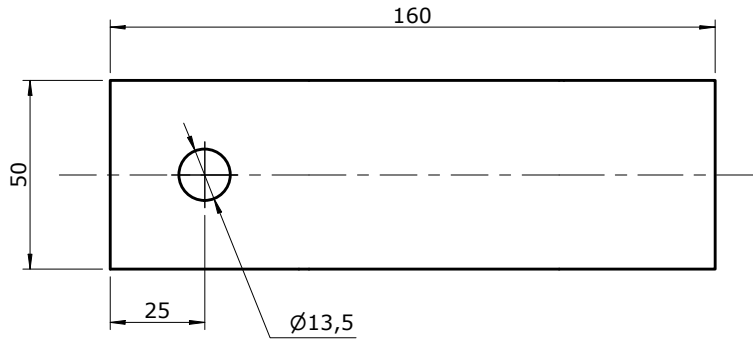
PLANIFICACAO



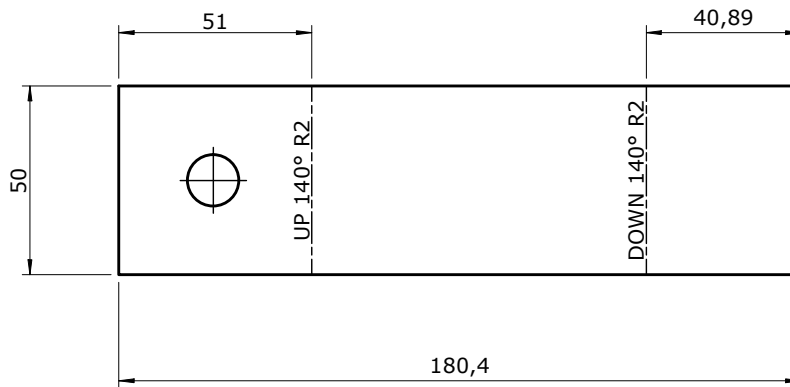
Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.	Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>26818 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.20 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: Laser	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.137</b>	Rev.   Rév.: <b>1</b>
	Data: Date   Date: <b>13/04/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>	Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial	
<b>CHAPA SUPERIOR (RODA FIXA)</b>						



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



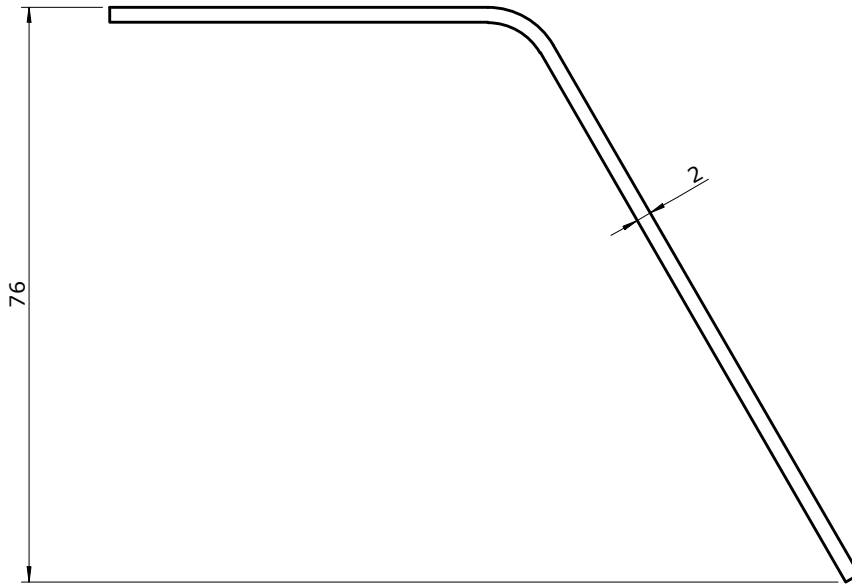
PLANIFICACAO



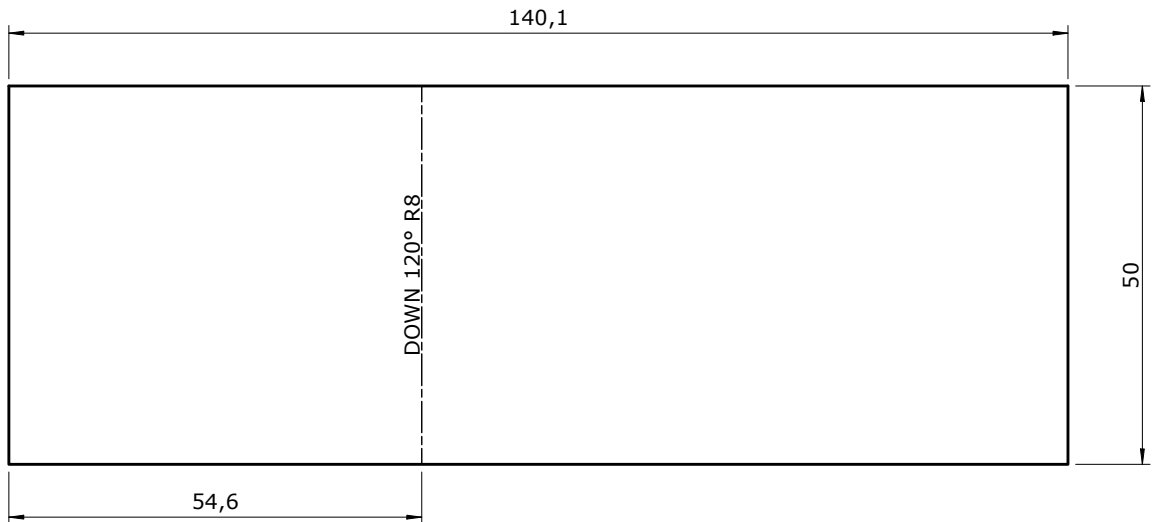
Projectado por: Designed by   Projetée par:	Area: Area   Area:	Peso: Weight   Poids:	Rugosidade: Surface finish   État de surface:	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº:	Rev.: Rev.   Rév.:
NSF	18778 mm <sup>2</sup>	0.14 kg	Laser	00014.2.138	1
Data: Date   Date:	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:		✓	Material: Material   Matériel:	
13/04/2020	NATURAL			Aço- 1.0037 (S235JR)	
Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.			<b>CHAPA INFERIOR (RODA LOUCA)</b>		
			<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial		




Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



PLANIFICACAO



Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>14786 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.11 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.139</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Data: Date   Date: <b>15/04/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>			Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>	

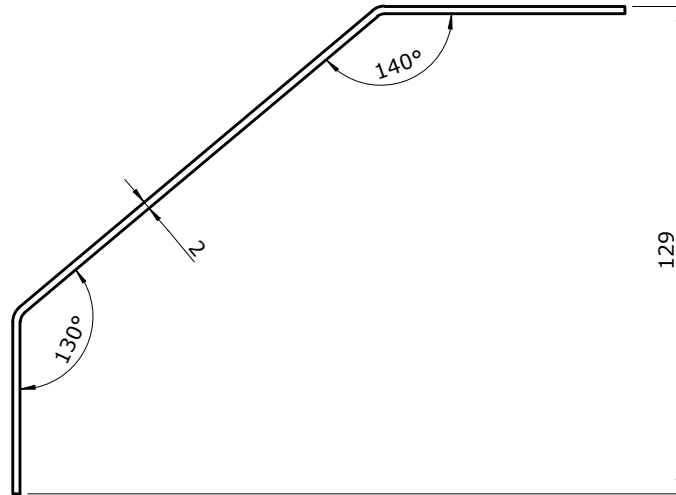
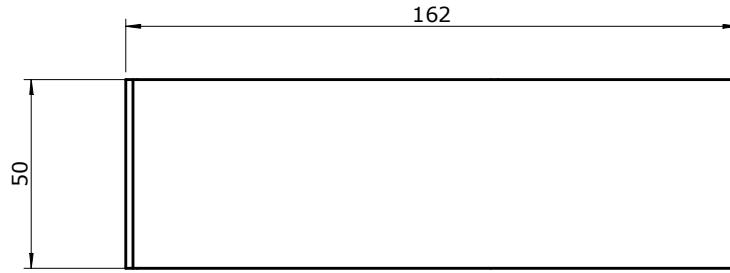
Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário):  
**GERAL / GEOMÉTRICO** ISO 2768-mK  
**LASER / OXICORTE** ISO 9013 c11  
**SOLDADURA** ISO 13920-AE  
 As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

CHAPA INFERIOR (RODA FIXA)

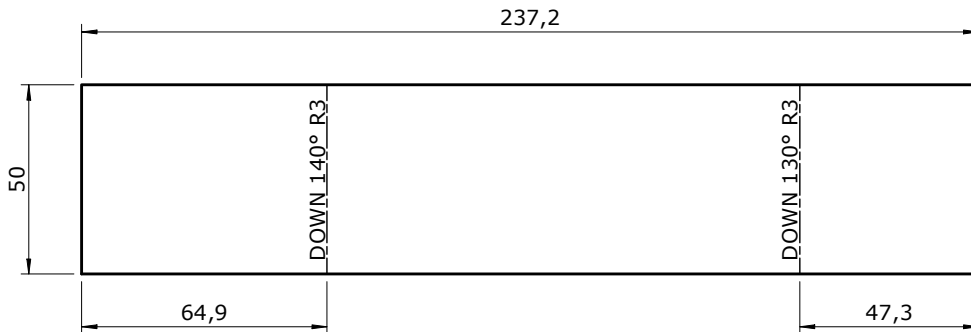




Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.

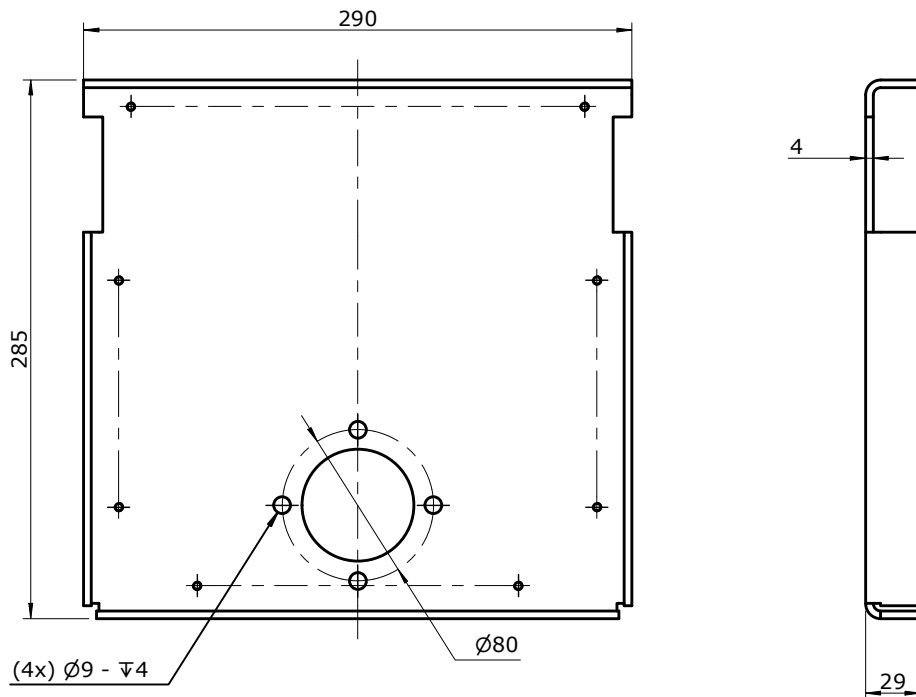


PLANIFICACAO

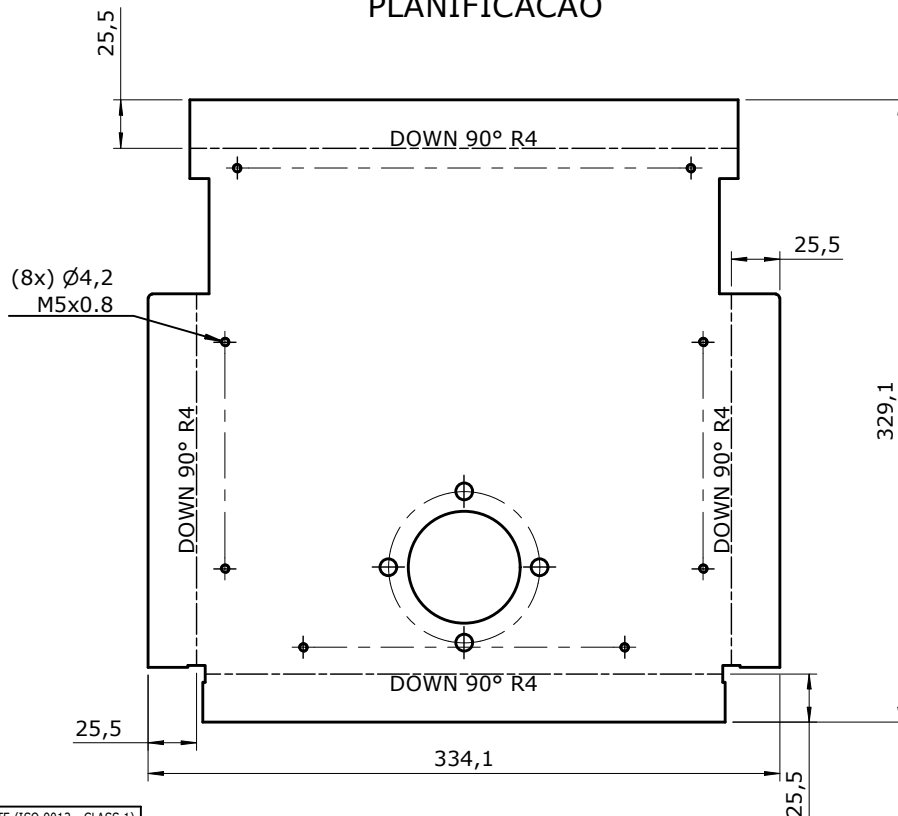


Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.	Projectado por: NSF Date: 16/04/2020	Area: 24892 mm <sup>2</sup>	Peso: 0.19 kg	Rugosidade: Laser	Desenho nº: 00014.2.141 Rev.: 1
	Acabamento / Cor: NATURAL	Material: Aço- 1.0037 (S235JR)		JFIGUEIRA engenharia industrial	
CHAPA SUPERIOR (RODA LOUCA)					





PLANIFICACAO



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2	
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9	

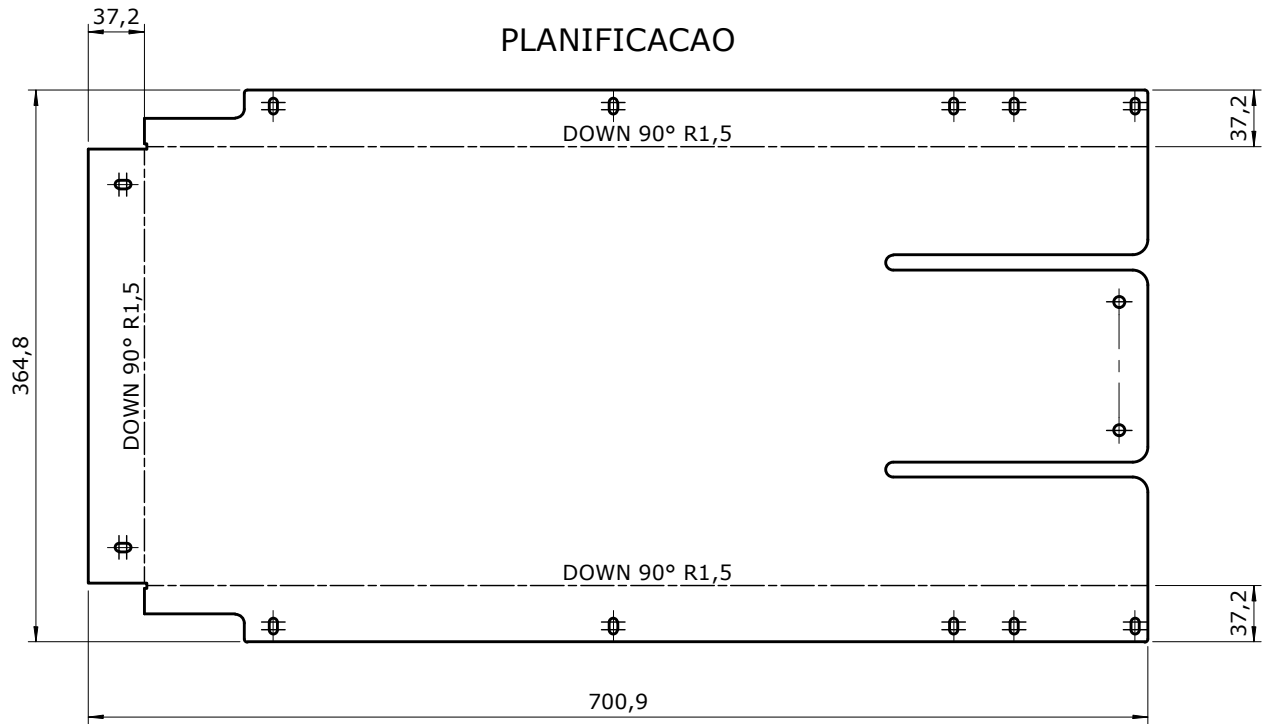
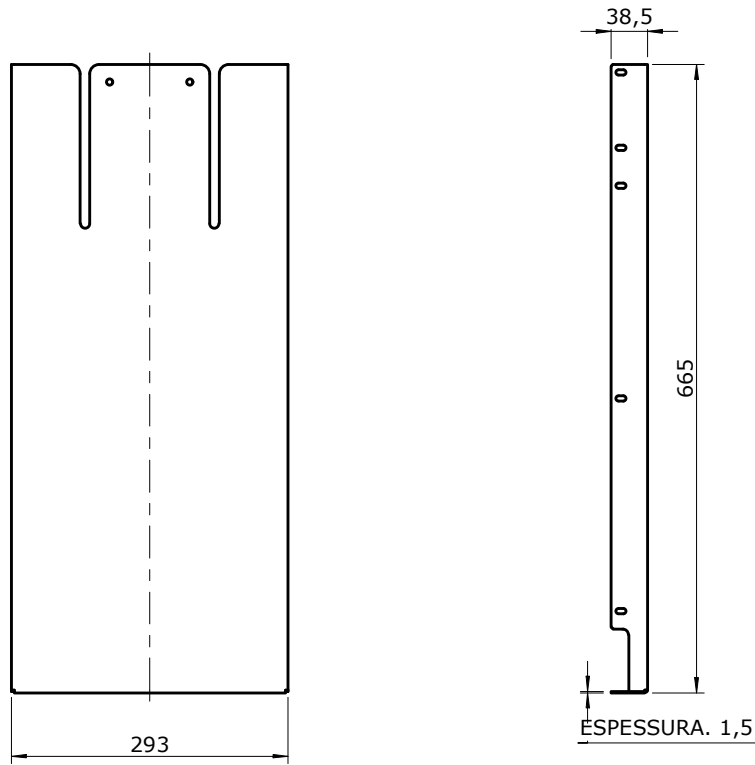
Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>206643 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>3.13 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.142</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>16/04/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>			Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>	

As cotas da peça cortada a laser ou oxicoarte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

BASE (RODA TRAÇÃO)



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.2	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1		
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.3	±2.9	±3.8		
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±3	±3.6	±4.5		
>200 ≤250	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2		
>250 ≤300	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9		

Projectado por: Designed by   Projeté par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>N/A</b>	Peso: Weight   Poids: <b>N/A</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.143</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>17/04/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>PINTADO</b>			Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>	

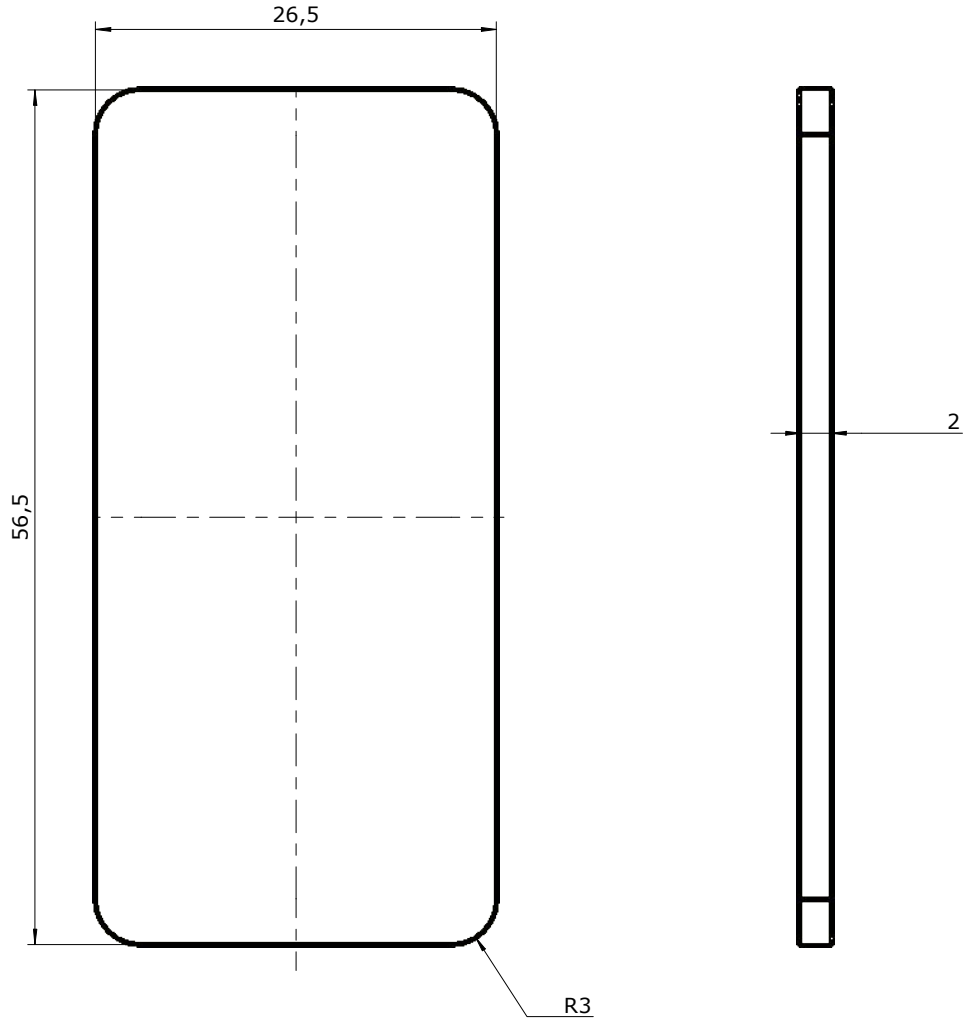
As cotas da peça cortada a laser ou oxicoarte podem ter sido omitidas proposadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

**CHAPA BLINDAGEM**

**JFIGUEIRA**  
engenharia industrial



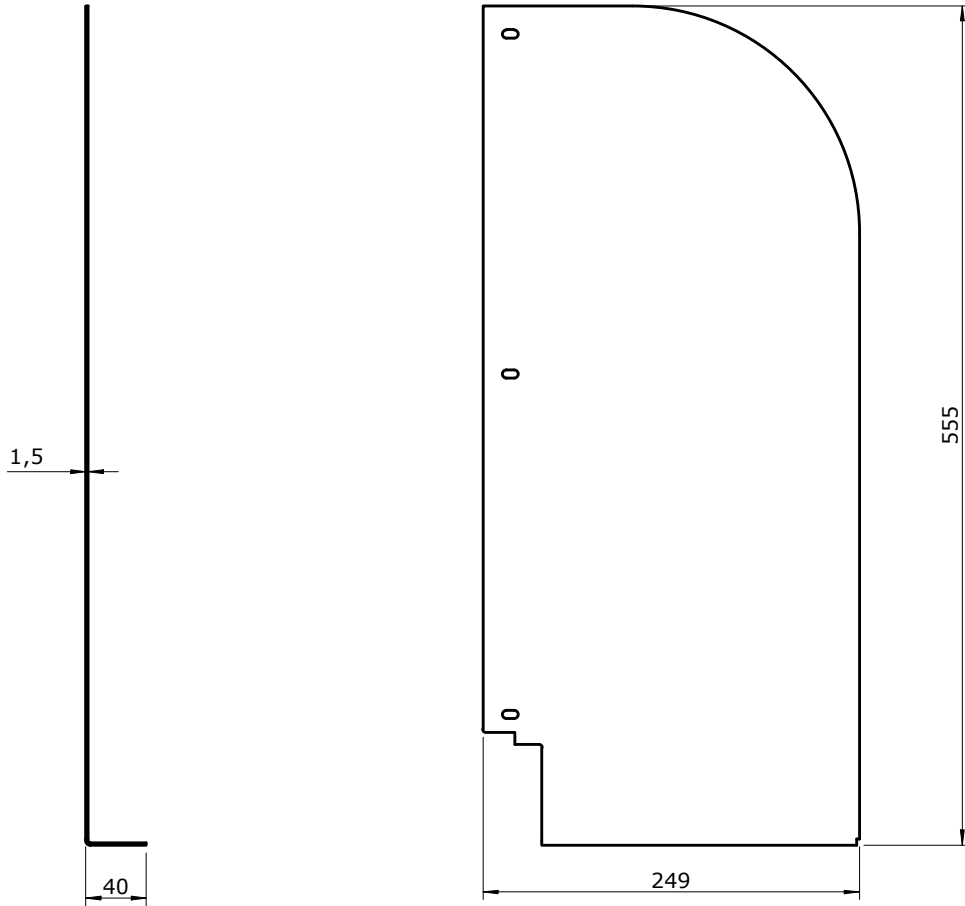
Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



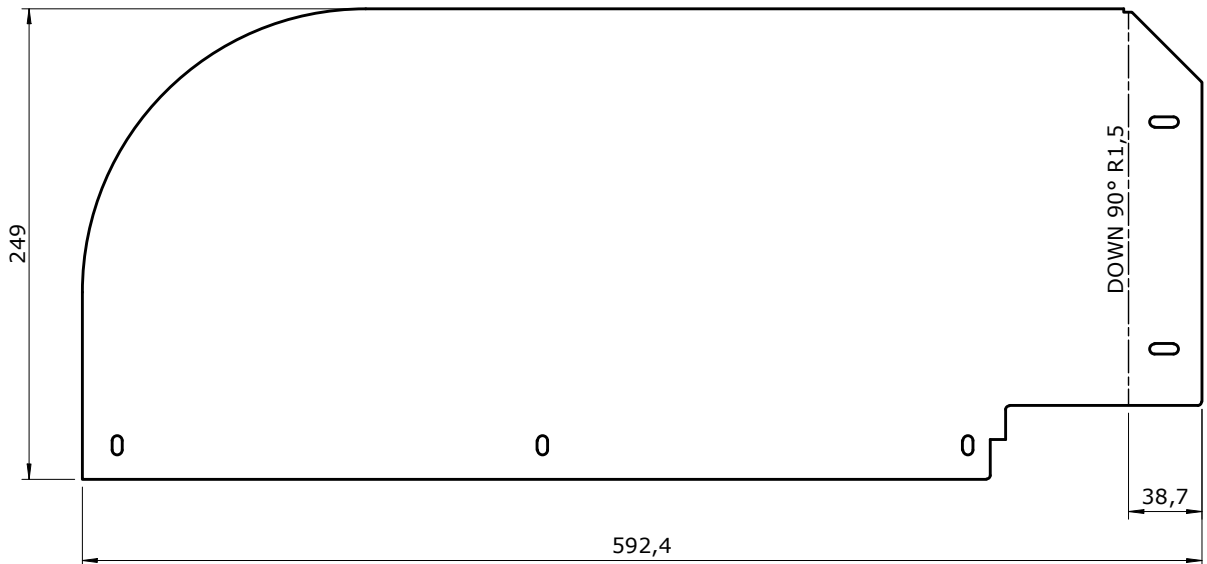
Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário):		Projectado por: NSF		Area: 3301 mm <sup>2</sup>		Peso: 0.02 kg		Rugosidade: Laser		Desenho nº: 00014.2.144		Rev.: 1	
GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK		Data: 17/04/2020		Acabamento / Cor: NATURAL						Material: Aço- 1.0037 (S235JR)			
LASER / OXICORTE ISO 9013 cI1													
SOLDADURA ISO 13920-AE													
As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.													
<b>CHAPA DE TOPO</b>										<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial			



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



PLANIFICACAO



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2	
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9	

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>N/A</b>	Peso: Weight   Poids: <b>N/A</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.145</b>	Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>20/04/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>			Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>	

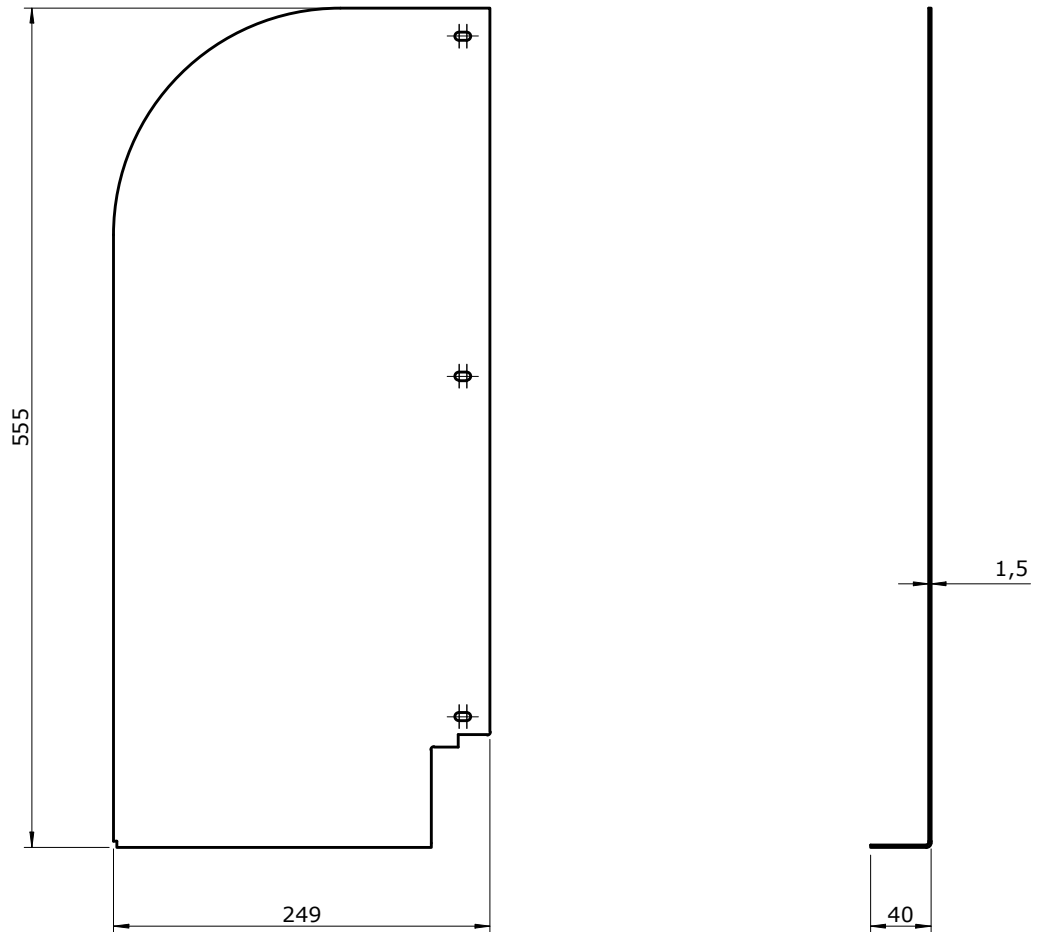
As cotas da peça cortada a laser ou oxicrote podem ter sido omitidas propositalmente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

CHAPA BLINDAGEM

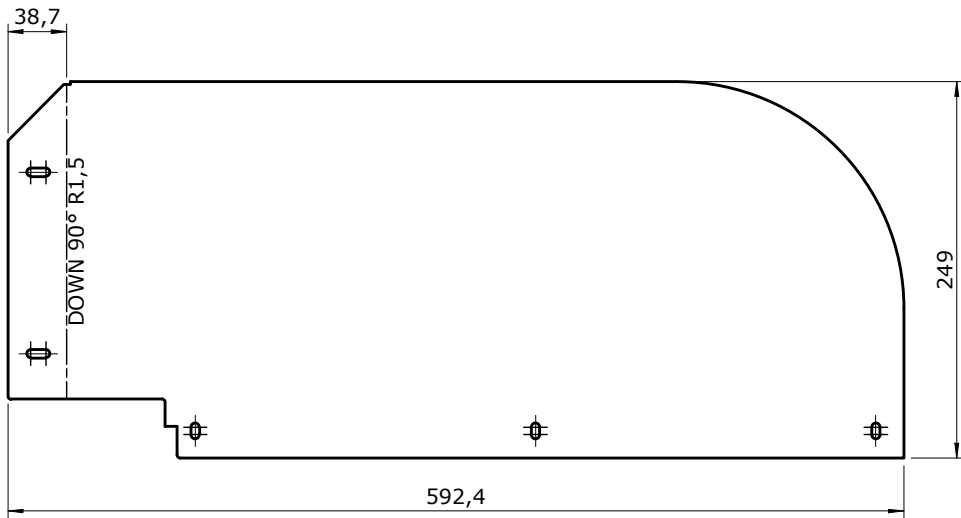




Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



PLANIFICACAO



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2	
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9	

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>N/A</b>	Peso: Weight   Poids: <b>N/A</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.145-0D</b>	Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>20/04/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>			Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>	

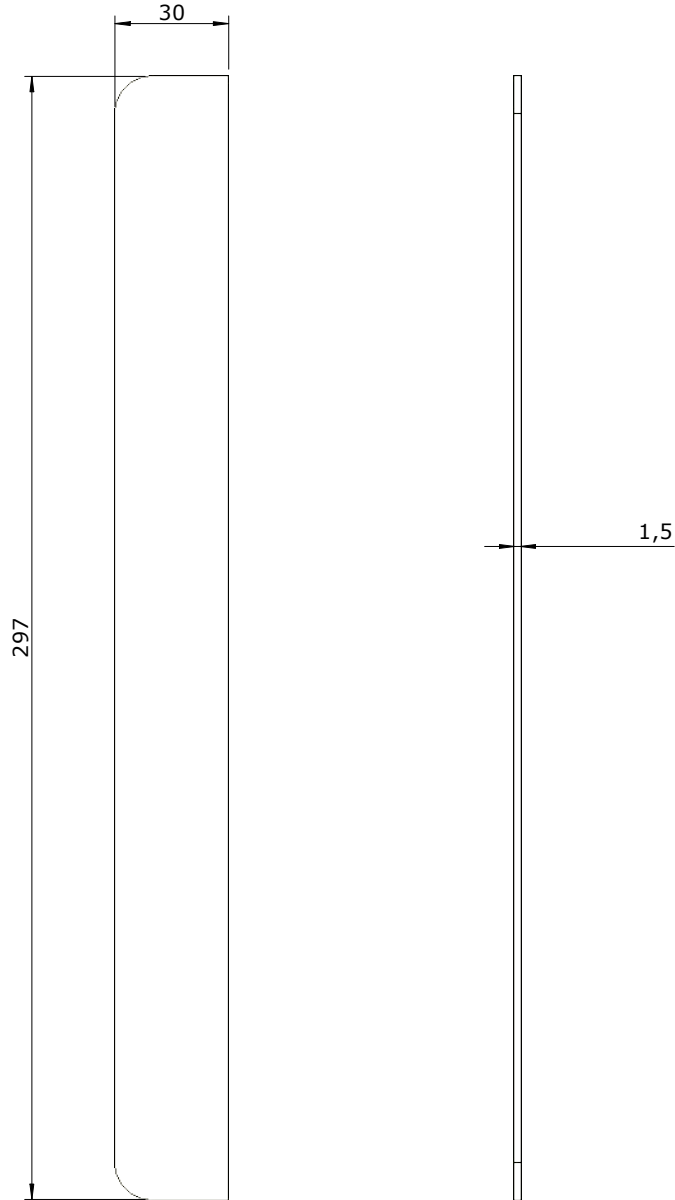
As cotas da peça cortada a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas proposadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

CHAPA BLINDAGEM





Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)							
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	>2000
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.6
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±3.1
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±3.8
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±4.5
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±5.2
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±5.9

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>18702 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.10 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.149</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>22/04/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		

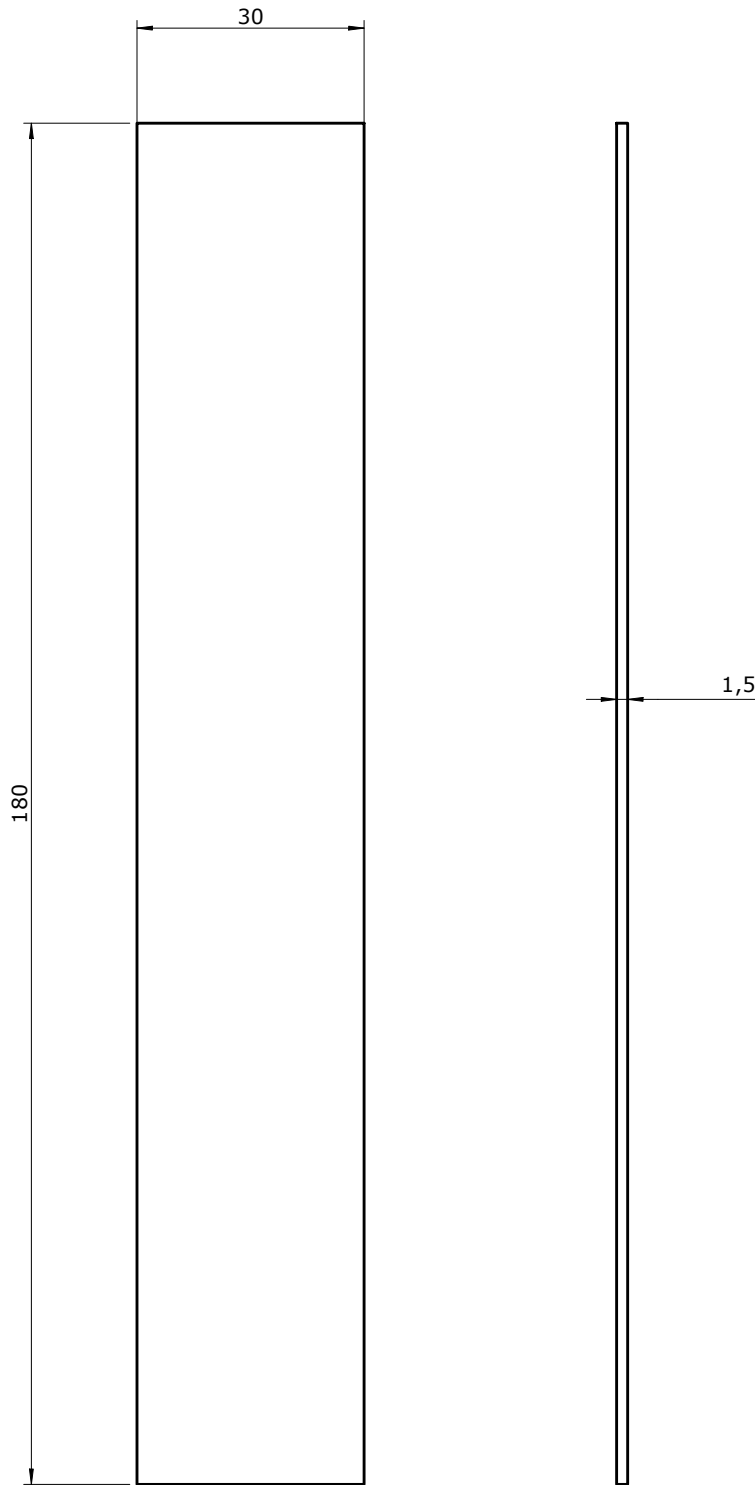
As cotas da peça cortada a laser ou oxicrote podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

**CHAPA BLINDAGEM**





Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



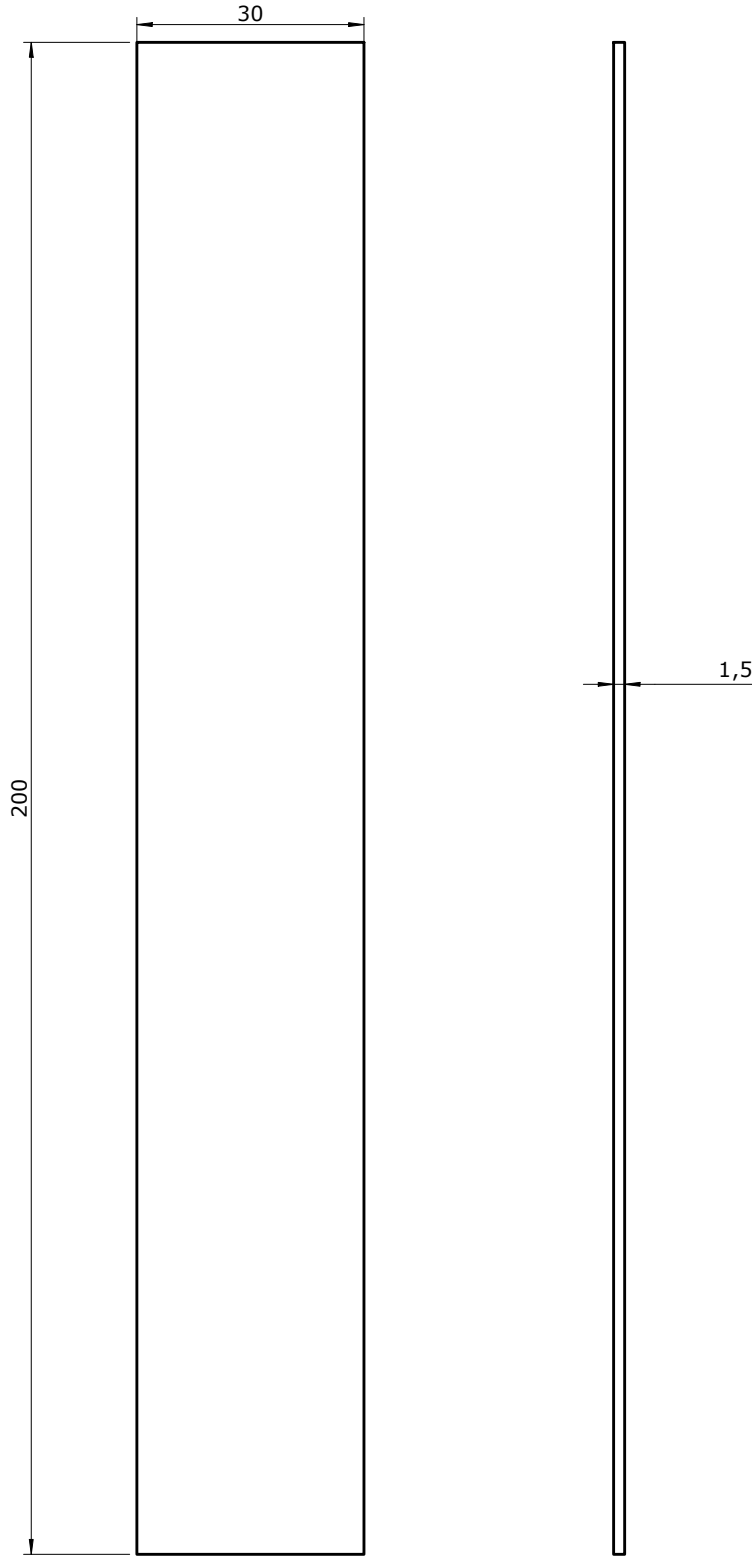
TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)										
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000		
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000		
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3		
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4		
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6		
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8		
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5		
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1		
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8		
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5		
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2		
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9		

As cotas da peça cortada a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositalmente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>11430 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.06 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.150-01</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>23/04/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		
<b>CHAPA (BLINDAGEM)</b>				<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial	



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



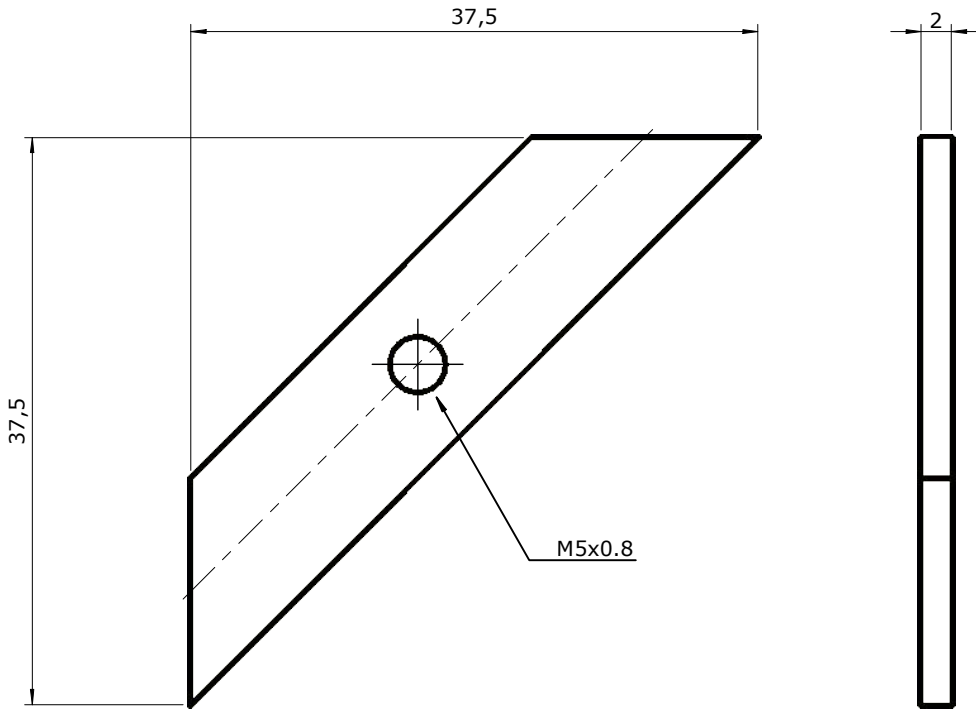
TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)										
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000		
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000		
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3		
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4		
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6		
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8		
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5		
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1		
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8		
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5		
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2		
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9		

As cotas da peça cortada a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositalmente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>12690 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.07 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.150-02</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>23/04/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		
<b>CHAPA (BLINDAGEM)</b>				<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial	



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)							
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	>2000
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.6
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.3	±2.9	±3.8
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±3	±3.6	±4.5
>200 ≤250	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2
>250 ≤300	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>1131 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.01 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.151</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>23/04/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		

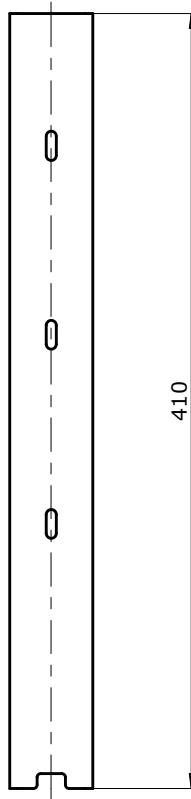
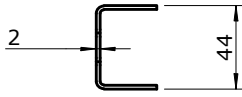
As cotas da peça cortada a laser ou oxicrote podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

### CHAPA FIXAÇÃO DA PORTA

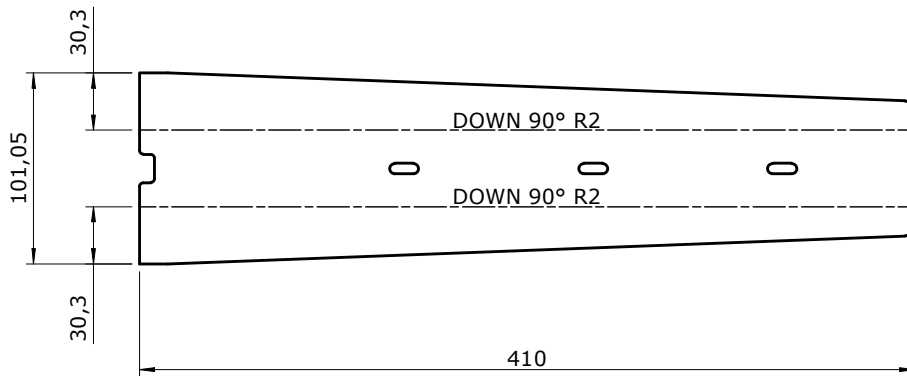




Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



PLANIFICACAO



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2	
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9	

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>72814 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.55 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.152</b>	Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date   Date: <b>24/04/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		

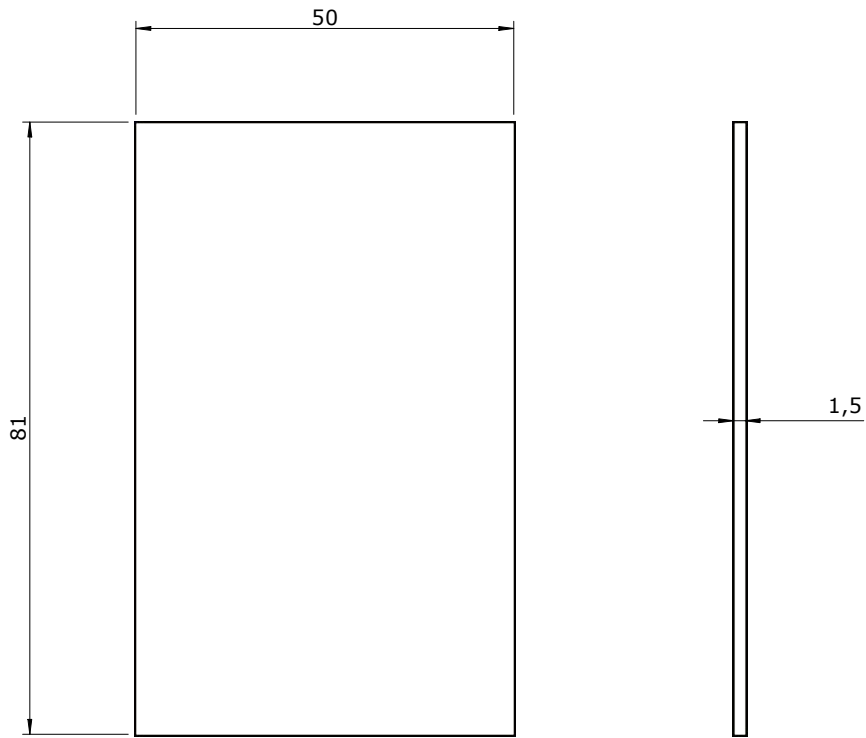
As cotas da peça cortada a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositalmente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

CHAPA DE ENCOSTO





Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)										
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000		
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000		
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3		
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4		
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6		
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8		
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5		
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1		
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8		
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5		
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2		
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9		

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>8493 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.05 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.153</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>05/05/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		

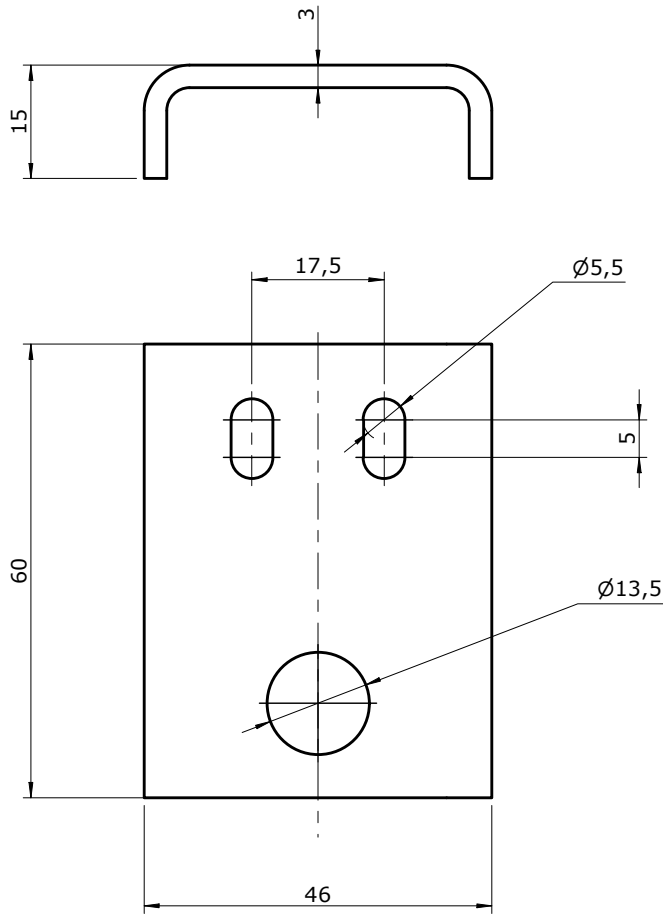
As cotas da peça cortada a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

**CHAPA (RODA FIXA)**

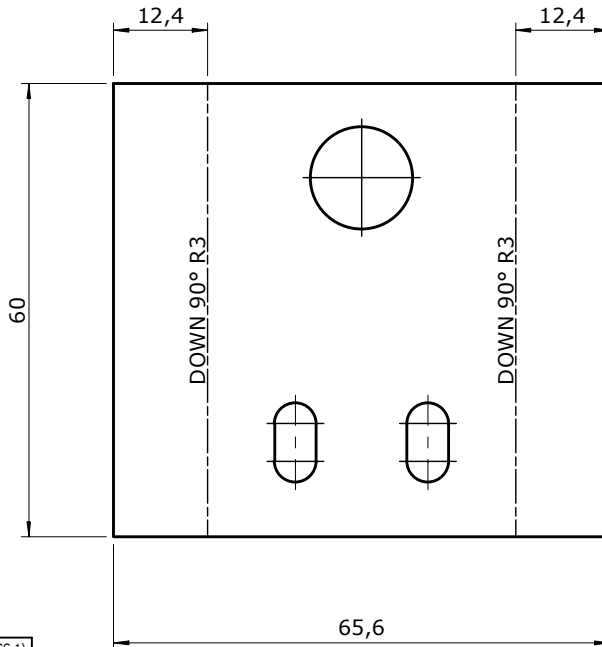




Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



**PLANIFICACAO**



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2	
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9	

Projectado por: Designed by   Projétéé par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>N/A</b>	Peso: Weight   Poids: <b>N/A</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.155</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Data: Date   Date: <b>21/08/2020</b>			Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>GALVANIZADO</b>	Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR) Galvanizado</b>	

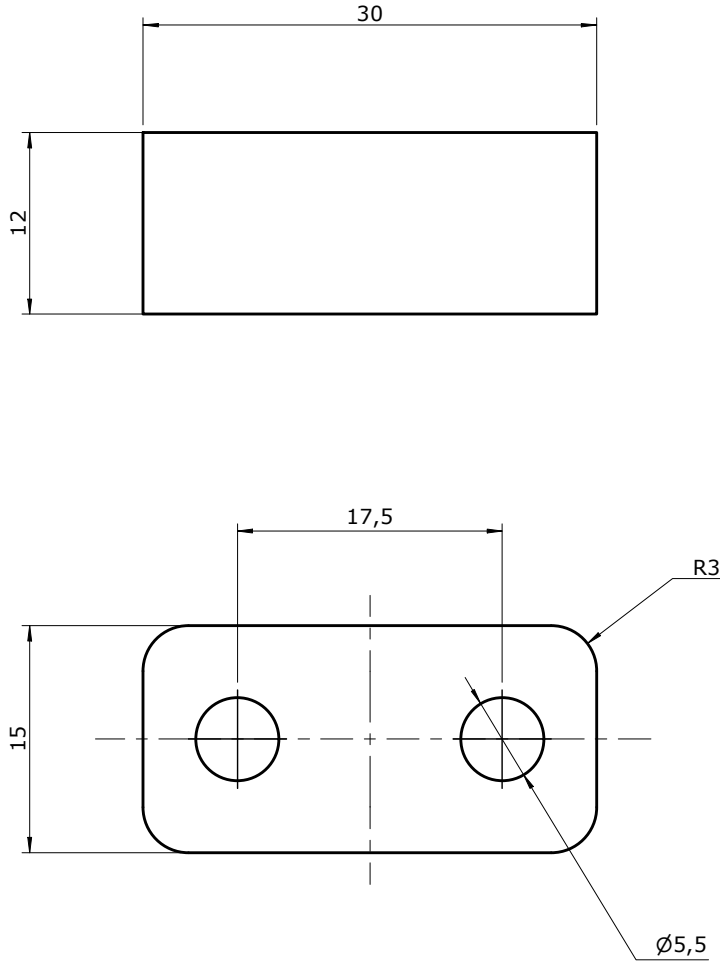
As cotas da peça cortada a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositalmente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

**SUPOORTE DE MONTAGEM SUPERIOR**





Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)										
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000		
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000		
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3		
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4		
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6		
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8		
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5		
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1		
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8		
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5		
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2		
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9		

As cotas da peça cortada a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositalmente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

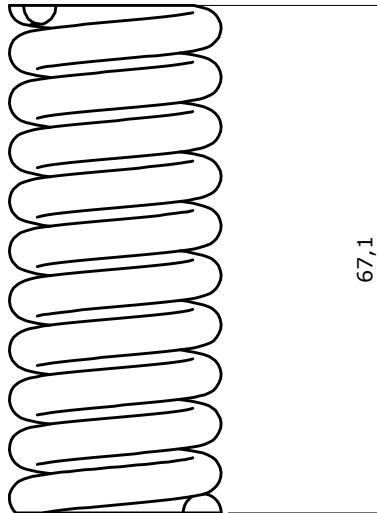
Projectado por: Designed by   Projetée par:	Area: Area   Area:	Peso: Weight   Poids:	Rugosidade: Surface finish   État de surface:	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº:	Rev.: Rev.   Rév.:
NSF	2222 mm <sup>2</sup>	0.04 kg	Laser	00014.2.157	1
Date: Date   Date:	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:			Material: Material   Matériel:	
21/08/2020	GALVANIZADO			Aço- 1.0037 (S235JR) Galvanizado	

SUPOORTE DE MONTAGEM SUPERIOR

**JFIGUEIRA**  
engenharia industrial



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



### DIMENSÕES DA MOLA

D=24 mm

d=5 mm

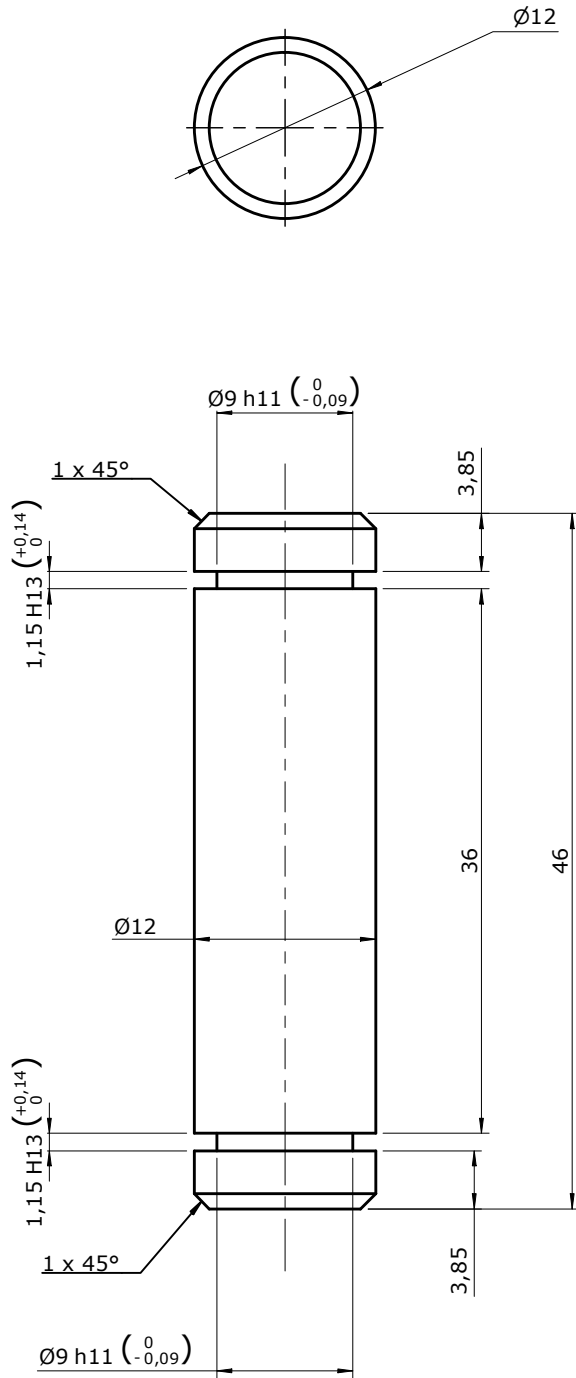
Na=9

k=47,7 N/mm

Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 cI1 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.	Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>11930 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.11 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: 	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.160</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
	Data: Date   Date: <b>25/08/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- Inox AISI 304</b>		<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial
<b>MOLA</b>						



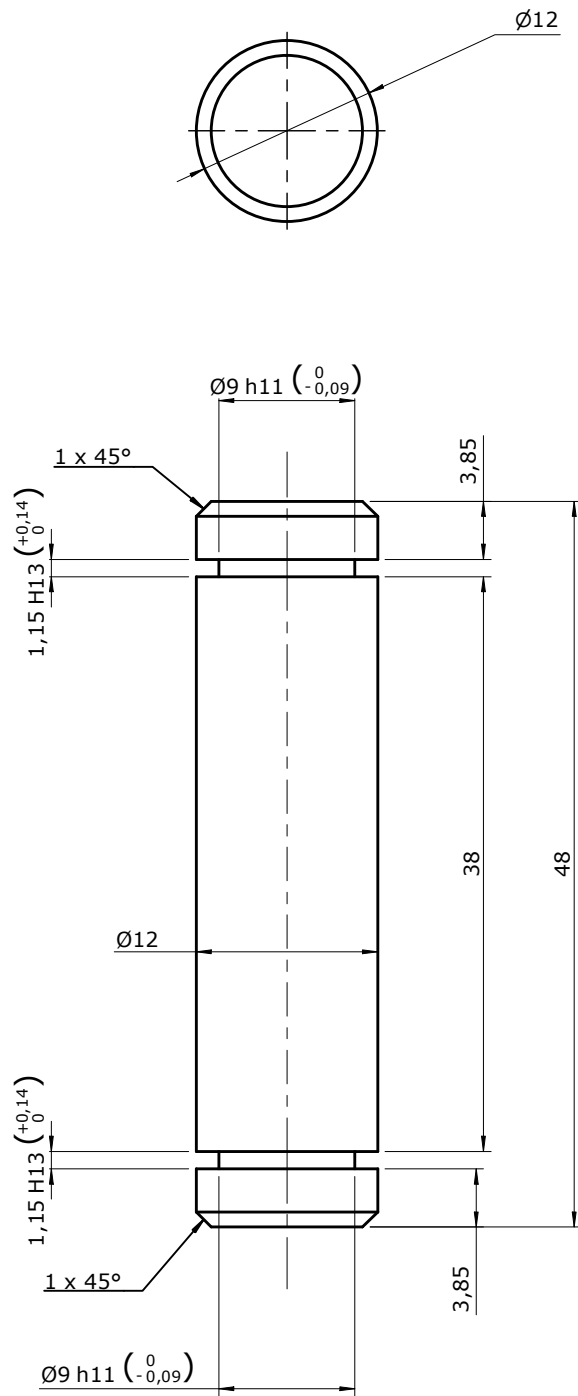
Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.		Projectado por: NSF Area: 2090 mm <sup>2</sup> Data: 03/09/2020	Peso: 0.04 kg Acabamento / Cor: NATURAL	Rugosidade: Ra 3,2	Desenho nº: 00014.2.161-01 Material: Aço- 1.1191 (C45E) Ck 45	Rev.: 1
<b>VEIO ATUADOR</b>				<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial		



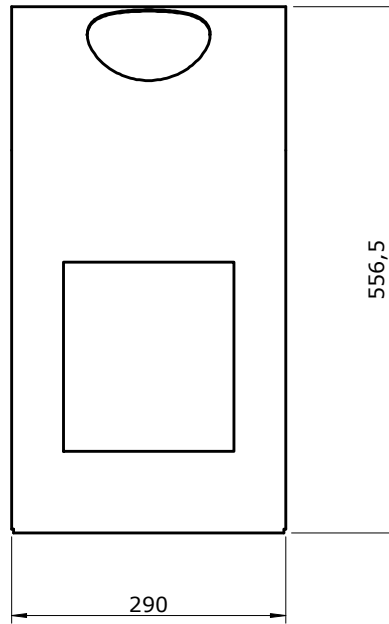
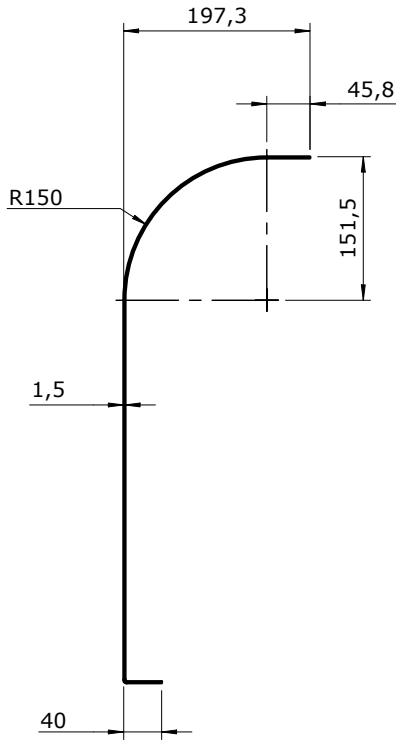
Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



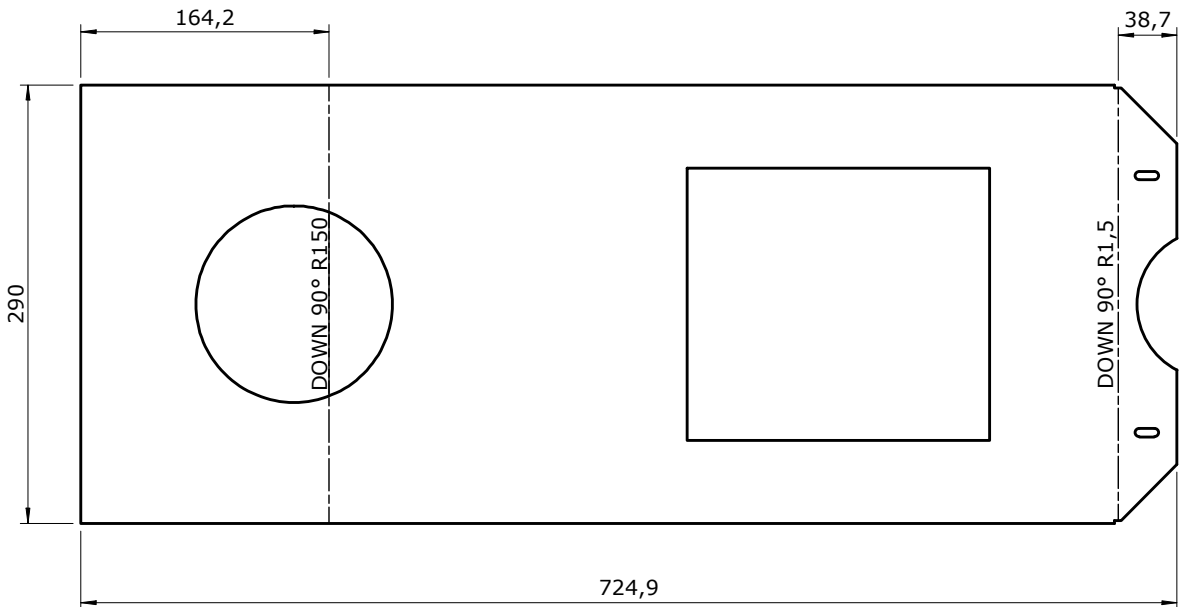
Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário): GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK LASER / OXICORTE ISO 9013 c11 SOLDADURA ISO 13920-AE As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.		Projectado por: NSF Area: 2165 mm <sup>2</sup> Date: 03/09/2020	Peso: 0.04 kg Acabamento / Cor: NATURAL	Rugosidade: Ra 3,2	Desenho nº: 00014.2.161-02 Material: Aço- 1.1191 (C45E) Ck 45	Rev.: 1
<b>VEIO ATUADOR</b>				<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial		



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



PLANIFICACAO



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)										
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000		
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000		
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3		
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4		
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6		
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8		
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5		
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1		
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8		
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5		
>200 ≤250	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2			
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9		

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>320237 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>1.86 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.162</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>09/09/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>			Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>	

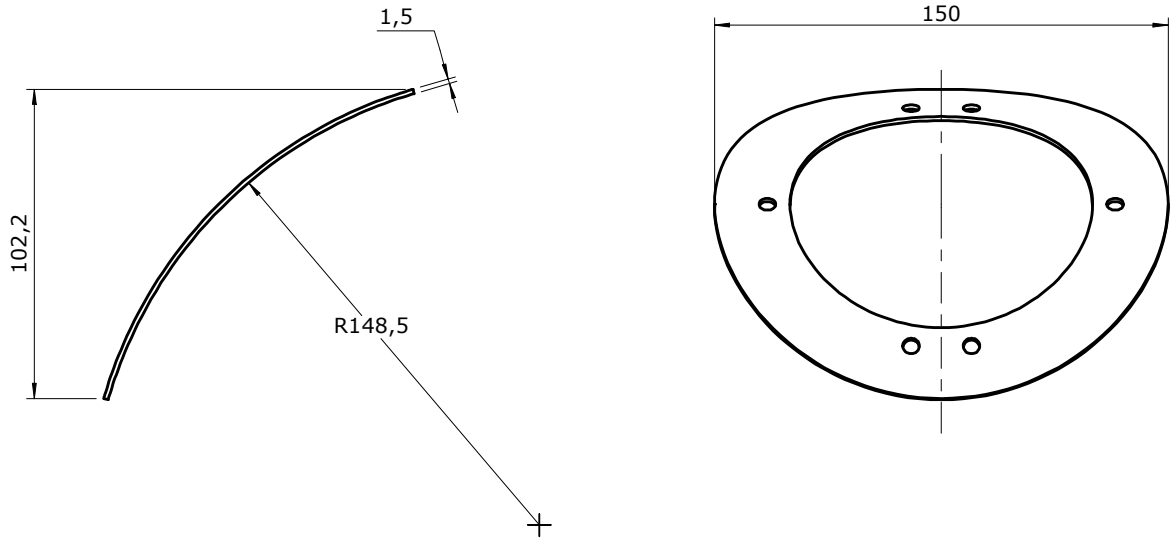
As cotas da peça cortada a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositalmente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

CHAPA BLINDAGEM

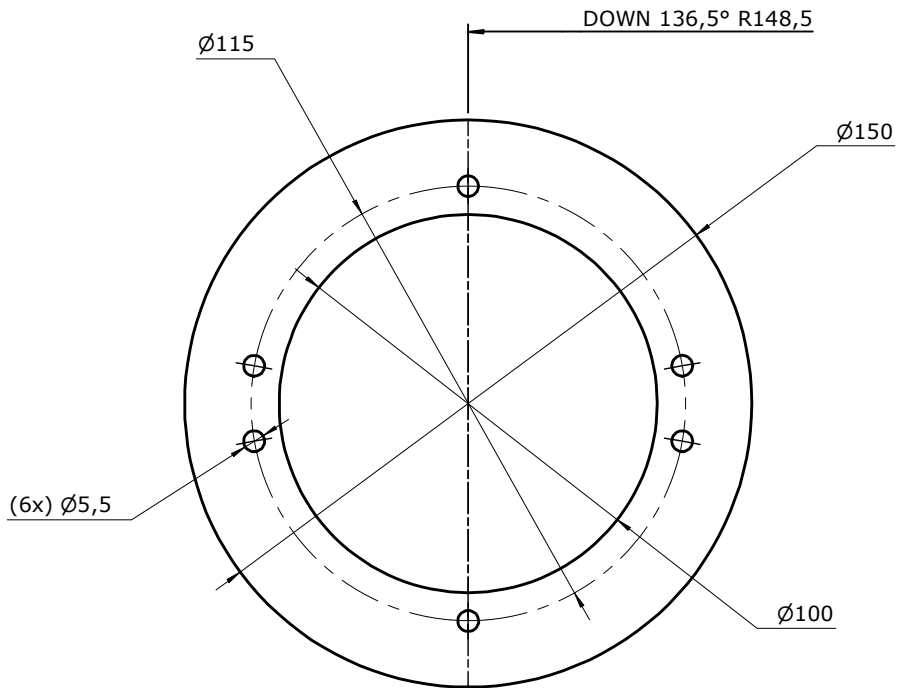




Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



PLANIFICACAO



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2	
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9	

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>20696 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.11 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.163</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>09/09/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>NATURAL</b>			Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>	

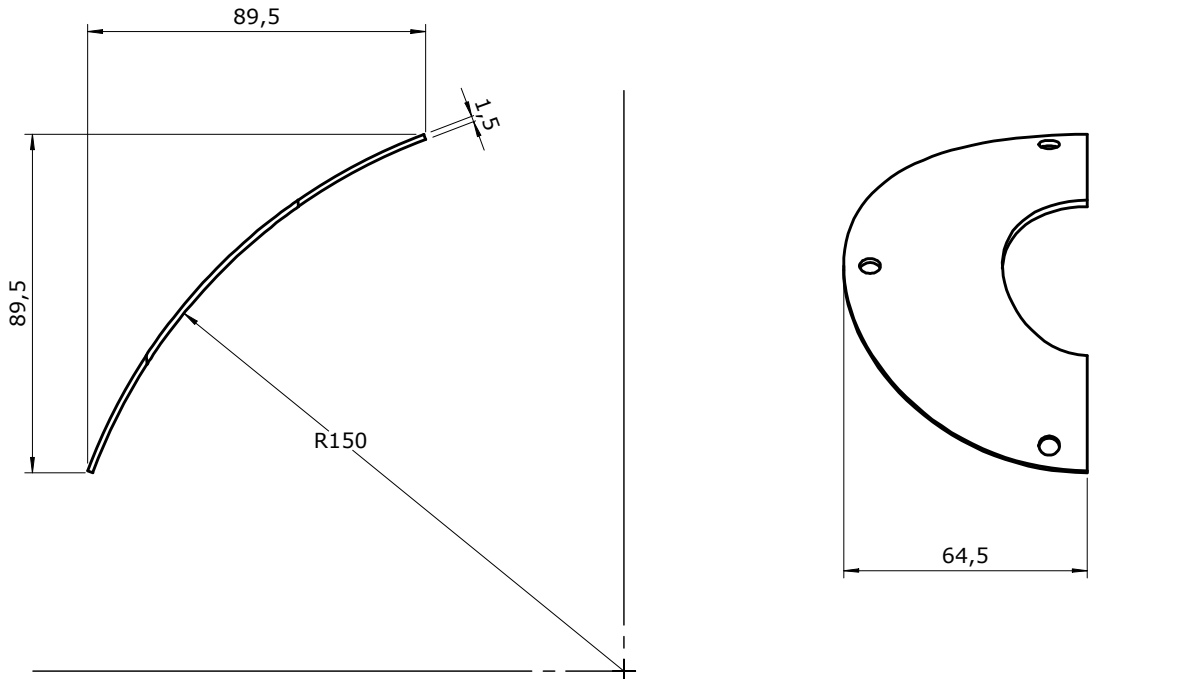
As cotas da peça cortada a laser ou oxicrote podem ter sido omitidas proposadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

CHAPA BLINDAGEM

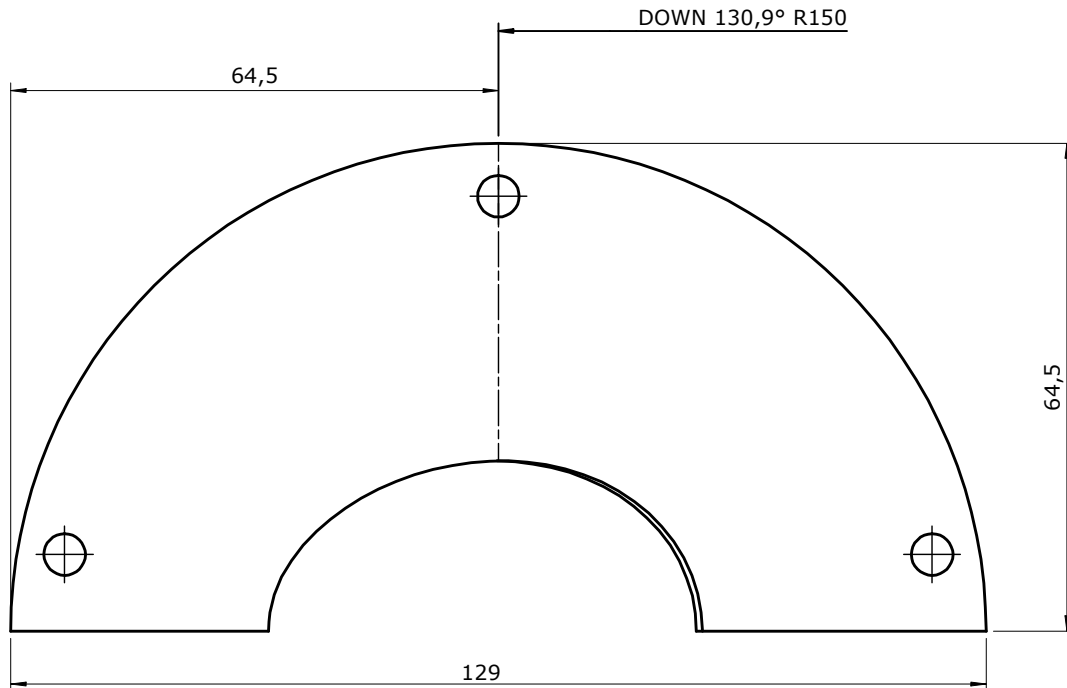
**JFIGUEIRA**  
engenharia industrial



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



PLANIFICACAO



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2	
>250 ≤300	-	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9	

Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>11524 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.06 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.164-01</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>09/09/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>PINTADO</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		

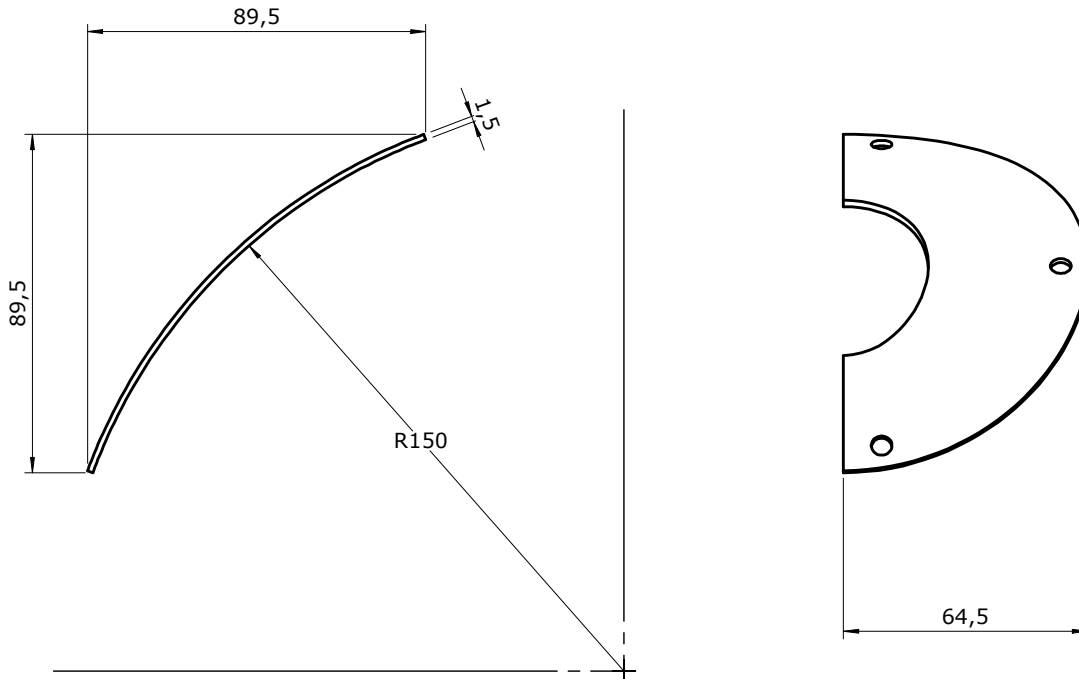
As cotas da peça cortada a laser ou oxicoarte podem ter sido omitidas proposadamente. A Geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

CHAPA BLINDAGEM

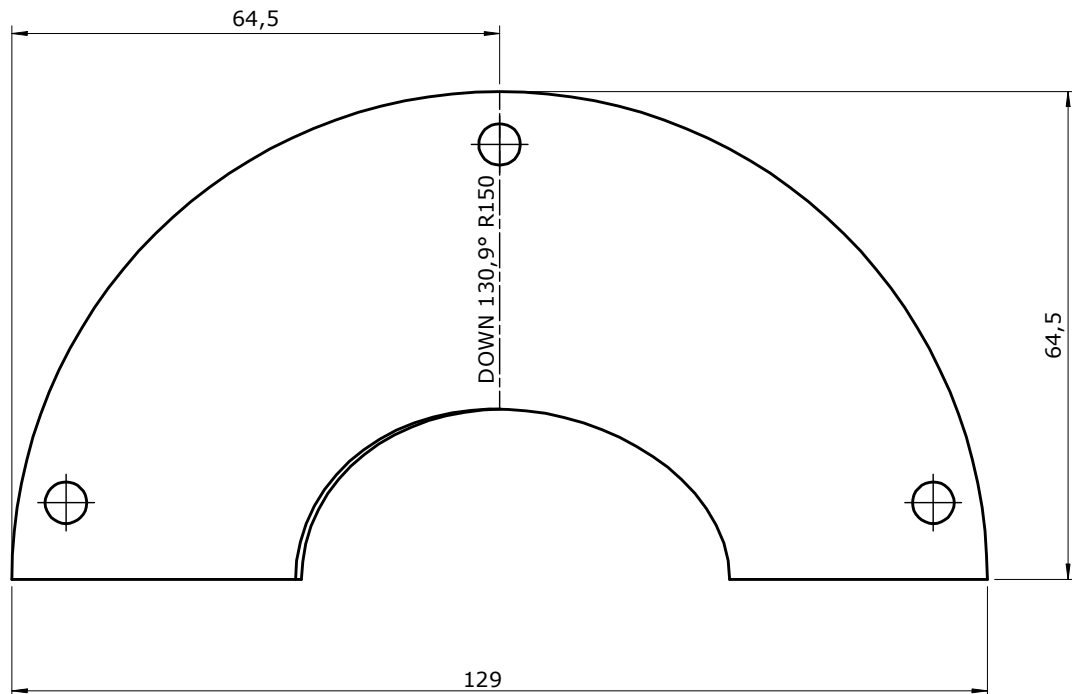




Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



PLANIFICACAO



TOLERÂNCIAS GERAIS LASER / OXICORTE (ISO 9013 - CLASS 1)									
Esp.	>0	≥3	≥10	≥35	≥125	≥315	≥1000	≥2000	
Chapa	<3	<10	<35	<125	<315	<1000	<2000	<4000	
>0 ≤1	±0.04	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3	
>1 ≤3.15	±0.1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.4	
>3.15 ≤6.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.5	±0.6	
>6.3 ≤10	-	±0.5	±0.6	±0.6	±0.7	±0.7	±0.7	±0.8	
>10 ≤50	-	±0.6	±0.7	±0.7	±0.8	±1	±1.6	±2.5	
>50 ≤100	-	-	±1.3	±1.3	±1.4	±1.7	±2.2	±3.1	
>100 ≤150	-	-	±1.9	±2	±2.1	±2.3	±2.9	±3.8	
>150 ≤200	-	-	±2.6	±2.7	±2.7	±3	±3.6	±4.5	
>200 ≤250	-	-	-	-	±3.7	±4.2	±5.2		
>250 ≤300	-	-	-	-	±4.4	±4.9	±5.9		





Projectado por: Designed by   Projetée par: <b>NSF</b>	Area: Area   Area: <b>11521 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.06 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: <b>Laser</b>	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.2.164-02</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Date: Date   Date: <b>09/09/2020</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>PINTADO</b>		Material: Material   Matériel: <b>Aço- 1.0037 (S235JR)</b>		

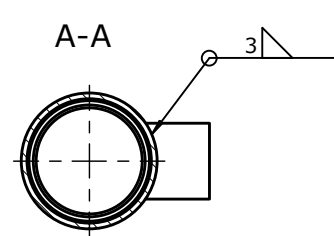
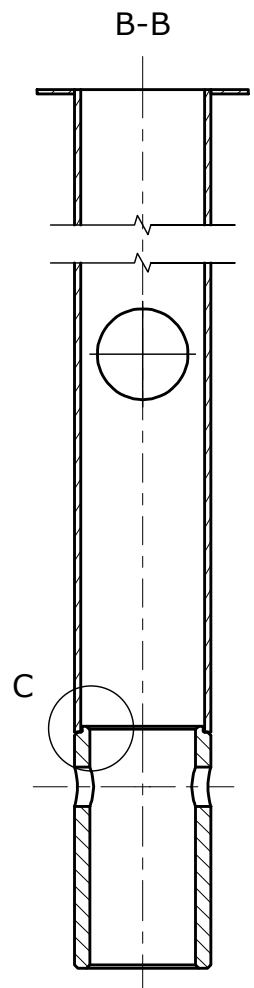
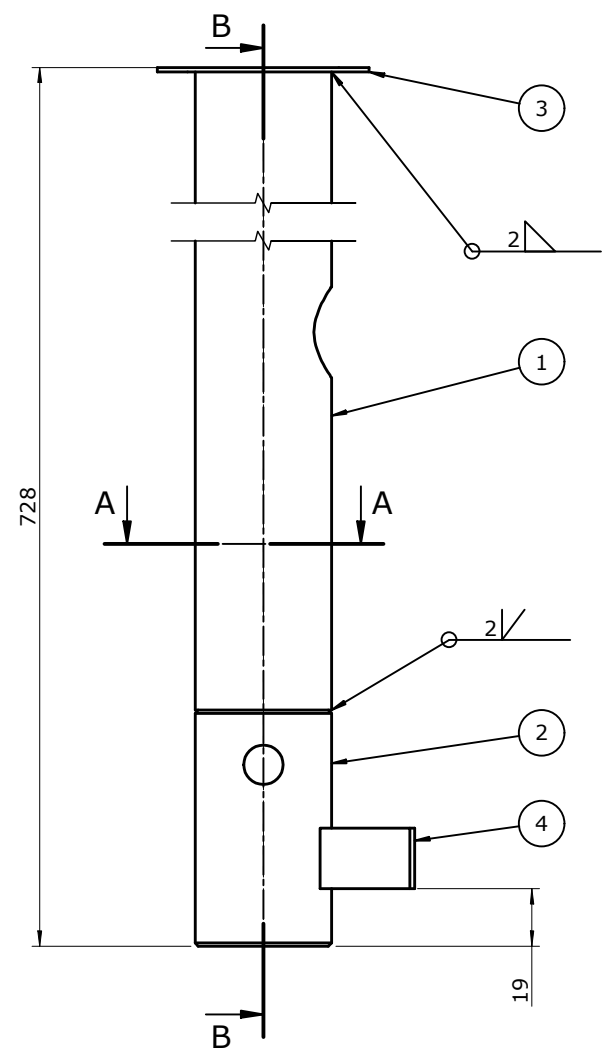
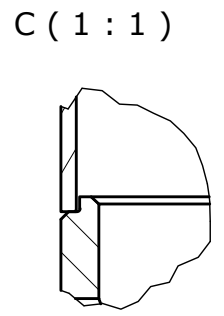
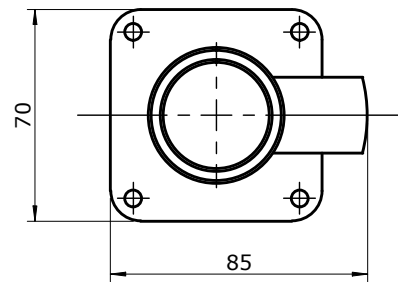
As cotas da peça cortada a laser ou oxicoarte podem ter sido omitidas proposadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

CHAPA BLINDAGEM





 SOLDADURA DE ANGULO (C/ BORDOS CHAMFRADOS) $z = ay/2$	 SOLDADURA DE ANGULO Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm	 SOLDADURA DE TOPO ( $6 \leq e \leq 15$ )	 SOLDADURA DE TOPO ( $e \leq 6$ )	TOLERÂNCIAS GERAIS DE SOLDADURA (ISO 13920-AE)					
				>120	>400	>1000	>2000	>4000	>8000
±1	±2	±3	±4	±5	±6				



4	00014.2.114	BATENTE DIRECAO	1	1
3	00014.2.078	CHAPA	1	1
2	00014.2.070	TUBO MECANICO (DIRECAO)	1	1
1	00014.2.007	TUBO DIRECAO	1	1
Posição	Desenho nº	Descrição	Qtd.	Rev.
Projectado por: Designed by   Projeteé par:	Area: Area   Area:	Peso: Weight   Poids:	Rugosidade: Surface finish   État de surface:	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº:
NSF	206343 mm <sup>2</sup>	1.89 kg	✓	00014.3.005
Date   Date:	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:			
15/11/2019	PINTADO			





Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário):  
 GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK  
 LASER / OXICORTE ISO 9013 c11  
 SOLDADURA ISO 13920-AE  
 As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

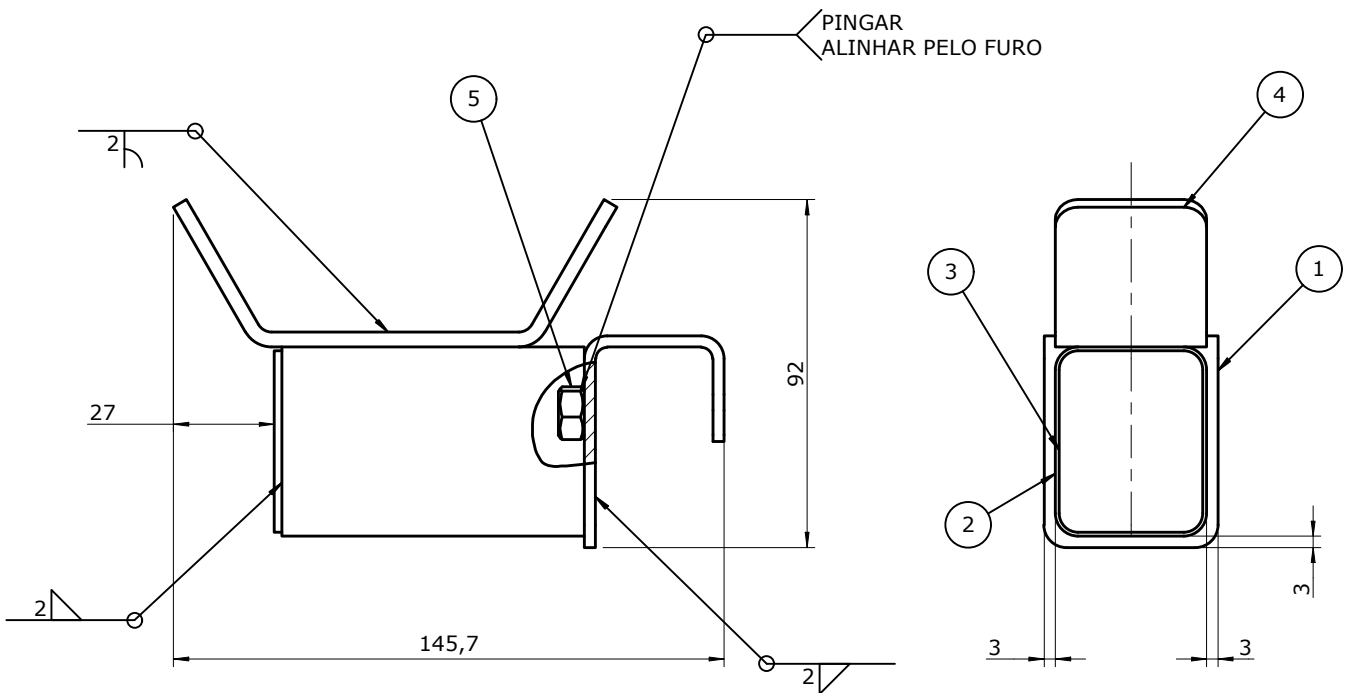
SISTEMA DE DIRECAO



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.




<b>SOLDADURA DE ANGULO (C/ BORDOS CHAMFRADOS)</b>  $z = ay/2$	<b>SOLDADURA DE ANGULO</b> Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm 	<b>SOLDADURA DE TOPO (<math>6 \leq e \leq 15</math>)</b> 	<b>SOLDADURA DE TOPO (<math>e \leq 6</math>)</b> 	<b>TOLERÂNCIAS GERAIS DE SOLDADURA (ISO 13920-AE)</b>																																															
				<table border="1"> <tr> <td>&gt;120</td> <td>&gt;400</td> <td>&gt;1000</td> <td>&gt;2000</td> <td>&gt;4000</td> <td>&gt;8000</td> </tr> <tr> <td>±1</td> <td>±2</td> <td>±3</td> <td>±4</td> <td>±5</td> <td>±6</td> </tr> </table>	>120	>400	>1000	>2000	>4000	>8000	±1	±2	±3	±4	±5	±6	<table border="1"> <tr> <td>≤400</td> <td>≤1000</td> <td>≤2000</td> <td>≤4000</td> <td>≤8000</td> <td>≤12000</td> </tr> <tr> <td>±1</td> <td>±2</td> <td>±3</td> <td>±4</td> <td>±5</td> <td>±6</td> </tr> </table>	≤400	≤1000	≤2000	≤4000	≤8000	≤12000	±1	±2	±3	±4	±5	±6	<table border="1"> <tr> <td>&gt;120</td> <td>&gt;400</td> <td>&gt;1000</td> <td>&gt;2000</td> <td>&gt;4000</td> <td>&gt;8000</td> </tr> <tr> <td>±1</td> <td>±2</td> <td>±3</td> <td>±4</td> <td>±5</td> <td>±6</td> </tr> </table>	>120	>400	>1000	>2000	>4000	>8000	±1	±2	±3	±4	±5	±6	<table border="1"> <tr> <td>&gt;120</td> <td>&gt;400</td> <td>&gt;1000</td> <td>&gt;2000</td> <td>&gt;4000</td> <td>&gt;8000</td> </tr> <tr> <td>±1</td> <td>±2</td> <td>±3</td> <td>±4</td> <td>±5</td> <td>±6</td> </tr> </table>	>120	>400	>1000	>2000	>4000	>8000	±1	±2
>120	>400	>1000	>2000	>4000	>8000																																														
±1	±2	±3	±4	±5	±6																																														
≤400	≤1000	≤2000	≤4000	≤8000	≤12000																																														
±1	±2	±3	±4	±5	±6																																														
>120	>400	>1000	>2000	>4000	>8000																																														
±1	±2	±3	±4	±5	±6																																														
>120	>400	>1000	>2000	>4000	>8000																																														
±1	±2	±3	±4	±5	±6																																														



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.

5	N3002.0.040	PORCA DIN EN ISO 4032 - M8x1,25 Inox Direita	1	
4	00014.2.082	GARRA	1	1
3	00014.2.081	CHAPA DE TOPO	1	1
2	00014.2.040	TUBO (GARRA)	1	1
1	00014.2.039	CHAPA DE FIXAÇÃO (GARRA)	1	1
<b>Posição</b>	<b>Desenho nº</b>	<b>Descrição</b>	<b>Qtd.</b>	<b>Rev.</b>





Projectado por: Designed by   Projécté par: <b>NSF</b>	Área: Area   Area: <b>55730 mm<sup>2</sup></b>	Peso: Weight   Poids: <b>0.64 kg</b>	Rugosidade: Surface finish   État de surface: 	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº: <b>00014.3.006</b>	Rev.: Rev.   Rév.: <b>1</b>
Data: Date   Date: <b>02/12/2019</b>	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur: <b>PINTADO</b>			Material: Material   Matériel: <b>Aluminum 6061, Welded</b>	

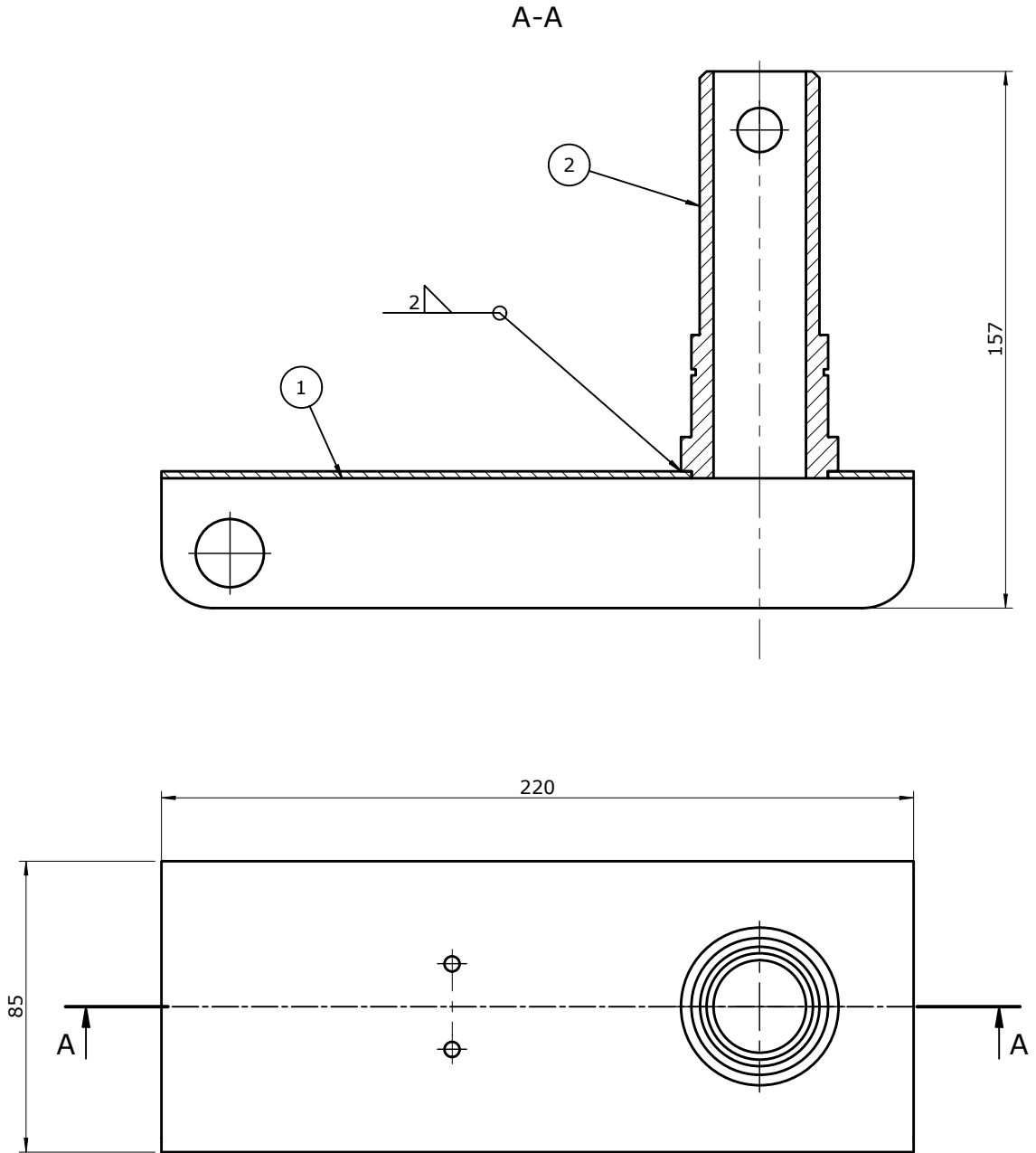
Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário):  
**GERAL / GEOMÉTRICO** ISO 2768-mK  
**LASER / OXICORTE** ISO 9013 c11  
**SOLDADURA** ISO 13920-AE  
 As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

**GARRA**





<b>SOLDADURA DE ANGULO (C/ BORDOS CHAMFRADOS)</b>  $z = ay/2$	<b>SOLDADURA DE ANGULO</b> Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm 	<b>SOLDADURA DE TOPO (<math>6 \leq e \leq 15</math>)</b> 	<b>SOLDADURA DE TOPO (<math>e \leq 6</math>)</b> 	<b>TOLERÂNCIAS GERAIS DE SOLDADURA (ISO 13920-AE)</b>					
				>120	>400	>1000	>2000	>4000	>8000
±1	±2	±3	±4	±5	±6				



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.

2	00014.2.053	TUBO MECANICO (RODA)	1	1
1	00014.2.024	CHAPA ESTRUTURA RODA	1	1
Posição	Desenho nº	Descrição	Qtd.	Rev.
Projectado por: Designed by   Projétee par:	Area: Area   Area:	Peso: Weight   Poids:	Rugosidade: Surface finish   État de surface:	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº:
NSF	93622 mm <sup>2</sup>	0.99 kg		00014.3.011
Date: Date   Date:	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:			Material: Material   Matériel:
03/02/2020	NATURAL			

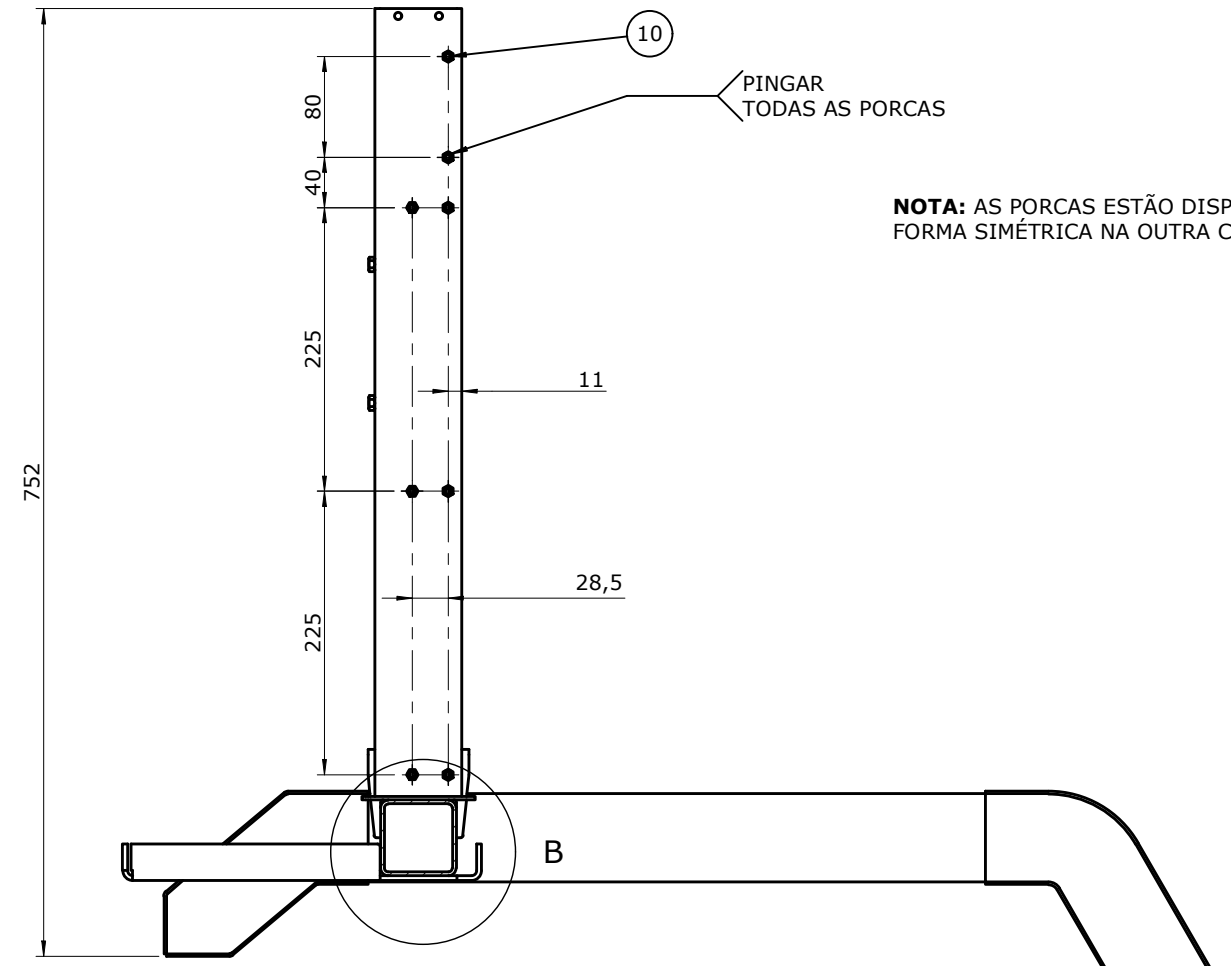
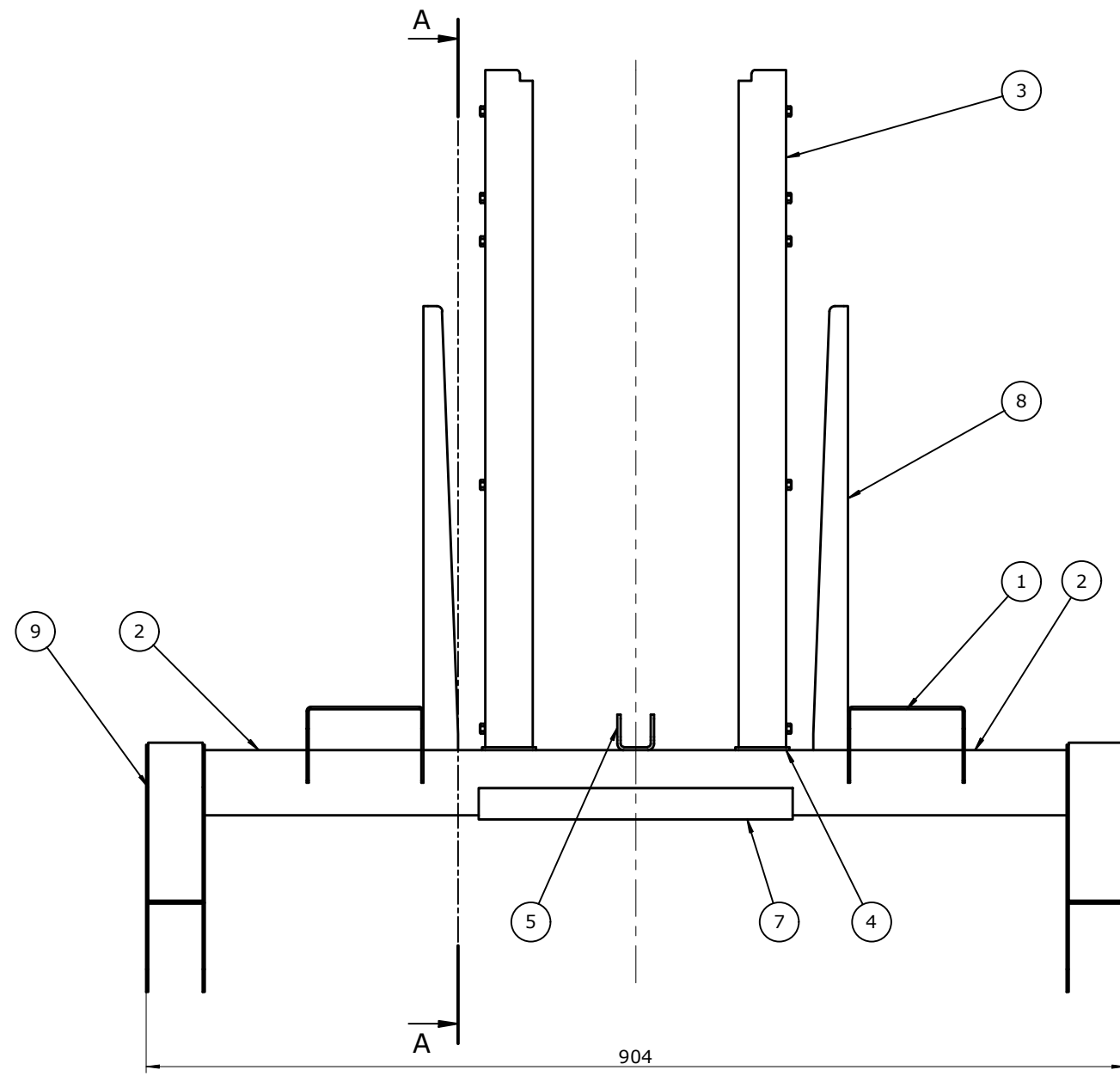
Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário):  
**GERAL / GEOMÉTRICO** ISO 2768-mK  
**LASER / OXICORTE** ISO 9013 c11  
**SOLDADURA** ISO 13920-AE  
 As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

**FIXACAO RODA MOTRIZ**



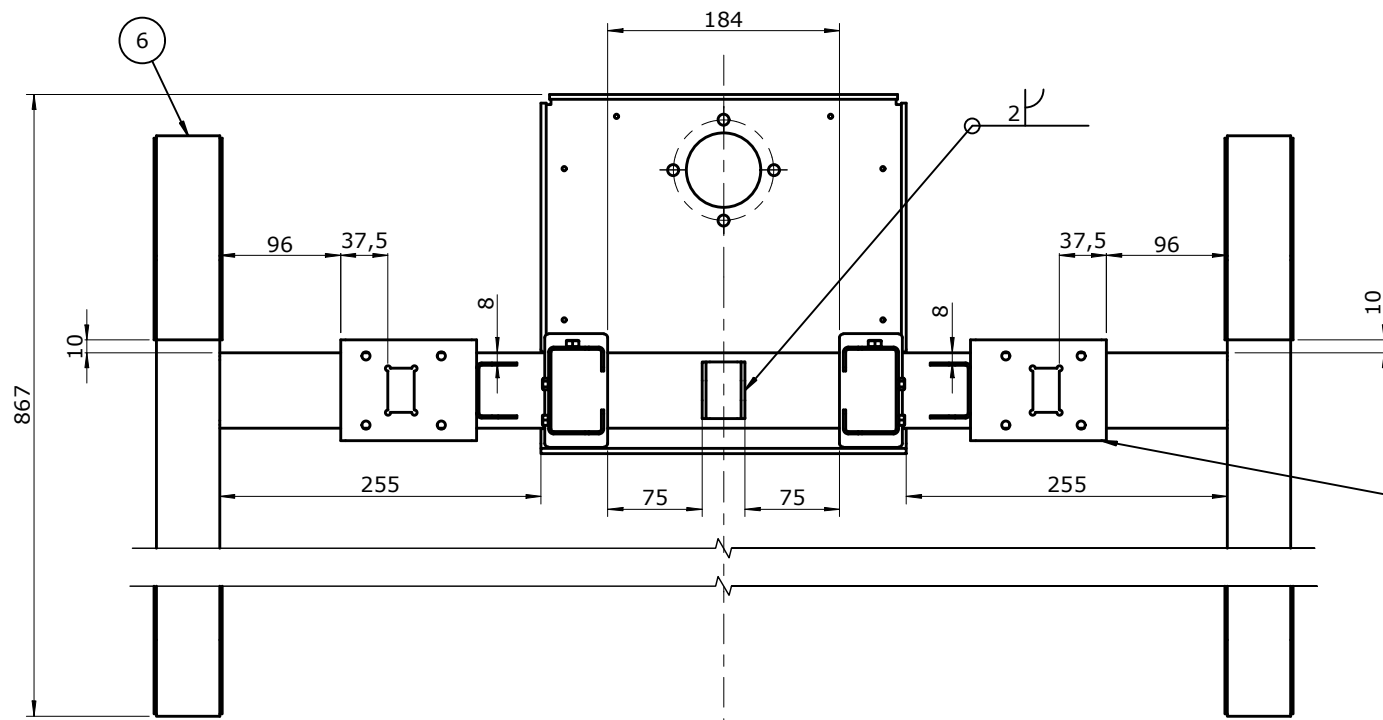
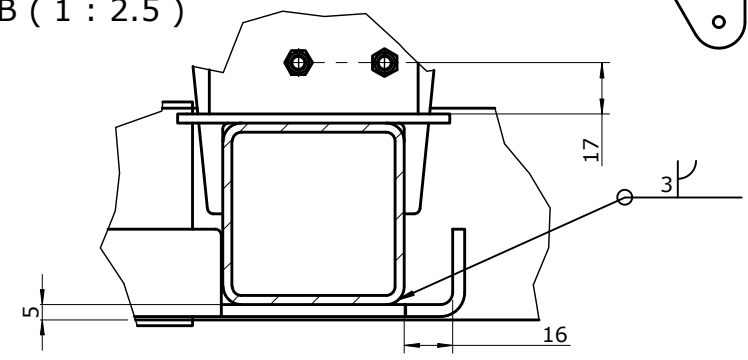


SOLDADURA DE ANGULO (C/ BORDOS CHAMFRADOS) $z = a\sqrt{2}$	SOLDADURA DE ANGULO Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm A-A	SOLDADURA DE TOPO ( $6 \leq e \leq 15$ ) 60°	SOLDADURA DE TOPO ( $e \leq 6$ ) $\frac{1}{2} e$	TOLERÂNCIAS GERAIS DE SOLDADURA (ISO 13920-AE)					
				>120	>400	>1000	>2000	>4000	>8000
				±1	±2	±3	±4	±5	±6



**NOTA:** AS PORCAS ESTÃO DISPOSTAS DE FORMA SIMÉTRICA NA OUTRA CALHA

B ( 1 : 2.5 )



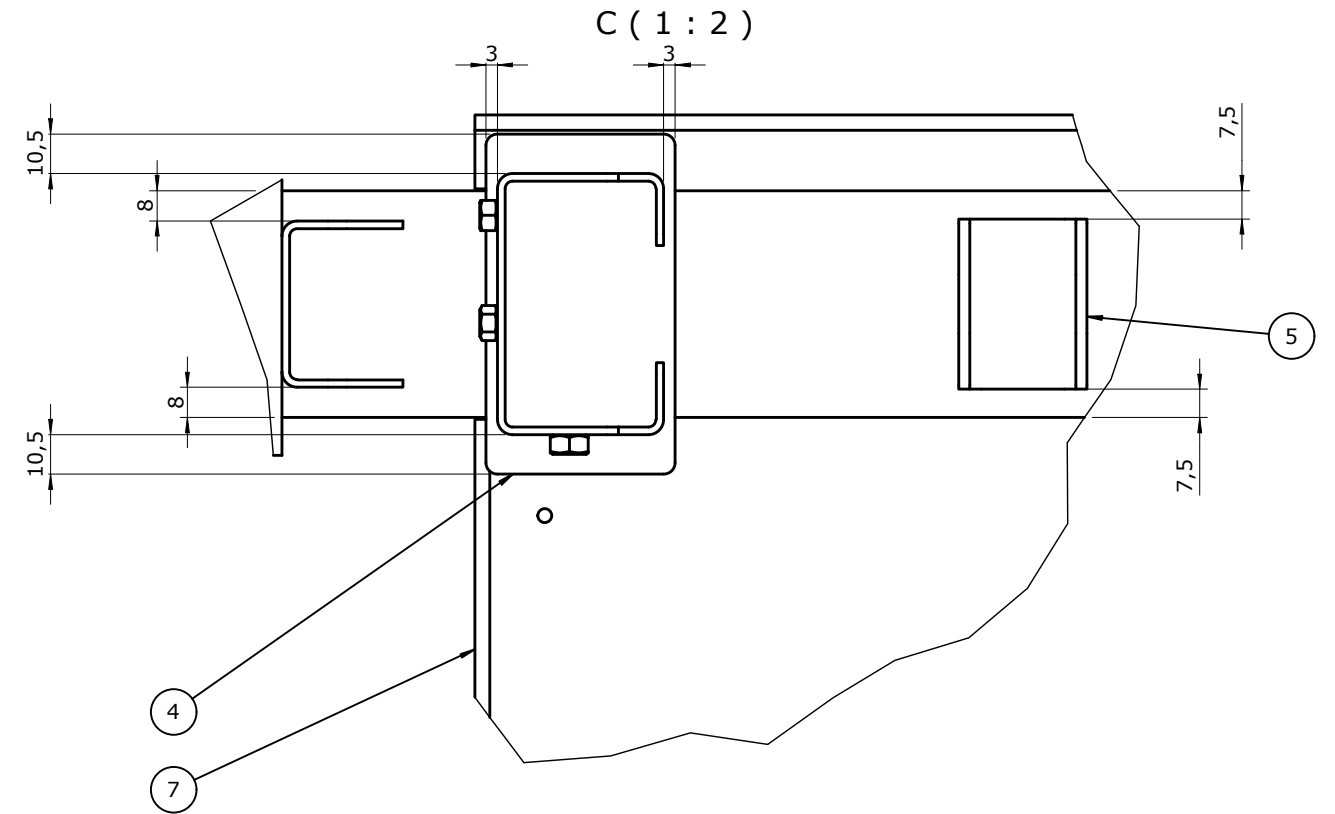
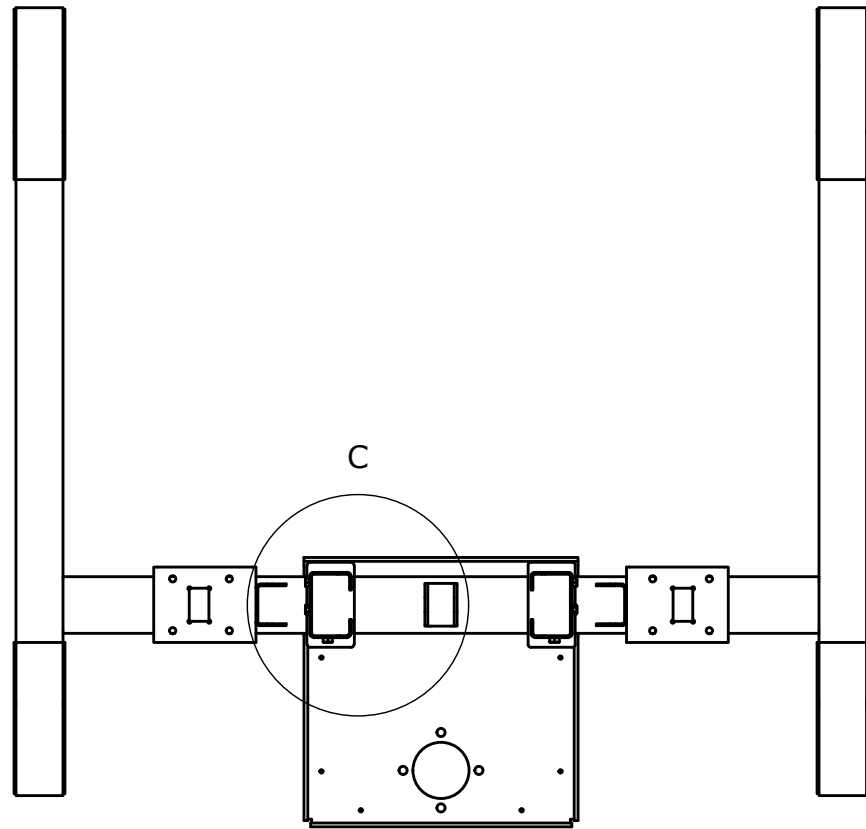
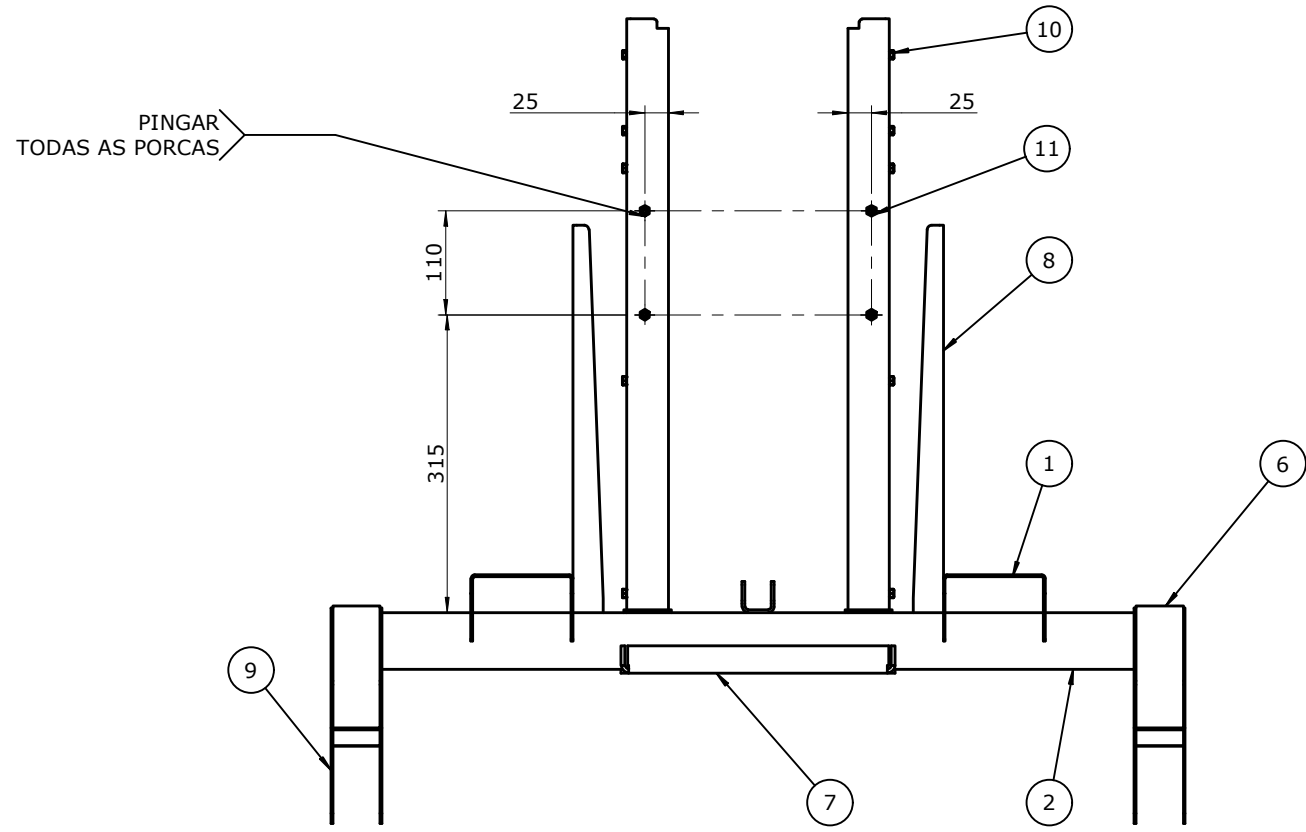
ATENÇÃO AO POSICIONAR A PEÇA 1, NÃO É SIMÉTRICA

Posição	Desenho nº	Descrição	Qtd.	Rev.
11	N3002.0.008	PORCA DIN EN ISO 4032 - M6x1 Aço Direita	4	
10	N3002.0.007	PORCA DIN EN ISO 4032 - M5x0,8 Aço Direita	16	
9	00014.3.026	APOIO (ESTRUTURA)	2	1
8	00014.2.152	CHAPA DE ENCOSTO	2	1
7	00014.2.142	BASE (RODA TRACÇÃO)	1	1
6	00014.2.141	CHAPA SUPERIOR (RODA LOUCA)	2	1
5	00014.2.073	SUPORTE DE MONTAGEM INFERIOR	1	1
4	00014.2.069	BASE (CALHA)	2	1
3	00014.2.067	CALHA	2	1
2	00014.2.062	TUBO PRINCIPAL	1	1
1	00014.2.025	CHAPA BATERIA	2	1

Projectado por: Designed by / Projetée par: NSF	Area: Area / Area: N/A	Peso: Weight / Poids: N/A	Rugosidade: Surface finish / État de surface: ✓	Desenho nº: Drawing no. / Dessin nº: 00014.3.012	Rev.: Rev. / Rév.: 1
Data: Date / Date: 02/03/2020	Acabamento / Cor: Finish / Colour / Dernière touche / Couleur: PINTADO				

Tolerância a respeitar (salvo indicação em contrário):  
 GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK  
 LASER / OXICORTE ISO 9013 c11  
 SOLDADURA ISO 13920-AE  
 As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.

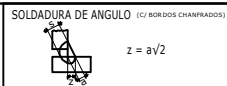


11	N3002.0.008	PORCA DIN EN ISO 4032 - M6x1 Aço Direita	4	
10	N3002.0.007	PORCA DIN EN ISO 4032 - M5x0,8 Aço Direita	16	
9	00014.3.026	APOIO (ESTRUTURA)	2	1
8	00014.2.152	CHAPA DE ENCOSTO	2	1
7	00014.2.142	BASE (RODA TRACÇÃO)	1	1
6	00014.2.141	CHAPA SUPERIOR (RODA LOUCA)	2	1
5	00014.2.073	SUPORTE DE MONTAGEM INFERIOR	1	1
4	00014.2.069	BASE (CALHA)	2	1
3	00014.2.067	CALHA	2	1
2	00014.2.062	TUBO PRINCIPAL	1	1
1	00014.2.025	CHAPA BATERIA	2	1
Posição	Desenho nº	Descrição	Qtd.	Rev.

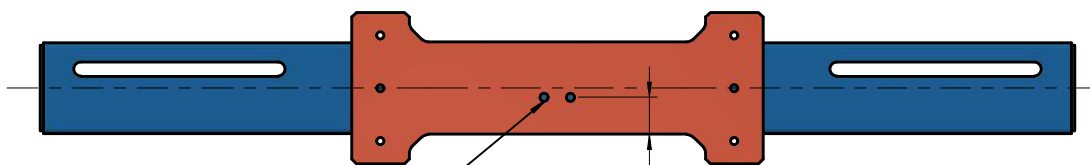
Projectado por: Designed by   Projetée par:	Area: Area   Area:	Peso: Weight   Poids:	Rugosidade: Surface finish   État de surface:	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº:	Rev.: Rev.   Rév.:
NSF	N/A	N/A	✓	00014.3.012	1
Data: Date   Date:	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:	Material: Material   Matériel:			
02/03/2020	PINTADO				

ESTRUTURA

**JFIGUEIRA**  
engenharia industrial

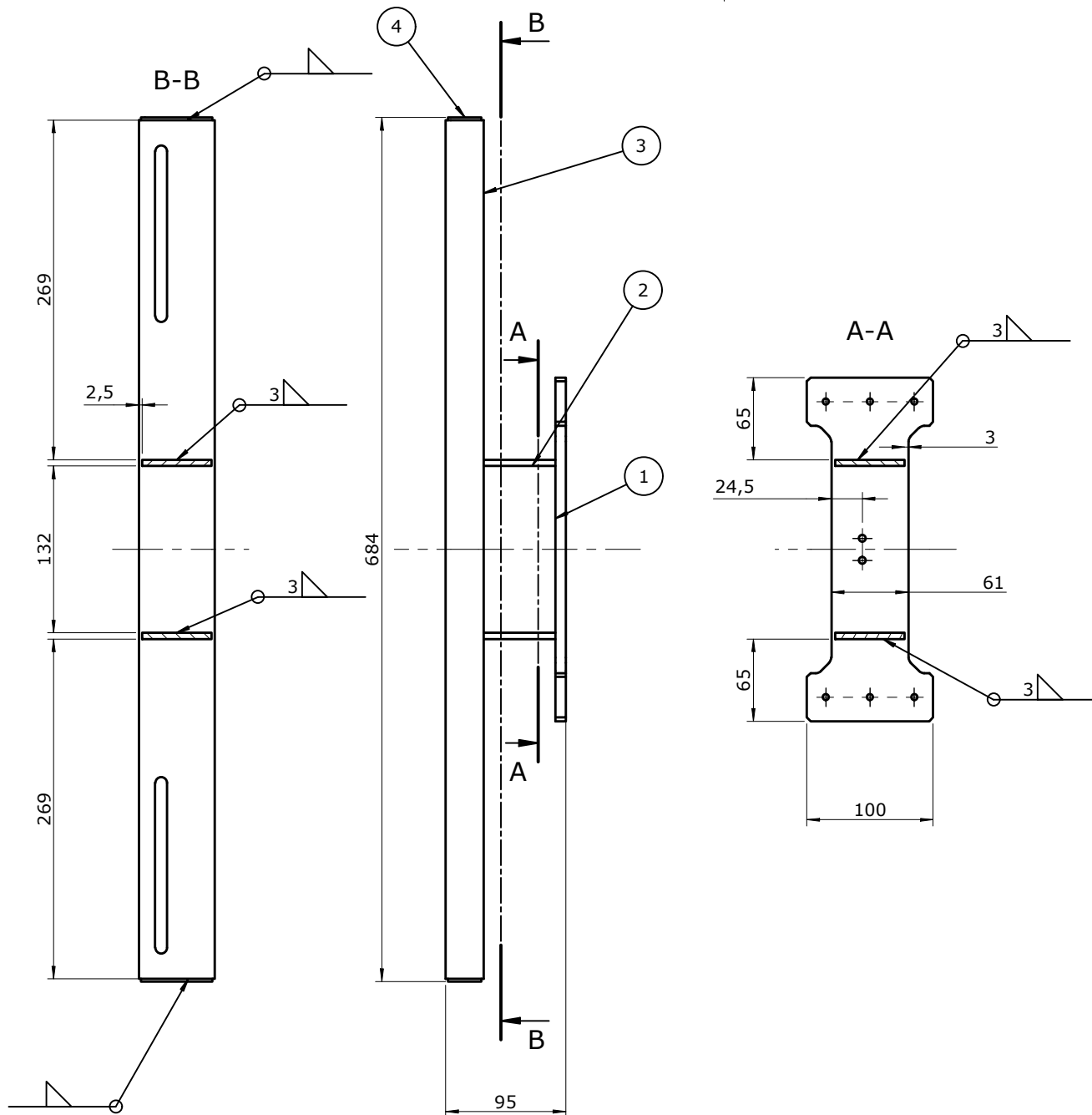


TOLERÂNCIAS GERAIS DE SOLDADURA (ISO 13920-AE)					
>120	>400	>1000	>2000	>4000	>8000
≤400	≤1000	≤2000	≤4000	≤8000	≤12000
±1	±2	±3	±4	±5	±6



**NOTA:** OS FUROS FICAM PARA BAIXO DA SIMETRIA DO TUBO

24,5



4	00014.2.144	CHAPA DE TOPO	2	1
3	00014.2.017	TUBO (BRACOS)	1	1
2	00014.2.016	CHAPA	2	1
1	00014.2.015	CHAPA	1	1

Posição	Desenho nº	Descrição	Qtd.	Rev.
---------	------------	-----------	------	------

Projectado por: Designed by   Projécté par:	Area: Area   Area:	Peso: Weight   Poids:	Rugosidade: Surface finish   État de surface:	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº:	Rev.:
NSF	287187 mm <sup>2</sup>	3.22 kg		00014.3.013	1

Data: Date   Date:	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:		Material: Material   Matériel:
03/12/2019	PINTADO		

Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário):





GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK  
LASER / OXICORTE ISO 9013 c11  
SOLDADURA ISO 13920-AE

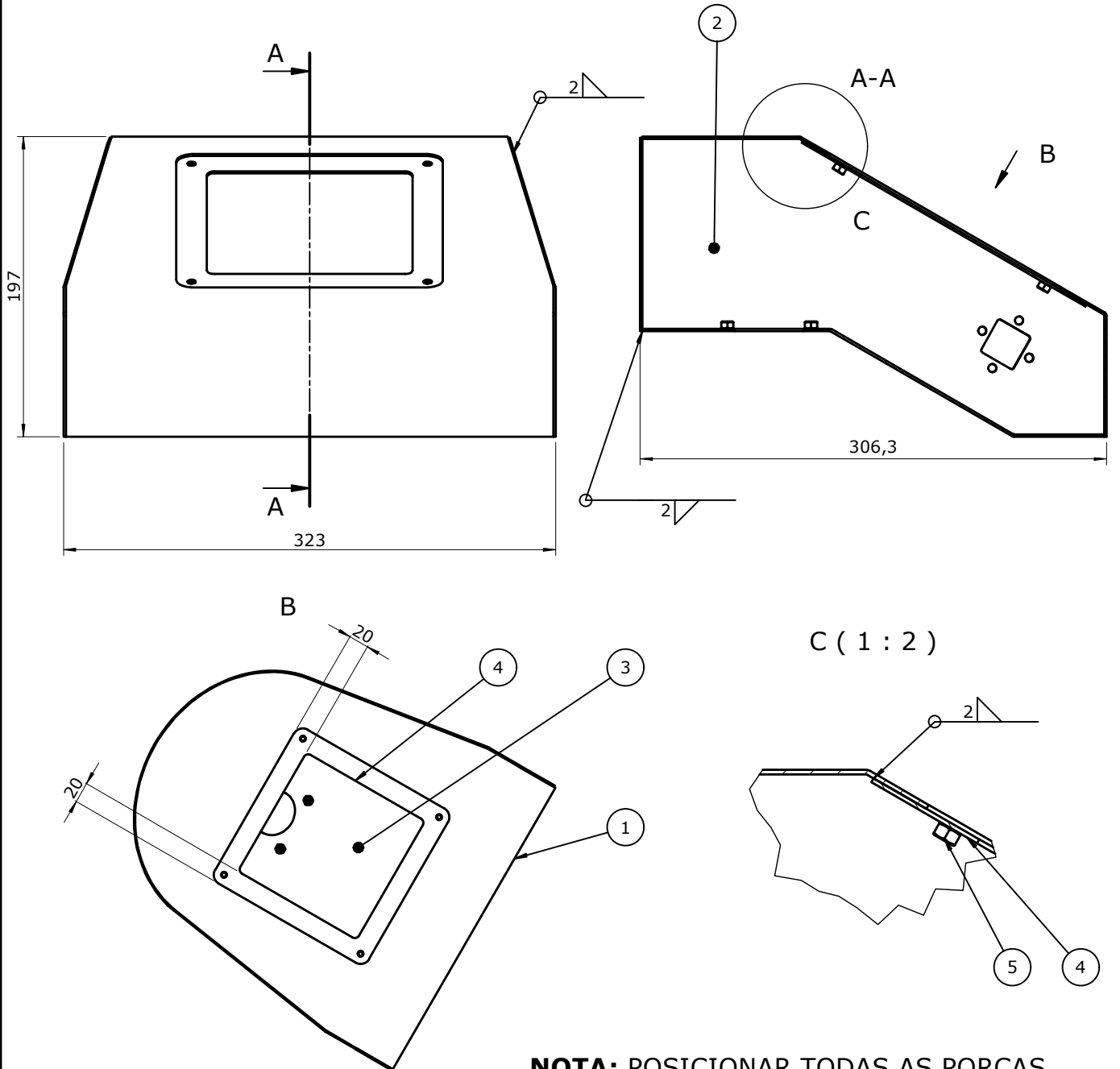
As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

BRACOS

**JFIGUEIRA**  
engenharia industrial



SOLDADURA DE ANGULO (C/ BORDOS CHAMFRADOS)  $z = a\sqrt{2}$	SOLDADURA DE ANGULO Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm 	SOLDADURA DE TOPO ( $6 \leq e \leq 15$ ) 	SOLDADURA DE TOPO ( $e \leq 6$ ) 	TOLERÂNCIAS GERAIS DE SOLDADURA (ISO 13920-AE)					
				>120	>400	>1000	>2000	>4000	>8000
±1	±2	±3	±4	±5	±6				



**NOTA:** POSICIONAR TODAS AS PORCAS PELOS FUROS E PINGAR

5	N3002.0.007	PORCA DIN EN ISO 4032 - M5x0,8 Aço Direita	8	
4	00014.2.095	MOLDURA GUIADOR	1	1
3	00014.2.094	CHAPA GUIADOR	1	1
2	00014.2.093	CHAPA GUIADOR	1	1
1	00014.2.092	CHAPA GUIADOR	1	1

Projectado por: Designed by   Projeteé par:	Area: Area   Area:	Peso: Weight   Poids:	Rugosidade: Surface finish   État de surface:	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº:	Rev.: Rev.   Rév.:
NSF	N/A	N/A		00014.3.018	1
Date: Date   Date:	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:				
25/03/2020	PINTADO				

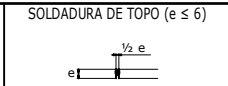
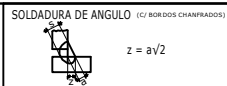
Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário):  
 GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK  
 LASER / OXICORTE ISO 9013 c11  
 SOLDADURA ISO 13920-AE  
 As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

**CAIXA DO PAINEL DE INSTRUMENTOS**

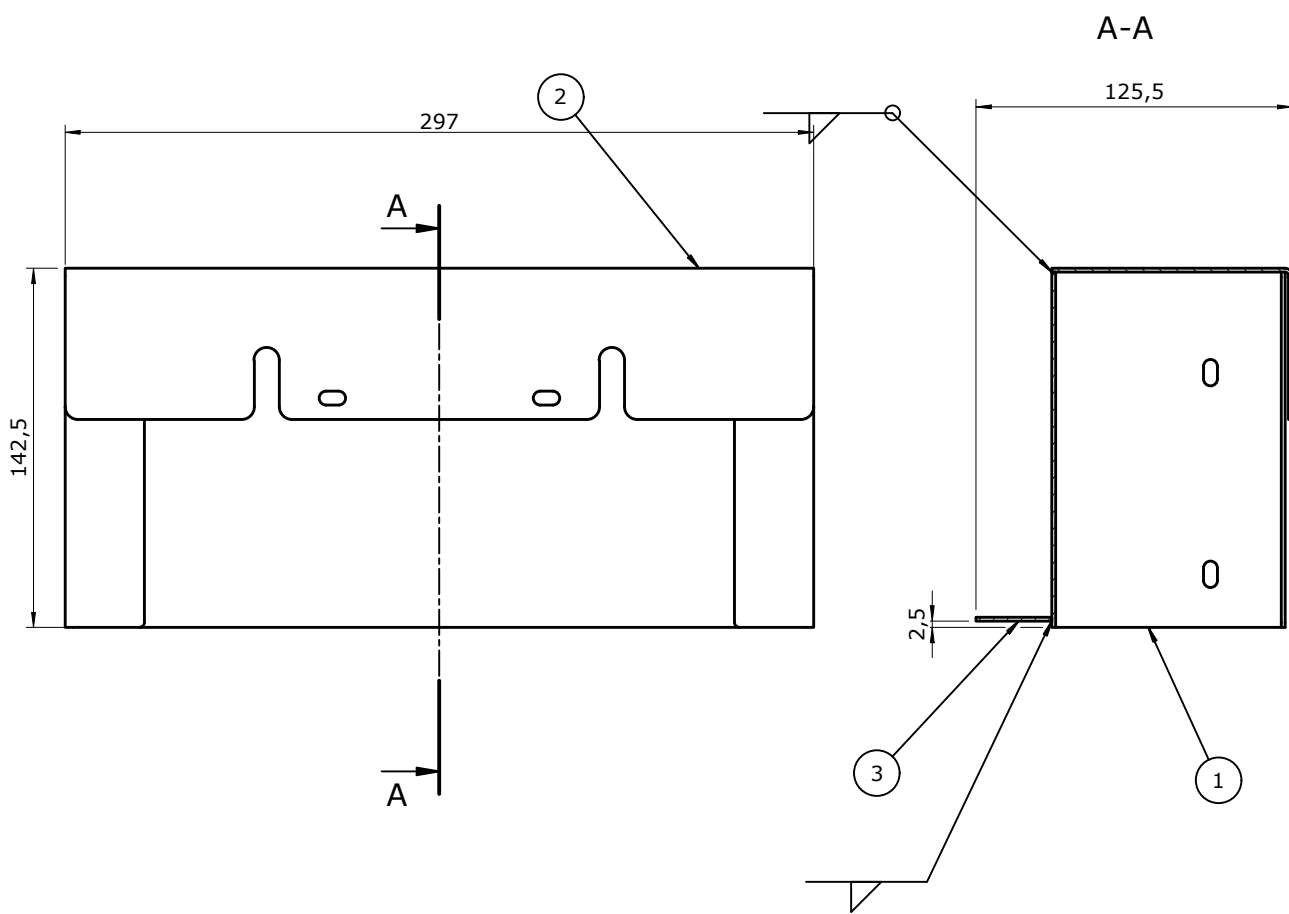
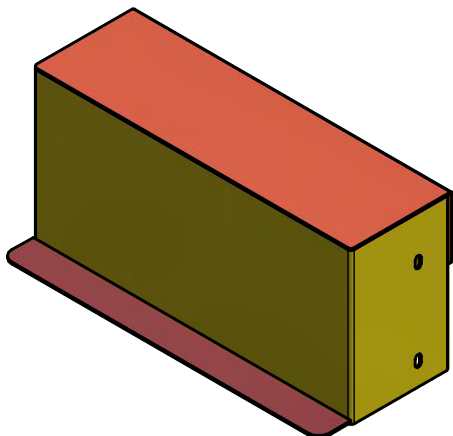


Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.





TOLERÂNCIAS GERAIS DE SOLDADURA (ISO 13920-AE)					
>120	>400	>1000	>2000	>4000	>8000
≤400	≤1000	≤2000	≤4000	≤8000	≤12000
±1	±2	±3	±4	±5	±6



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.

3	00014.2.149	CHAPA BLINDAGEM	1	1
2	00014.2.101	CHAPA BLINDAGEM	1	1
1	00014.2.099	CHAPA BLINDAGEM	1	1
Posição	Desenho nº	Descrição	Qtd.	Rev.
Projectado por: Designed by   Projétéé par:	Area: Area   Area:	Peso: Weight   Poids:	Rugosidade: Surface finish   État de surface:	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº:
NSF	262476 mm <sup>2</sup>	1.52 kg	✓	00014.3.020
Date: Date   Date:	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:	Material: Material   Matériel:		
26/03/2020	NATURAL			

Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário):





GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK  
LASER / OXICORTE ISO 9013 c11  
SOLDADURA ISO 13920-AE

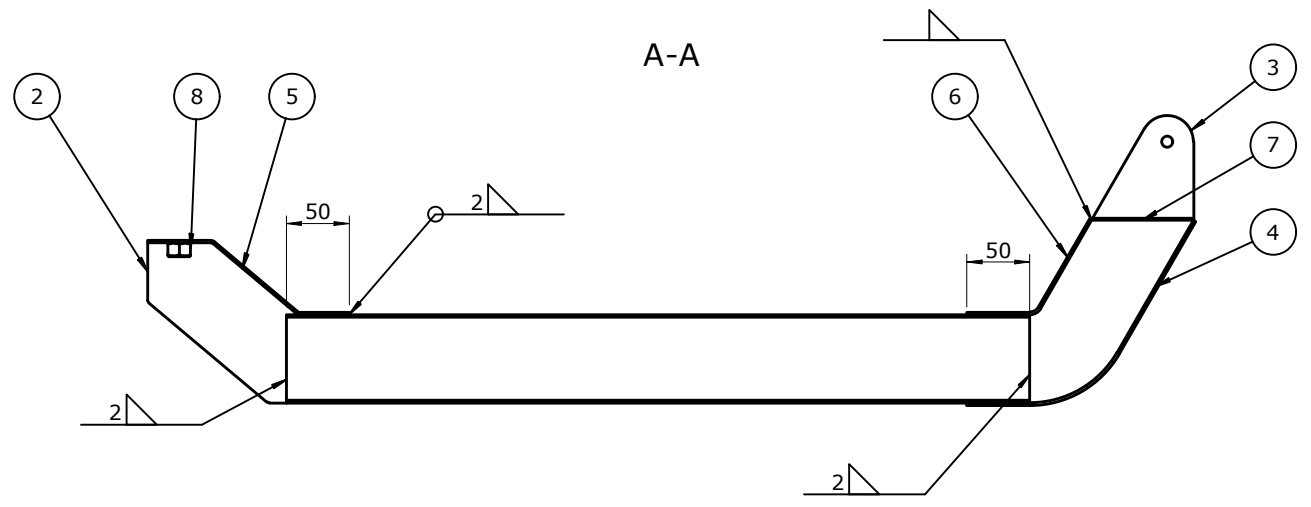
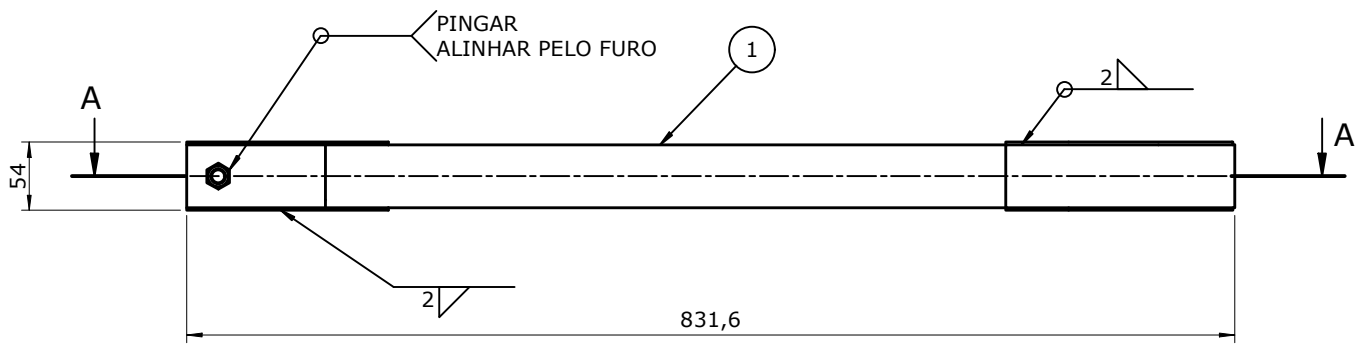
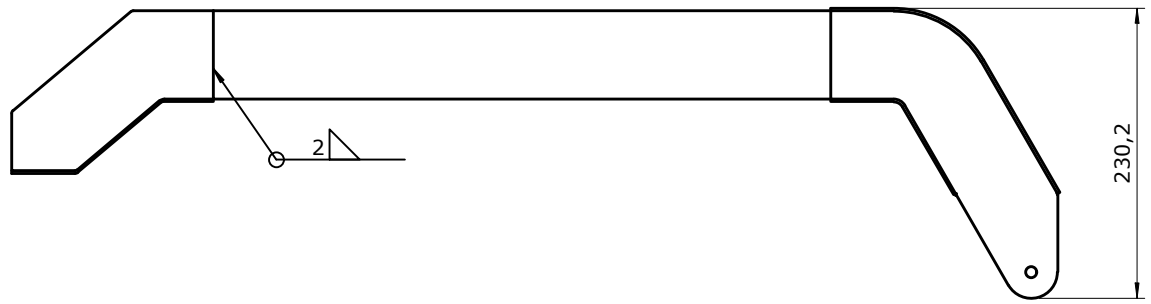
As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

BLINDAGEM 2

**JFIGUEIRA**  
engenharia industrial



 SOLDADURA DE ANGULO (C/ BORDOS CHAMFRADOS) $z = ay/2$	 SOLDADURA DE ANGULO Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm	 SOLDADURA DE TOPO ( $6 \leq e \leq 15$ )	 SOLDADURA DE TOPO ( $e \leq 6$ )	TOLERÂNCIAS GERAIS DE SOLDADURA (ISO 13920-AE)					
				>120	>400	>1000	>2000	>4000	>8000
±1	±2	±3	±4	±5	±6				



Posição	Desenho nº	Descrição	Qtd.	Rev.
8	N3002.0.011	PORCA DIN EN ISO 4032 - M12x1,75 Aço Direita	1	
7	00014.2.153	CHAPA (RODA FIXA)	1	1
6	00014.2.139	CHAPA INFERIOR (RODA FIXA)	1	1
5	00014.2.138	CHAPA INFERIOR (RODA LOUCA)	1	1
4	00014.2.137	CHAPA SUPERIOR (RODA FIXA)	1	1
3	00014.2.136	CHAPA LATERAL (RODA FIXA)	2	1
2	00014.2.135	CHAPA LATERAL (RODA LOUCA)	2	1
1	00014.2.134	TUBO DAS PERNAS	1	1

Projectado por: NSF	Area: 462103 mm <sup>2</sup>	Peso: 3.55 kg	Rugosidade: 	Desenho nº: 00014.3.026	Rev.: 1
Date: 13/04/2020	Acabamento / Cor: NATURAL			Material:	

Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário):  
 GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK  
 LASER / OXICORTE ISO 9013 c11  
 SOLDADURA ISO 13920-AE  
 As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

**APOIO (ESTRUTURA)**

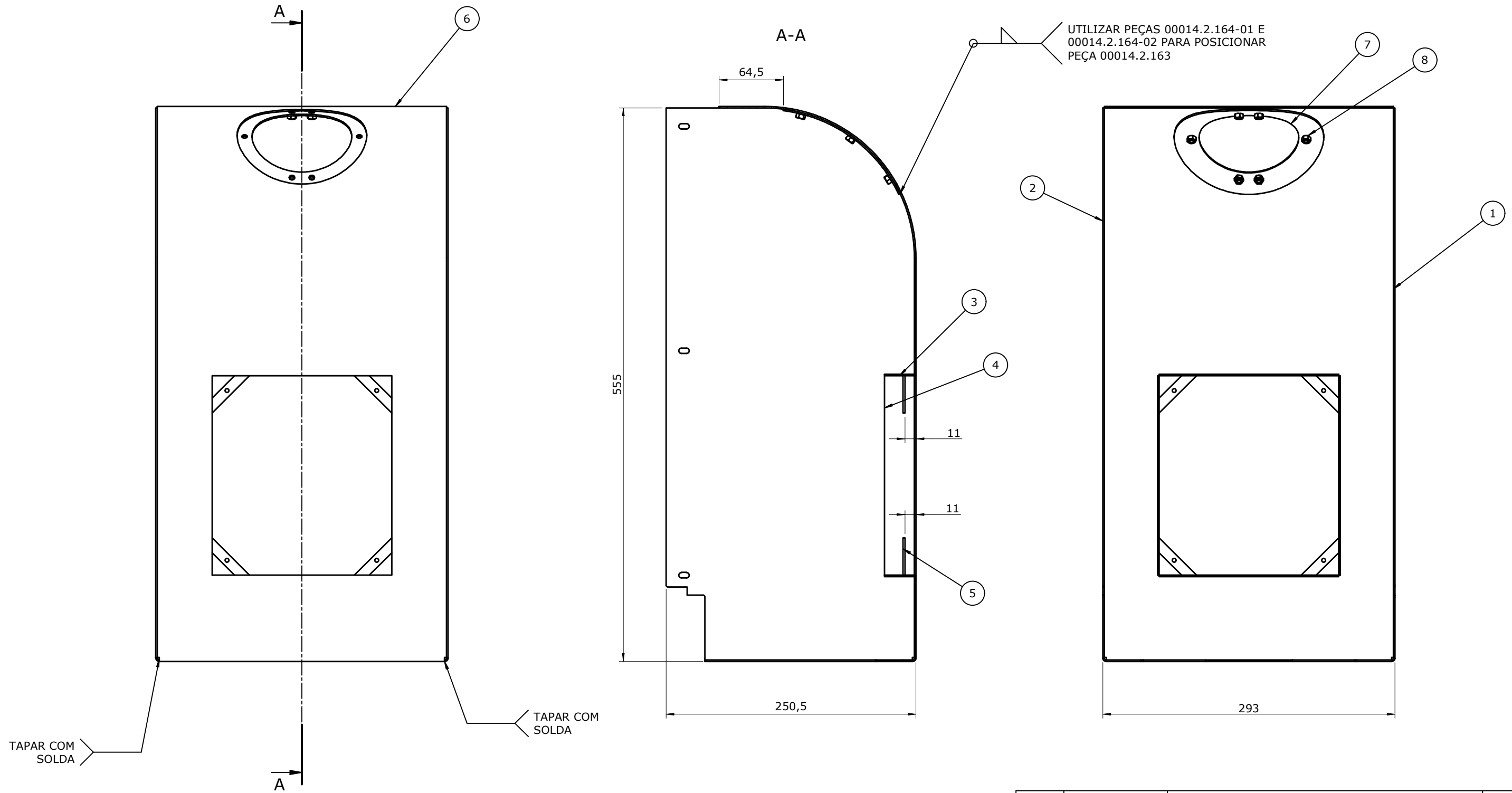


Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.

SOLDADURA DE ANGULO (C/ BORDOS CHAMFRADOS) $z = a\sqrt{2}$	SOLDADURA DE ANGULO Espessura menor a ligar não deve ser inferior a 3mm	SOLDADURA DE TOPO ( $6 \leq e \leq 15$ ) 60°	SOLDADURA DE TOPO ( $e \leq 6$ ) $\frac{1}{2} e$	TOLERÂNCIAS GERAIS DE SOLDADURA (ISO 13920-AE)					
				>120	>400	>1000	>2000	>4000	>8000
				±1	±2	±3	±4	±5	±6

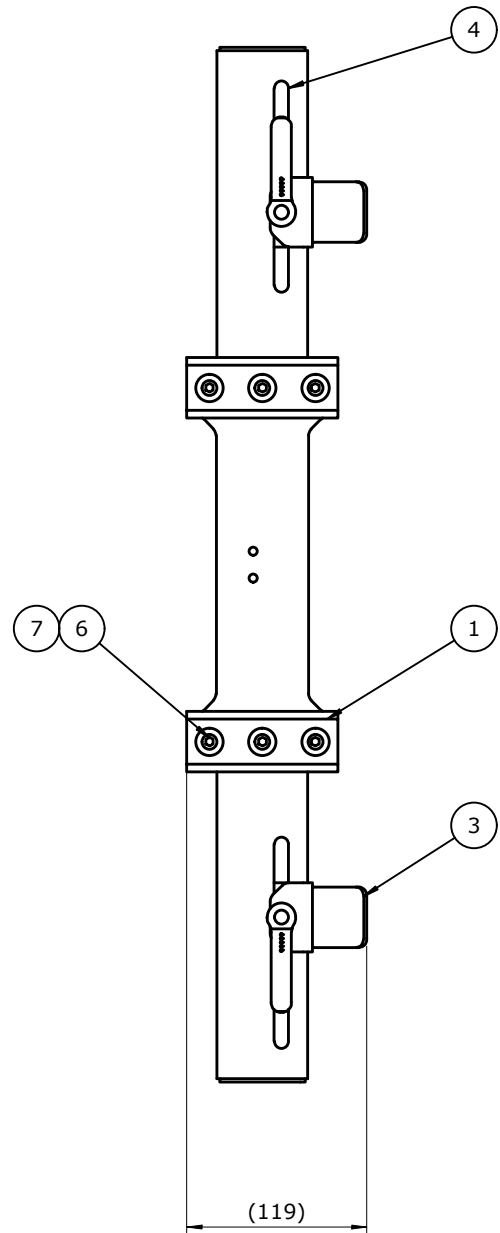
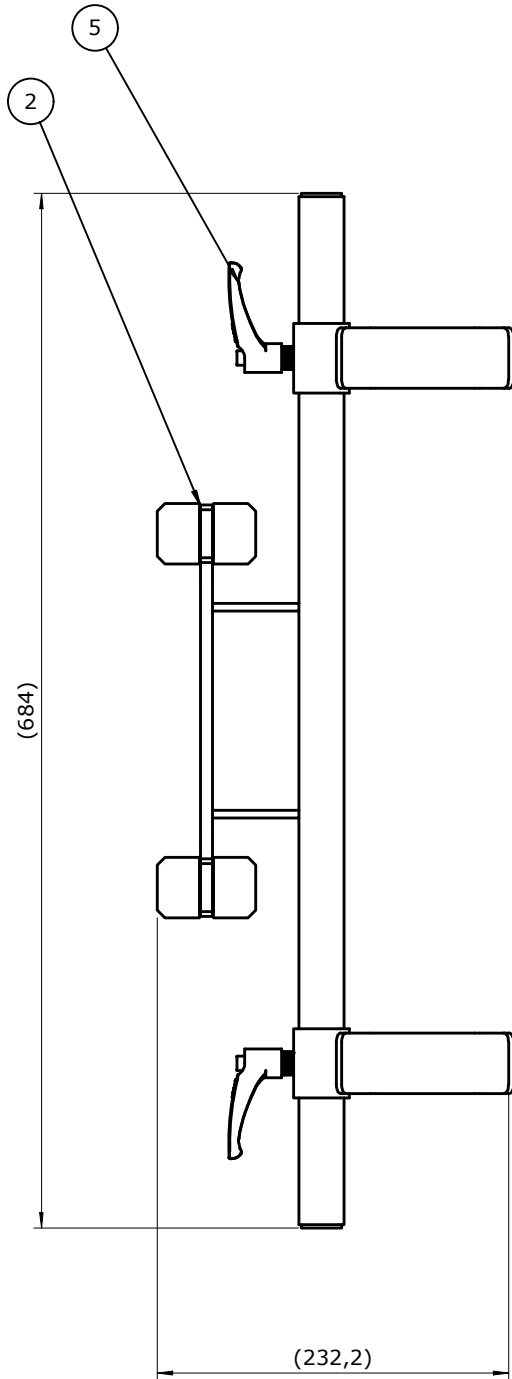


8	N3002.0.007	PORCA DIN EN ISO 4032 - M5x0,8 Aço Direita	6	
7	00014.2.163	CHAPA BLINDAGEM	1	1
6	00014.2.162	CHAPA BLINDAGEM	1	1
5	00014.2.151	CHAPA FIXAÇÃO DA PORTA	4	1
4	00014.2.150-02	CHAPA (BLINDAGEM)	2	1
3	00014.2.150-01	CHAPA (BLINDAGEM)	2	1
2	00014.2.145-0D	CHAPA BLINDAGEM	1	1
1	00014.2.145	CHAPA BLINDAGEM	1	1
Posição	Desenho nº	Descrição	Qtd.	Rev.
Projectado por: Designed by   Projetée par:	Area: Area   Area:	Peso: Weight   Poids:	Rugosidade: Surface finish   État de surface:	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº:
NSF	N/A	N/A		00014.3.027
Data: Date   Date:	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:			Material: Material   Matériel:
20/04/2020	PINTADO			
<b>BLINDAGEM 1</b>			<b>JFIGUEIRA</b> engenharia industrial	

Tolerância a respeitar (salvo indicação em contrário):  
 GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK  
 LASER / OXICORTE ISO 9013 cl1  
 SOLDADURA ISO 13920-AE  
 As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização.  
 This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



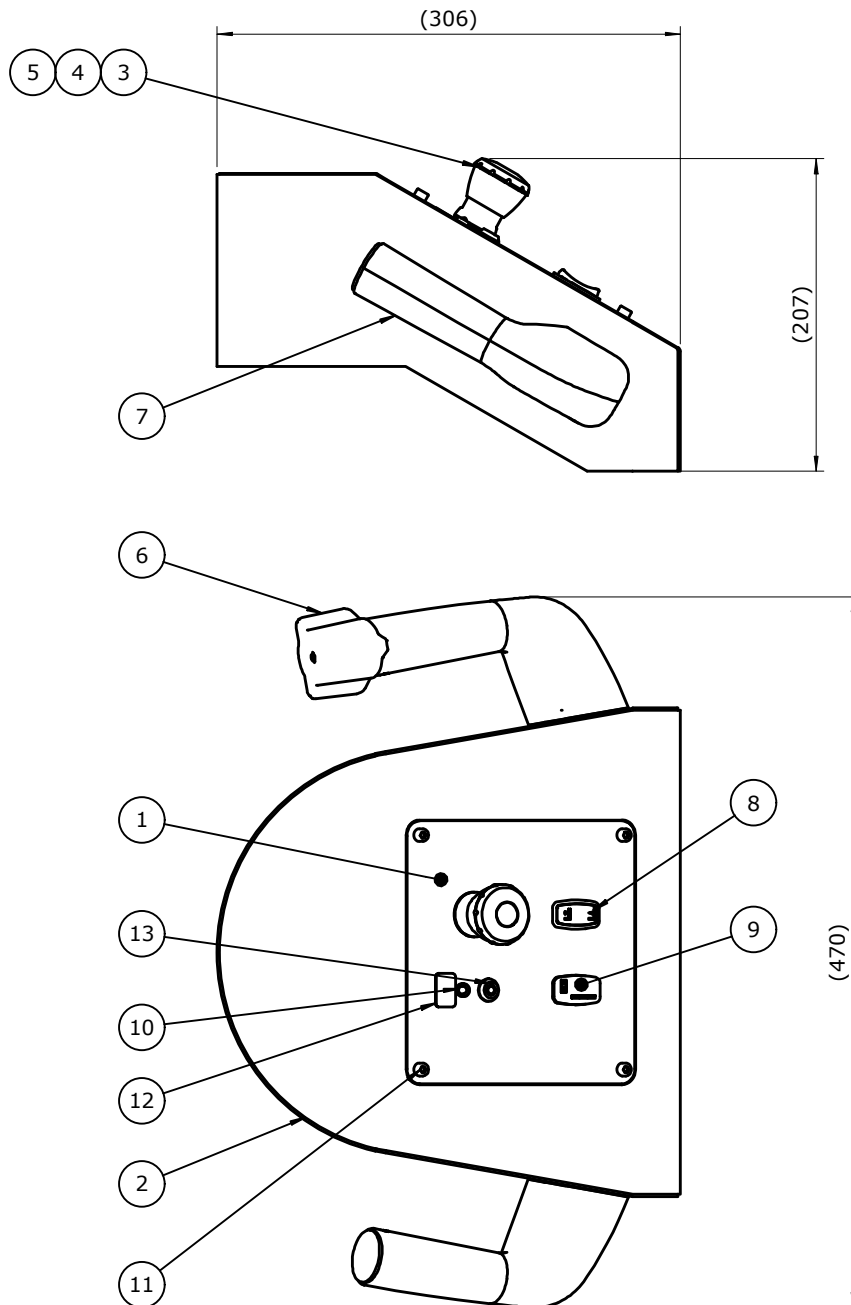
7	N3002.0.008	PORCA DIN EN ISO 4032 - M6x1 Aço Direita	6	
6	N2201.0.068	PARAFUSO ISO 4762 - M6 x 55 CL8.8 R-P	6	
5	ELESA_ERX.63-S ST-p M6x40-C2		2	1
4	00014.3.013	BRACOS	1	1
3	00014.3.006	GARRA	2	1
2	00014.2.072	CHAPA DE AFINAÇÃO	4	1
1	00014.2.068	PATIM	4	1
Posição	Desenho nº	Descrição	Qtd.	Rev.

Projectado por: Designed by   Projetée par:	Area: Area   Area:	Peso: Weight   Poids:	Rugosidade: Surface finish   État de surface:	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº:	Rev.: Rev.   Rév.:
NSF	N/A	N/A		00014.1.005	1
Data: Date   Date:	Acabamento / Cor: Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:				
05/03/2020	NATURAL	✓			

Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário):  
 GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK  
 LASER / OXICORTE ISO 9013 c11  
 SOLDADURA ISO 13920-AE  
 As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

## BRACOS DE ELEVACAO





13	RS COMPONENTS_LS121		1	
12	ON	AUTOCOLANTE	1	1
11	N2202.0.048	PARAFUSO ISO 4762 - M5 x 10 CL8.8 R-T	4	
10	LED_suport		1	1
9	INDICADOR DE BATERIA		1	1
8	FREI_3203-00292-XX	STEP AP214	1	
7	ezARH (3D STEP) 2	PUNHO	1	
6	ezARH (3D STEP)	PUNHO ACELERADOR	1	
5	70200.0.014	AUTOCOLANTE EMERGENCIA OMRON A22Z-3466-1	1	
4	70200.0.012	EMERGENCIA ROCKWELL 800FP-MT44	1	
3	70200.0.007	ANEL ROCKWELL AUT 800F-ALP	1	
2	00014.3.018	CAIXA DO PAINEL DE INSTRUMENTOS	1	1
1	00014.2.077	CHAPA PAINEL DE INSTRUMENTOS	1	1
Posição	Desenho nº	Descrição	Qtd.	Rev.

Projectado por: Designed by   Projeteé par:	Area: Area   Area:	Peso: Weight   Poids:	Rugosidade: Surface finish   État de surface:	Desenho nº: Drawing no.   Dessin nº:	Rev.:
NSF	756469 mm <sup>2</sup>	4.68 kg	✓	00014.1.006	1
Data: Date   Date:	Acabamento / Cor: Finish / Colour / Dernière touche / Couleur:	Material: Material   Matériel:			
09/03/2020	NATURAL				

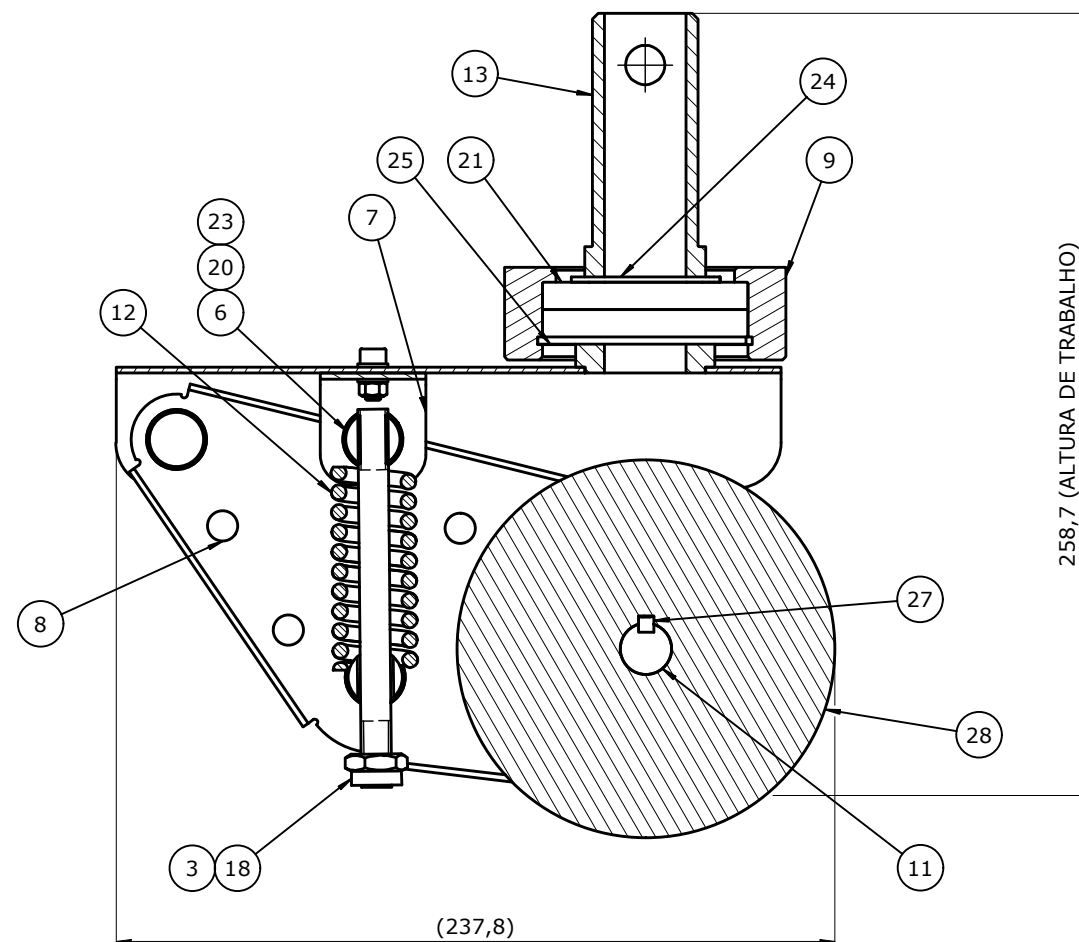
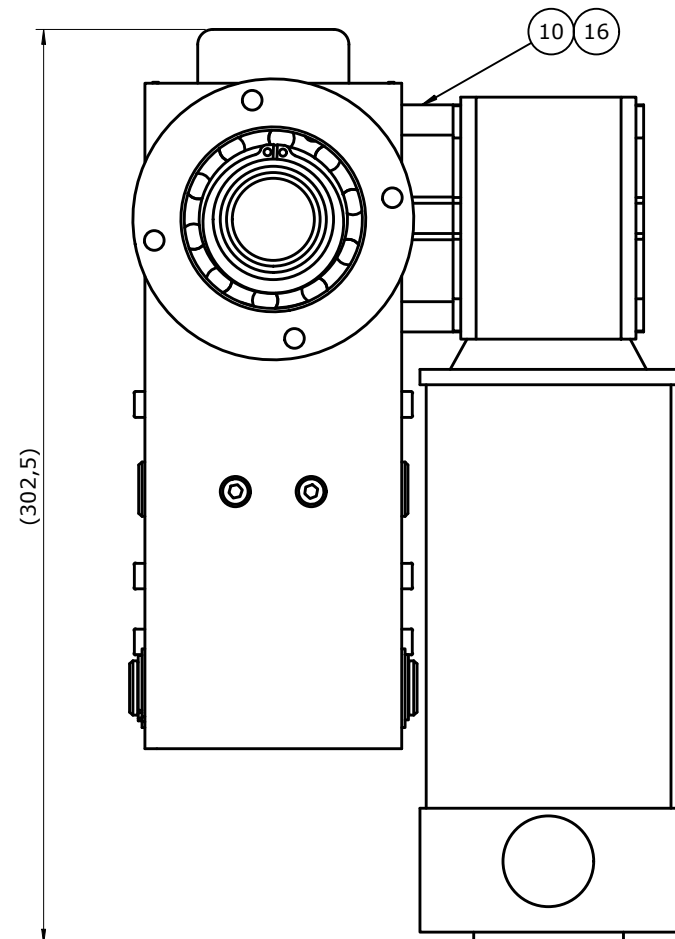
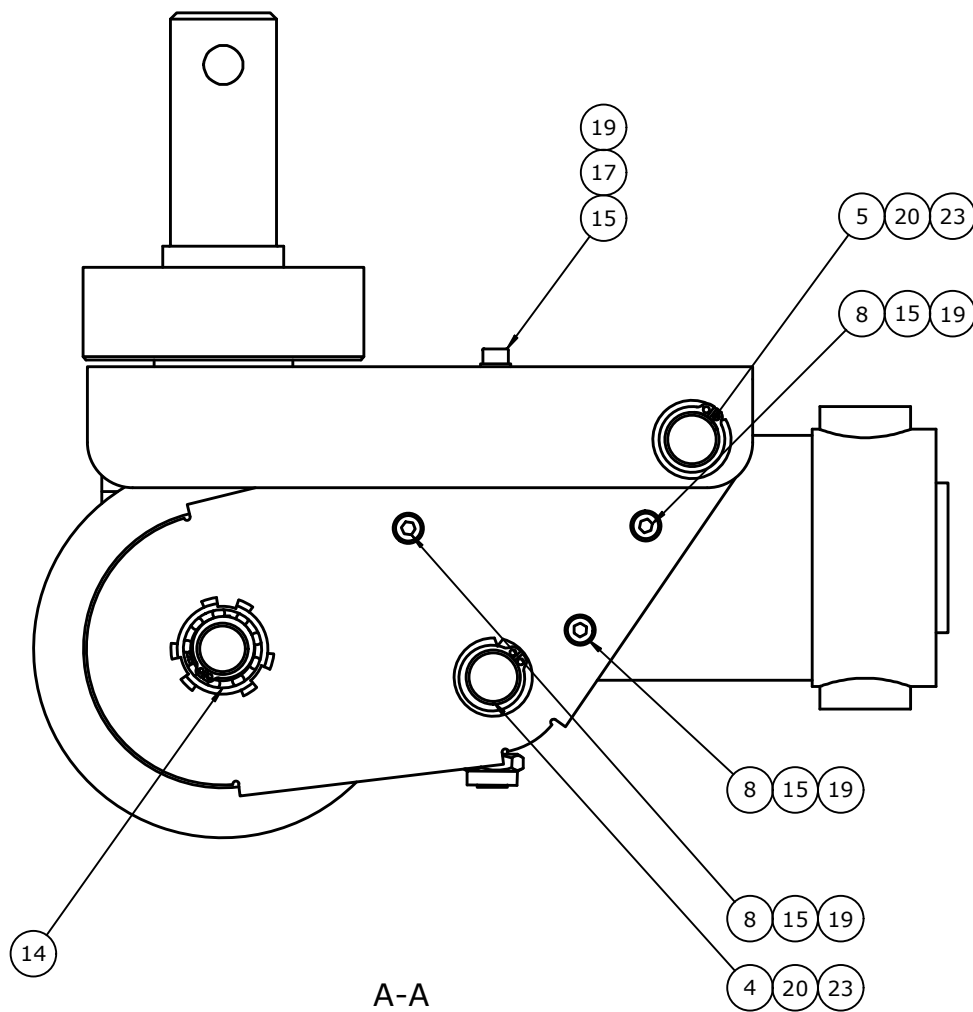
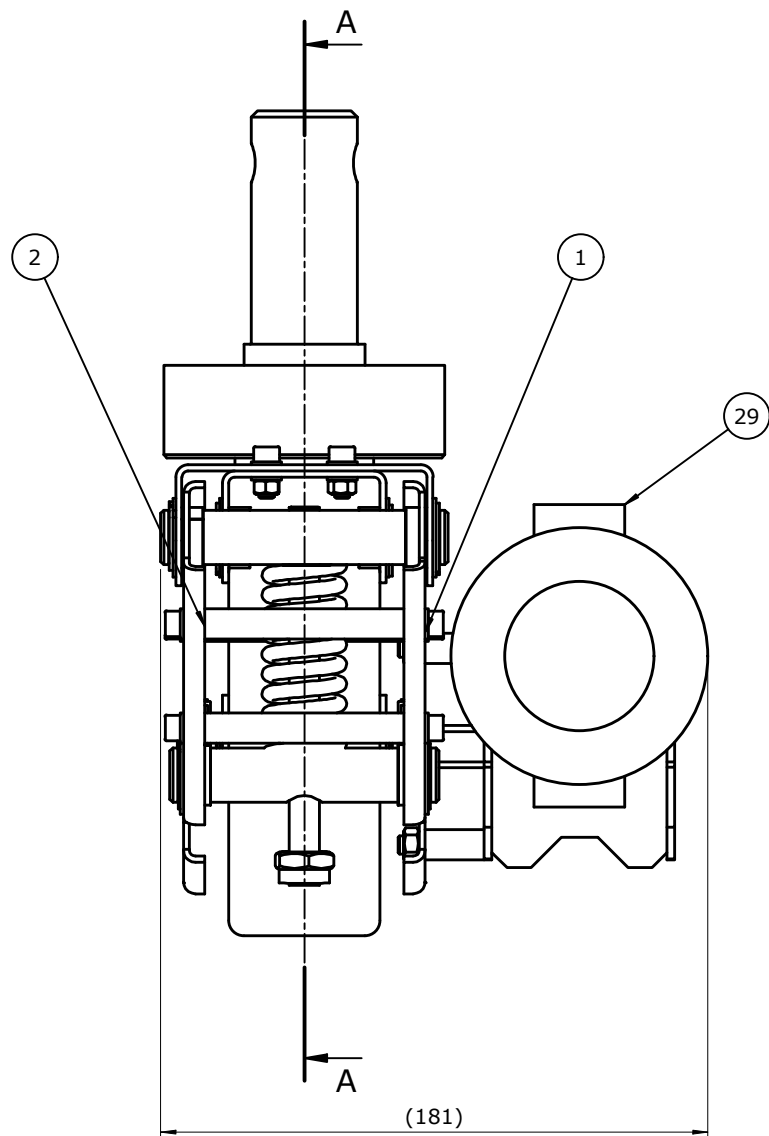
Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário):  
 GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK  
 LASER / OXICORTE ISO 9013 cI1  
 SOLDADURA ISO 13920-AE  
 As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

GUIADOR

**JFIGUEIRA**  
 engenharia industrial



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



Toleranciamento a respeitar (salvo indicação em contrário):  
 GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK  
 LASER / OXICORTE ISO 9013 cl1  
 SOLDADURA ISO 13920-AE  
 As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas proposadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

29	TRANSTECNO_E CM_180-30		1	
28	TENTE_ITB125x5 0-Ø17 H7		1	1
27	N9701.0.047	CHAVETA DIN 6885 - A 5 x 5 x 40 Aço	1	
26	N9701.0.045	CHAVETA DIN 6885 - A 5 x 5 x 32 Aço	1	
25	N9101.0.064	ANEL ELASTICO INTERIOR DIN 472 - 68 x 2.5 Aço	1	
24	N9001.0.039	ANEL ELASTICO EXTERIOR DIN 471 - 40 x 1.75 Aço	1	
23	N9001.0.012	ANEL ELASTICO EXTERIOR DIN 471 - 18 x 1.2 Aço	6	
22	N9001.0.010	ANEL ELASTICO EXTERIOR DIN 471 - 17 x 1 Aço	4	
21	N6801.0.078	ROLAMENTO DIN 625-2Z - 16008 - 40 x 68 x 9	2	
20	N5902.0.048	CASQUILHO INA/SCHAEFFLER EGF-18100-E40-B	6	
19	N5401.0.010	ANILHA DIN 125 - A 5.3 200 HV	16	
18	N3101.0.029	PORCA AUTOBLOCANTE DIN 985 - M12 - CL10	1	
17	N3002.0.038	PORCA DIN EN ISO 4032 - M5x0,8 Inox Direita	2	
16	N3002.0.008	PORCA DIN EN ISO 4032 - M6x1 Aço Direita	4	
15	N2202.0.049	PARAFUSO ISO 4762 - M5 x 12 CL8.8 R-T	8	
14	DIN 625 SKF - SKF 61903-2RS1	Deep groove ball bearings single row with two RS1 seals SKF	2	
13	00014.3.011	FIXACAO RODA MOTRIZ	1	1
12	00014.2.160	MOLA	1	1
11	00014.2.125	VEIO DA RODA	1	1
10	00014.2.084	SUPORTE DE MOTOR	4	1
9	00014.2.055	CAIXA ROLAMENTOS	1	1
8	00014.2.052	VEIO ANTI-CONVERGENCIA	3	1
7	00014.2.030	SUPORTE VEIO (MOLA)	1	1
6	00014.2.029-03	PINO	1	1
5	00014.2.029-02	PINO	1	1
4	00014.2.029-01	PINO	1	1
3	00014.2.026	GUIA DA MOLA	1	1
2	00014.2.020-02	SUPORTE RODA DIR.	1	1
1	00014.2.020-01	SUPORTE RODA ESQ.	1	1

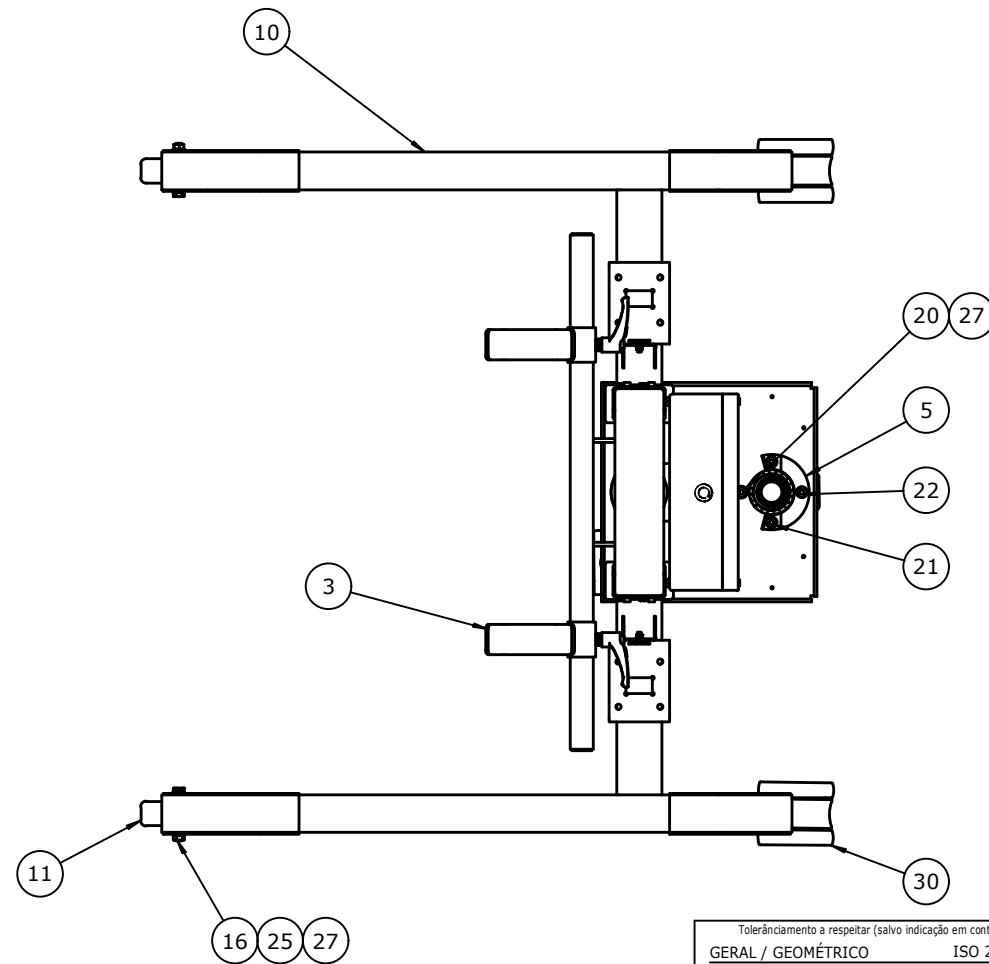
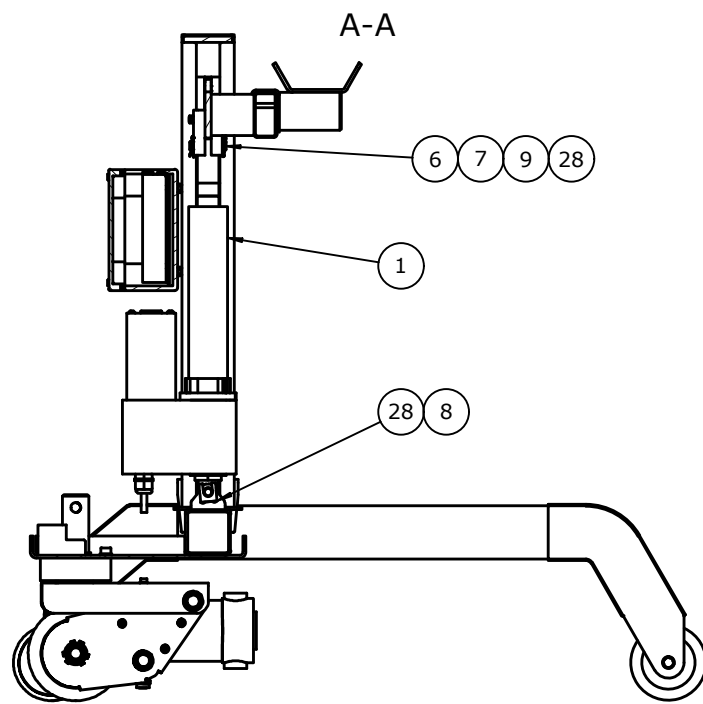
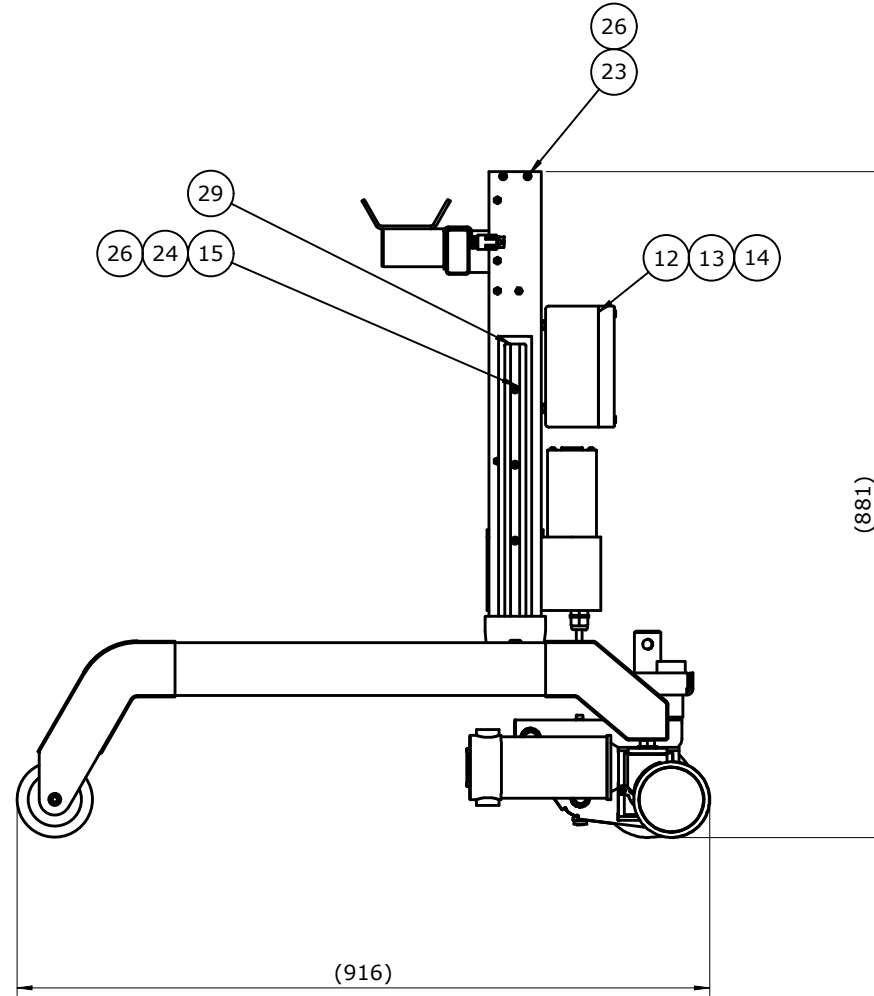
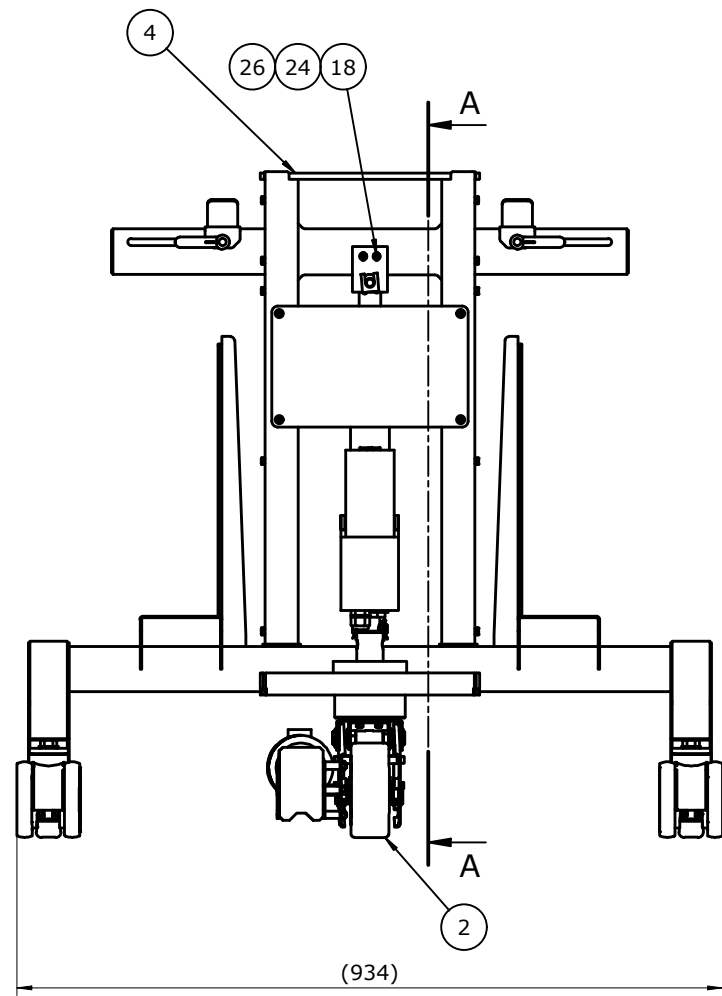
Posição	Desenho nº	Descrição	Qtd.	Rev.
Projectado por:	Area:	Peso:	Rugosidade:	Desenho nº:
Designed by   Projeteé par:	Area   Area:	Weight   Poids:	Surface finish   État de surface:	Drawing no.   Dessin nº:
NSF	491969 mm <sup>2</sup>	8.78 kg		00014.1.002
Date:	Acabamento / Cor:			Material:
Date   Date:	Finish / Colour   Dernière touche / Couleur:			Material   Matériel:
12/11/2019	NATURAL			

ESTRUTURA DA RODA MOTRIZ

**JFIGUEIRA**  
 engenharia industrial



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



Tolerâncias a respeitar (salvo indicação em contrário):  
 GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK  
 LASER / OXICORTE ISO 9013 cl1  
 SOLDADURA ISO 13920-AE  
 As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositalmente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

31	TRANSTECNO_PL N40		1	1
30	TENTE_594DUAP 100S70-M12x25	RODA GIRATORIA	2	1
29	SUPORTE DA BATERIA	SUPORTE DA BATERIA	2	1
28	s12		4	
27	N5401.0.013	ANILHA DIN 125 - A 8.4 200 HV	5	
26	N5401.0.010	ANILHA DIN 125 - A 5.3 200 HV	14	
25	N3002.0.040	PORCA DIN EN ISO 4032 - M8x1,25 Inox Direita	2	
24	N3002.0.007	PORCA DIN EN ISO 4032 - M5x0,8 Aço Direita	8	
23	N2202.0.049	PARAFUSO ISO 4762 - M5 x 12 CL8.8 R-T	4	
22	N2201.0.078	PARAFUSO ISO 4762 - M8 x 50 CL8.8 R-P	1	
21	N2201.0.074	PARAFUSO ISO 4762 - M8 x 30 CL8.8 R-P	2	
20	N2201.0.072	PARAFUSO ISO 4762 - M8 x 20 CL8.8 R-P	1	
19	N2201.0.062	PARAFUSO ISO 4762 - M6 x 25 CL8.8 R-P	4	
18	N2201.0.056	PARAFUSO ISO 4762 - M5 x 45 CL8.8 R-P	2	
17	N2201.0.053	PARAFUSO ISO 4762 - M5 x 30 CL8.8 R-P	4	
16	N0801.0.037	PARAFUSO DIN EN ISO 4014 - M8 x 65 CL8.8 R/P	2	
15	N0501.0.020	PARAFUSO ISO 10642 - M5x16 8.8	6	
14	ELDON_MGRP16 2609GE_2		1	1
13	ELDON_MGRP16 2609GE_1		1	1
12	ELDON_GMP162 6E		1	1
11	BLICKLE_PATH-1 01-12G	RODA FIXA	2	1
10	00014.3.012	ESTRUTURA	1	1
9	00014.2.161-02	VEIO ATUADOR	1	1
8	00014.2.161-01	VEIO ATUADOR	1	1
7	00014.2.157	SUPORTE DE MONTAGEM SUPERIOR	2	1
6	00014.2.155	SUPORTE DE MONTAGEM SUPERIOR	2	1
5	00014.2.113	BATENTE DIREÇÃO	1	1
4	00014.2.071	CHAPA DE APROXIMAÇÃO	1	1
3	00014.1.005	BRACOS DE ELEVACAO	1	1
2	00014.1.002	ESTRUTURA DA RODA MOTRIZ	1	1
1	00014.0.001	PROGRESSIVE AUTOMATIONS Heavy_Duty_Linear_Actuators_PA-17	1	1
Posição	Desenho nº	Descrição	Qtd.	Rev.

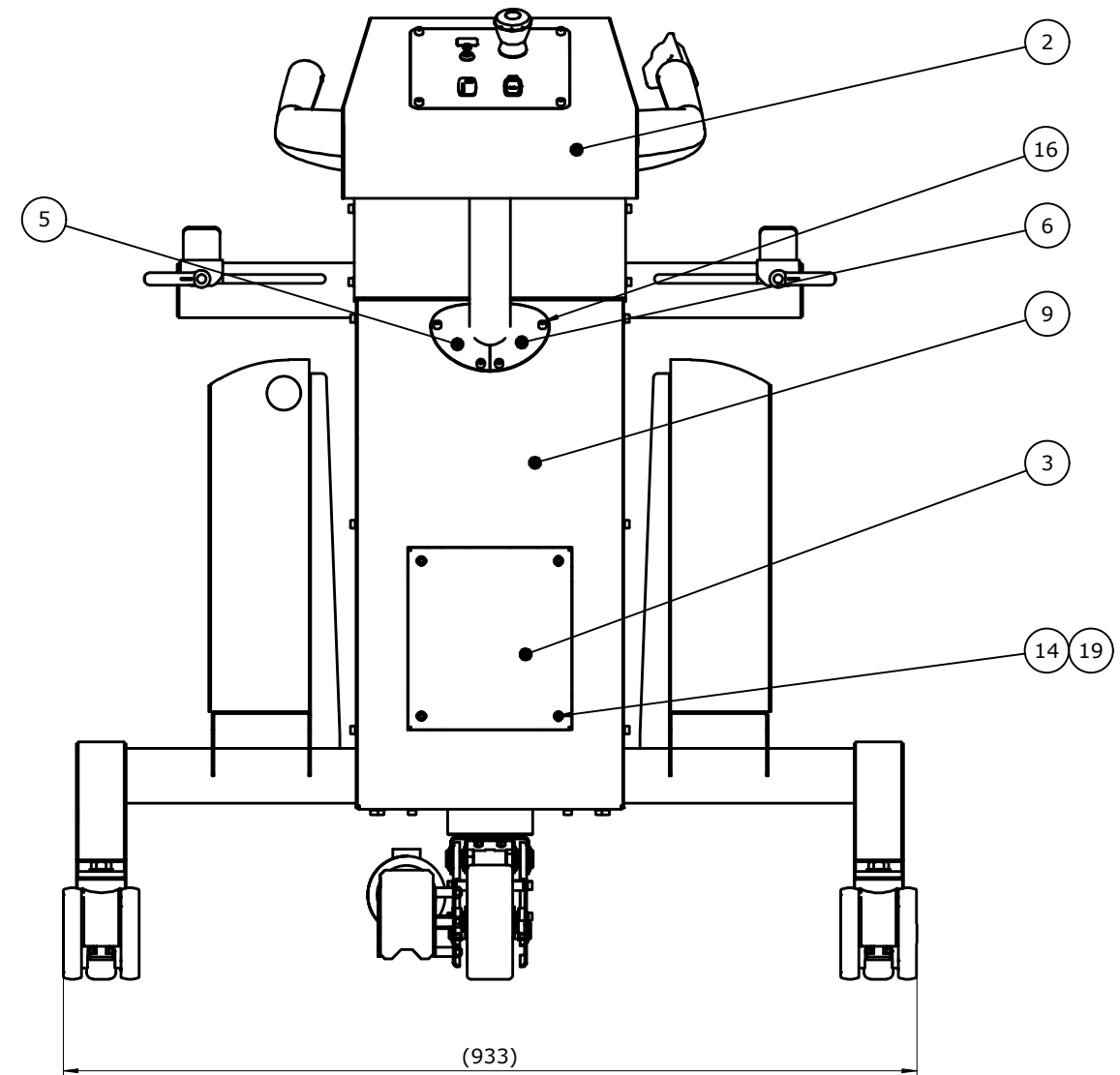
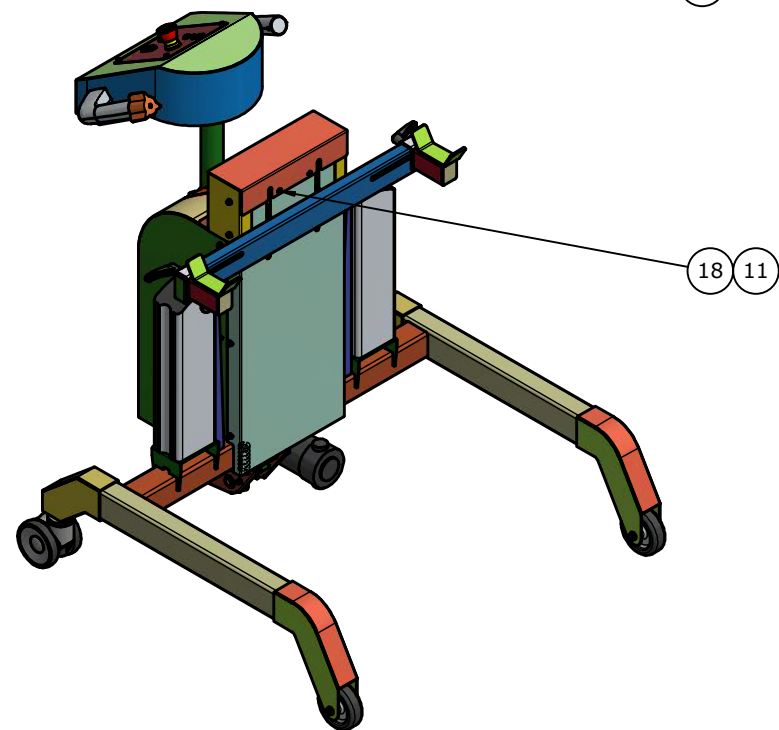
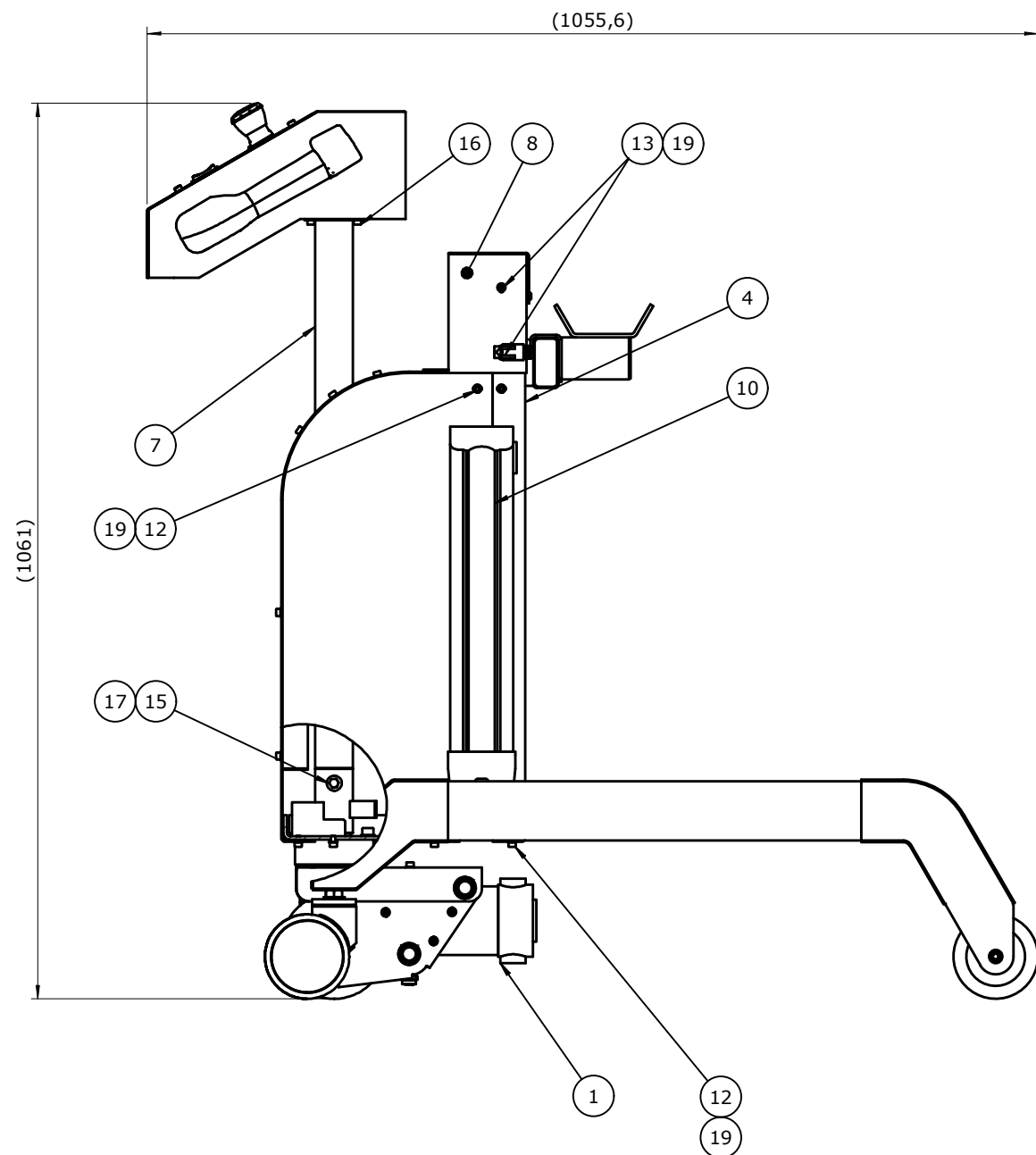
Projectado por: NSF	Area: N/A	Peso: N/A	Rugosidade: N/A	Desenho nº: 00014.1.004	Rev.: 1
Date: 02/03/2020	Acabamento / Cor: NATURAL			Material:	

ESTRUTURA+COMPONENTES

**JFIGUEIRA**  
 engenharia industrial



Este documento é propriedade da empresa. Não pode ser copiado, reproduzido ou comunicado a terceiros sem autorização. This document is property of the company. It must not be copied, reproduced or disclosed to others without permission.



19	N5401.0.010	ANILHA DIN 125 - A 5.3 200 HV	28	
18	N3302.0.005	PORCA DE CRAVAR FABORY 69195.050.040 M5x20	2	
17	N3002.0.011	PORCA DIN EN ISO 4032 - M12x1,75 Aço Direita	1	
16	N2202.0.048	PARAFUSO ISO 4762 - M5 x 10 CL8.8 R-T	10	
15	N2201.0.106	PARAFUSO ISO 4762 - M12 x 55 CL8.8 R-P	1	
14	N2201.0.050	PARAFUSO ISO 4762 - M5 x 16 CL8.8 R-P	4	
13	N2201.0.048	PARAFUSO ISO 4762 - M5 x 10 CL8.8 R-P	4	
12	N2201.0.047	PARAFUSO ISO 4762 - M5 x 8 CL8.8 R-P	20	
11	N1701.0.022	PARAFUSO ISO 7380-1 - M5x16 10.9	2	
10	BATERIA	BATERIA	2	
9	00014.3.027	BLINDAGEM 1	1	1
8	00014.3.020	BLINDAGEM 2	1	1
7	00014.3.005	SISTEMA DE DIRECAO	1	1
6	00014.2.164-02	CHAPA BLINDAGEM	1	1
5	00014.2.164-01	CHAPA BLINDAGEM	1	1
4	00014.2.143	CHAPA BLINDAGEM	1	1
3	00014.2.124	PORTA	1	1
2	00014.1.006	GUIADOR	1	1
1	00014.1.004	ESTRUTURA+COMPONENTES	1	1
Posição	Desenho nº	Descrição	Qtd.	Rev.

Projectado por: / Designed by / NSF	Area: / Area / N/A	Peso: / Weight / N/A	Rugosidade: / Surface finish / N/A	Desenho nº: / Drawing no. / 00014.1.007	Rev.: / Rev. / 1
-------------------------------------------	--------------------------	----------------------------	------------------------------------------	-----------------------------------------------	------------------------

Data: / Date: / 24/03/2020	Acabamento / Cor: / Finish / Colour / NATURAL	Material: / Material / Material / Matériel:
----------------------------------	-----------------------------------------------------	---------------------------------------------------

Tolerânciamento a respeitar (salvo indicação em contrário):  
 GERAL / GEOMÉTRICO ISO 2768-mK  
 LASER / OXICORTE ISO 9013 c11  
 SOLDADURA ISO 13920-AE  
 As cotas de peças cortadas a laser ou oxicorte podem ter sido omitidas propositadamente. A geometria é definida no ficheiro em formato DXF.

BED MOVER

**JFIGUEIRA**  
engenharia industrial

