



Universidade de Aveiro

2021

**José Leandro
Fernandes Oliveira**

**Conceção, projeto e desenvolvimento de sistema
estore bi-funcional**



**José Leandro
Fernandes Oliveira**

**Conceção, projeto e desenvolvimento de sistema
estore bi-funcional**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação científica do Doutor Tiago Manuel Rodrigues da Silva, Investigador doutorado do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro e do Doutor Victor Fernando Santos Neto, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.

Este trabalho teve o apoio financeiro dos projetos UIDB/00481/2020 e UIDP/00481/2020 - Fundação para a Ciência e a Tecnologia; e CENTRO-01-0145-FEDER-022083 - Programa Operacional Regional do Centro (Centro2020), no âmbito do Acordo de Parceria Portugal 2020, através do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

O júri

Presidente

Doutora Isabel Maria Alexandrino Duarte

Investigadora Auxiliar, Universidade de Aveiro

Vogal (arguente principal)

Prof. Doutor Adélio Manuel de Sousa Cavadas

Professor Adjunto, Instituto Politécnico de Viana do Castelo

Vogal (orientador)

Doutor Tiago Manuel Rodrigues da Silva

Investigador Doutoramento (nível 1), Universidade de Aveiro

agradecimentos

Ao Doutor Tiago Manuel Rodrigues da Silva e Doutor Victor Fernando Santos Neto pela dedicação, disponibilidade e ajuda em todo o processo criativo, crítico e de tomada de decisão. A oportunidade de poder aprender e evoluir com a vossa experiência e conhecimento foi de todo importante para o sucesso deste projeto.

À minha namorada por todo o apoio e compreensão, ajuda nesta jornada. Por último, mas não menos importante, à minha família e amigos mais próximos, que ao longo de todo o percurso sempre me apoiaram e proporcionaram todas as condições para que este percurso académico fosse possível.

palavras-chave

Estore, Sistema de proteção solar, Materiais de mudança de fase, PCM

resumo

O uso de estores, interiores ou exteriores, é a solução mais usual para reforçar a proteção contra a intrusão bem como para promover a privacidade das pessoas no interior dos edifícios. Para além disto, esta solução ajuda a otimizar a eficiência energética da envolvente envidraçada. Por norma estas soluções são armazenadas na caixa de estore e algumas permitem a sua própria rotação, de forma que o sombreamento interior seja otimizado ou ajustado conforme o utilizador desejar.

O presente trabalho tem como objetivo a conceção, projeto e desenvolvimento de um estore composto por lamelas com secções interiores, bem como, o desenvolvimento de um sistema que permita a rotação das mesmas, integrando no mesmo sistema as funções que por norma são oferecidas separadamente. Tal poderá ser conseguido através da conceção e desenvolvimento de componentes mecânicos apropriados ou mesmo recorrendo a materiais com memória de forma controlados de forma inteligente. O desenvolvimento da proposta prevê ainda a conceção de protótipos de pormenor com recurso a técnicas de prototipagem rápida. O desenvolvimento deste projeto permitiu obter um sistema de estore capaz de realizar todas as funcionalidades requeridas, sendo também um sistema seguro contra intrusão.

keywords

Blind, Sun protection system, Phase change materials, PCM

abstract

The use of blinds, indoors or outdoors, is the most common solution to reinforce protection against intrusion as well as to promote the privacy of people inside buildings. In addition, this solution helps to optimize the energy efficiency of the glazed envelope. As a rule, these solutions are stored in the blind box and some allow their own rotation, so that the interior shading is optimized or adjusted as the user wishes.

The present work has as objective the conception, design and development of a blind composed of slats with interior sections, as well as the development of a system that allows the rotation of the same, integrating in the same system the functions that are normally offered separately. This can be achieved through the design and development of appropriate mechanical components or even using intelligently controlled shape memory materials.

The development of the proposal also foresees the design of detailed prototypes using rapid prototyping techniques. The development of this project allowed to obtain a blind system capable of performing all the required functionalities, being also safe against intrusion.

Índice

I.	Enquadramento.....	1
	Introdução.....	3
	Objetivos do Projeto	4
	Guia de Leitura	5
II.	Revisão do Estado de Arte.....	7
	Estore	9
	Materiais de Mudança de fase.....	12
III.	Desenvolvimento do Projeto.....	15
	Descrição da Solução existente.....	17
	Projeto mecânico das lamelas	19
	Projeto de Sistema de Movimentação	22
	Perspetiva global de sistema de movimentação	22
	Projeto do sistema de suporte das lamelas.....	28
	Projeto de caixilharia do estore.....	30
	Escolha de Materiais e Processos de Produção.....	33
	Seleção dos Materiais	33
	Seleção de Processos de Produção	34
IV.	Resultados e Discussão	37
	Resultados do Projeto	39
	Características do projeto final.....	39
	Montagem do projeto	44
	Discussão dos resultados.....	46
V.	Conclusão.....	46
	Reflexão final	49
	Trabalhos futuros.....	50
	Bibliografia	51
	Anexos	53
	1 Desenho técnico e de conjunto da lamela completa	
	2 Desenho técnico e de conjunto da caixilharia	
	3 <i>Datasheet</i> do material de mudança de fase CrodaTherm 53-PA-(SG)	
	4 <i>Datasheet</i> do material isolante térmico Silfiller Powder	
	5 Desenho de conjunto do sistema estore bi-funcional	

Lista de Figuras

Figura 1: Estore Luraflex	9
Figura 2: Estore Palas A	9
Figura 3: Estore modelo Lama	10
Figura 4: Estore modelo Minisegur-40	10
Figura 5: Estore modelo SUNSHIELD-CRUZFER	11
Figura 6: Estore modelo PROTAL-CRUZFER.....	11
Figura 7: Palas 120 P.....	11
Figura 8: Palas 80 N.....	11
Figura 9: Temperatura de mudança de fase abrangidas pelos PCM's PlusICE	13
Figura 10: Protótipo relativo ao documento PT 107310	17
Figura 11: Limitações presentes no protótipo de estore bi-funcional construído.....	18
Figura 12: Projeto de lamela com três cavidades.....	19
Figura 13: Projeto de lamela com duas secções.....	20
Figura 14: Alterações à secção de lamela projetada.....	20
Figura 15: Tampas de selagem das cavidades da lamela.	21
Figura 16: Pormenor do suporte de dois motores	22
Figura 17: Pormenor do suporte de um motor.....	23
Figura 18: Pormenor do suporte de dois motores	24
Figura 19: Pormenor da calha de PTFE com uma das fitas cobre.....	24
Figura 20: Caixilharia com motor Nema 23 e caixa redutora acoplados	26
Figura 21: Pormenor do sistema de movimentação	27
Figura 22: Motor tubular modelo STOR80	28
Figura 23: Perspetiva superior do conjunto de suporte da lamela.....	28
Figura 24: Perspetiva inferior do conjunto de suporte da lamela.....	29
Figura 25: Perspetiva inferior do conjunto de suporte montado na lamela.....	29
Figura 26: Perspetiva explodida das peças de suporte da caixilharia	31
Figura 27: Vista em perspetiva da caixilharia do estore	32
Figura 28: Perspetivas de funcionamento do projeto final.....	39
Figura 29: Renderização da posição de três lamelas durante a fase de armazenamento de energia exterior por parte do PCM	40
Figura 30: Renderização da posição de três lamelas durante a fase de libertação de energia para o interior por parte do PCM	40
Figura 31: Pormenor do sistema de movimentação	41
Figura 32: Resultado do estudo de resistência da caixilharia	42

Figura 33: Resultado do estudo de resistência da lamela.....	43
Figura 34: Passo inicial do processo de montagem.....	44
Figura 35: Passo intermédio do processo de montagem	45

Nomenclatura

	Unidade	
F	N	Força em Newton
T	Nm	Binário em Newton metro
V	m ³	Volume em metro cúbico
R _T	m ² .K.W ⁻¹	Resistência térmica em metro quadrado Kelvin por Watt
E	MJ	Energia em megajoule
T	°C	Temperatura em graus celsius
m	Kg	Massa em quilograma
c	mm	Comprimento em milímetro
M _o	Kg.m ²	Momento de inércia em quilograma metro quadrado
ω	rad.s ⁻²	Aceleração angular em radianos por segundo quadrado
ρ	Kg.m ⁻³	Densidade em quilograma metro cúbico
κ	W.m ⁻¹ .K ⁻¹	Condutividade térmica em Watt por metro Kelvin

I. Enquadramento

Introdução

Recentemente tem-se notado uma crescente preocupação com o futuro do planeta, preocupação essa que se reflete na melhoria da eficiência energética de tudo aquilo que utilizamos. Neste âmbito, os governos a nível mundial têm investido no aumento de legislação que promova a construção de edifícios cada vez mais eficientes, bem como nos apoios à renovação de edifícios já existentes, com vista a tornar os mesmos mais eficientes energeticamente. Esta crescente procura pela eficiência energética promoveu edifícios extremamente eficientes, o que levou ao aparecimento termo *net zero energy buildings* - *nZEB*, que visa caracterizar edifícios que na sua normal atividade conseguem produzir a mesma energia que consomem, tornando-se autossustentáveis e de balanço de energia nulo.

Este projeto surgiu com a necessidade de dar mais um passo no desenvolvimento de um estore bifuncional, sistema já patenteado pela Universidade de Aveiro, que visa não só desempenhar todas as funções que existem nos diversos tipos de estores convencionais, como adicionar uma função de melhoria da eficiência energética da envolvente envidraçada. Esta inovação recorre a materiais de mudança de fase (PCM), incluídos em cavidades presentes nas lamelas, materiais esses que, pelas suas características, permitem ao estore armazenar e libertar energia sob a forma de calor, contribuindo para o efeito termorregulador das temperaturas internas do edifício. Este é mais um passo na busca de edifícios *net zero*, passo esse que nos permite poupar não só nos gastos do edifício em si, como no desgaste causado ao planeta, pelo consumo energético de sistemas de climatização ativa.

Objetivos do Projeto

Com a crescente valorização dos edifícios energeticamente mais eficientes, este projeto visa a conceção, projeto e desenvolvimento de um estore bi-funcional capaz de rodar as suas lamelas, variando o sombreamento interior bem como, capaz de armazenar energia sob a forma de calor, energia esse proveniente da exposição solar da envolvente envidraçada, melhorando assim a eficiência energética dos edifícios.

Para que o sistema tenha flexibilidade para funcionar de acordo com os pressupostos definidos, será necessário desenvolver um perfil de lamela capaz de suportar no seu interior, em cavidades distintas, isolamento térmico bem como matérias de mudança de fase. Além disto, será necessário desenvolver um sistema que possibilite translação e rotação das referidas lamelas, com vista a direcionar material de mudança de fase para o exterior quando o objetivo for acumular energia solar sob a forma de calor latente, ou redirecionar o mesmo para o interior quando o objetivo for libertar a energia acumulada para o interior do edifício. Como última característica importante, o sistema deverá representar uma barreira de proteção contra invasão, devendo por isso ser resistente quer ao nível de cada componente, quer ao nível das ligações entre os diversos componentes.

Por último, será importante verificar a viabilidade económica de produção deste modelo, com vista a que se justifique a sua introdução em edifícios, para desta forma poder contribuir para a eficiência energética, conforto e segurança dos mesmos.

Guia de Leitura

O relatório de projeto encontra-se dividido em cinco capítulos:

- I. **Enquadramento** – Neste capítulo é realizada a introdução ao tema de trabalho, destacando a sua pertinência no panorama global. Nesta secção são também apresentados os objetivos globais do projeto, e o guia de leitura, que tem como função descrever o que será abordado em cada secção do relatório.
- II. **Revisão do estado de arte** – Neste capítulo é estudado o estado de desenvolvimento científico, tecnológico e comercial das opções que possam ser pertinentes para o desenvolvimento deste projeto. Esta análise torna-se relevante para identificarmos os aspetos mais importantes do desenvolvimento do projeto, podendo este enquadrar algumas soluções já existentes. É um capítulo importante para perceber o estado de desenvolvimento dos materiais de mudança de fase, sendo este passo importante para posteriormente seleccionar o PCM que mais se adequa para este projeto.
- III. **Desenvolvimento do projeto**– Este capítulo inicia-se com a análise do projeto já construído, identificando as qualidades e potenciais melhorias a aplicar neste, numa ótica de definir um rumo de desenvolvimento para o projeto atual, rumo esse que deverá ser alinhando com os objetivos identificados no capítulo anterior. Após esta análise, é detalhado todo o processo de desenvolvimento do projeto. Este inicia-se com o processo de criação da secção de lamela, capaz de incorporar no seu interior o PCM e o isolamento térmico. De seguida é explorado todo o processo técnico e criativo do desenvolvimento do sistema de rotação e translação das lamelas. A última fase criativa incide sobre o projeto de uma caixilharia capaz de suportar todas as peças projetadas anteriormente. Por fim, a última secção deste capítulo é focada na seleção de materiais indicados para a produção do modelo final, bem como os processos de produção de todas as peças projetadas.
- IV. **Resultados e discussão** – Neste capítulo são apresentados os principais resultados deste projeto. Para isso o capítulo inicia-se com uma apresentação detalhada do resultado do projeto realizado, Apresentação essa que recorre a imagens foto realistas do projeto, utilizadas para demonstrar o produto e funcionamento do mesmo. Para além disto, nesta primeira fase do capítulo é também realizada uma análise de resistência mecânica do projeto submetido a esforços, recorrendo a ferramentas numéricas, bem como elaborado um cálculo de custo da construção do mesmo. A secção intermédia deste capítulo é focada na explicação de todo o processo de montagem do produto, mostrando a viabilidade física e económica do mesmo. Por último são discutidos todos os resultados, identificando eventuais limitações e possíveis trabalhos futuros no desenvolvimento deste sistema.
- V. **Conclusão** – Neste capítulo são apresentadas as reflexões finais relativas ao projeto desenvolvido. Por último, são apresentadas as reflexões finais do autor sobre o projeto realizado.

II. Revisão do Estado de Arte

Estore

O aparecimento dos primeiros instrumentos com funções de um estore ainda se encontra envolto em algum mistério, desde a pré-história à era egípcia diversas versões são contadas.

Porém, o período persa é marcado pelo aparecimento de modelos mais semelhantes aos atuais, modelos esses que foram importados pelo povo italiano, que começou a comercializar este produto em Veneza. Daqui estes modelos saíam para todo o mundo, conhecidos como persianas ou venezianas (Reflexa Persianas, 2021).

Já nos Estados Unidos, em 1841, John Hampson patenteia, no documento Nº 2223, o primeiro modelo de persiana passível de ser mantida num qualquer ângulo desejado (Hampson, 1841). Desta forma surge o primeiro modelo de persiana que permitia a variar a quantidade de luz natural que atravessa a envolvente envidraçada, sem ser necessário remover a mesmo do seu local. Esta patente impulsionou o desenvolvimento do estore, permitindo melhorias significativas ao nível do conforto térmico, segurança e privacidade, melhorias essas que hoje em dia podem ser alcançadas com inúmeros modelos de estore. Esta aquisição de características levou ao aparecimento de diferentes modelos de estores, cada um com configuração e funcionamento próprios.

Podemos dividir os estores em duas grandes categorias, estando elas associadas à colocação horizontal ou vertical das suas lamelas.

Nestas categorias facilmente percebemos que a mais desenvolvida é a solução de estores com lamelas na horizontal sendo que, estores com lamelas na vertical aparecem maioritariamente como persianas interiores, cujo única função é regular a intensidade de luz que atravessa a envolvente envidraçada. Esta configuração vertical das lamelas pode também ser aplicada pelo exterior exteriores, porém, apenas com movimento de rotação, capaz de proteger contra intrusão e de regular a intensidade luminosa. A figura 1 apresenta o Estore Luraflex (PREFICO Lda, 2021) e a figura 2 apresenta o modelo Palas A (Represtor SA, 2017)



Figura 1: Estore Luraflex (PREFICO Lda, 1985)



Figura 2: Estore Palas A (Represtor SA, 2017c)

No que concerne aos estores de lamelas horizontais existe uma enorme variedade de produtos e patentes. Em instalações interiores, vemos mais frequentemente estores laminados, também denominados venezianas, semelhantes ao modelo Venezianas em Alumínio Lama 25mm (Hunter Douglas Espa & ntilde; a S.A, 2021), apresentado na figura 3. Estes modelos apresentam a vantagem de regular a quantidade de luz através de um mecanismo de rotação das lamelas

acionado por cordas que servem simultaneamente para levantar o estore, permitindo uma abertura completa da envolvente envidraçada, porém tem a desvantagem de serem facilmente desviados em caso de intrusão, não oferecendo nenhuma segurança para os seus utilizadores.



Figura 3: Estore modelo Lama (Hunter Douglas Espa & ntilde; a S.A, 2021)

Para instalações interiores existe também estore plissado, estore de rolo interior e painel japonês, porém estes modelos não serão relevantes no âmbito deste projeto pois carecem de várias funções tais como a possibilidade de regular a quantidade de luz sem necessariamente abrir o estore, bem como a garantia de segurança contra intrusão com o estore fechado, pois todos eles são facilmente desviados para permitir a intrusão nos espaços.

Por outro lado, em instalações exteriores o panorama é diferente. Nestas instalações a garantia de segurança é conseguida na maioria dos produtos, tais como as típicas persianas em alumínio extrudido com ou sem isolamento térmico, semelhantes ao modelo Minisegur-40 (PERSAX S.A, 2021) , apresentado na figura 4.



Figura 4: Estore modelo Minisegur-40 (PERSAX S.A, 2021)

Este tipo de estore pode incorporar isolamento térmico no seu interior, no entanto não permite regular a inclinação das lamelas. Para dar resposta a esta falha, surgiram mais recentemente os estores de palas rotacionais, fixas ou amovíveis, sendo exemplos deste tipo de estores o modelo SUNSHIELD-CRUZFER (Cruzfer - Representations Materials and Hardware Ltd., 2021), e o modelo

PROTAL-CRUZFER (Cruzfer - Representations Materials and Hardware Ltd., 2021), apresentados nas figuras 5 e 6 respetivamente.

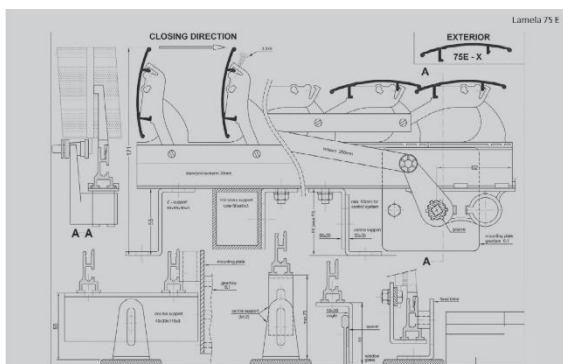


Figura 5: Estore modelo SUNSHIELD-CRUZFER (Cruzfer - Representations Materials and Hardware Ltd., 2021)



Figura 6: Estore modelo PROTAL-CRUZFER (Cruzfer - Representations Materials and Hardware Ltd., 2021)

Os dois modelos são bastante semelhantes em questões de segurança e alteração da luminosidade natural, tendo como principal diferença o facto de o modelo PROTAL-CRUZFER, permitir a sua completa recolha, possibilitando a passagem através da envolvente envidraçada em que está colocado, funcionamento que o modelo SUNSHIELD-CRUZFER não realiza.

Para além dos modelos supramencionados, o mercado destes equipamentos apresenta também algumas soluções menos convencionais, sendo exemplo os modelos de lamelas orientáveis Palas 120 P (Represtor SA, 2017) e Palas 80 N (Represtor SA, 2017), apresentados nas figuras 7 e 8 respetivamente.

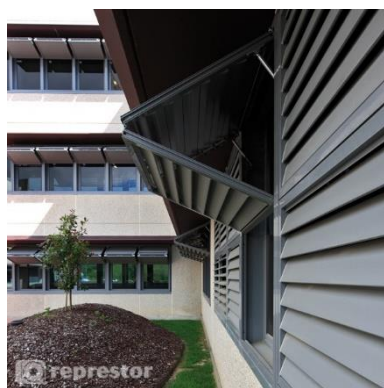


Figura 7: Palas 120 P (Represtor SA, 2017)

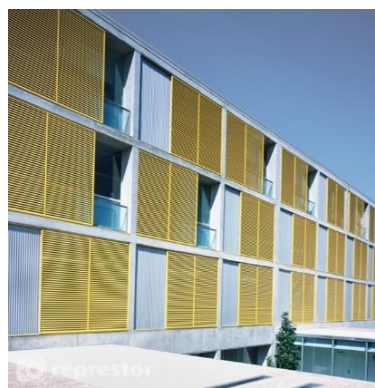


Figura 8: Palas 80 N (Represtor SA, 2017)

Estes modelos, apesar de executarem as mesmas funções que o modelo PROTAL-CRUZFER, tem uma forma diferente de recolha das lamelas.

Materiais de Mudança de fase

Materiais de mudança de fase também conhecidos pela sigla PCM's, são materiais que, a uma temperatura definida, mudam de estado físico e durante esse processo absorvem ou libertam energia, na forma latente. Devido ao elevado calor latente típico destes materiais, são capazes de absorver grandes quantidades de energia sob a forma de calor latente durante o processo de fusão, libertando essa mesma energia durante o processo de solidificação. O funcionamento destes materiais permite que os mesmos sejam utilizados como agentes passivos na termorregulação das variações térmicas dos edifícios, aumentando desta forma o conforto térmico dos mesmos.

Normalmente a utilização de PCM's associa-se à mudança de fase do estado sólido para o estado líquido com o aumento de temperatura acima da sua temperatura de mudança de fase. Pelo facto de esta reação ser endotérmica os PCM's absorve calor. Num sentido inverso e com a queda de temperatura para valores inferiores à temperatura de mudança de fase, uma reação exotérmica acontece, dando-se uma mudança de fase do estado líquido para o estado sólido, com consequente libertação de calor (Kuznik *et al.*, 2011).

Os PCM têm uma alta entalpia de fusão, o que lhes permite armazenar ou libertar grandes quantidades de energia sob a forma de calor latente durante a fusão e solidificação (Pielichowska e Pielichowski, 2014).

Devido a estas características os materiais de mudança de fase têm vindo a ser cada vez mais e mais estudados e desenvolvidos, existindo atualmente duas grandes categorias de PCM's, sendo elas, PCM's orgânicos e PCM's inorgânicos. Para além destas categorias, e sob determinadas necessidades podemos também encontrar PCM's compostos, resultantes da mistura entre dois ou mais tipos de materiais, que visam alcançar características técnicas específicas. As principais diferenças de PCM's orgânicos para PCM's inorgânicos, além da base da composição química, residem no facto de PCM's orgânicos terem geralmente maior calor específico conjugado com uma menor entalpia de mudança de fase. Apesar de estas características serem o oposto do que se pretende com a utilização destes materiais, os PCM's orgânicos são mais estáveis e permitem um maior número de ciclos completos mudança de fase sem perder as características térmicas, fator que, conjugado com a inocuidade, não corrosividade e reciclabilidade deste tipo de PCM's, os faz serem preferíveis aos materiais inorgânicos para a generalidade das aplicações.

Atualmente existem materiais de mudança de fase com temperatura de mudança de fase para quase todas as aplicações. A figura 9, que apresenta todas as gamas de temperatura abrangidas pelos PCM's Plusce (PCM Products Ltd, 2021), sendo esta apenas uma das muitas empresas que trabalham neste ramo.

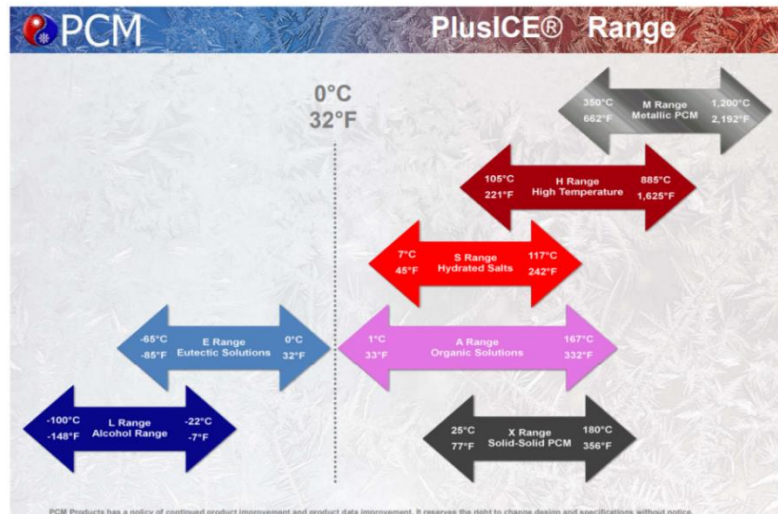


Figura 9: Temperatura de mudança de fase abrangidas pelos PCM's PlusICE (PCM Products Ltd, 2021)

Dada a exposição solar típica de uma janela, as temperaturas que as fachadas dos edifícios facilmente atingem e a função desejada para o estore a desenvolver, é fácil de perceber que, para este projeto, a temperatura de mudança de fase do PCM escolhido deverá ser superior à temperatura ambiente desejada no interior do edifício. Nesta ótica, facilmente encontramos no mercado uma vasta quantidade de materiais, tais como os produtos CrodaTherm47 (Croda International Plc, 2021), CrodaTherm53 (Croda International Plc, 2021) ou CrodaTherm60 (Croda International Plc, 2021) ou os produtos A48, A53 ou A58 da gama PlusICE Organic (PCM Products Ltd, 2021) sendo estes apenas exemplos de PCM's com mudança de fase sólido-líquido.

Mais recentemente apareceram também materiais de mudança de fase sólido-sólido, que fazem uso da alteração da sua estrutura cristalina sem realmente mudar de fase, para absorverem ou libertarem grandes quantidades de energia. São exemplos destes materiais os produtos da gama PlusICE Solid-Solid (PCM Products Ltd, 2021). Estas soluções não serão exploradas no decorrer deste projeto pois o encapsulamento destes tipos de materiais dentro das lamelas é bastante mais complexo e dispendioso.

III. Desenvolvimento do Projeto

O capítulo anterior apresenta uma revisão do estado atual do mercado quanto a soluções existentes e materiais em desenvolvimento associados a soluções aplicadas na envolvente translúcida do edifício com vista a identificar as soluções construtivas e materiais passíveis de serem utilizados. Neste capítulo é apresentado o desenvolvimento do projeto, sendo este iniciado com a análise ao projeto já existente, passando posteriormente para o projeto de uma solução que agregue todas as necessidades pretendidas.

Descrição da Solução existente

Sendo este um projeto que visa contribuir para o desenvolvimento de uma ideia já projetada, construída e apresentada em parte no documento PT 107310 (Silva e Vicente, 2015), a primeira etapa será obrigatoriamente a análise da construção existente, identificando falhas e pontos fortes com o intuito de definir o trajeto de desenvolvimento do projeto em questão. A figura 10 apresenta o protótipo construído, assente na ideia base da patente referida, o qual serviu como base para o desenvolvimento deste projeto.



Figura 10: Protótipo relativo ao documento PT 107310 (Silva e Vicente, 2015)

Analisando o sistema já construído identificamos algumas limitações relacionadas com o isolamento, segurança e armazenamento do PCM e do material isolante. Em questão de isolamento, destacam-se a ineficiência de isolamento entre as diversas lamelas e entre as lamelas e as laterais da estrutura. Estes problemas, conjugados com a falta de material isolante em toda a área visível das lamelas quando fechadas, permitem a troca de calor entre o exterior e interior.

Por outro lado, o referido protótipo tem a movimentação e suporte das lamelas assegurada por duas cordas e uma fita acessíveis quer pelo exterior quer pelo interior, facto que permite uma construção mais leve e menos dispendiosa, no entanto menos segura no que toca a possíveis arrombamentos.

Por fim, esta construção tem como base uma veneziana, na qual é colada, de um lado das lamelas um perfil oco com PCM no seu interior, e do outro lado, um perfil oco contendo XPS com vista a

criar isolamento. Esta solução construtiva tem como principal entrave o facto de o PCM ser gorduroso, dificultando a aplicação de cola entre as lamelas e as secções ocas, facto que potencia a libertação e queda das secções ocas, desprovido este estore da sua principal função que é utilizar o PCM para armazenar energia sob a forma de calor latente, transferindo o mesmo para o exterior ou interior consoante necessidade.

A figura 11 apresenta as limitações identificadas e referidas anteriormente no protótipo de estore bi-funcional construído.



Figura 11: Limitações presentes no protótipo de estore bi-funcional construído

Após analisar o protótipo já construído percebemos que, para o seu correto funcionamento, o projeto a desenvolver deve ser capaz de armazenar energia sob a forma de calor, bem como impedir que energia sob a forma de calor atravesse a envolvente envidraçada. Para além disto, o sistema deve ser capaz de, em caso de necessidade, libertar a energia armazenada quer para o exterior quer para o interior do edifício, contribuindo desta forma para a atenuação das flutuações internas de temperatura do edifício. Estando este sistema a ser pensado para o clima português, a função de aquecimento do interior do edifício será a mais relevante, sendo os materiais de construção escolhidos de forma a favorecer esta função.

Facilmente se percebe que isto só será alcançável com lamelas que consigam isolar o máximo possível o interior do exterior, contendo estas lamelas no mínimo duas cavidades longitudinais, uma contendo PCM e outra contendo material isolante devidamente armazenados, evitando fugas. Por outro lado, estas lamelas devem ser capazes de rodar a ponto de inverter o PCM e o material isolante de lado, permitindo desta forma direccionar o PCM para o interior ou exterior, consoante necessidade.

Além do supramencionado, o mecanismo de movimentação das lamelas deve ser capaz de as manter em qualquer ângulo desejado, bem como de as recolher completamente, permitindo assim que o utilizador regule completamente a quantidade de luz natural que atravessa esta envolvente. Por último, e não menos importante, o mecanismo deve garantir segurança contra intrusão quando o estore estiver completamente fechado, devendo por isso ser uma estrutura rígida quando fechada.

Cumprindo estas necessidades o mecanismo projetado será capaz de realizar todas as ações já realizadas pelos estores existentes no mercado, bem como adicionar a função de auxílio na regulação térmica dos edifícios, contribuindo para a redução do consumo de energia dos mesmos.

Projeto mecânico das lamelas

Concluída a fase de análise da solução existente e identificação das necessidades deste projeto, iniciou-se a fase de projeto propriamente dita. Optou-se por iniciar o projeto pela construção do melhor modelo de lamela, modelo esse que deve ser capaz de cumprir todos os requisitos enumerados anteriormente. Como primeira opção, foi pensada uma lamela com 3 cavidades longitudinais. Este modelo foi projetado numa ótica de dupla funcionalidade, visto que conseguiria ter dois PCM's diferentes, podendo um funcionar melhor a temperaturas mais baixas e outro a temperaturas mais altas, ficando os dois separados por uma cavidade que contivesse material isolante. A figura 12 apresenta uma imagem exemplificativa deste modelo.

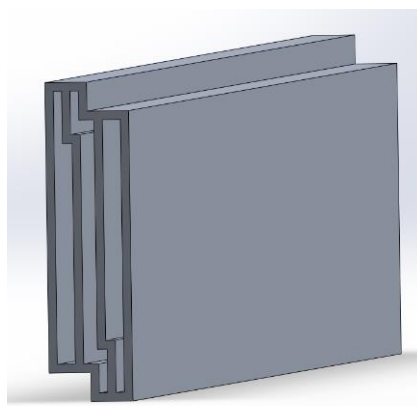


Figura 12: Projeto de lamela com três cavidades

Esta ideia, apesar de promissora pela sua versatilidade de funcionamento, rapidamente foi abandonada pois, a espessura das cavidades tornaria impossível de criar uma tampa que funcionasse como vedação dos topos das cavidades e suporte da lamela em simultâneo, sendo a única opção aumentar a espessura da lamela para um valor excessivamente grande, aumentando com isso o peso e custo final de construção do projeto, tornando o mesmo inviável.

Com a ideia de três cavidades abandonada, desenvolveu-se um projeto de lamela de duas cavidades, menos versátil, mas mais exequível, que incorpora apenas um tipo de PCM e um tipo de isolante térmico, contidos num perfil extrudido de duas cavidades. Para o correto funcionamento deste modelo de lamela a mesma deve evitar ao máximo a existência de pontes térmicas lineares, ou seja, a mesma deve ser projetada de forma que a zona de contacto com a lamela seguinte sobreponha as cavidades de PCM e de isolante térmico, de forma a maximizar o isolamento térmico entre os dois lados do estore, reduzindo pontes térmicas lineares.

Com isto em mente, foi projetada uma secção de lamela composta por duas secções retangulares ocas desfasadas em comprimento perfazendo a altura total de 115 milímetros por uma largura de 40 milímetros. A largura de 40 milímetros prende-se com a necessidade de tornar viável a criação de um sistema de fecho e suporte das lamelas, sem que as dimensões do mesmo sejam demasiado reduzidas e frágeis. A altura da lamela foi pensada de forma à mesma não ser demasiado pesada, e ao mesmo tempo a relação altura largura não ser demasiado pequena, fator que faria disparar a

altura de caixilharia necessária para albergar as lamelas, face à área de janela propriamente dita. A figura 13 representa este projeto de lamela.

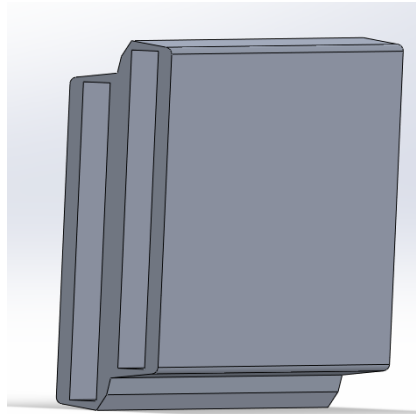


Figura 13: Projeto de lamela com duas secções

Apesar da configuração escolhida ser a ideal para a finalidade pretendida, esta ainda carece de diversos ajustes. Os primeiros ajustes realizados focaram a necessidade de garantir que durante a rotação as diversas lamelas não colidam entre si, impedindo a rotação global do sistema, ajustes esses que incidiram no arredondamento dos cantos das lamelas, com vista a aumentar as folgas de rotação entre si. Para além disto, nesta fase foi também ponderado o melhor formato de fixação das lamelas no sistema de movimentação a projetar. Com vista a deixar em aberto todas as opções de construção de sistemas de movimentação, optou-se por inserir no centro da secção um furo cilíndrico, no qual será realizado um roscado M8 em ambas as extremidades, de forma a aparafusar qualquer sistema de movimentação a projetar. Na figura 14 são visíveis todas as alterações descritas anteriormente.

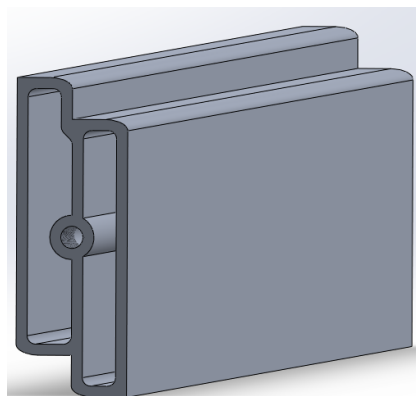


Figura 14: Alterações à secção de lamela projetada

Por último, falta pensar um sistema que permita garantir o fecho hermético das extremidades das cavidades das lamelas. Esta fase requer algum cuidado pois qualquer solução com base em cola terá pouco efeito devido a característica gordurosa do PCM e qualquer solução que implique solda deverá ser realizada com as secções das lamelas ainda vazias. Esta afirmação prende-se com o facto de, quando expostos a altas temperaturas, típicas dos processos de solda, as características

térmicas dos PCM's são alteradas, danificando os mesmos. Considerando estas premissas, foi projetada uma solução que envolve processo de solda com as cavidades ainda vazias, e aparafusamento após encher as cavidades com os devidos materiais. Esta solução consiste na criação de quatro tampas, duas delas completamente fechadas, a serem soldadas numa das extremidades da lamela, e outras duas tampas com um furo cada. Estas duas tampas serão também elas soldadas na outra extremidade da lamela, sendo os furos utilizados para posteriormente realizar o enchimento de PCM e isolante térmico nas devidas cavidades. Devido a natureza do projeto, a cavidade maior será destinada a PCM, tendo a tampa desta cavidade um furo de maior diâmetro, permitindo a utilização de funis para o enchimento do PCM, que deverá ser transferido para a lamela no estado líquido, que corresponde ao estado de maior volume. Por fim foi pensada a utilização de parafusos de cabeça de embeber de oco hexagonal FHC M8 x 12 ISO 10642 para selar a cavidade de PCM e parafusos sem cabeça com oco hexagonal HC M6 x 12 ISO 4026 para selar a cavidade de material isolante térmico. Para ambas as roscas, foi pensada a utilização de fita de PTFE garantindo desta forma aperto e estanquicidade das mesmas, prevenindo problemas relacionados com desaperto por vibração ao longo do tempo ou fugas através do roscado. A figura 15 apresenta as tampas de selagem das cavidades da lamela, com e sem os elementos roscantes.

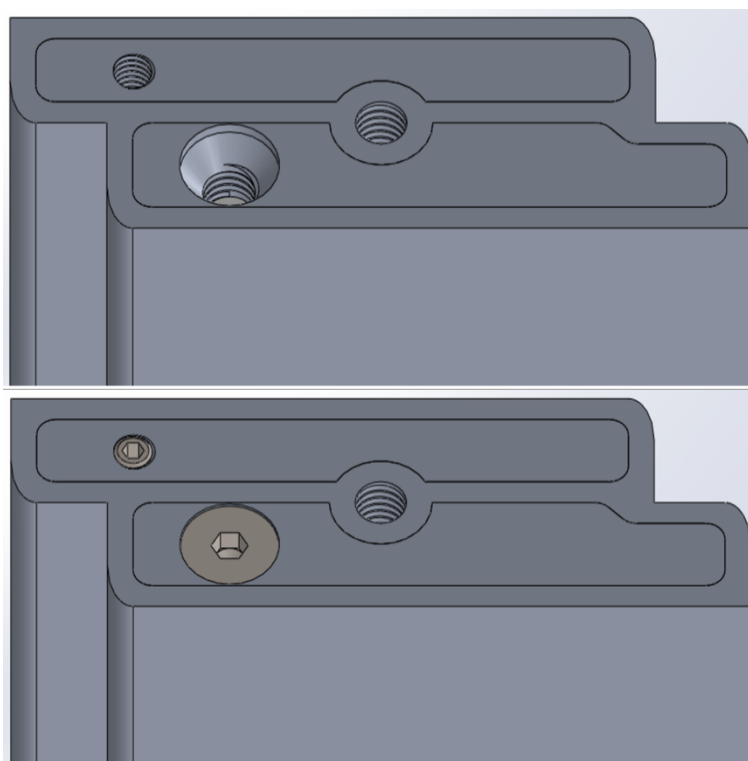


Figura 15: Tampas de selagem das cavidades da lamela.

Com tudo isto, fica concluída a abordagem a estrutura da lamela, ficando a mesma definida. Apenas referir que no capítulo dos resultados serão apresentados os resultados da resistência mecânica destes componentes, avaliados com recurso a ferramentas numéricas. No Anexo 1 encontram-se os desenhos técnicos de todas as peças não normalizadas da lamela, bem como o respetivo desenho de conjunto do sistema.

Projeto de Sistema de Movimentação

Após concluída a fase de projeto da lamela, segue-se o projeto do sistema de movimentação das mesmas. Nesta fase, serão estudadas diferentes abordagens ao sistema. De notar que este processo foi evolutivo, no qual os principais defeitos dos sucessivos projetos foram sendo corrigidos, originando a solução final aqui apresentada.

Perspetiva global de sistema de movimentação

No início deste percurso foi pensada uma solução que tinha como principal característica garantir a independência de movimentos intra e inter lamelas, isto é, conseguir garantir independência entre movimento de rotação e de traslação das lamelas, bem como garantir independência de movimento de lamelas adjacentes. Apesar desta independência de movimentos, o sistema teria obviamente a impossibilidade de alterar a ordem das lamelas pois, a título de exemplo, para a segunda lamela subir a primeira lamela teria de subir primeiro. Uma solução para esta funcionalidade seria alcançada acoplando a cada lamela dois motores responsáveis por transacionar a mesma, um em cada uma das extremidades da lamela, e um motor responsável pela componente de rotação. A figura 16 apresenta uma imagem de pormenor do lado onde seriam colocados dois motores, um para rotação e um para traslação.

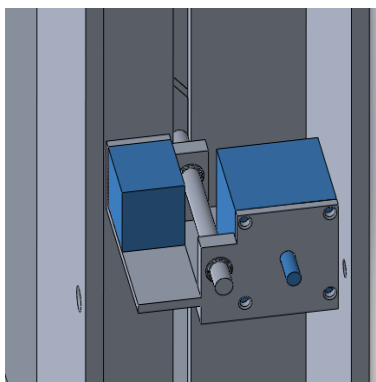


Figura 16: Pormenor do suporte de dois motores

Neste sistema, o motor de traslação seria colocado no lado esquerdo do suporte, sendo o motor de rotação colocado no lado direito.

Por ser um projeto bastante promissor, que permitiria ao utilizador obter diversas funcionalidades e configurações das lamelas que estores convencionais não permitem, tais como ocultar apenas uma qualquer secção horizontal da envolvente envidraçada, ou orientar as lamelas para interior ou

exterior apenas quando o PCM nelas contido estivesse na temperatura e fase desejadas, foi decidido dar continuidade a este modelo.

No sentido de tornar o movimento viável, foi pensada a utilização de um sistema pinhão-cremalheira utilizado pelos motores de translação para efetivamente movimentar as lamelas, bem como um sistema pinhão-coroa utilizado pelo motor de rotação para realizarem a rotação das lamelas. Por outro lado, a massa do conjunto lamela mais sistema de movimentação foi estimado com recurso ao software de modelação SOLIDWORKS 2019 (Dassault Systèmes SE, 2021), tendo como base a liga de alumínio AL2014 para o material do perfil da lamela, poliuretano como material isolante e CrodaTherm 53-PA-(SG) (Croda International Plc, 2021) como material de mudança de fase. Esta estimativa teve como resultado uma massa total de 6,51 Kg por lamela que, numa configuração de redução de rotação 4:1 resultaria em cerca de 0,2 N.m de torque para cada motor de translação. No que concerne ao cálculo do binário necessário para o motor de rotação, o primeiro passo foi o cálculo da inércia de rotação do conjunto, 0,0066 Kg.m². Com este valor, considerando uma aceleração angular de 24 rad/s² e mais uma vez uma redução de rotação de 4:1, obteve-se um binário final de 0,4 N.m requerido pelo motor.

No final deste processo, os motores que mais se adequaram ao projeto foram os motores de passo Nema 17 ST4118M0706-A (Nanotec Electronic GmbH & Co. KG, 2021) e Nema 23 SCA5618X2804-A (Nanotec Electronic GmbH & Co. KG, 2021) para as funções de translação e rotação nomeadamente. Referir apenas que, foi pensada a utilização de motores de corrente contínua de elevada rotação, pelas dimensões reduzidas e preços mais em conta, no entanto, dado o binário requerido, nem com grandes reduções este tipo de motores suportariam os esforços necessários.

Após isto, o tamanho e apoio dos suportes foi alterado para poder fixar estes motores, sendo também adicionados, em ambos os lados da lamela, rolamentos lineares de esferas, com o propósito de prevenir a rotação dos apoios dos motores, impedindo a deslocação indevida dos mesmos. Para além disso, este sistema seria acoplado ao eixo da lamela por meio de três rolamentos, dois colocados entre o eixo da lamela e o suporte dos motores propriamente dito, e o último entre o pinhão do sistema de translação e o eixo da lamela.. Ressalvar apenas que, nesta fase do projeto parte das peças enumeradas não são apresentadas nas imagens de pormenor, sendo o motivo para tal enumerado mais adiante. A figura 17 apresenta em pormenor o suporte de um motor, utilizado para translação da lamela. A figura 18 apresenta em pormenor o suporte e os dois motores, sendo um de translação e outro de rotação.

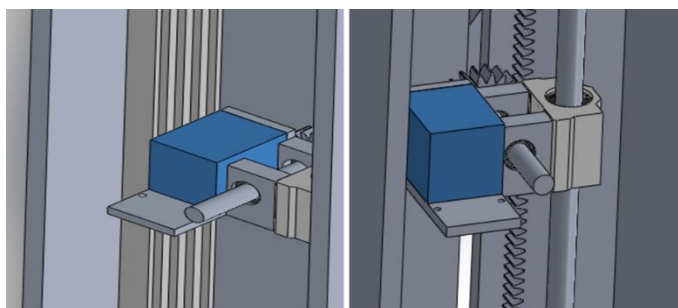


Figura 17: Pormenor do suporte de um motor

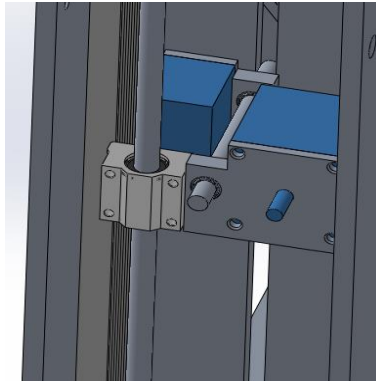


Figura 18: Pormenor do suporte de dois motores

Por fim, no desenvolvimento deste projeto, falta adicionar o acionamento e controlo de todos os motores envolvidos neste projeto. Para isto foi pensada a criação de uma calha em plástico, idealmente PTFE, contendo diversos rasgos onde seriam colocadas fitas de cobre, através dos quais os motores seriam alimentados e controlados. Estas fitas de cobre estabeleceriam contacto com os motores através de um sistema de escovas, a ser dimensionado de forma a ter capacidade para as potências necessárias e sensibilidade para efetuar o controlo dos motores. A figura 19 apresenta em pormenor a calha de PTFE com uma das fitas de cobre referidas.

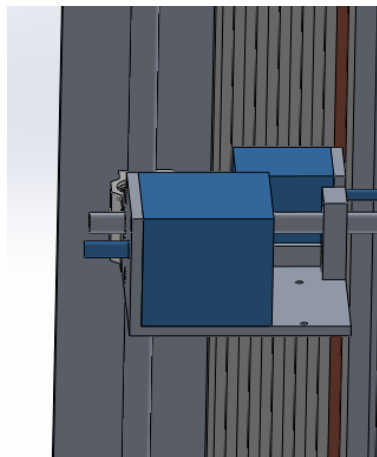


Figura 19: Pormenor da calha de PTFE com uma das fitas cobre

Apesar de muito promissora a ideia de conseguir criar um sistema de movimentação totalmente independente, desistiu-se desta ideia pois, como se pode verificar, a quantidade e tipologia de materiais para produzir este sistema torna-o demasiado dispendioso para ser viável de produzir. A tabela 1 apresenta uma lista com os principais materiais do sistema de movimentação para um estore com apenas dez lamelas, sendo já suficiente para inviabilizar toda a construção deste projeto.

Tabela 1: Estimativa de custo e quantidade de peças para a construção do protótipo

Produto	Designação	Preço (€)	Quantidade	Total (€)
Rolamento rígido de esferas	SKF W61700	4,00	30	120,00
Rolamento Linear	Thomson SPPBM12	88,88	20	1777,60
Motor de rotação	Nanotec Nema 17	59,58	10	595,80
Motor de Translação	Nanotec Nema 23	24,21	20	484,20
Varão	Thomson 12 MM RL	91,29	1	91,29
Pinhão de translação	Norelem 22400-0140400012	26,16	20	523,20
Cremalheira	Automatoportas CR4-2	31,46	2	62,92
Total				3655,01

Pela análise da tabela verifica-se que o preço de custo de um estore com este sistema será elevado para o produto em causa. As imagens relativas a este projeto não contêm todos os materiais pensados para a sua conceção pois, a tabela de custos supramencionada foi realizada lado a lado com a conceção do projeto, inviabilizando a sua construção, antes mesmo de este ser finalizado.

Desta feita, e numa ótica de redução de materiais e custos de produção, optou-se por tornar o movimento de cada lamela dependente do movimento das lamelas adjacentes. Com isto surgiu também a ideia de tornar o movimento de fecho do estore ascendente, ao invés do tradicional movimento descendente, sendo para isto o estore armazenado na parte inferior do sistema, ao invés de ser armazenado no topo. Tudo isto para introduzir a mecânica de movimentação das lamelas tracionadas por dois cabos de aço que percorreriam todas as elas, sendo fixos em dois pontos por lamela, permitindo desta forma utilizar os mesmos cabos e motores para rotação e translação de todas as lamelas.

Para isto, é necessário calcular o binário necessário para movimentar a massa de todas as lamelas, considerando um estore com 16 lamelas. Mais uma vez, foi utilizado o software SOLIDWORKS para estimar a massa de uma lamela com os respetivos suportes laterais, o que perfaz um total de 6.06 Kg, sendo os materiais os mesmos já utilizados para a simulação de massa do sistema anteriormente pensado. Tendo em conta a utilização de 16 lamelas e polias de tração com 50 mm de diâmetro, o binário necessário por motor para fazer funcionar este sistema têm de ser superior a 0,95 Nm. Ressalvar que, neste sistema, cada motor deverá ter binário para suportar o peso de todas as lamelas, razão pela qual o valor calculado anteriormente é tão elevado.

Após este cálculo, foram selecionados os motores Nema 23 SCA5618M2804-A2 (Nanotec Electronic GmbH & Co. KG, 2021) acoplados a caixas redutoras GSGE60-25-1 (Nanotec Electronic GmbH & Co. KG, 2021). Nesta fase outros motores, motores de corrente contínua foram analisados, porém, ou eram mais dispendiosos, ou não conseguiam extrair o binário necessário para esta aplicação. A figura 20 apresenta uma solução de caixilharia com o motor e caixa redutora acoplados numa das extremidades. Ressalvar que para este projeto outro conjunto motor-caixa redutora teria de ser colocado na extremidade oposta do topo da caixilharia do estore.

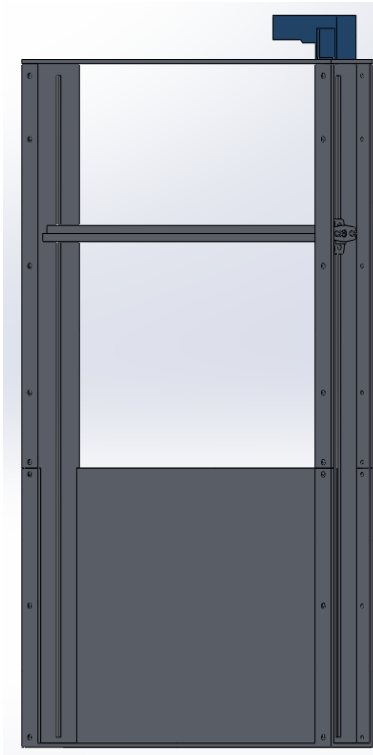


Figura 20: Caixilharia com motor Nema 23 e caixa redutora acoplados

Para tornar funcional o referido sistema de movimentação, foi também projetada uma peça oval, a qual foi referida anteriormente como suporte lateral, que liga à lamela através de uma ligação roscada. Estes suportes laterais contêm dois furos, próximos daquilo que seriam os focos da elipse, furos esses que incorporam duas peças cilíndricas, fixas com recurso a anéis elásticos. Estas peças cilíndricas contêm dois furos, um diametral a cinco milímetros do topo e um central de topo a interseção do furo diametral, que são responsáveis por guiar o cabo de aço e um perno roscado, permitindo desta forma utilizar o perno roscado no furo central para fixar o cabo de aço que atravessa o furo diametral.

Por último seria apenas necessário criar um sistema de roldanas capaz de ligar os cabos de aço de um lado ao outro do estore, de forma que cada um dos motores possa acionar simultaneamente um dos cabos no lado direito e esquerdo do estore. Desta forma, se apenas um dos motores funcionasse as lamelas teriam movimento de rotação, e se ambos os motores funcionassem com igual passo as lamelas teriam movimento de translação, ficando assim assegurados todos os movimentos das lamelas. A figura 21 apresenta uma imagem de pormenor contendo a representação daquilo que seria o motor e caixa redutora referidos, contendo também o suporte lateral da lamela, com os respectivos pinos de aperto do cabo de aço inseridos na mesma.

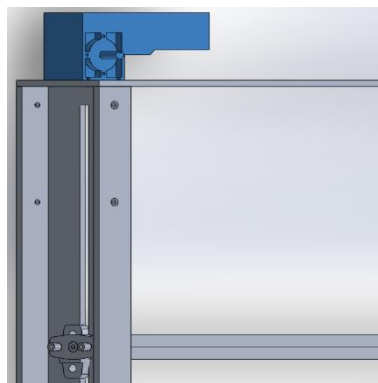


Figura 21: Pormenor do sistema de movimentação

Salientar que, a figura acima apenas serve de ilustração do que seria este sistema caso fosse o sistema escolhido. Por não o ser, diversas peças não se encontram representadas.

O projeto do sistema anterior acabou por ser abandonado, pois o referido sistema iria representar um enorme espaço em vazio na parte superior da caixilharia. Este pormenor, aliado ao elevado custo de aquisição das referidas caixas redutoras, levou à reestruturação da ideia anterior, com o intuito de projetar um sistema que mantenha as mesmas premissas de movimento, porém, mais compacto e menos dispendiosos. Esta reformulação incidiu principalmente da escolha de motores, pois esta era a peça que impossibilitava o aproveitamento de espaço na parte superior do equipamento.

Com isto surgiu a ideia de utilizar motores tubulares tipicamente aplicados em estores de enrolar que, caso sejam bem controlados e monitorizados, possuem binário suficiente para movimentar todas as lamelas necessárias. Facilmente se percebeu que estes motores, pela sua geometria e funcionamento seriam a opção ideal para este projeto, pois, quando conjugados com um tubo hexagonal, também ele tipicamente aplicado em estores de enrolar, permitem movimentar cabos de aço quer à esquerda quer à direita. O facto de estes motores serem construídos numa ótica tubular, permite-lhes atingir grande binário sem representar um grande aumento de altura na parte superior do sistema em questão.

Após uma breve pesquisa do mercado português para estas equipamentos, duas empresas destacaram-se pela variedade de produtos, e pelo reduzido custo dos mesmos, sendo elas a Motorline Professional (Motorline Electrocelos S.A., 2021) e a Automatoportas (Automatoportas – Automatismos e portas Lda, 2021). Entre as duas, para este projeto, as diferenças não são muitas, sendo os produtos da empresa Automatoportas mais baratos. Por este facto, foram seleccionados motores tubulares desta empresa.

Tendo o conjunto das 16 lamelas massa total de cerca de 100 Kg e considerando que cada um dos dois motores deve ser capaz de, sozinho, suportar o peso total do conjunto, foi seleccionado o modelo Estando assim seleccionado o modelo de motor tubular STOR80N (Automateasy e Automatoportas – Automatismos e portas Lda, 2021), sendo este um motor capaz de suportar os esforços requeridos, sendo compacto e pouco dispendioso face aos concorrentes.

A figura 22 apresenta o modelo de motor tubular STOR80 (Automateasy e Automatoportas – Automatismos e portas Lda, 2021), modelo que apenas difere do modelo a utilizar no facto de ser adequado para tubo redondo e não para tubo octogonal.



Figura 22: Motor tubular modelo STOR80 (Automateasy e Automatoportas – Automatismos e portas Lda, 2021)

Estando seleccionado o sistema global de funcionamento, bem como os respetivos motores capazes de suportar os esforços necessários, partiu-se para desenvolvimento do sistema responsável por conectar o movimento dos cabos de aço às lamelas.

Projeto do sistema de suporte das lamelas

Nesta fase, foi projetado um conjunto de peças que estabelecem a ligação entre a lamela e os cabos de aço utilizados para movimentar todas as lamelas. Este conjunto é constituído por 3 peças principais, um elemento central fixo à lamela, e dois elementos com liberdade de rotação, inseridos no elemento central. As figuras 23 e 24 apresentam duas vistas em perspetiva do referido conjunto de suporte das lamelas.

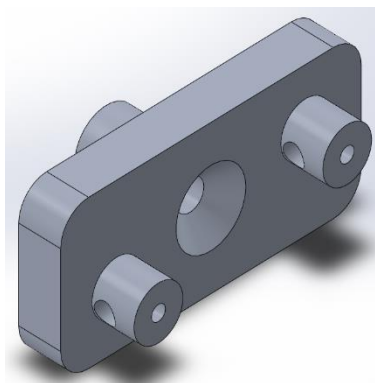


Figura 23: Perspetiva superior do conjunto de suporte da lamela

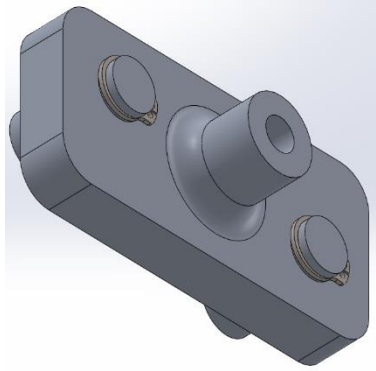


Figura 24: Perspetiva inferior do conjunto de suporte da lamela

De notar que, para o correto funcionamento do sistema, foram projetados dois conjuntos de suporte de lamelas, um para aplicação no lado esquerdo do estore e outro para aplicação no lado direito. Estes conjuntos apenas diferem nos elementos centrais, sendo simétricos.

Para completar este sistema, o conjunto projetado deverá ser unido à lamela através de uma ligação roscada, com recurso a um parafuso de cabeça de embeber de oco hexagonal FHC M8 x 60 ISO 10642, e duas anilhas recartilhadas exteriores, uma plana de norma DIN 6798 A, aplicada entre a lamela e o elemento central do conjunto e uma cônica de norma DIN 6798 V entre a cabeça do parafuso e o referido elemento. Para além disto, de forma a garantir a imobilização desta ligação, deverá ser utilizado o imobilizador de rosca LOCTITE 271 THREADLOCKER (Henkel Corp. USA, 2021). Para permitir a rotação dos elementos cilíndricos, estes devem ser inseridos no elemento central e trancados com recurso a anéis elásticos para veios 11 x 1 DIN 471. A figura 25 apresenta a perspetiva inferior do conjunto de suporte devidamente montado na lamela, sendo esta a configuração final após montagem do estore.

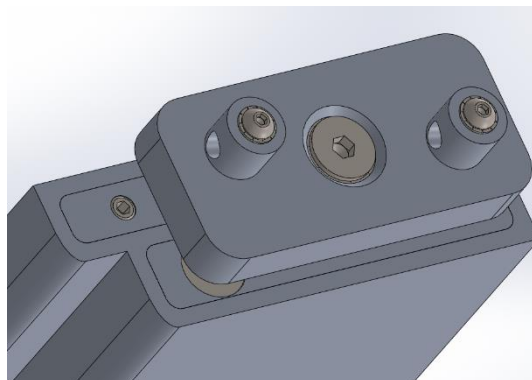


Figura 25: Perspetiva inferior do conjunto de suporte montado na lamela

No Anexo 1 encontram-se os desenhos técnicos de todas as peças não normalizadas deste conjunto, bem como o respetivo desenho de conjunto.

Projeto de caixilharia do estore

Como última fase do desenvolvimento de componentes, a caixilharia do estore deve ser capaz de incorporar todos os componentes já referidos, manter os mesmos no seu devido lugar e permitir o correto funcionamento do sistema. Tudo isto deve ser pensado numa ótica de redução do espaço ocupado pelo sistema, mantendo sempre a rigidez do mesmo, rigidez essa que será imprescindível para garantir a segurança contra invasão. Para conseguir isto, e devido á simetria lateral do estore, foram projetadas 6 peças de suporte, quatro peças verticais e duas horizontais, fixas entre si com recurso a parafusos de cabeça de embeter sextavados interiores FHC ISO 10642, de diversas medidas.

A peça da base foi pensada numa ótica de manter o afastamento dos suportes laterais, permitindo também, em caso de necessidade ser furada no sentido de incorporar parafusos de fixação entre o estore e a parede onde se encontrar inserido. Por outro lado, esta peça tem o formato de 'L' para permitir ocultar a parede por trás da caixa de estore. Na parte frontal optou-se por não colocar nenhum elemento opaco, no sentido de permitir que o PCM presente nas lamelas continue a armazenar energia, mesmo quando o estore se encontrar aberto, com as lamelas todas recolhidas na sua zona inferior.

As peças verticais foram pensadas de forma que, em conjunto sirvam as funções de suportar o peso das lamelas, proteger o sistema de movimentação das lamelas contra qualquer tentativa de intrusão, permitir fixação do estore às paredes laterais, permitir a correta movimentação das lamelas e de todo o sistema de movimentação e fornecer apoio para os motores selecionados para fazer funcionar o modelo. Para isto, cada lateral conta com duas peças, uma peça interior com dez milímetros de espessura em 'U', contendo um rasgo na secção central, sendo esta peça denominada por "suporte lateral", e uma segunda peça, também ela em 'U', completamente fechada, ficando esta na parte exterior da lateral, sendo por isso denominada de "tampa lateral", apesar de também suportar parte da massa das lamelas.

Os rasgos centrais dos suportes laterais foram desenvolvidos de forma a serem suficientemente largos para permitirem que as peças de suporte das lamelas se movimentem no seu comprimento, permitindo também a passagem de uma ferramenta de aperto de parafusos, podendo desta forma ser fixado o estore às paredes laterais. No entanto esta abertura não tem espaço suficiente para usar um alicate de corte com o intuito de cortar os cabos de suporte das lamelas, impossibilitando assim qualquer tentativa de intrusão com base neste pressuposto. Para além disto, este rasgo fica completamente oculto quando o estore se encontra completamente fechado impossibilitando todo e qualquer acesso ao sistema de movimentação das lamelas.

As tampas laterais foram desenvolvidas de forma a permitir a sua fixação as paredes laterais, sendo estas peças utilizadas para estabelecer ligação entre os suportes laterais a base e a peça superior.

Por fim, a peça superior, designada por "suporte superior", também ela projetada com 10 milímetros de espessura e em forma de 'U' estabelece a ligação superior entre os dois pilares laterais, ficando desta forma garantida a integridade estrutural do conjunto. Esta peça serve também como suporte para os motores.

A figura 26 apresenta uma perspetiva explodida das 6 peças estruturais, não estando nela representados os parafusos que as unem.

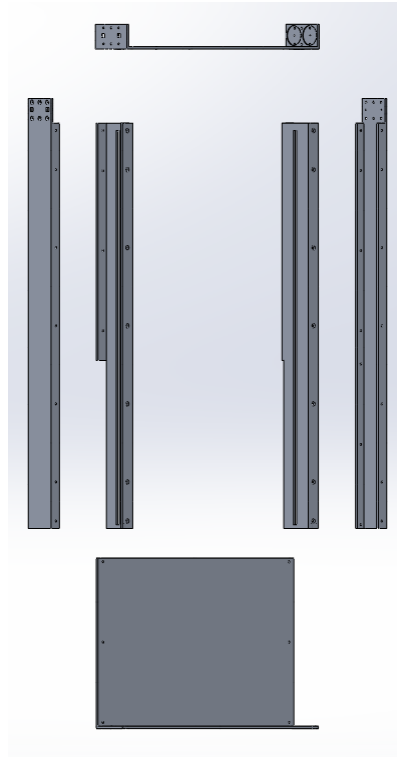


Figura 26: Perspetiva explodida das peças de suporte da caixilharia

Para concluir a construção da caixilharia foram projetadas mais três peças:

1. Uma peça protetora dos dois motores, sendo esta uma chapa que cobre todo o compartimento dos motores, aparafusada pela parte inferior da peça estrutural superior;
2. Um batente superior para as lamelas, projetado para selar a parte superior do estore de forma mais eficiente, também este aparafusado na parte inferior da peça estrutural superior;
3. Um ponto de fixação dinâmico dos cabos de aço, a soldar na zona inferior da caixilharia, impedindo desta forma que o conjunto de lamelas seja levantado para possibilitar intrusão.

A figura 27 mostra a vista em perspetiva da caixilharia do estore devidamente finalizada.

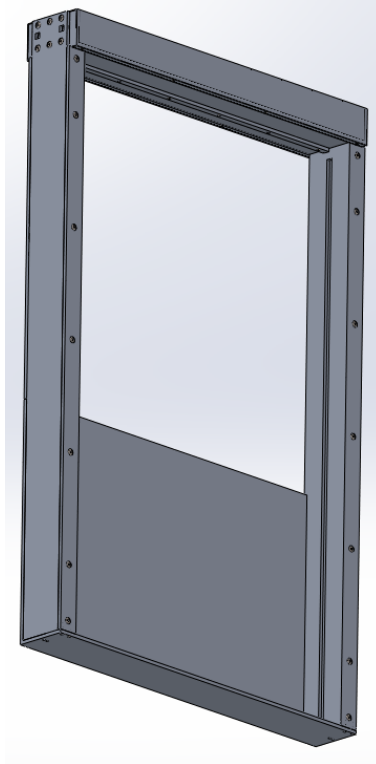


Figura 27: Vista em perspectiva da caixilharia do estore

O Anexo 2 apresenta os desenhos técnicos das peças não normalizadas da caixilharia bem como o respetivo desenho de conjunto.

Com isto finaliza-se o processo de desenvolvimento do sistema mecânico do estore bi-funcional, faltando selecionar os materiais mais indicados para produção de todas as peças, bem como os processos de produção necessários para o fabrico das peças usadas neste projeto.

Escolha de Materiais e Processos de Produção

Após o projeto mecânico de sistema de estore bi-funcional, selecionaram-se os materiais mais adequados para produção do mesmo, bem como os processos de produção mais indicados para produção em massa das peças necessárias.

Seleção dos Materiais

No que concerne à seleção de materiais para as peças estruturais não normalizadas, o material escolhido foi a liga de Alumínio 2014 pela sua boa relação resistência-massa, permitindo construir um estore bastante resistente com relativa baixa massa. Este material é também indicado para produção do perfil das lamelas e de todas as peças não normalizadas de suporte das lamelas.

Quanto ao PCM a ser utilizado, foi selecionado o produto CrodaTherm 53-PA-(SG) (Croda International Plc, 2021), cujo *datasheet* se encontra no anexo 3. Foi selecionado este produto devido ao elevado número de ciclos térmicos sem perda de características, temperatura de mudança de fase adequada, baixa condutividade térmica e elevado calor latente de fusão, permitindo ao estore funcionar durante bastantes anos, sem perda de rendimento e com elevada capacidade de armazenamento e libertação de energia. Para além destas características, este material possui condutividade térmica de $0,28 \text{ W.m}^{-1}\text{.K}^{-1}$ no estado sólido e $0,16 \text{ W.m}^{-1}\text{.K}^{-1}$ no estado líquido, melhorando desta forma o isolamento térmico das lamelas.

Por outro lado, para isolante térmico propriamente dito, e pela forma como este terá de ser inserido na lamela, foi selecionado o produto Silfiller Powder (Grupo BEL S.A., 2021), cujo *datasheet* se encontra no anexo 4. A escolha do isolante térmico mais adequado envolveu um processo de seriação de materiais sob algumas condicionantes:

1. O material a utilizar deverá ser induzido através de um furo roscado M6, pelo que, qualquer material com dimensões superiores fica automaticamente excluído;
2. O material deverá ter pouca ou nenhuma expansão térmica, tornando assim possível completar toda a cavidade de material, sem risco de danos por expansão;
3. A baixa densidade do material é um requisito importante para minimizar a massa do sistema global, permitindo a aplicação de motores menos dispendiosos;

O material identificado acima foi escolhido por ser um pó, com baixa expansão térmica e apenas 85 Kg.m^{-3} de densidade, fazendo com que seja muito mais fácil de manusear, garantindo as características térmicas necessárias.

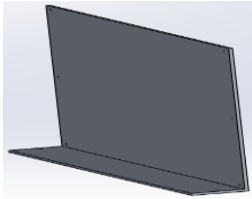

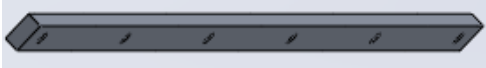
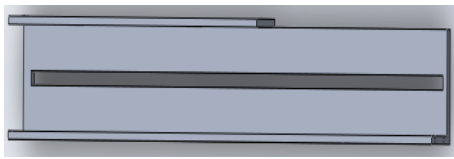



Para os cabos de suporte, foi selecionado um cabo de aço galvanizado de 5 mm de diâmetro, que terá durabilidade e resistência necessárias de forma a garantir o bom funcionamento durante todo o tempo de vida do produto.

Seleção de Processos de Produção

Nesta secção iremos analisar as peças a serem produzidas, de forma a identificar o melhor processo para a produção em massa do respetivo componente.

A tabela 2 apresenta a lista de todas as peças não normalizadas a produzir, bem como uma pequena imagem das mesmas, com o intuito de fundamentar o processo de produção escolhido.

Tabela 2: Processo de produção das peças não normalizadas

Nome da peça	Processo de produção	Imagem da peça
Base	Quinagem de chapa	
Fixação inferior do cabo de aço	Quinagem de perfil circular	
Batente superior lamela	Extrusão a quente	
Suportes laterais	Extrusão a quente Corte	
Suporte superior	Maquinagem Quinagem	
Tampas laterais	Extrusão a quente Corte	
Tampa Superior	Extrusão a quente	

Perfil da Lamela	Extrusão a quente	
Tampa Isolante	Extrusão a quente	
Tampa PCM	Extrusão a quente	
Tampa isolante com furo	Extrusão a quente	
Tampa PCM com furo	Extrusão a quente	
Pinos de rotação	Torneamento	
Suportes das lamelas	Fundição	

Para facilitar a leitura da tabela acima, todos os processos de furação, criação de escareados e criação de roscados foram intencionalmente deixados de fora, sendo esses processos transversais a quase todas as peças em produção.

O tubo octogonal foi intencionalmente deixado de fora da lista de processos de produção pois, as produtoras de motores tubulares vendem os referidos tubos em conjunto com os motores, facto que torna os preços bastante acessíveis. Por fim todas as peças simétricas, apesar de diferentes, partilham dos mesmos processos de produção, logo foram juntas na mesma linha, sendo elas as tampas laterais direita e esquerda, suportes laterais direito e esquerdo e os suportes das lamelas direito e esquerdo.

Após todo o processo descrito ao longo deste capítulo fica finalizado o projeto do sistema de estore bi-funcional, sendo obtida uma solução final que cumpre os requisitos propostos. O próximo passo a realizar foca a análise do resultado obtido. Esta análise realizada é apresentada no capítulo seguinte.

IV. Resultados e Discussão

Resultados do Projeto

Após realizar todo o projeto mecânico do sistema de estore bi-funcional, atingindo uma solução final bastante promissora, chega a fase de avaliação de todo o projeto, numa ótica de identificação de prós e contras. Neste capítulo será avaliado detalhadamente todo o sistema de estore, percorrendo todos os objetivos propostos numa perspectiva de identificação de todos os pontos fortes e fracos do projeto. Serão ainda justificadas algumas decisões tomadas durante a fase de projeto.

Características do projeto final

Considerando a proposta inicial do projeto de um estore capaz de armazenar material de mudança de fase e material isolante em compartimentos separados, com a capacidade de rodar e permitir o movimento de translação das suas lamelas foi projetado todo o mecanismo anteriormente explicado. Para além destas funções, tendo em conta os objetivos iniciais, todo o sistema foi pensado numa perspectiva de resistência a tentativas de intrusão. A figura 28 apresenta três renderizações do projeto final com as lamelas em posições diferentes.



Figura 28: Perspetivas de funcionamento do projeto final

O sistema projetado permite incorporar no interior das suas lamelas um volume total de 0.0203 m³ de PCM, representando um total de 3,7 MJ de energia armazenada durante o intervalo de temperatura de 40 °C a 66 °C. Por outro lado, permite o armazenamento de 0.01648 m³ de material isolante, distribuído por cavidades com 12 mm de espessura, tendo este material condutividade térmica de apenas 0.0328 W.m⁻¹.K⁻¹.

Desta forma, quando a incidência de luz solar for propícia, o PCM deverá ser orientado para o exterior, permitindo que o mesmo armazene energia sob a forma de calor latente. Durante a fase de armazenamento de energia, o material isolante presente na lamela estará localizado entre o PCM e o interior do edifício, dificultando a entrada de energia no edifício. Quando a temperatura no interior do edifício descer abaixo da temperatura ideal de conforto, o PCM deverá ser orientado para o interior do edifício, de modo a poder libertar a energia previamente armazenada. Durante esta fase, o material isolante presente na lamela estará localizado entre o PCM e o exterior do edifício, dificultando a libertação de energia contida no PCM para o exterior do edifício. A figura 29 apresenta uma renderização da posição de três lamelas durante a fase de armazenamento de energia exterior por parte do PCM. A figura 30 apresenta uma renderização da posição de três lamelas durante a fase de libertação de energia para o interior por parte do PCM.



Figura 29: Renderização da posição de três lamelas durante a fase de armazenamento de energia exterior por parte do PCM

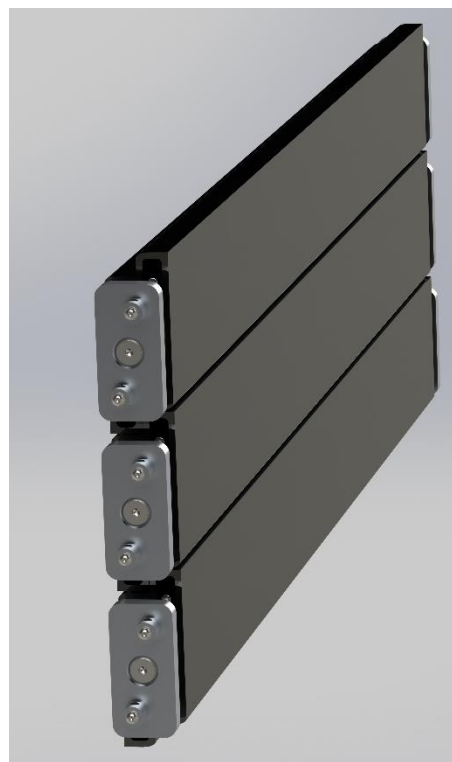


Figura 30: Renderização da posição de três lamelas durante a fase de libertação de energia para o interior por parte do PCM

Considerando o sistema de movimentação, em questão de segurança, o difícil acesso aos suportes das lamelas bem como aos cabos de sustentação dos mesmos, após montado todo o sistema, tornam este sistema difícil de quebrar, sendo os elementos mais fracos dois motores com capacidade de para suportar 80 N.m de torque cada, que na configuração projetada representam capacidade de suportar 140 Kg de massa cada. Esta característica torna o sistema de

movimentação selecionado altamente resistente que, aliado à espessura das lamelas e das peças de suporte do mecanismo tornam o estore resistente à invasão. A figura 31 apresenta duas renderizações de pormenor do sistema de movimentação, na qual não estão representados os cabos de aço.

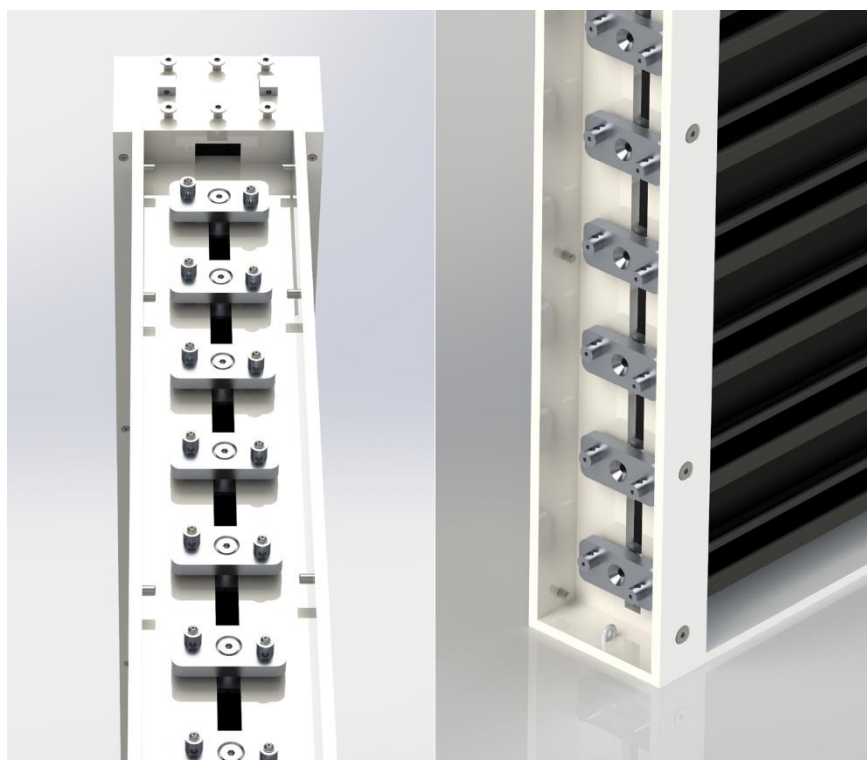


Figura 31: Pormenor do sistema de movimentação

Pela análise da figura é perceptível o traçado a realizar pelo cabo de aço o qual deverá, na zona inferior do mecanismo, ser passado por um orifício gerado entre a peça de base e um perfil circular curvado a 180 graus, impedindo que as lamelas sejam erguidas. Desta forma, todo o sistema fica completamente preso assim que as lamelas sejam completamente erguidas pelos motores, vincando a característica de segurança do mesmo, a qual foi tida sempre em conta ao longo de toda a fase de projeto.

Por fim, nesta fase foram também realizadas duas simulações de solicitação mecânica do sistema com recurso ao software SolidWorks Simulation (Dassault Systèmes SE, 2021). Estas simulações foram realizadas com recurso ao método dos elementos finitos, aplicado numa malha de elementos tetraédricos de tamanho global inferior a 10 mm. A primeira simulação envolveu a aplicação de uma força estática 4300 N distribuída pelos locais onde serão apoiados os motores. Esta carga equivale a sensivelmente quatro vezes o peso do conjunto das lamelas e sistema de movimentação, sendo desta forma testada a resistência das peças de suporte, quando sobre elas for exercido o peso do conjunto. Para complementar esta simulação, foi considerada como fixa em XYZ apenas a superfície inferior da base da caixilharia, superfície essa que, quando em utilização, deverá estar apoiada e fixa na estrutura do edifício. Este estudo teve como objetivo uma estimativa da resistência mecânica da caixilharia. A figura 32 apresenta o deslocamento resultante do sistema quando em carga, resultado do estudo realizado.

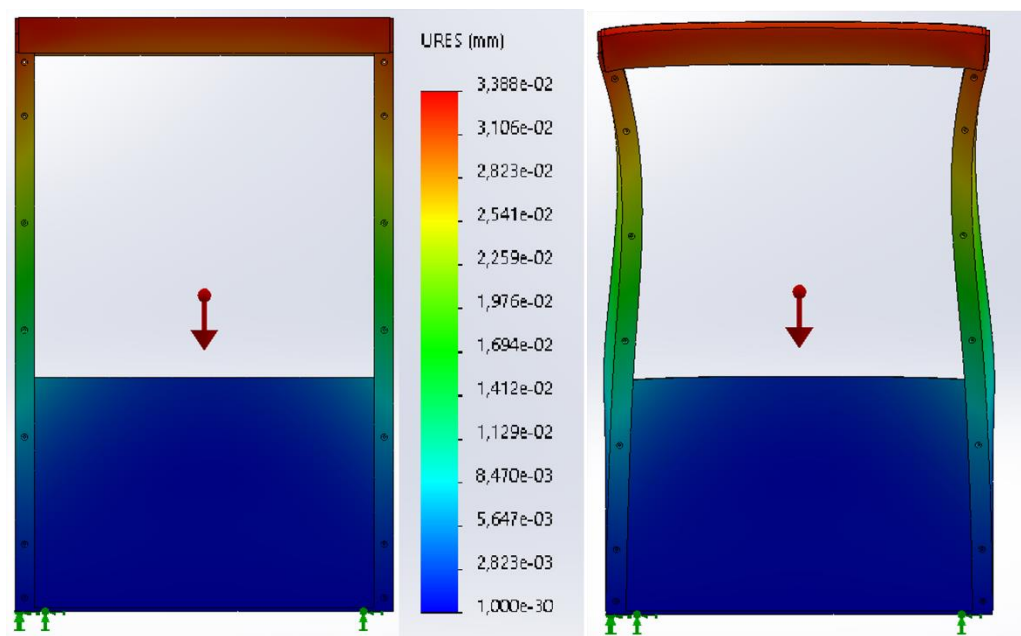


Figura 32: Resultado do estudo de resistência da caixilharia

O resultado do estudo realizado aponta para um deslocamento resultante máximo de 0,034 mm, sendo este um resultado bastante positivo para o sistema, tendo em conta que a força estática correspondeu a cerca de quatro vezes o peso máximo que o sistema irá suportar quando em utilização.

O segundo estudo a realizar foi a aplicação de uma força estática de 1000 N ao centro da lamela, quando esta estiver numa posição vertical, o que representa a posição da lamela com o estore fechado. Este estudo pretende simular a resistência mecânica da lamela, quando um intruso tentar forçar a entrada por meio de quebra das lamelas. Neste estudo foram tomados como fixas em YZ as secções cilíndricas dos suportes laterais da lamela, secções essas que, após montado o sistema, deverão ficar retidas pela caixilharia, tornando esta fixação uma aproximação bastante fiável da realidade.

A figura 33 apresenta o deslocamento resultante da lamela quando em carga, resultado do estudo realizado.

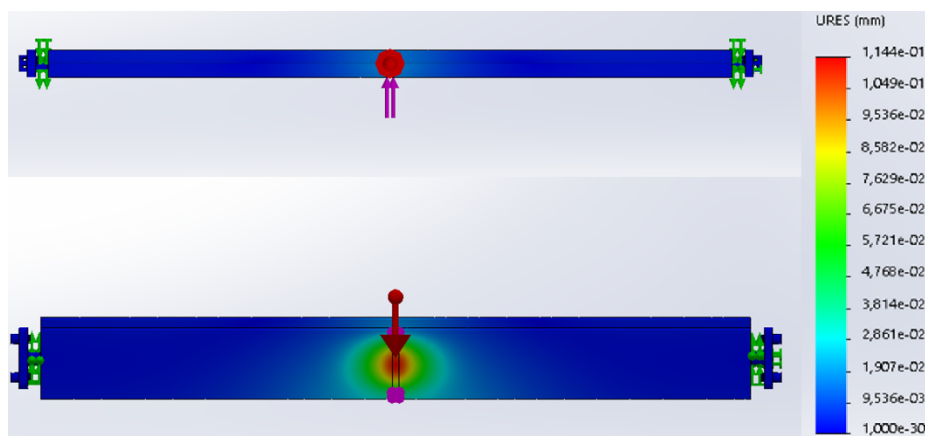


Figura 33: Resultado do estudo de resistência da lamela

O resultado do estudo realizado à lamela aponta para um deslocamento resultante máximo de 0,15 mm. Este resultado indica que, uma força de 1000 N perpendicular à lamela não seria suficiente para a quebrar, sendo esta mais uma confirmação da segurança do sistema desenvolvido neste trabalho.

Por último, falta apenas avaliar a viabilidade económica deste projeto. Nesta fase, dada a inviabilidade de obtenção de orçamentos de construção, o custo do projeto será avaliado com recurso apenas ao preço de aquisição dos materiais. O alumínio será avaliado com recurso ao preço por tonelada, tendo sido utilizado o software SolidWorks (Dassault Systèmes SE, 2021) para estimar a massa de alumínio requerida para a construção do projeto.

Tabela 3: Custo de aquisição de materiais para construção do sistema projetado

Material	Norma	Quantidade	Preço €	Total €
Alumínio		80 Kg	2,5	200,00
Motor STOR80N		2	136,49	272,98
Tubo octogonal		2	7,62	15,24
Parafuso FHC M8x20	ISO 10642	32	0,0565	1,81
Parafuso FHC M4x20	ISO 10642	10	0,026	0,26
Parafuso FHC M8x16	ISO 10642	8	0,0485	0,39
Anilha elástica 11x1	DIN 471	64	0,027	1,73
Parafuso FHC M8x10	ISO 10642	16	0,0665	1,06
Parafuso FHC M8x60	ISO 10642	32	0,2664	8,52
Parafuso HC M6x10	ISO 4026	16	0,0235	0,38
Anilha recartilhada plana 9,3	DIN 6798-A	32	0,0165	0,53
Anilha recartilhada cónica 8,4	DIN 6798-V	32	0,0499	1,60
Anilha recartilhada plana 4,55	DIN 6798-A	64	0,0095	0,61
Parafuso cabeça oval M4x8	ISO 7380	64	0,0265	1,70
Cabo de aço galvanizado 7 metros		2	20,23	40,46
CrodaTherm 53-PA-(SG)		20 Kg	8	160,00
Silfiller Powder		16.5 L	18,7	308,55
			Total	1015,81

Ressalvar que, para executar a construção do sistema projetado, o valor será bastante superior ao valor de aquisição dos materiais, pela complexidade de produção das peças projetadas.

Montagem do projeto

Para montar todos os componentes no estore, o primeiro passo a realizar é a soldadura das quatro tampas de alumínio nas respectivas cavidades da lamela, posterior enchimento das cavidades com PCM e material isolante e aperto dos bujões de fecho, bujões esses que deverão ser selados com fita de PTFE nas roscas. Posteriormente, devem ser soldados anéis de passagem do cabo na base da caixilharia. O passo seguinte prende-se com a colagem das tiras Vedante Pelucia stopfin (PECOL - Sistemas de Fixação SA, 2021) aos suportes laterais da caixilharia e posterior aparafusamento destes à base da mesma. Com isto ficamos em condições de colocar todas as lamelas sobre a peça da base, já com os furos de suporte orientados para as ranhuras existentes nos suportes laterais. A figura 34 apresenta o resultado do processo de montagem até então realizado.

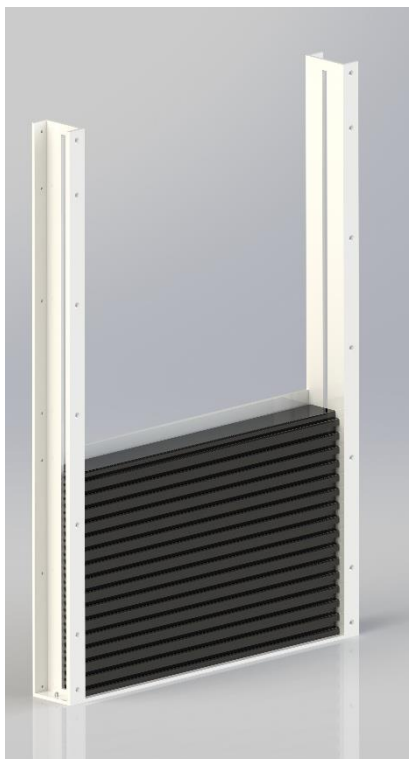


Figura 34: Passo inicial do processo de montagem

O passo seguinte, tal como esperado é montar todos os pinos de rotação e respetivos anéis elásticos nos suportes das lamelas, ficando estes prontos para serem apertados às lamelas, sendo este aparafusamento realizado com um imobilizador de rosca, no sentido de impedir a rotação das lamelas sem que os respetivos suportes sejam rotacionados. De seguida procede-se ao aparafusamento do batente da lamela superior no suporte superior da caixilharia bem como a

colocação dos motores e respetivos tubos octogonais e suportes nos seus respetivos lugares. Nesta fase, para que seja possível realizar a colocação dos motores nos respetivos lugares, os mesmos devem ser completamente inseridos nos tubos octogonais para que seja possível alinhar os apoios dos motores com os respetivos orifícios. Após este alinhamento os motores são parcialmente extraídos dos tubos, para então poderem ser colocados nos respetivos suportes. Posteriormente o suporte superior deve então ser colocado sobre os suportes laterais. A figura 35 apresenta o resultado da operação de montagem até então.



Figura 35: Passo intermédio do processo de montagem

Após realizados todos os passos anteriores, falta apenas passar os cabos de aço por todos os pinos de suporte e pelos respetivos pontos de fixação inferiores e realizar o aperto dos mesmos aos tubos octogonais. Neste passo devem ser dadas algumas voltas extra do cabo ao tubo para que o ponto de fixação do mesmo não sofra demasiados esforços e acabe por ceder. Após isto, resta fixar os cabos de aço as lamelas apertando os parafusos que se localizam nos pinos de rotação contra os respetivos cabos de aço, sendo esta a forma de fixação das lamelas nos respetivos lugares. Nesta fase, para melhorar a precisão de montagem, os cabos devem encontrar-se esticados pelos motores, sendo as lamelas apertadas aos cabos em posição fechada, desde a lamela superior até a lamela inferior, garantindo desta forma o correto posicionamento das mesmas.

Por último resta apenas colocar as tampas laterais, realizar todas as afinações necessárias aos fins de curso dos motores e posteriormente colocar a tampa superior do estore, ficando a montagem de sistema finalizada.

O anexo 5 apresenta o desenho de conjunto da solução projetada.

Discussão dos resultados

Após concluída toda a fase de projeto e apresentação de resultados, destacam-se algumas características do sistema desenvolvido.

O fator segurança foi talvez o mais trabalhado, dando origem a um sistema sobredimensionado na resistência, característica que não é de todo prejudicial ao funcionamento, mas acarreta consigo algum custo extra na aquisição de material de construção, bem como na aquisição de maquinaria que tem de corresponder ao esforço requerido para produzir as peças necessárias. Por outro lado, o facto de o sistema requerer uma boa parcela da sua altura para funcionar como caixa de estore impede que este seja aplicado em janelas de maior altura, sendo esta uma das grandes áreas de utilização de estores. Esta característica de armazenamento inferior das lamelas foi projetada da forma apresentada, maioritariamente devido ao facto de o sistema ser projetado para janelas convencionais, aproveitando a parede inferior à janela, normalmente inutilizada, para armazenar energia na forma de calor. Além do mais, o PCM escolhido, apesar de funcionar de forma exemplar para aquisição de energia exterior e libertação da mesma para o interior, não consegue realizar a operação inversa com a mesma facilidade pois, o seu ponto de fusão de 53 [°C] pode ser atingido por exposição solar porém, a temperatura interior dos edifícios não deverá ser suficiente para que o material seja fundido.

Por outro lado, apesar da sobreposição das cavidades de PCM e de material isolante entre das diversas lamelas, feita com o intuito de reduzir as das pontes térmicas lineares, a tipologia de selagem dos topos das cavidades representa por si só uma ponte térmica linear nas extremidades de todas as lamelas. Esta ponte térmica linear poderia ser resolvida com uma solução de selagem multimaterial, no entanto, esta solução foi abandonada no decorrer deste projeto, sendo adotada a solução de tampas de alumínio soldadas nas cavidades. Esta escolha deveu-se à dificuldade de união multimaterial, principalmente na cavidade de PCM, sendo o processo de soldadura o mais eficaz para selar corretamente as cavidades.

Por último, devido à complexidade de desenvolvimento do projeto, aliada a dificuldade de acesso aos laboratórios, fruto das restrições atuais, não foi possível construir o protótipo do sistema, sendo por isso a conceção do projeto um objetivo inalcançado.

V. Conclusão

Reflexão final

Os materiais de mudança de fase têm ganho cada vez mais destaque no setor da construção e em outras áreas, devido às suas características. Estes têm sido utilizados principalmente em soluções construtivas da envolvente opaca dos edifícios. Neste tipo de aplicação os materiais de mudança de fase costumam ser micro encapsulados, por ser mais fácil de incorporar neste tipo de solução. Desta forma a envolvente externa atua como amortecedor térmico das oscilações de temperatura, aumentando o conforto no interior do edifício.

Numa ótica de aproveitar o potencial do uso destes materiais e melhorar a eficiência térmica das envolventes envidraçadas, o DEM projetou e construiu um protótipo capaz de armazenar energia térmica nas lamelas de um estore, libertando-a para o interior do edifício apenas quando necessário. Os resultados promissores deste projeto permitiram a continuidade do trabalho desenvolvido, sendo este projeto o resultado dessa evolução.

O presente relatório de projeto iniciou-se com um breve estudo das funções desempenhadas por estores existentes estudo que permitiu traçar alguns objetivos de funções a realizar pelo sistema a projetar. Lado a lado com este estudo foi também realizada uma breve pesquisa no sentido aprofundar o conhecimento pelos materiais de mudança de fase, pesquisa essa que permitiu perceber qual a melhor forma de trabalhar com estes materiais, bem como perceber quais os materiais mais indicados para utilização neste projeto. Posteriormente a isto, e já com os objetivos definidos e conhecimentos base necessários, o projeto avançou para a fase de desenvolvimento do sistema mecânico propriamente dito, fase essa a qual várias soluções foram testadas e analisadas, no sentido de obter e desenvolver o melhor resultado possível.

Após o término desta fase, o resultado final é apresentado, numa ótica de custo e montagem, sendo também apresentadas perspectivas de custo de produção do sistema em larga escala. Nesta fase foram também apresentadas algumas ideias de projetos futuros, sendo naturalmente mais relevante o projeto e construção de um sistema de controlo focado na melhoria de eficiência do sistema, aliado a facilidade de controlo do mesmo pelo utilizador.

Em suma, este projeto alcançou diversos objetivos:

- Foi conseguido um sistema robusto o suficiente para representar uma boa barreira de segurança contra intrusão.
- Foi projetado um perfil de lamela capaz de incorporar de forma eficaz PCM e material isolante, permitindo ao estore ter uma função passiva de auxílio na termorregulação das variações térmicas, funcionando também como escudo térmico, reduzindo as perdas e ganhos indesejados de energia pelas envolventes envidraçadas.
- Foi concebido um sistema de movimentação capaz de translacionar e rodar as lamelas, sendo o movimento de rotação independente do movimento de translação, permitindo uma melhor regulação de exposição solar.

Por outro lado, o facto de o local de armazenamento das lamelas ser exposto e localizado na parte inferior da caixilharia, impede a aplicação deste sistema em portas ou porta janelas. Esta característica reduz o mercado destes produtos, no entanto permite a este sistema armazenar alguma energia sob a forma de calor latente quando o estore se encontrar completamente aberto.

Por fim, o sistema concebido pode facilmente ter as suas dimensões globais alteradas, bastando para isso alterar o comprimento de extrusão das peças da caixilharia e do perfil da lamela, variar a

quantidade de lamelas presentes e conseqüentemente variar a quantidade de peças normalizadas, tendo em conta que, se a massa do sistema for substancialmente afetada, novos cálculos de ser feitos numa ótica de seleção do motor mais adequado para as novas dimensões.

Trabalhos futuros

Apesar de os objetivos propostos para este projeto quase completamente concluídos, o mesmo poderá ainda ser alvo de algumas melhorias, sendo o primeiro trabalho a realizar, a fabrico do sistema projetado.

Futuramente, numa ótica de eficiência térmica, o estore projetado deveria ser alvo de um estudo térmico a fim de se perceber qual o PCM mais indicado, o melhor material isolante e a percentagem que cada um destes materiais deve ocupar no perfil transversal da lamela, de forma a maximizar a quantidade de calor armazenado sem perda da característica isolante do estore. Todo este estudo deverá ser aplicado a diferentes climas e estações do ano, otimizando desta forma o sistema em questão. Este estudo poderia também aprofundar o campo da utilização ou não de um vidro exterior e ou interior numa ótica de aumento da temperatura atingida, possibilitando maior acumulação de energia.

Lado a lado com o estudo anterior, poderá também ser realizado um estudo de resistência contra invasão, numa ótica de reduzir ao máximo o custo de produção do sistema, mantendo a característica inviolável do mesmo. Este estudo poderia também obter resultados no sentido de criar diferentes gamas do mesmo produto para aplicações em diferentes propósitos, desde alta segurança até segurança base de um estore comum, sem nunca perder o requisito de auxílio na regulação térmica do edifício, permitindo assim uma maior abrangência de possíveis compradores.

Por último, e talvez mais importante, o sistema deveria ser alvo de um projeto de automação, capaz de automatizar todo o sistema, numa ótica de maximizar a eficiência do mesmo consoante a temperatura interna pretendida pelo utilizador. Este estudo é de carácter importantíssimo, pois deverá ser responsável por criar uma interface clara de utilização do sistema, permitindo ao utilizador tirar o maior partido do sistema adquirido.

Bibliografia

AUTOMATEASY; AUTOMATOPORTAS – AUTOMATISMOS E PORTAS LDA - **AP2_PORTUGUES_RED.pdf** - **Google Drive** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 19 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://drive.google.com/file/d/1tPW5_rlgAhVE1XPtFUvh6AU1_P1VBSzm/view>.

AUTOMATOPORTAS – AUTOMATISMOS E PORTAS LDA - **Automatoportas** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 23 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:http://www.automatoportas.com/>.

CRODA INTERNATIONAL PLC - **CrodaTherm™ 47 | Energy Technologies** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 19 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.crodaenergytechnologies.com/en-gb/product-finder/product/1480-CrodaTherm_1_47>.

CRODA INTERNATIONAL PLC - **CrodaTherm™ 53 | Energy Technologies** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 19 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.crodaenergytechnologies.com/en-gb/product-finder/product/982-CrodaTherm_1_53>.

CRODA INTERNATIONAL PLC - **CrodaTherm™ 60 | Energy Technologies** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 19 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.crodaenergytechnologies.com/en-gb/product-finder/product/1366-CrodaTherm_1_60>.

CRUZFER - REPRESENTATIONS MATERIALS AND HARDWARE LTD. - **CRUZFER - Representações, Materiais E Ferragens, Lda** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 19 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.cruzfer.pt/4.2.13.html>.

CRUZFER - REPRESENTATIONS MATERIALS AND HARDWARE LTD. - **Cruzfer - Representations Materials and Hardware Ltd.** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 19 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.cruzfer.pt/pdf/4.2.12.pdf>.

DASSAULT SYSTÈMES SE - **SOLIDWORKS** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 23 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.solidworks.com/>.

DASSAULT SYSTÈMES SE - **SOLIDWORKS Simulation | SOLIDWORKS** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 26 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.solidworks.com/product/solidworks-simulation>.

GRUPO BEL S.A. - **SIL-16-AP** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 28 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.activeaerogels.com/wp-content/uploads/2017/05/e-bay-Silfiller-P.pdf>.

Patent Images. HAMPSON, John. 1841, [Consult. 14 set. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://pdfpiw.uspto.gov/piw?Docid=2223&idkey=NONE&homeurl=%252F%252Fpatft.uspto.gov%252Fnetahhtml%252FPPTO%252Fpatimg.htm>.

HENKEL CORP. USA - **Loctite® Threadlocker Red 271™** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 19 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.loctiteproducts.com/en/products/specialty-products/specialty/loctite_threadlockerred271.html>.

HUNTER DOUGLAS ESPA & NTILDE; A S.A - **Venezianas em alumínio lama 25mm ampla gama de cores | Cortinadecor** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 19 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.cortinadecor.com/pt/products/29/timber0152/venecianas-aluminio-cortinadecor-lama-25mm>.

KUZNIK, Frédéric *et al.* - A review on phase change materials integrated in building walls. **Renewable and Sustainable Energy Reviews.** . ISSN 1364-0321. 15:1 (2011) 379–391. doi: 10.1016/J.RSER.2010.08.019.

MOTORLINE ELECTROCELOS S.A. - **Motorline - Automatismos para residências, indústrias e comércio** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 23 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://motorline.pt/>.

NANOTEC ELECTRONIC GMBH & CO. KG - **ST4118M0706-A - Stepper motor – NEMA 17 | NANOTEC** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 23 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://en.nanotec.com/products/351-st4118m0706-a>.

NANOTEC ELECTRONIC GMBH & CO. KG - **SCA5618X2804-A - Stepper motor – NEMA 23 | NANOTEC** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 19 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://en.nanotec.com/products/2751-sca5618x2804-a>.

NANOTEC ELECTRONIC GMBH & CO. KG - **SCA5618M2804-A2 - Stepper motor – NEMA 23 | NANOTEC** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 23 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://en.nanotec.com/products/2763-sca5618m2804-a2>.

NANOTEC ELECTRONIC GMBH & CO. KG - **GSGE60-25-1 - Worm gears | NANOTEC** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 19 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://en.nanotec.com/products/996-gsge60-25-1>.

PCM PRODUCTS LTD - **PlusICE - PCM Products Ltd** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 19 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.pcmproducts.net/files/PlusICE Range 2021-1.pdf>.

PECOL - SISTEMAS DE FIXAÇÃO SA - **Vedante Pelucia stopfin :: Loja Pecol** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 17 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://loja.pecol.pt/products/01072102/vedante-pelucia-stopfin>.

PERSAX S.A - **Roller shutters PERSAX** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 19 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.persax.com/roller-shutters/minisegur-40-aluminium-security-shutter-240012>.

PIELICHOWSKA, Kinga; PIELICHOWSKI, Krzysztof - Phase change materials for thermal energy storage. **Progress in Materials Science**. . ISSN 0079-6425. 65:2014) 67–123. doi: 10.1016/J.PMATSCI.2014.03.005.

PREFICO LDA - **Estore Vertical - PREFICO - Soluções Integradas para Arquitectura | PREFICO – Soluções Integradas para Arquitectura** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 19 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://prefico.pt/produtos/estores-luxaflex/estores-vertical/>.

REFLEXA PERSIANAS - **História das Persianas - Reflexa | Persianas e Cortinas** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 22 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.reflexapersianas.com.br/blog/historia-das-persianas>.

REPRESTOR SA - **Palas A – Represtor SA** [Em linha], atual. 2017. [Consult. 19 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.represtor.com/en/product/palas-a/>.

REPRESTOR SA - **Palas 120 P – Represtor SA** [Em linha], atual. 2017. [Consult. 19 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.represtor.com/en/product/palas-120-p/>.

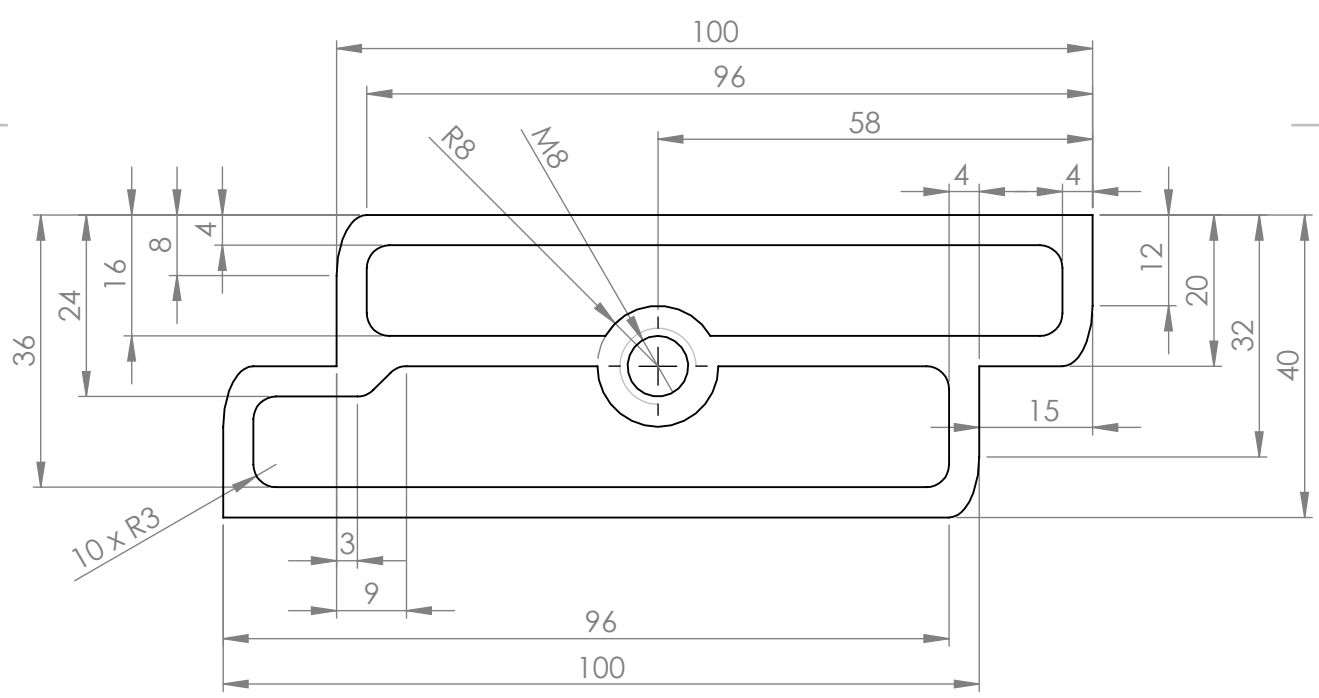
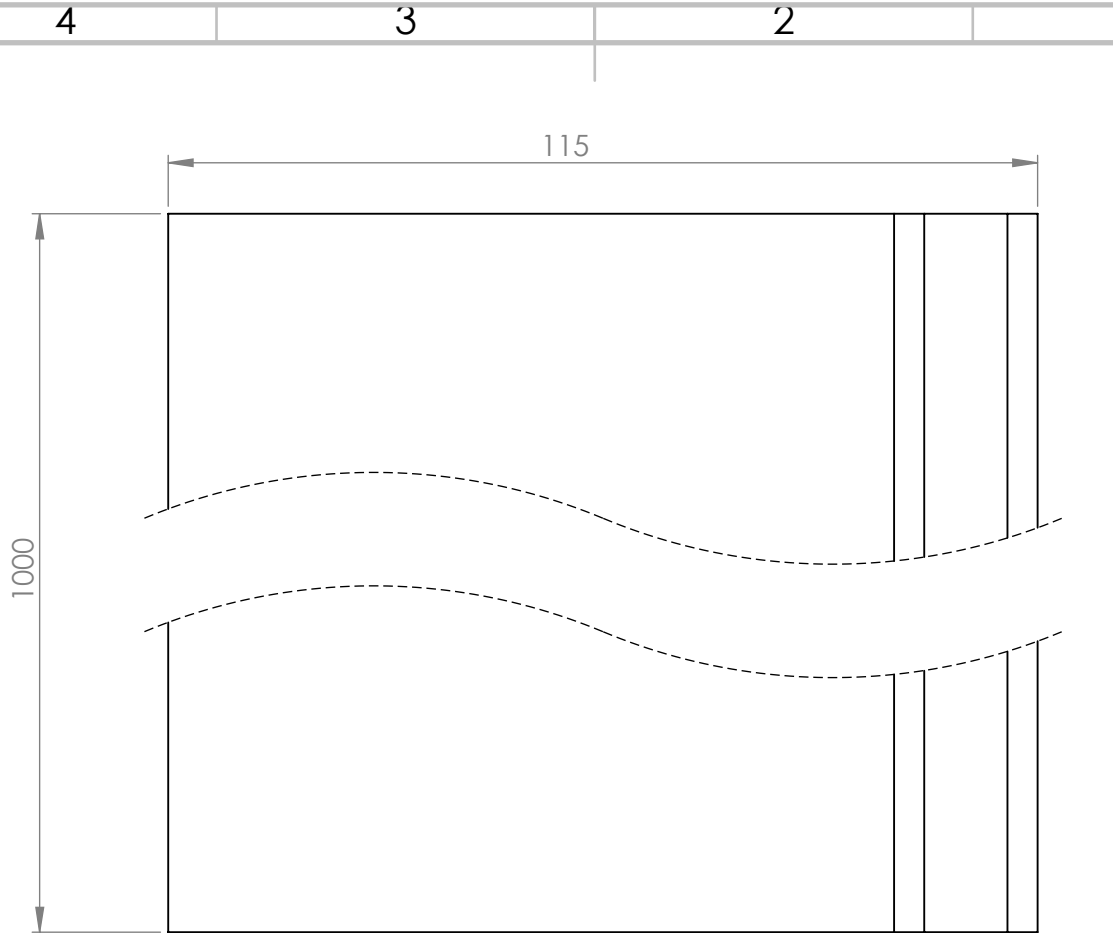
REPRESTOR SA - **Palas 80 N – Represtor SA** [Em linha], atual. 2017. [Consult. 19 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.represtor.com/en/product/palas-80n/>.

SILVA, Tiago Manuel Rodrigues Da; VICENTE, Romeu Da Silva - **Espacenet - Dados bibliográficos** [Em linha], atual. 2015. [Consult. 25 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://pt.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=pt_pt&FT=D&date=20150701&CC=PT&NR=107310A&KC=A>.

Anexos

Anexo 1

Desenho técnico e de conjunto da lamela completa



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Tol. Gerais:
ISO 8015

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

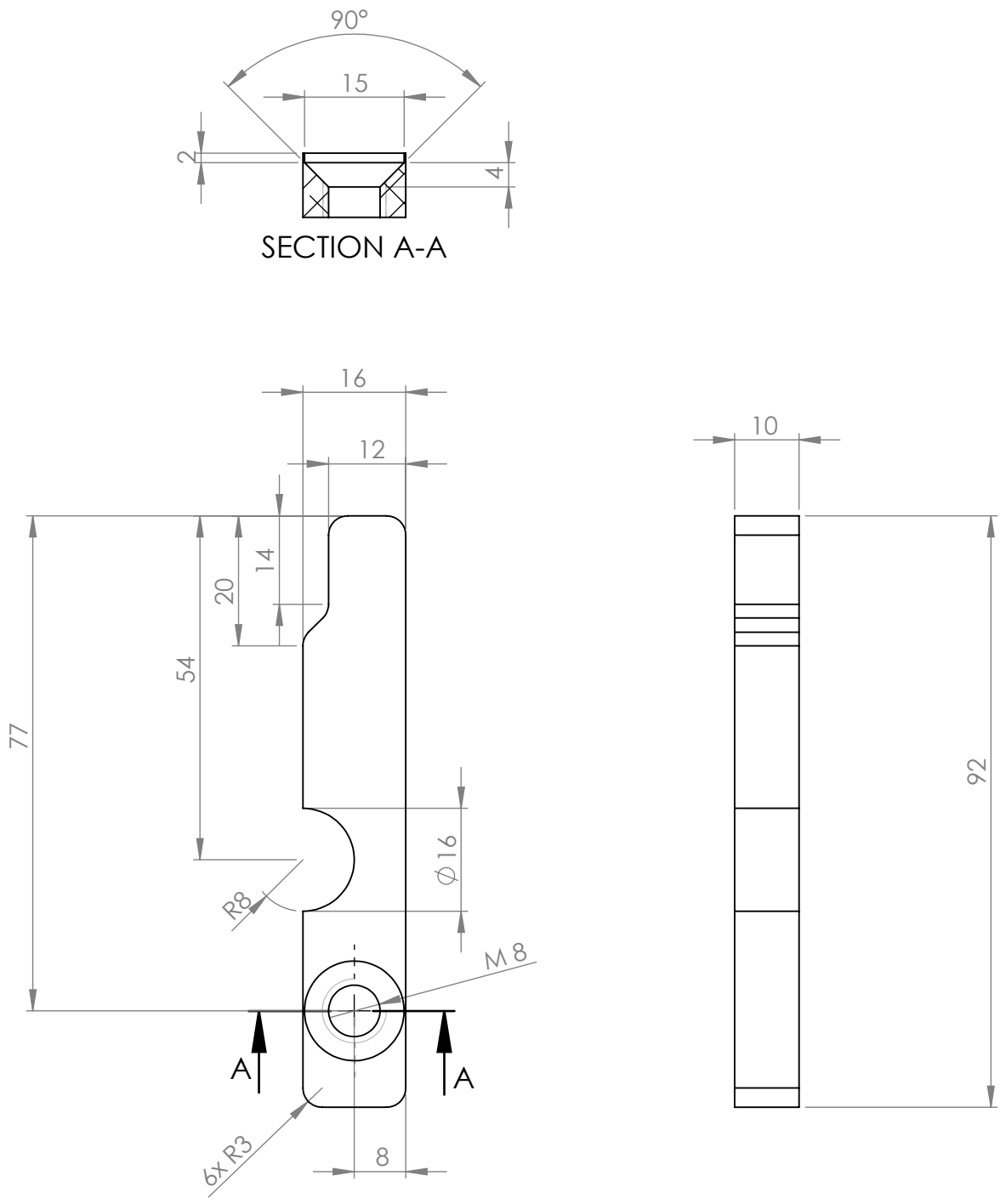
DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

Quantidade: 16

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN		
CHK'D		
APPV'D		
MFG		
Q.A		

TITLE:	Lamela	
DWG NO.	10	A4
MATERIAL:	Alumínio 2014	
WEIGHT:		
SCALE:1:1	SHEET 1 OF 1	



SECTION A-A

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Tol. gerais:
ISO 8015

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

Quantidade: 16

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHKD			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
**Tampa PCM
(abertura)**

MATERIAL:
Aluminio 2014

DWG NO. **11**

A4

WEIGHT:

SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

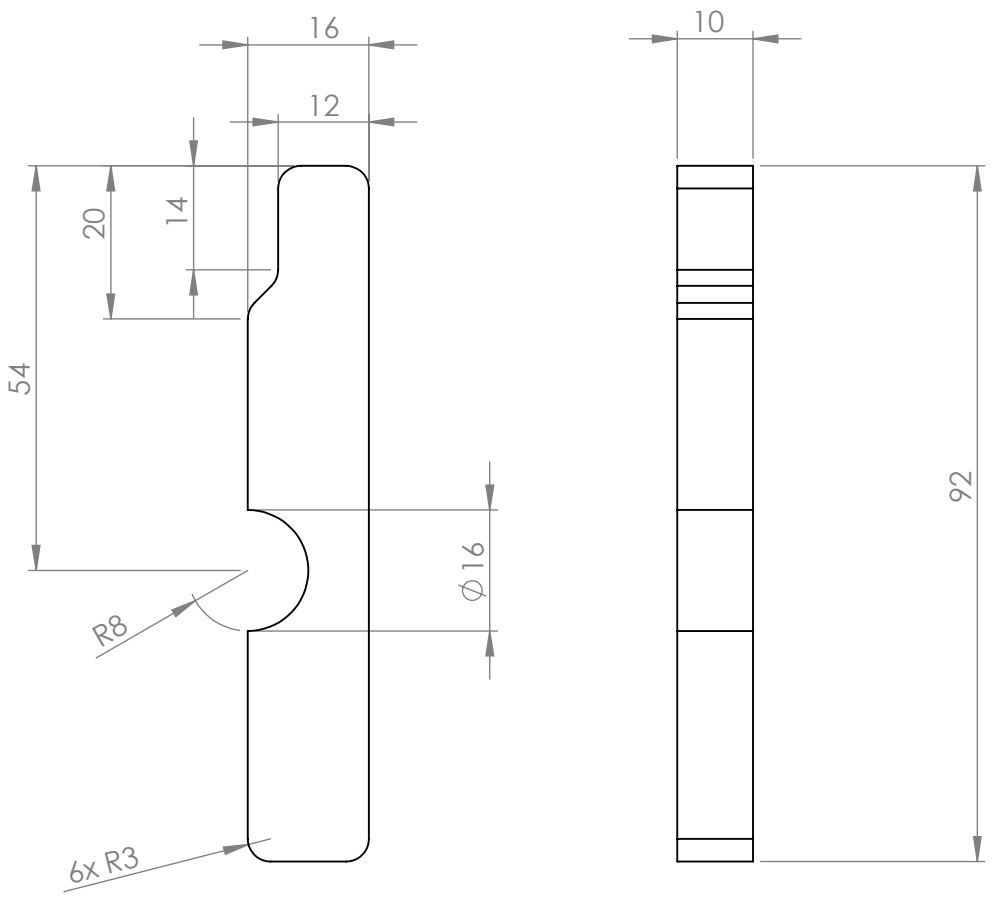
C

B

B

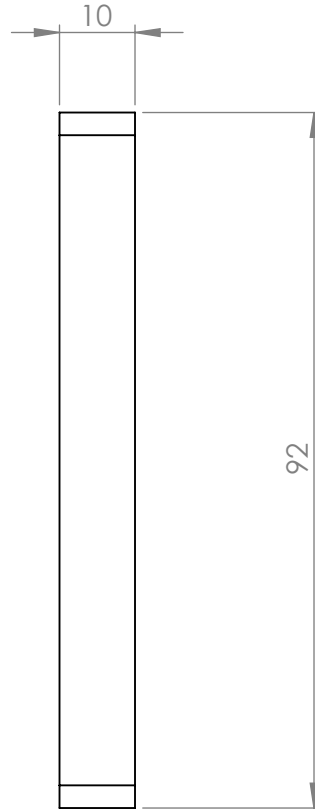
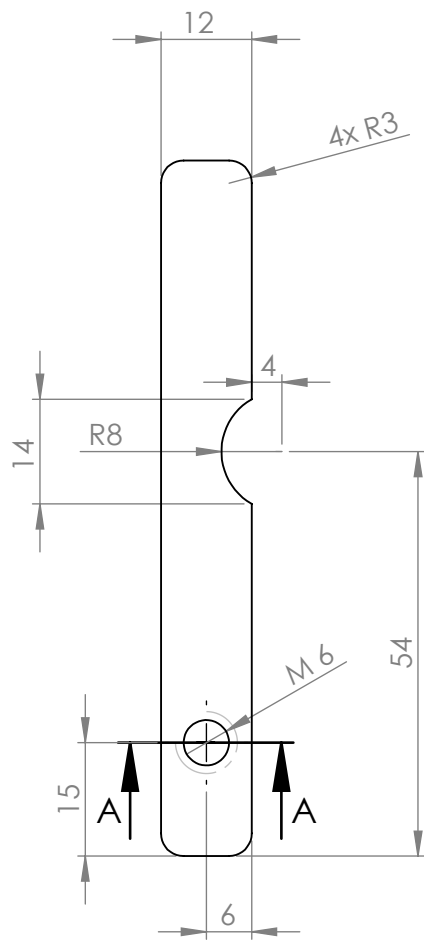
A

A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Tol. gerais: ISO 8015		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		
						Quantidade: 16				
						TITLE: Tampa PCM				
						MATERIAL: Aluminio 2014		DWG NO. 12		A4
						WEIGHT:		SCALE:1:1		SHEET 1 OF 1

4 3 2 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Tol. gerais:
ISO 8015

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

Quantidade: 16

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

Tampa Isolante
(abertura)

MATERIAL:

Aluminio 2014

DWG NO.

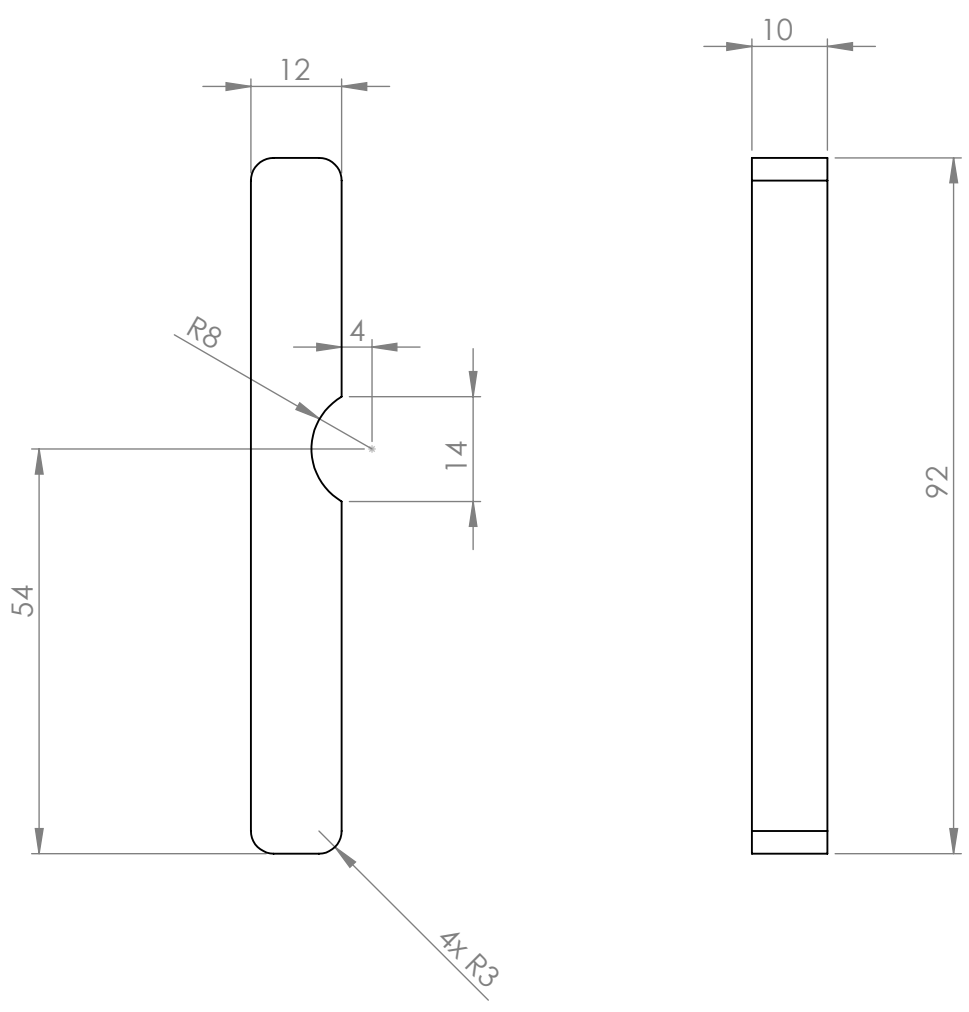
13

A4

WEIGHT:

SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Tol. gerais:
ISO 8015

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

Quantidade: 16

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHKD			
APPVD			
MFG			
Q.A			

TITLE:
Tampa Isolante

MATERIAL:
Aluminio 2014

DWG NO. **14**

A4

WEIGHT:

SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

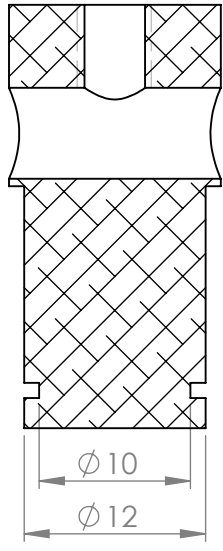
C

B

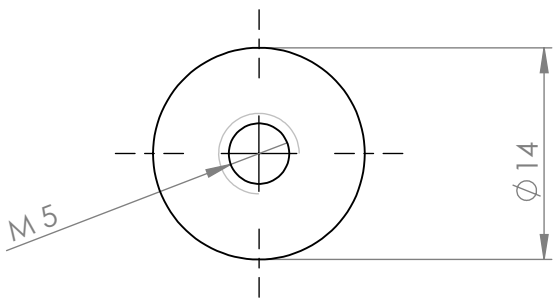
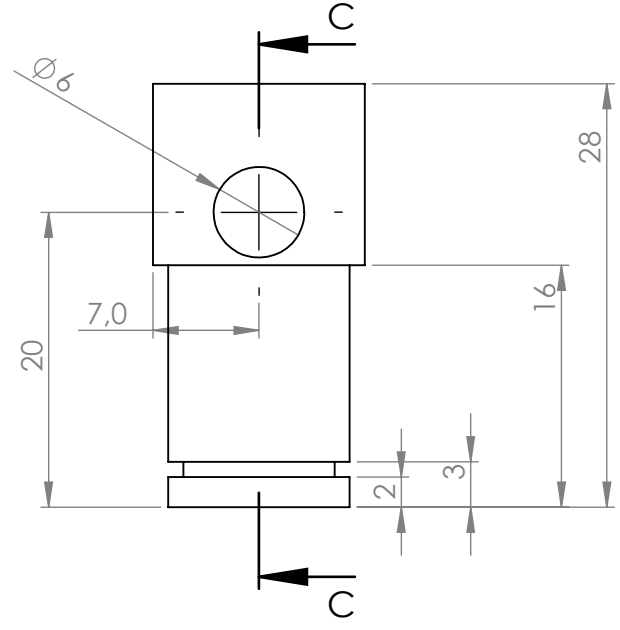
B

A

A



SECTION C-C



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Tol. gerais:
ISO 8015

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

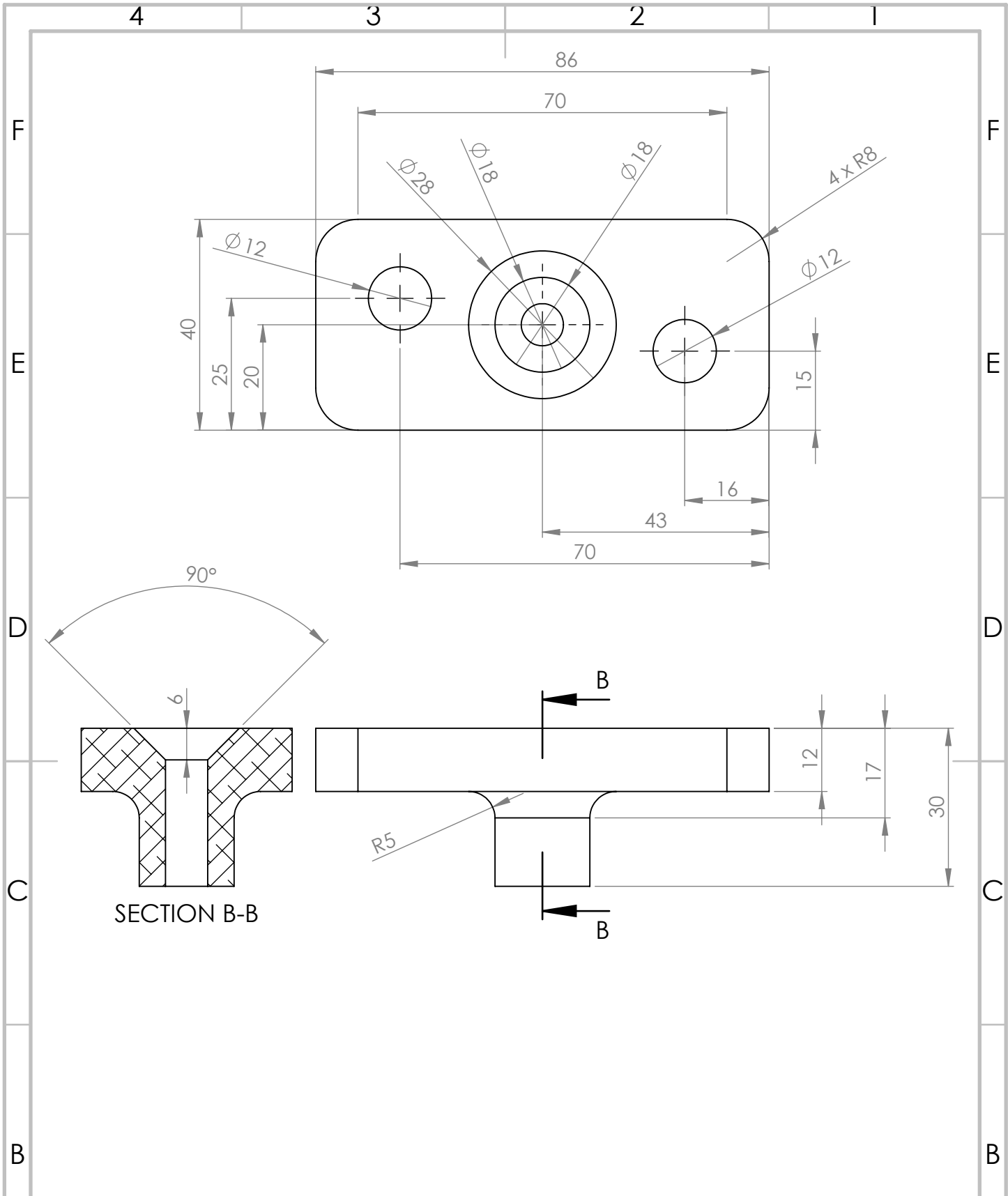
REVISION

Quantidade: 64

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHKD			
APPVD			
MFG			
Q.A			

TITLE:		<h1>Pino Rotação</h1>
MATERIAL:	DWG NO.	
Aluminio 2014		15
WEIGHT:	SCALE:2:1	A4
		SHEET 1 OF 1

4 3 2 1

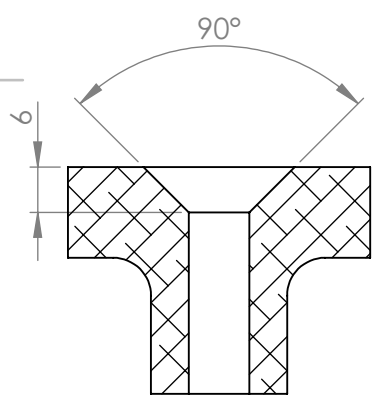
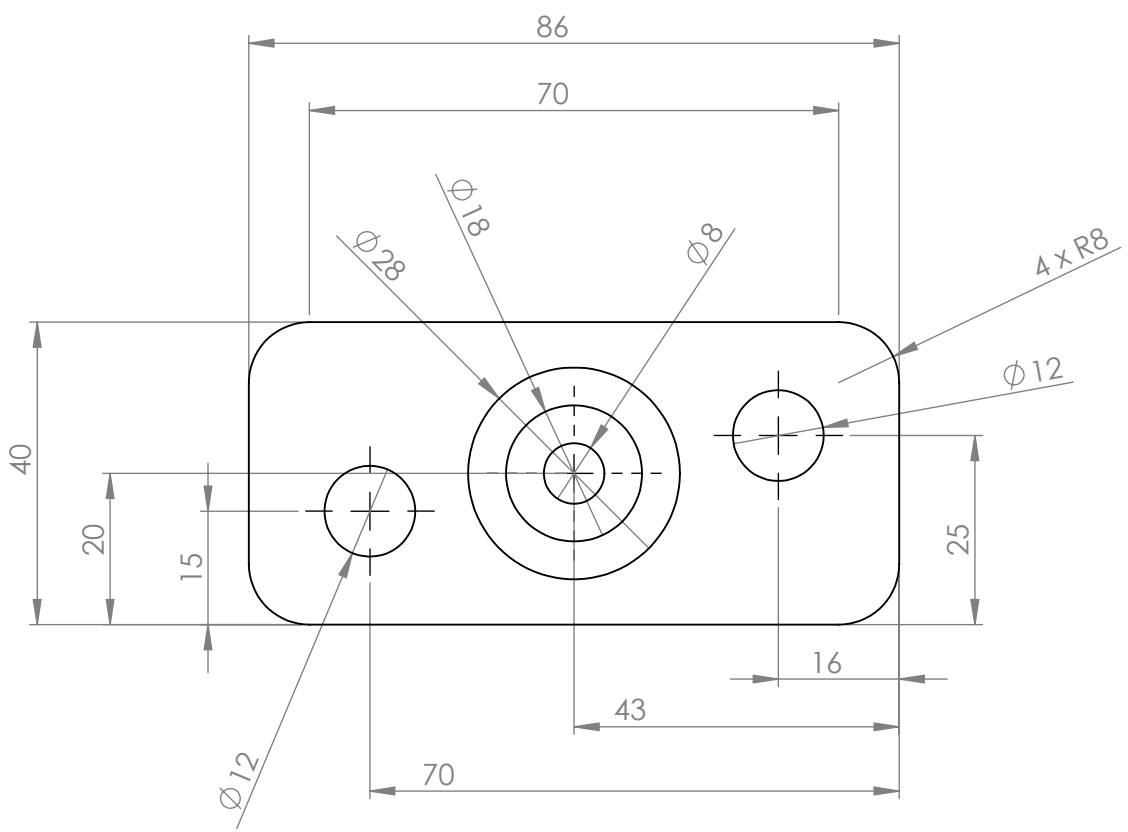


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Tol. gerais: ISO 8015 ISO 8062 - 3		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION																									
					Quantidade: 16																										
NAME				SIGNATURE				DATE				TITLE: Suporte lamela D																			
DRAWN				CHKD				APPV'D				MFG				Q.A				MATERIAL: Aluminio 2014				DWG NO. 16				A4			
																WEIGHT:				SCALE:1:1				SHEET 1 OF 1							

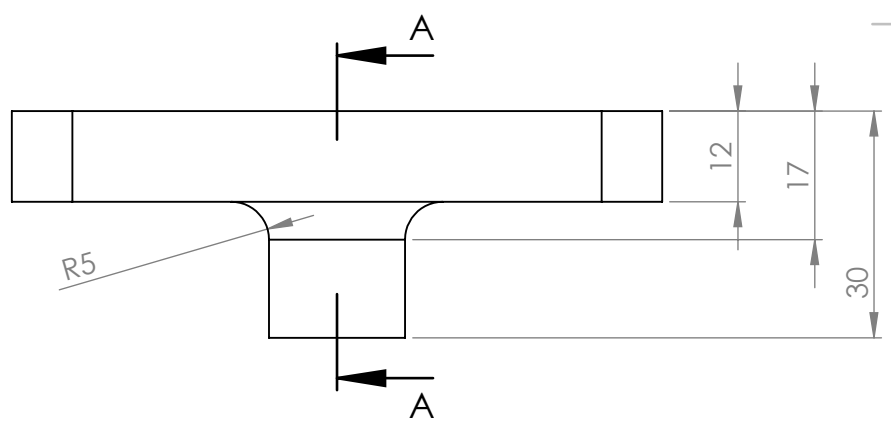
4 3 2 1

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

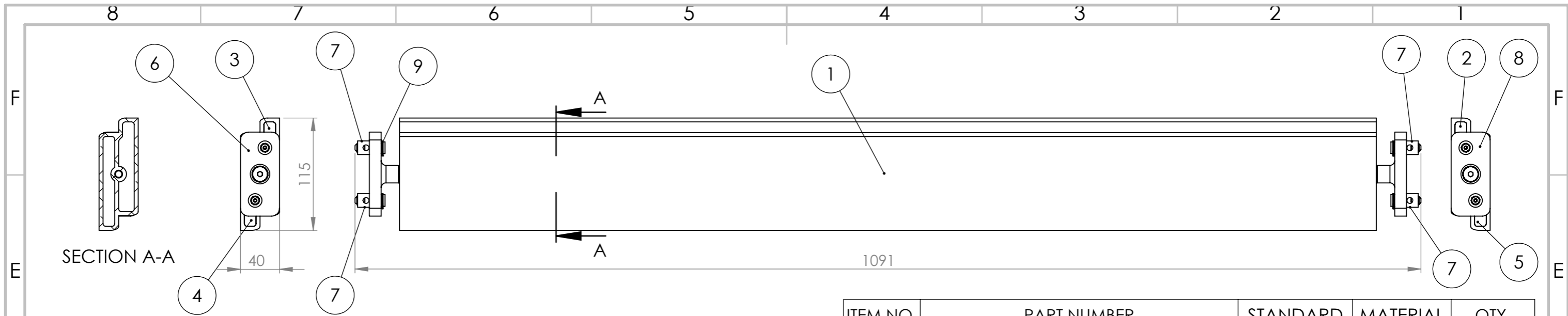


SECTION A-A



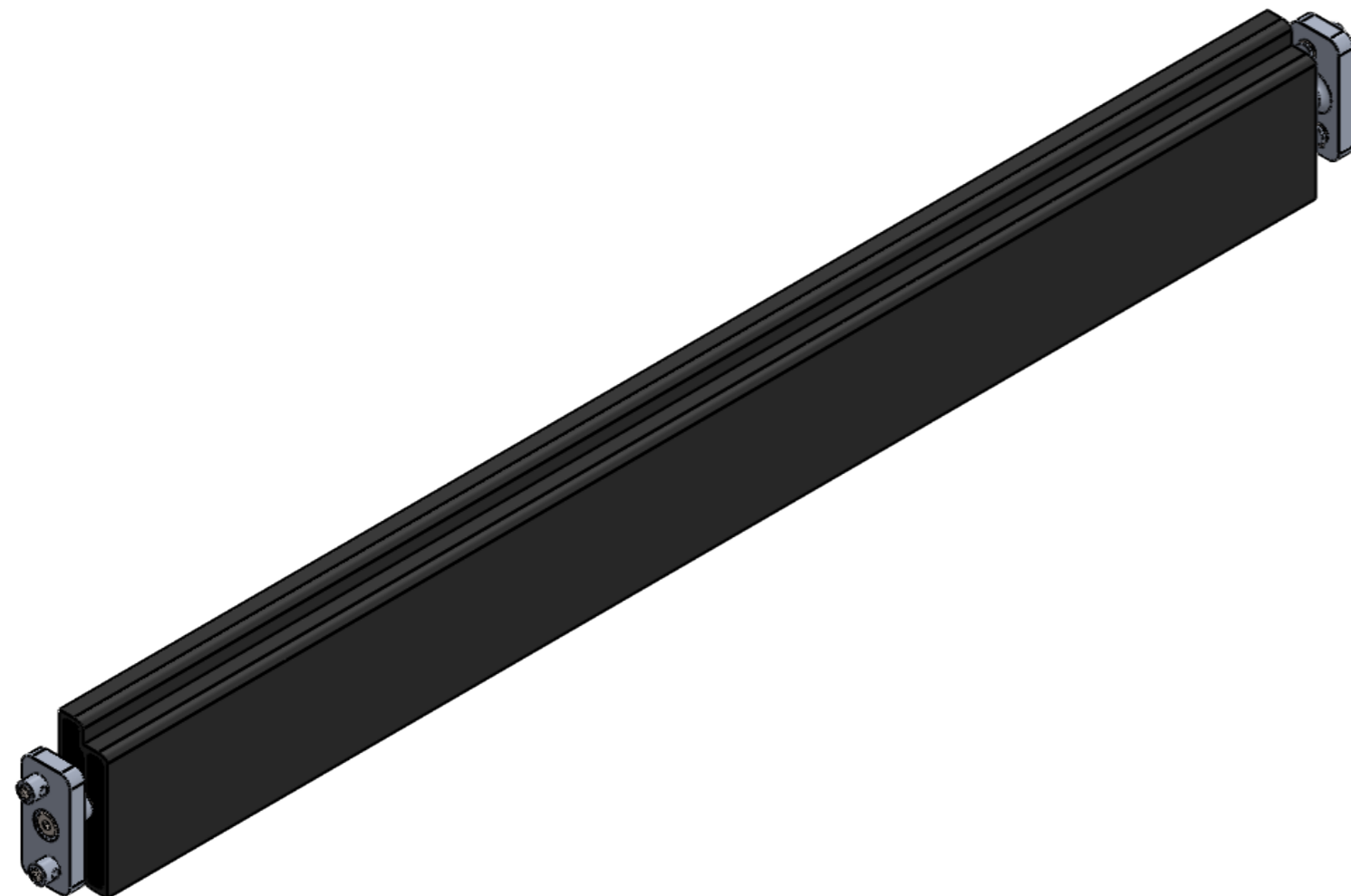
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS			Tol. gerais: ISO 8015 ISO 8062 - 3		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		
							Quantidade: 16				
DRAWN			SIGNATURE		DATE		TITLE: Suporte lamela E				
CHK'D							DWG NO. 17				
APPV'D											
MFG							SCALE:1:1				
Q.A											
			MATERIAL: Aluminio 2014				SHEET 1 OF 1				
			WEIGHT:								

4 3 2 1



SECTION A-A

ITEM NO.	PART NUMBER	STANDARD	MATERIAL	QTY.
1	Lamela		Al 2014	1
2	tampa pcm		Al 2014	1
3	tampa pcm (abertura)		Al 2014	1
4	tampa poliuretano (abertura)		Al 2014	1
5	tampa poliuretano		Al 2014	1
6	Suporte lamela E		Al 2014	1
7	Pinos rotação		Al 2014	4
8	Suporte lamela D		Al 2014	1
9	Circlip DIN 471 - 11 x 1	DIN 471	Aço	4
10	Parafuso FHC M8 x 10	ISO 10642	Aço	1
11	ISO 4026 - M6 x 10-N	ISO 4026	Aço	1
12	Parafuso FHC M8 x 60	ISO 10642	Aço	2
13	Anilha serrilhada cônica 8.4	DIN 6798 - V	Aço	2
14	Anilha serrilhada plana 9.3	DIN 6798 - A	Aço	2
15	Parafuso FHC M4 x 8	ISO 7380	Aço	4
16	Anilha serrilhada plana 4.55	DIN 6798 - A	Aço	4



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN				TITLE:			
CHK'D				Lamela Completa			
APPV'D							
MFG				DWG NO.		A3	
Q.A				MATERIAL:		18	
				WEIGHT:		SCALE:1:4	
						SHEET 1 OF 1	

Anexo 2

Desenho técnico e de conjunto da caixilharia

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

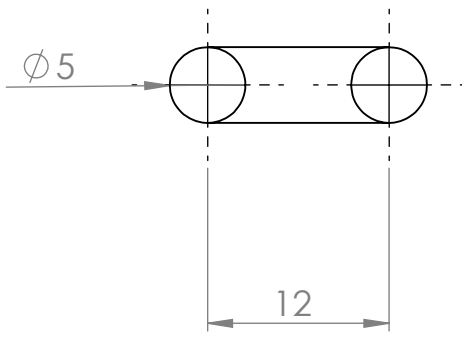
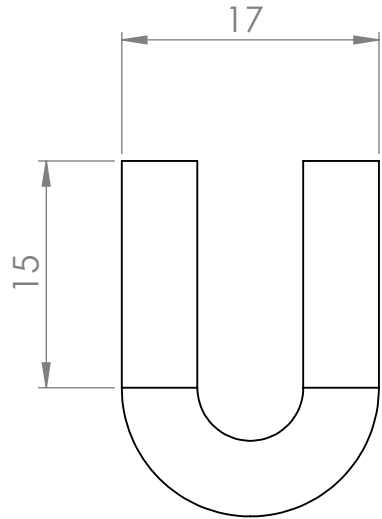
C

B

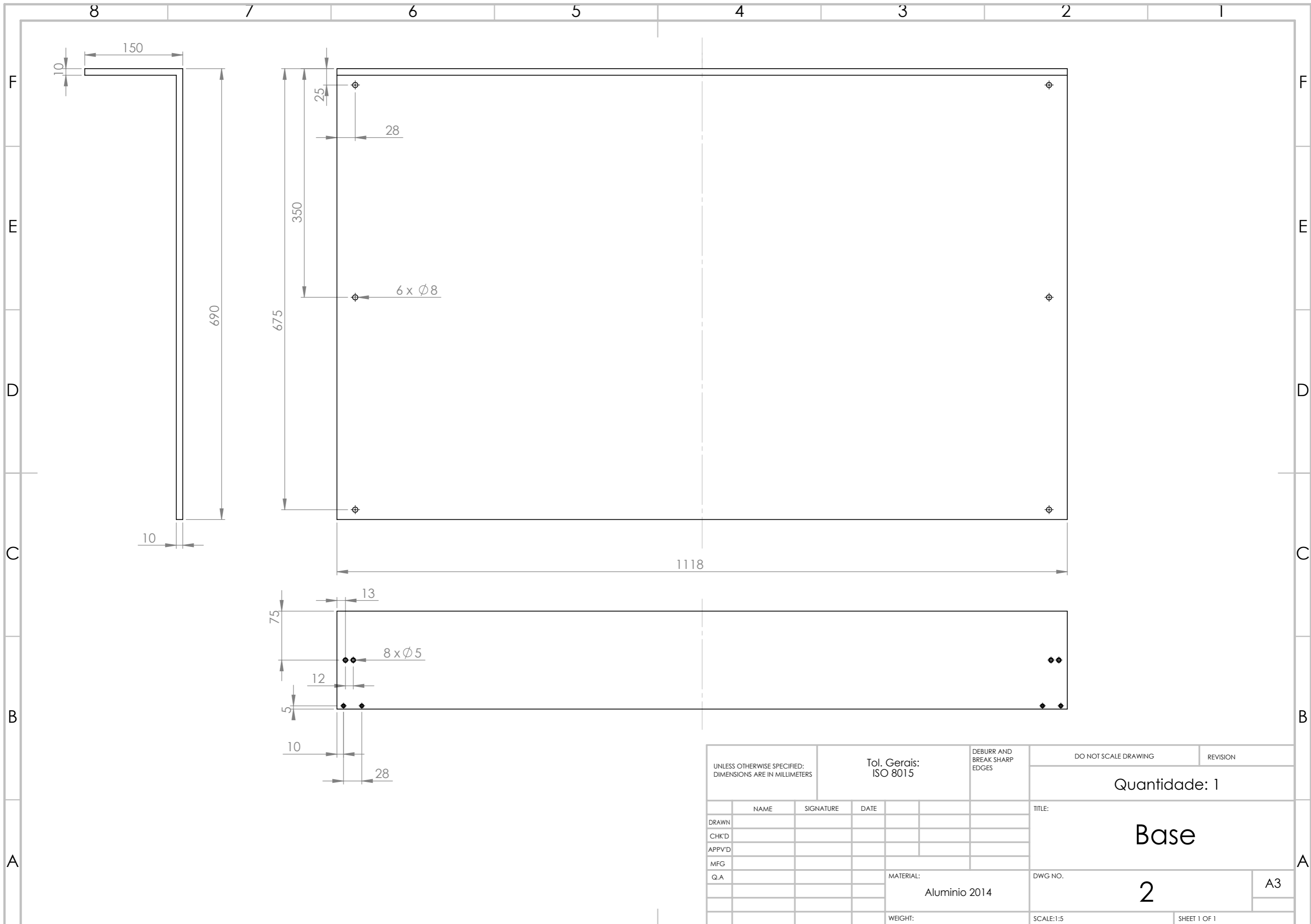
B

A

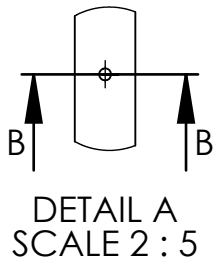
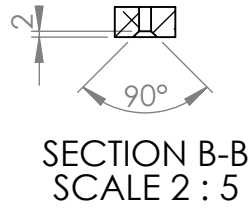
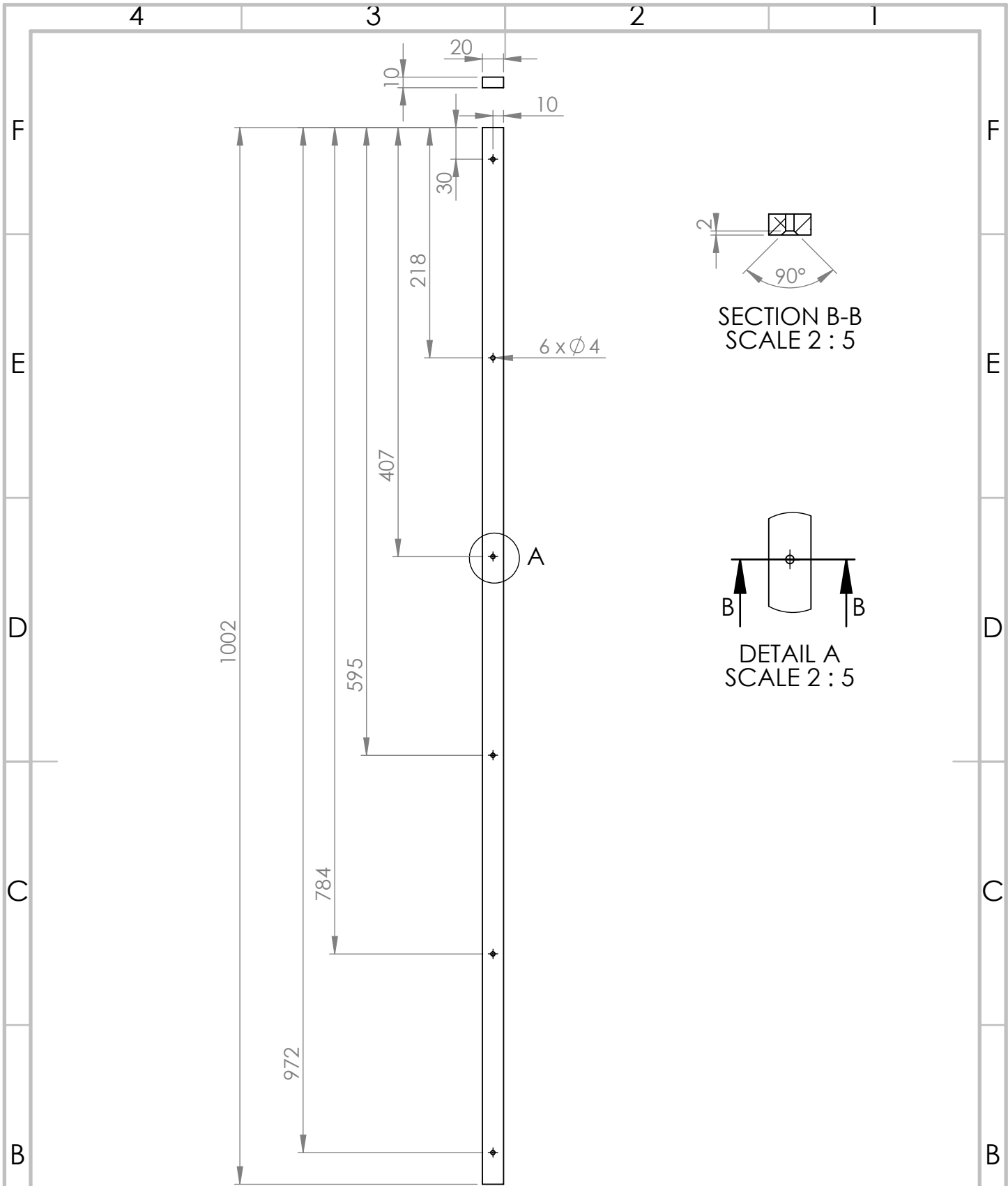
A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Tol. gerais: ISO 8015		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
						Quantidade: 2			
						TITLE: Aperto Inferior cabo			
				MATERIAL: Aluminio 2014		DWG NO. 1		A4	
				WEIGHT:		SCALE:2:1		SHEET 1 OF 1	



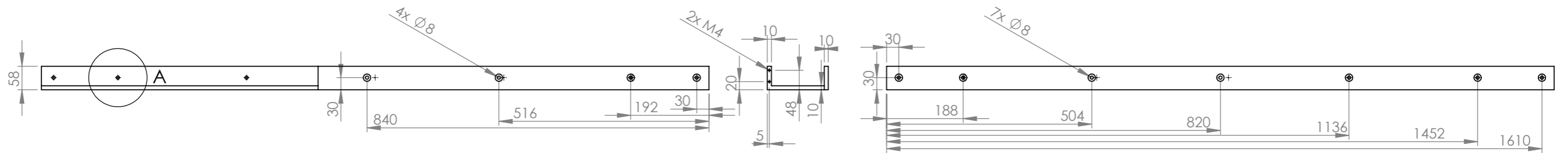
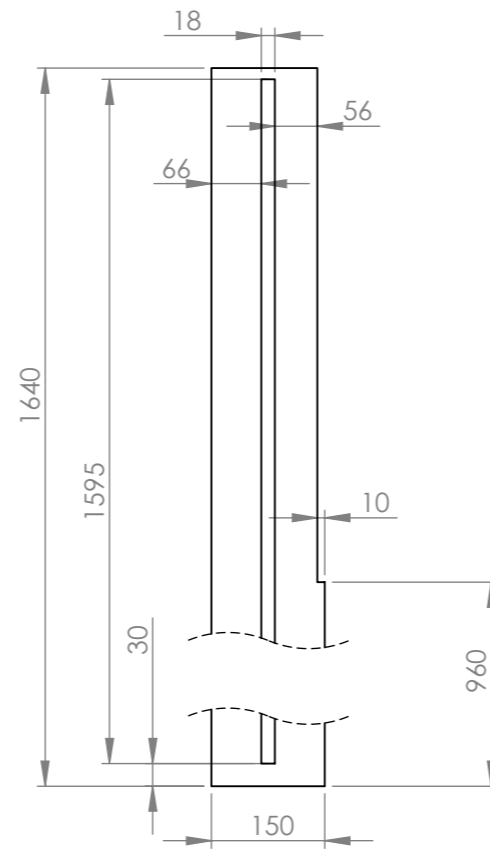
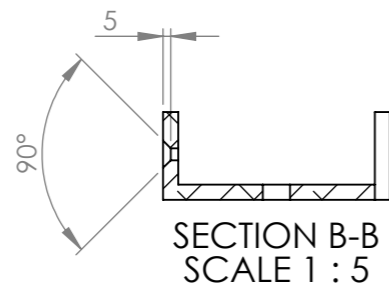
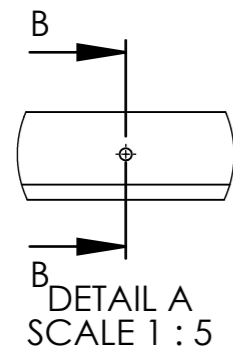
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS			Tol. Gerais: ISO 8015		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
						Quantidade: 1	
						TITLE: Base	
						DWG NO. 2	A3
						SCALE:1:5	SHEET 1 OF 1
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE				
CHK'D							
APPV'D							
MFG							
Q.A					MATERIAL: Aluminio 2014		
					WEIGHT:		



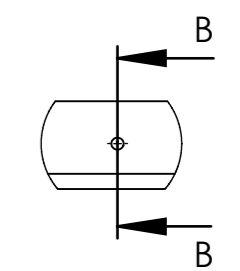
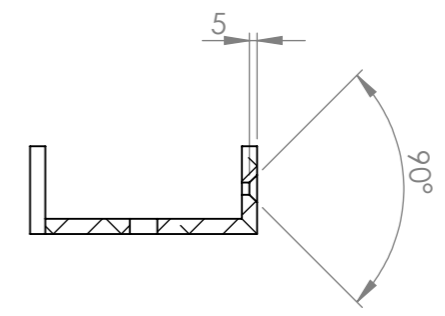
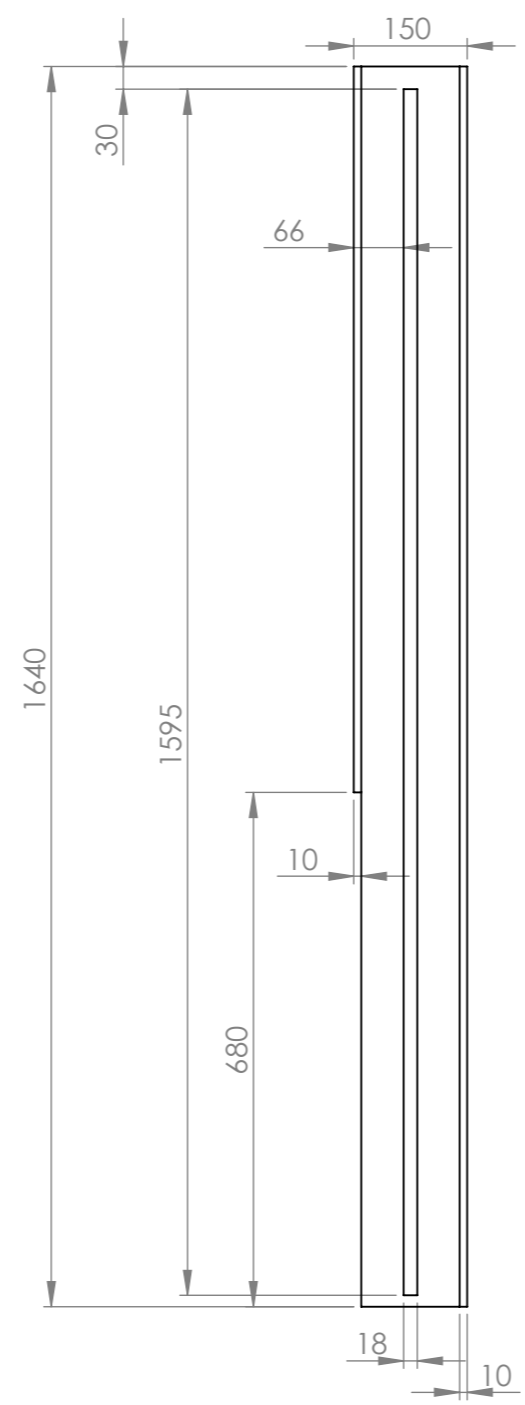
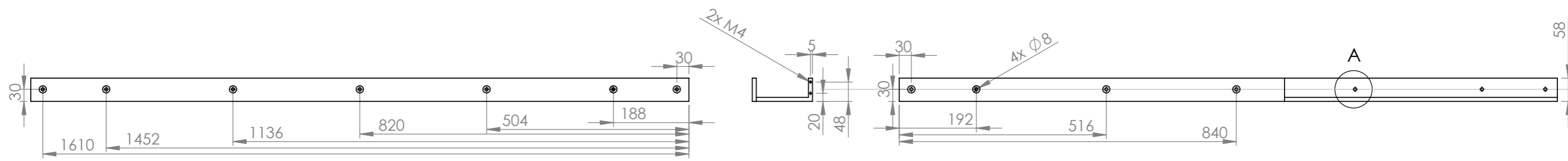
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS			Tol. gerais: ISO 8015		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
						Quantidade: 1	
						TITLE: Batente lamelas	
						DWG NO.	A4
						SCALE:1:5	
						SHEET 1 OF 1	

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHKD			
APPVD			
MFG			
Q.A			

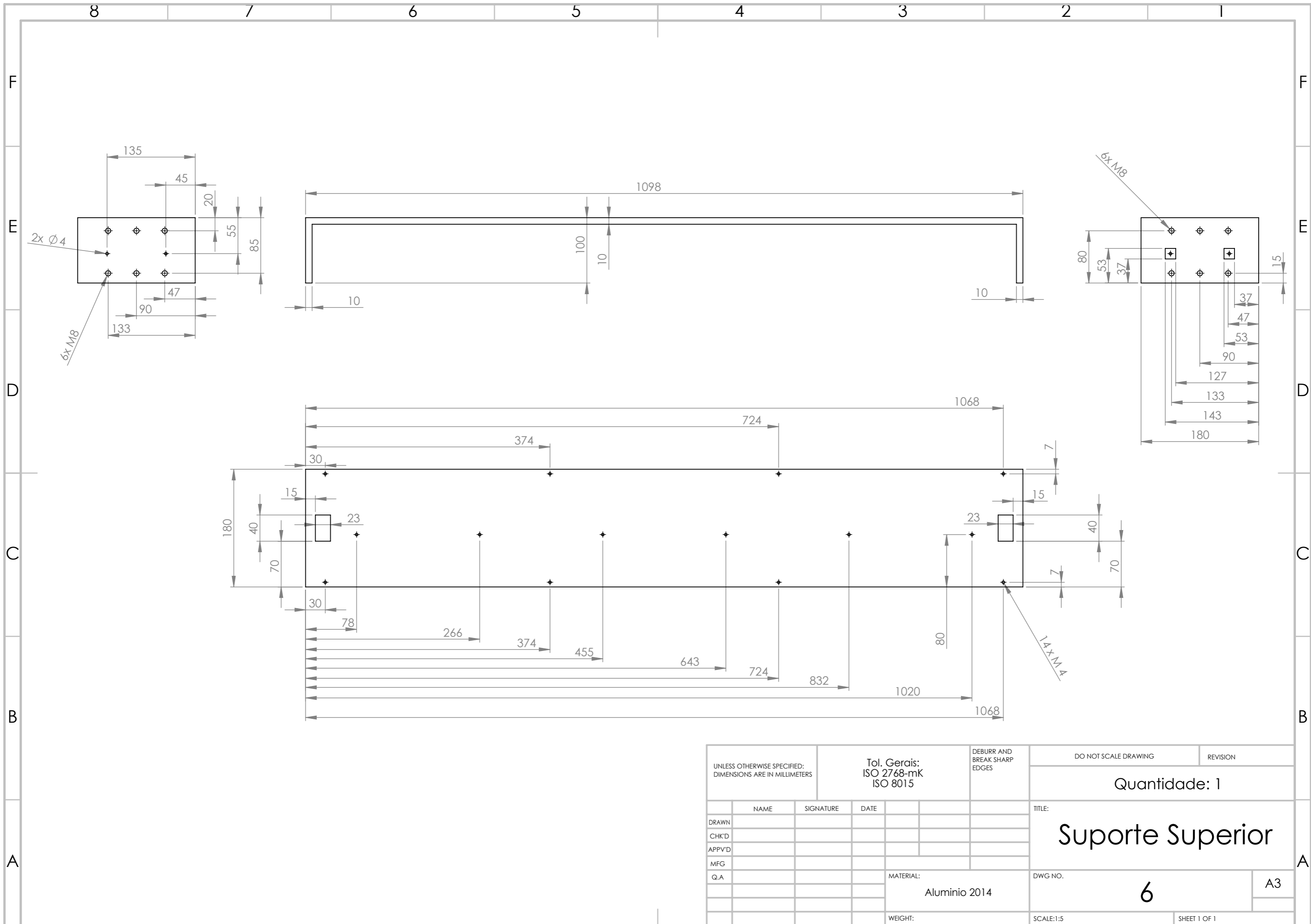
MATERIAL:
Aluminio 2014



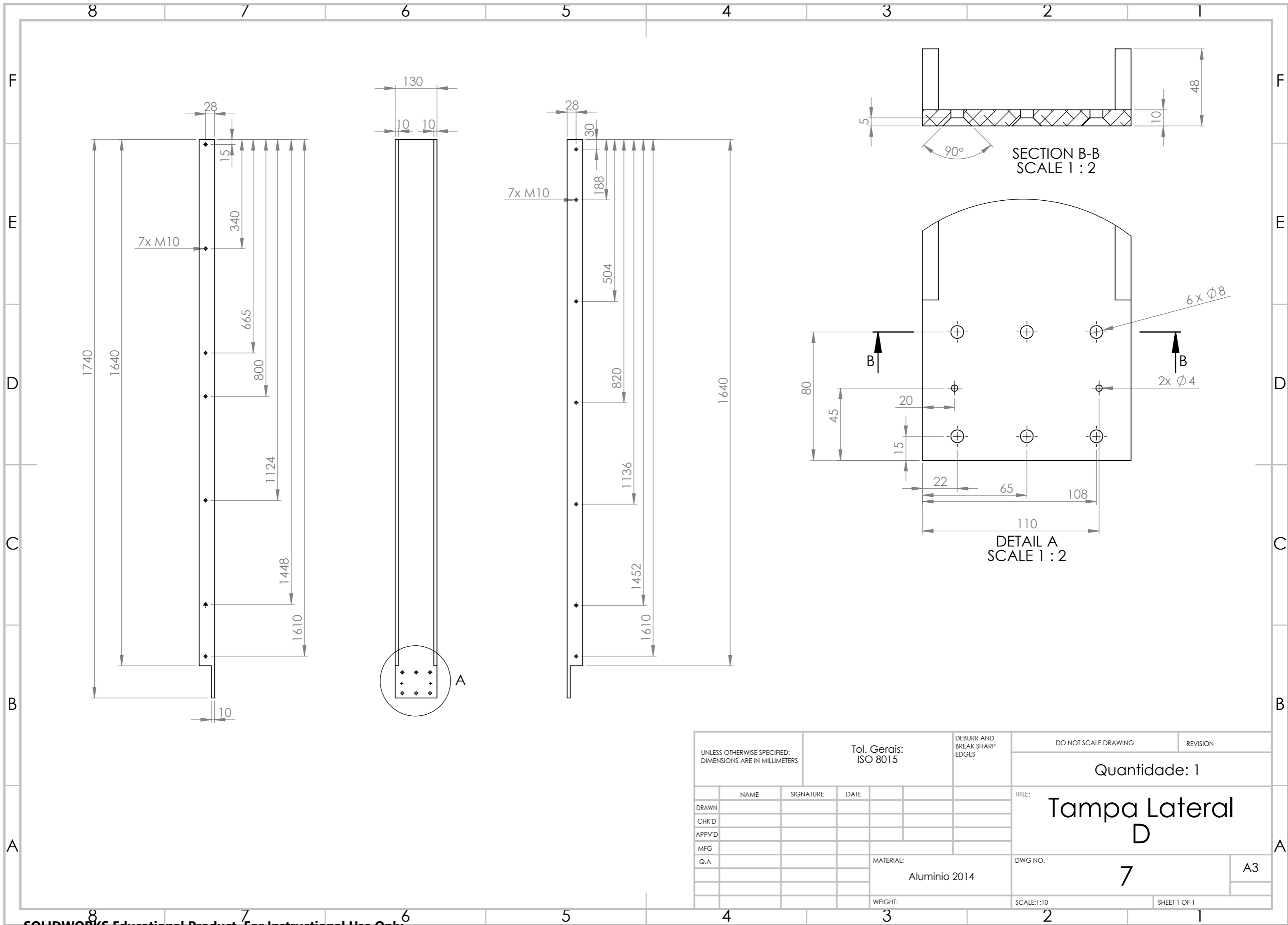
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Tol. Gerais: ISO 8015		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
						Quantidade: 1			
						TITLE: Suporte lateral D			
				MATERIAL: Aluminio 2014		DWG NO. 4		A3	
				WEIGHT:		SCALE:1:10		SHEET 1 OF 1	



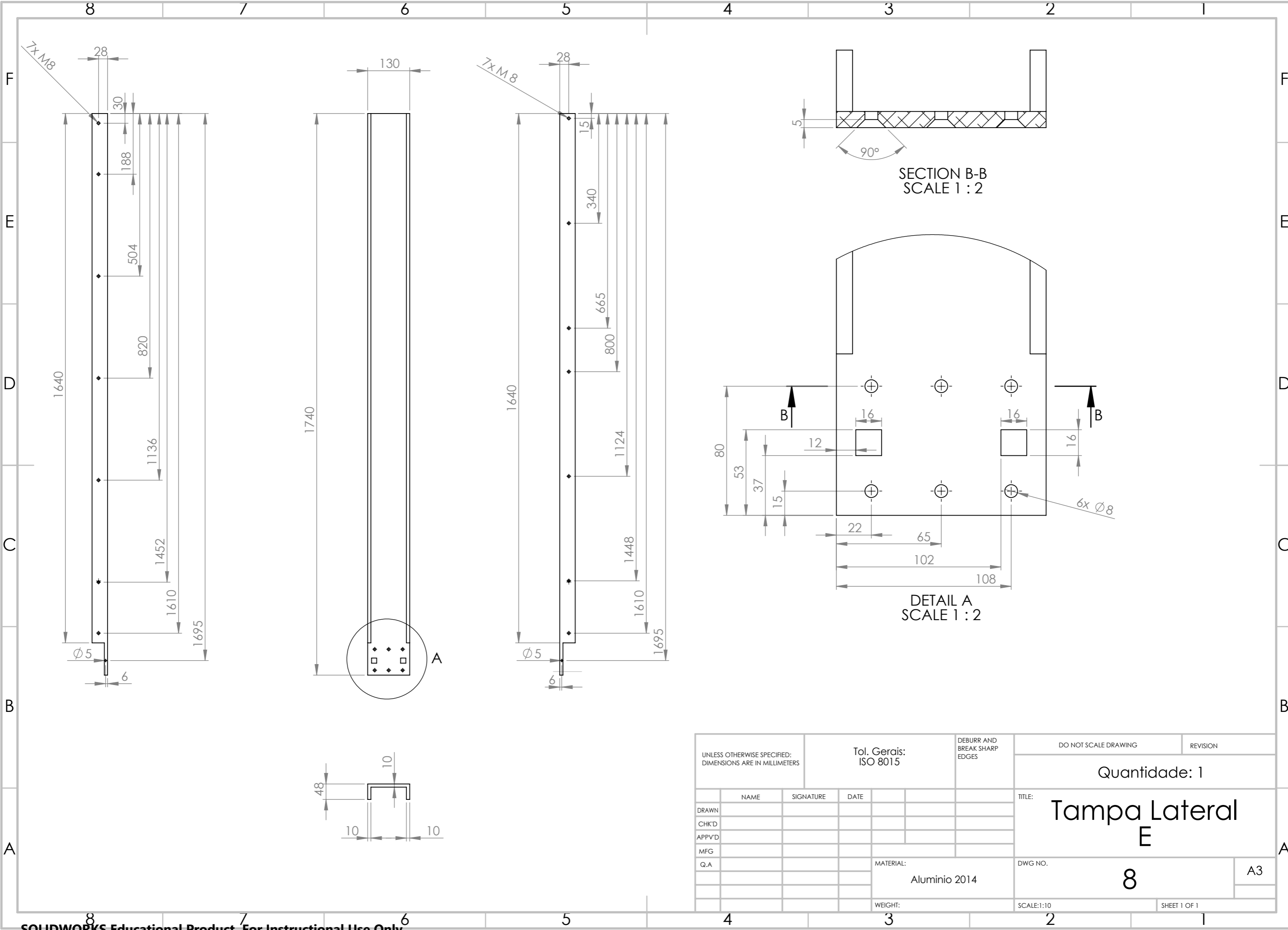
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Tol. Gerais: ISO 8015		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
						Quantidade: 1			
						TITLE: Suporte lateral E			
DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE		DWG NO. 5	
CHK'D								A3	
APPV'D								SCALE:1:10	
MFG								SHEET 1 OF 1	
Q.A									
				MATERIAL: Aluminio 2014					
				WEIGHT:					



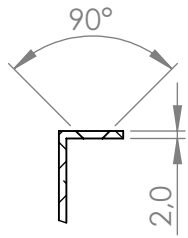
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Tol. Gerais: ISO 2768-mK ISO 8015		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		
						Quantidade: 1				
						TITLE: Suporte Superior				
						MATERIAL: Aluminio 2014		DWG NO. 6		A3
						WEIGHT:		SCALE:1:5		SHEET 1 OF 1
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:				
CHK'D										
APPV'D										
MFG										
Q.A										



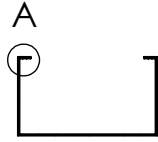
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Tol. Gerais: ISO 8015		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
						Quantidade: 1			
						TITLE:		Tampa Lateral D	
DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE		DWG NO.	
CHK'D								7	
APPV'D								A3	
MFG								SCALE:1:10	
Q.A								SHEET 1 OF 1	
				MATERIAL:		Aluminio 2014			
				WEIGHT:					



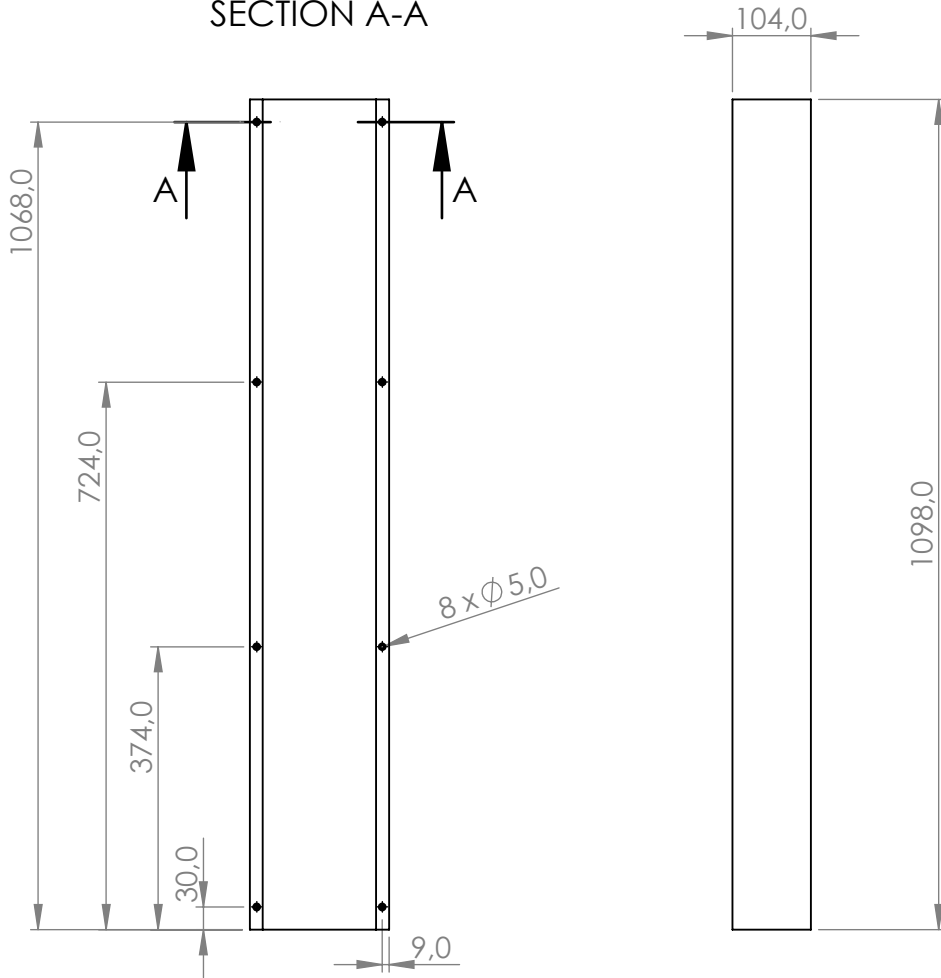
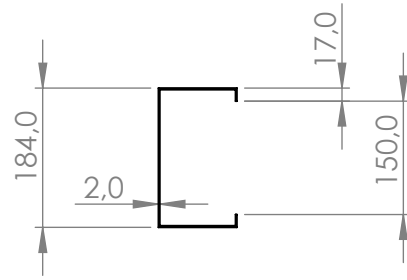
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Tol. Gerais: ISO 8015		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
						Quantidade: 1			
						TITLE: Tampa Lateral E			
				MATERIAL: Aluminio 2014		DWG NO. 8		A3	
				WEIGHT:		SCALE:1:10		SHEET 1 OF 1	



DETAIL A
SCALE 1 : 2



SECTION A-A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Tol. Gerais:
ISO 8015

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

Quantidade: 1

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHKD			
APPVD			
MFG			
Q.A			

TITLE:

Tampa Superior

MATERIAL:

Alumínio 2014

DWG NO.

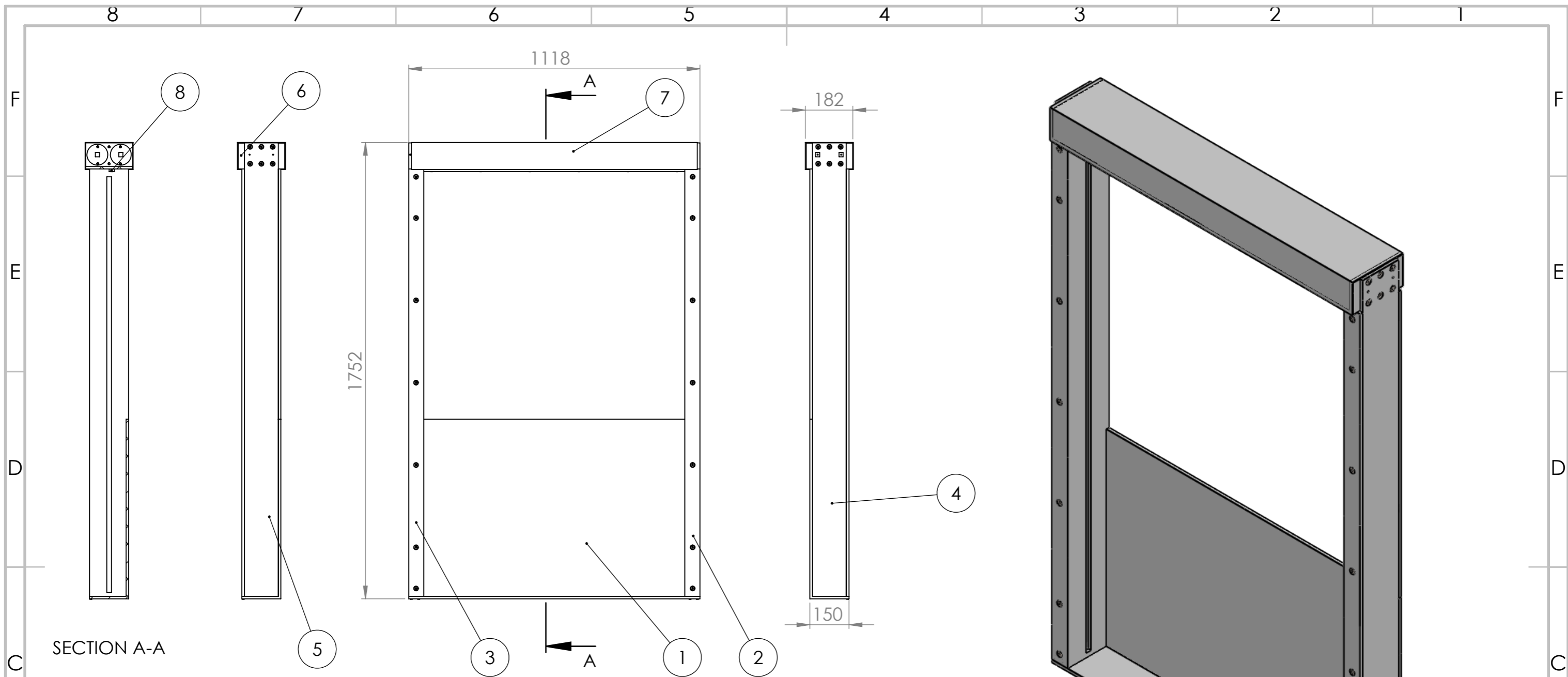
9

A4

WEIGHT:

SCALE:1:10

SHEET 1 OF 1



SECTION A-A

ITEM NO.	PART NUMBER	STANDARD		QTY.
1	Base		Al 2014	1
2	Suporte lateral D		Al 2014	1
3	Suporte lateral E		Al 2014	1
4	Tampa lateral E		Al 2014	1
5	Tampa lateral D		Al 2014	1
6	Suporte superior		Al 2014	1
7	Tampa Superior		Al 2014	1
8	Batente lamelas		Al 2014	1
9	Parafuso FHC M8 x 20	ISO 10642	Aço	32
10	Parafuso FHC M4 x 20	ISO 10642	Aço	10
11	Parafuso FHC M4 x 10	ISO 10642	Aço	8
12	Parafuso FHC M8 x 16	ISO 10642	Aço	8

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS			DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION				
DRAWN				NAME		SIGNATURE		DATE			
CHK'D				TITLE:		<h1>Caixilharia</h1>					
APPV'D				MATERIAL:						DWG NO.	
MFG				WEIGHT:						SCALE:1:15	
Q.A				SHEET 1 OF 1						A3	

Anexo 3

Datasheet do material de mudança de fase
CrodaTherm 53-PA-(SG)

CrodaTherm™ 53

High temperature phase change material

CrodaTherm 53 is a water insoluble organic phase change material derived from plant-based feedstocks and has the form of a crystalline wax or oily liquid (depending on temperature).

CrodaTherm 53 is ideal for use in energy storage, electronics, temperature-controlled packaging, automotive and heat recovery applications.

CrodaTherm 53 has a high latent heat capacity, low flammability and is expected to be readily biodegradable.

Typical properties

Thermal properties by differential scanning calorimetry (DSC)

Property	Typical Value	Units
Peak melting temperature	53 (127.4)	°C (°F)
Latent heat, melting	226	kJ/kg
Peak crystallisation temperature	51 (123.8)	°C (°F)
Latent heat, crystallisation	-225	kJ/kg

DSC scanning rate: 1°C/ minute

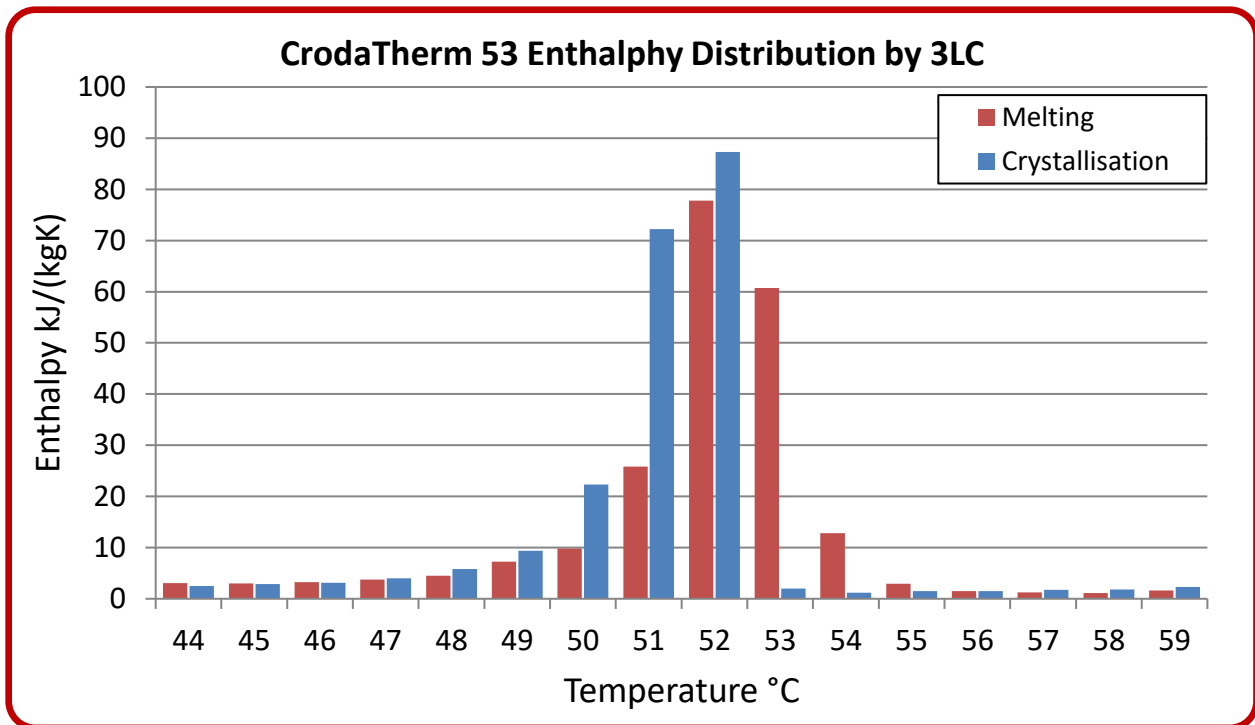
DSC is an analytical technique used for the thermal characterisation of phase change materials. Croda applies the peak melting temperature obtained by DSC in the suffix of the CrodaTherm product name. See appendix for more information on the calorimetry techniques used by Croda.

Thermal Properties by three-layer calorimetry (3LC)

Property	Typical Value	Units
Peak melting temperature	52 (125.6)	°C (°F)
Total stored heat, 40°C to 66°C (melting) ¹	220	kJ/kg
Peak crystallisation temperature	52 (125.6)	°C (°F)
Total stored heat, 66°C to 40°C (crystallisation) ¹	221	kJ/kg

¹ Heat stored comprises latent heat and sensible heat

3LC is a technique used to assess heat storage properties under conditions that are often closer to those encountered in use. See appendix for more information on the calorimetry techniques used by Croda.



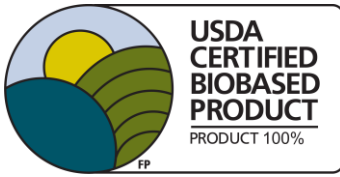
Other Properties

Property	Typical Value	Units
Bio-based content	100	%
Density at 22°C (solid)	904	kg/m ³
Density at 60°C (liquid)	829	kg/m ³
Flash point	250	°C
Specific heat capacity (solid) ⁴	2.3	kJ/(kg·°C)
Specific heat capacity (liquid) ⁴	2.2	kJ/(kg·°C)
Volume expansion 22°C – 60 °C ²	9.1	%
Thermal conductivity (solid)	0.28	W/(m·°C)
Thermal conductivity (liquid)	0.16	W/(m·°C)
Thermal cycles without change in properties ³	10000	Cycles

² Expansion due to normal decrease in density with increasing temperature, including solid to liquid phase change, between the stated temperature limits.

³Cycles completed at the issue date of this document. Testing is ended at 10,000 cycles

⁴Specific heat capacity is estimated

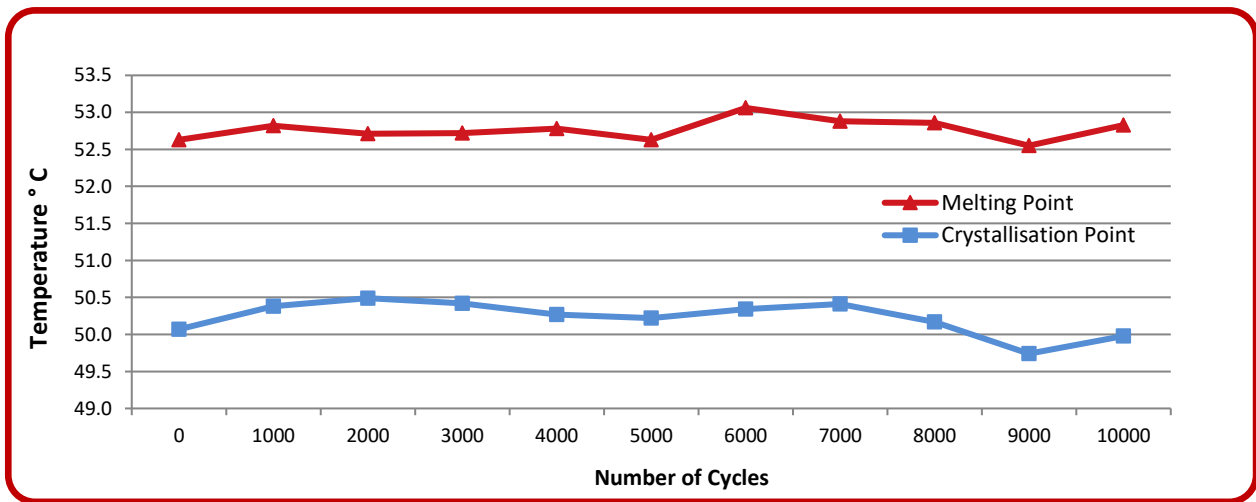


CrodaTherm 53 is a USDA certified bio-based product

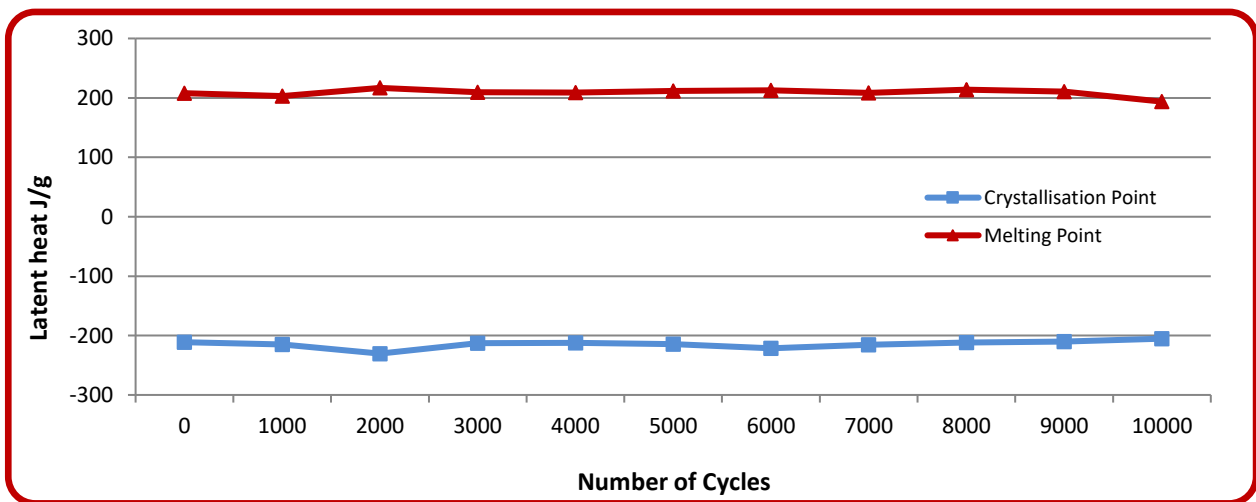
Cycle Stability Testing

CrodaTherm 53 has been tested in accordance with RAL defined specifications and achieved category “A” performance, reaching 10,000 thermal (melt/solidify) cycles. For example purposes only, 10,000 cycles would represent approximately 27 years use if the PCM undergoes one melt/freeze cycle per 24 hour period, demonstrating long term stability.

Melting and Crystallisation Points



Latent Heat Changes





Evaporative Loss

CrodaTherm PCMs have a lower evaporation rate than paraffinic alternatives. In testing, CrodaTherm 53 had an evaporative loss rate approximately **3 times lower** than an alternative Tetracosane PCM. The table below displays comparisons between CrodaTherm PCMs and their paraffinic alternatives.

Material	Tetracosane	CrodaTherm 53
Weight loss (%)	2.3	0.7
Evaporates X times slower than equivalent alkane	-	3.3

Note: samples tested over a 12 hour period at 100°C on 9mg of material

Handling

For ease of handling and optimum performance, please ensure CrodaTherm 53 is completely molten and homogenous before transferring from the container. CrodaTherm 53 needs heating before use, to ensure that the product has completely melted. Avoid excessive temperatures (>100°C) and prolonged exposure to open air.

Appendix

About our testing methods

Differential Scanning Calorimetry (DSC)

DSC is an industry standard technique for determining heat capacity using a small sample (in the order of milligrams) of the PCM to be tested. DSC works by comparing the amount of heat that flows into the PCM against a blank control. A temperature program is run to heat or cool the sample, which results in a (calculated) heat flow. During phase change of the sample, the temperature remains constant while the reference still follows the programmed temperature. In the case of PCMs, generally the phase change is solid - liquid (melting) or liquid - solid (crystallisation). The difference in heat flow reflects the absorbed or released amount of heat of the sample. Based upon this, the latent heat during melting and crystallisation and the peak melting and crystallisation temperatures are determined.

Three-layer calorimetry (3LC)

3LC is an industry standard technique for determining the heat capacity of a PCM that uses a much larger amount of sample (~100ml). With 3LC, the thermal response of the PCM within an insulated compartment is measured as the ambient temperature is cycled between temperature limits chosen to ensure full melting and crystallisation of the PCM (normally over a 30°C range). Depending on the application, 3LC can give a much better representation of the “real world” behaviour of a PCM, because of the larger sample quantity, compared to DSC. The rate of temperature change of the PCM during measurement is also lower than is often possible by DSC (the average temperature change rate is 0.3°C/minute). The output from 3LC is the total heat capacity (latent heat and sensible heat) within the temperature range reported. In addition, the heat capacity as a function of temperature, reported in 1°C intervals, is also provided.

Differences in the results

You will find that the peak melting and crystallisation temperature is reported differently by the two methods. Croda reports the results from both DSC and 3LC methods so you can make an informed decision about the right phase change material for you. The results given in this datasheet are typical, and we recommend completing your own testing to validate our products in your applications.

Non-warranty

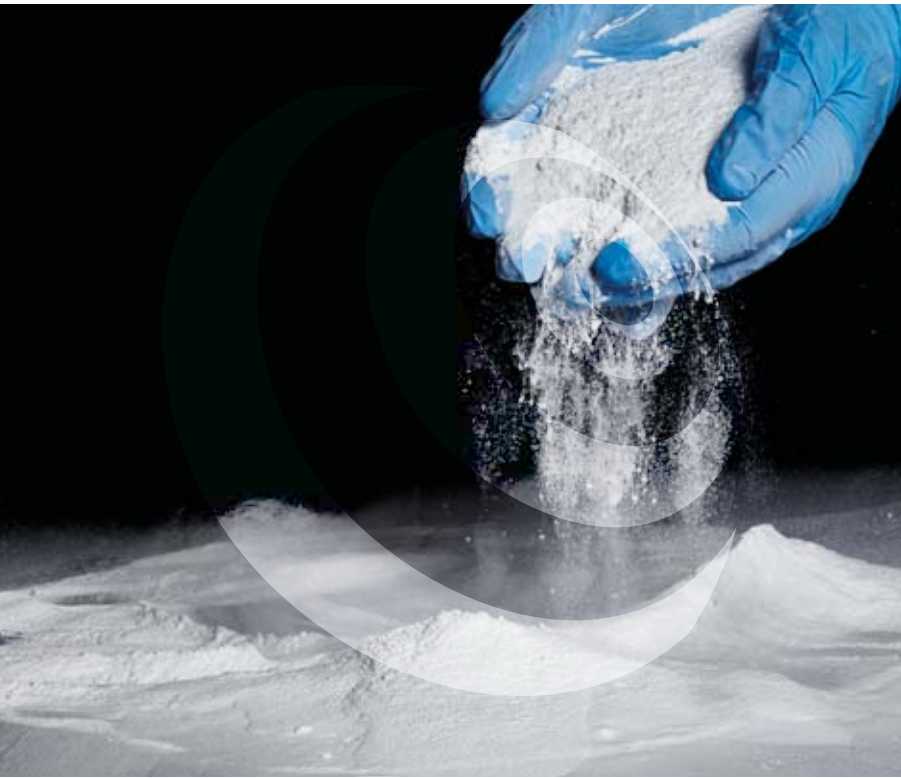
The information in this publication is believed to be accurate and is given in good faith, but no representation or warranty as to its completeness or accuracy is made. Suggestions for uses or applications are only opinions. Users are responsible for determining the suitability of these products for their own particular purpose. No representation or warranty, expressed or implied, is made with respect to information or products including, without limitation, warranties of merchantability, fitness for a particular purpose, non-infringement of any third party patent or other intellectual property rights including, without limit, copyright, trademark and designs. Any trademarks identified herein are trademarks of the Croda group of companies.

01/03 CTDS004v1.0 ©2018 Croda Europe Ltd

Anexo 4

Datasheet do material isolante térmico Silfiller
Powder

AEROGEL SUPER-INSULATION POWDER



Main Properties



- ▶ Low thermal conductivity
- ▶ No glass transition temperature
- ▶ Excellent thermal shock resistance



- ▶ Low thermal expansion
- ▶ Highly hydrophobic
- ▶ Oleophilic



- ▶ Low density
- ▶ Low dielectric constant
- ▶ Energy Saving



- ▶ Cost effective
- ▶ Design freedom

Our silica based aerogels are synthetic, porous and ultralight, offering a combination of properties that render the aerogels as an excellent solution for a variety of applications.

SILFILLER offers a range of potential applications, such as thermal insulation, dielectric filler, and pollution control.

SILFILLER's hydrophobicity render it excellent properties to be used as an additive, enhancing free-flow of powders.

SILFILLER further has the application of water purification by removing a large number of organic compounds at the level of few ppb (part per billion).

Applications

SILFILLER main applications include:

- ▶ Thermal insulation enhancer in coating and paints;
- ▶ Thermal insulation enhancer in mortar, cement, and plaster;
- ▶ Dielectric filler for high-power RF filters;
- ▶ Additive for enhancing free-flow of powders;
- ▶ Water purifier absorbing organic compounds.

Volume range

SILFILLER is available in:

- ▶ 1 L
- ▶ 5 L
- ▶ 10 L
- ▶ 20 L



Physical Properties

Density [kg m ⁻³]	85
Service temperature [°C]	-250 to 350
Thermal conductivity [mW m ⁻¹ K ⁻¹] Atmospheric pressure, 10 °C EN 12667:2001, Single –specimen Lambda-meter EP-500, Lambda-Messtechnik GmbH Dresden	32.8
Hydrophobic	✓
Relative Permittivity	1.13
Particle Size [µm]	5 to 60

	SAFETY DATA SHEET	Page : 1 / 9
		Revision nr : 1.0
	SILfiller	Issue date : 09/05/2017
		Supersedes :

SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking

1.1. Product identifier

Product form : Substance
Trade name/designation : SILfiller
IUPAC name : Amorphous silica

1.2. Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

1.2.1. Relevant identified uses

Main use category : Industrial use
Use of the substance/mixture : thermal insulation

1.2.2. Uses advised against

No data available

1.3. Details of the supplier of the safety data sheet

Active Aerogels, Lda.
Rua Pedro Nunes
3030-199
T +351 239700333
info@activeaerogels.com

1.4. Emergency telephone number

Country	Official advisory body	Address	Emergency number
Ireland	National Poisons Information Centre Beaumont Hospital	Beaumont Hospital Beaumont Road 9 Dublin	+353 1 809 21 66 (public, 8am - 10pm, 7/7) +353 01 809 2566 (Professionals, 24/7)
United Kingdom	National Poisons Information Service (Newcastle Centre) Regional Drugs and Therapeutics Centre, Wolfson Unit	Claremont Place Newcastle-upon-Tyne NE1 4LP Newcastle	0844 892 0111 (UK only, 24/7, healthcare professionals only)

SECTION 2: Hazards identification

2.1. Classification of the substance or mixture

Classification according to Regulation (EC) No. 1272/2008 [CLP]

Not classified

2.2. Label elements

Labelling according to Regulation (EC) No. 1272/2008 [CLP]

Not applicable.

2.3. Other hazards


Adverse physicochemical, human health and environmental effects : Dust formation. Risk of dust explosion.

Other hazards : The study does not need to be conducted because the substance is inorganic.

SECTION 3: Composition/information on ingredients

3.1. Substances

Comments : Amorphous silica (respirable dust <1%)

	<h1>SAFETY DATA SHEET</h1>	Page : 2 / 9
		Revision nr : 1.0
	<h2>SILfiller</h2>	Issue date : 09/05/2017
		Supersedes :

Substance name : SILfiller

Substance name	Product identifier	%	Classification according to Regulation (EC) No. 1272/2008 [CLP]
Hydrofobic Silicon Dioxide, Amorphous	(CAS-No.) 67762-90-7 (EC-No.) - (EC Index) -	100	Not classified

Full text of H-statements: see section 16

3.2. Mixtures

Not applicable

SECTION 4: First aid measures

4.1. Description of first aid measures

- Additional advice : First aider: Pay attention to self-protection. Concerning personal protective equipment to use, see section 8. Never give anything by mouth to an unconscious person or a person with cramps. In case of doubt or persistent symptoms, consult always a physician. Show this safety data sheet to the doctor in attendance. Treat symptomatically.
- Inhalation : Remove person to fresh air and keep comfortable for breathing. In case of doubt or persistent symptoms, consult always a physician.
- Skin contact : Take off contaminated clothing. Gently wash with plenty of soap and water. In case of doubt or persistent symptoms, consult always a physician.
- Eyes contact : Rinse immediately carefully and thoroughly with eye-bath or water. In case of doubt or persistent symptoms, consult always a physician.
- Ingestion : Rinse mouth thoroughly with water. Get medical advice/attention.

4.2. Most important symptoms and effects, both acute and delayed

- Inhalation : The following symptoms may occur: Inhalation of dust may cause irritation of the respiratory system.
- Skin contact : The following symptoms may occur: Contact with dust may cause mechanical irritation or drying of the skin.
- Eyes contact : The following symptoms may occur: Dust may cause painful eye irritation and tearing.
- Ingestion : The following symptoms may occur: May cause gastrointestinal irritation, nausea, vomiting and diarrhoea.

4.3. Indication of any immediate medical attention and special treatment needed

No data available

SECTION 5: Firefighting measures

5.1. Extinguishing media


- Suitable extinguishing media : carbon dioxide (CO₂), powder, alcohol-resistant foam, water spray.
- Unsuitable extinguishing media : Strong water jet.

5.2. Special hazards arising from the substance or mixture

- Specific hazards : Not flammable. Risk of dust explosion.

5.3. Advice for firefighters

- Firefighting instructions : Evacuate area. Use water spray or fog for cooling exposed containers. Contain the extinguishing fluids by bunding. Prevent fire fighting water from entering the environment. Avoid dust formation. Knock down/dilute dust cloud with water spray.
- Protection during firefighting : Do not attempt to take action without suitable protective equipment. Self-contained breathing apparatus.

	SAFETY DATA SHEET	Page : 3 / 9
	SILfiller	Revision nr : 1.0
Issue date : 09/05/2017		
Supersedes :		

Other information : Do not allow run-off from fire-fighting to enter drains or water courses. Dispose of waste in accordance with environmental legislation.

SECTION 6: Accidental release measures

6.1. Personal precautions, protective equipment and emergency procedures

6.1.1. For non-emergency personnel

For non-emergency personnel : Evacuate unnecessary personnel. Keep upwind. Provide adequate ventilation. Wear recommended personal protective equipment. Concerning personal protective equipment to use, see section 8. Do not breathe dust. Avoid contact with skin, eyes and clothing. Keep away from heat, hot surfaces, sparks, open flames and other ignition sources. No smoking. Ensure equipment is adequately earthed. Use explosion-proof equipment. Use only non-sparking tools.

6.1.2. For emergency responders

For emergency responders : Ensure procedures and training for emergency decontamination and disposal are in place. Concerning personal protective equipment to use, see section 8.

6.2. Environmental precautions

Do not allow to enter into surface water or drains. Notify authorities if product enters sewers or public waters.

6.3. Methods and material for containment and cleaning up

Methods for cleaning up : Stop leak if safe to do so. Dam up the solid spill. Take up mechanically (sweeping, shovelling) and collect in suitable container for disposal. Large spills: scoop solid spill into closing containers. This material and its container must be disposed of in a safe way, and as per local legislation. Avoid dust formation. Knock down/dilute dust cloud with water spray.

6.4. Reference to other sections

Concerning personal protective equipment to use, see section 8. Concerning disposal elimination after cleaning, see section 13.

SECTION 7: Handling and storage

7.1. Precautions for safe handling

Precautions for safe handling : Provide adequate ventilation. Use personal protective equipment as required. Concerning personal protective equipment to use, see section 8. Do not breathe dust. Avoid contact with skin, eyes and clothing. Take any precaution to avoid mixing with Incompatible materials, Refer to Section 10 on Incompatible Materials. Ensure proper process control to avoid excess waste discharge (temperature, concentration, pH, time). Avoid release to the environment. Avoid dust formation. Keep away from heat, hot surfaces, sparks, open flames and other ignition sources. No smoking. Ground/bond container and receiving equipment. Use explosion-proof equipment. Use only non-sparking tools.


Hygiene measures : Keep good industrial hygiene. Wash hands and other exposed areas with mild soap and water before eating, drinking or smoking and when leaving work. Do not eat, drink or smoke when using this product. Keep away from food, drink and animal feedingstuffs. Remove contaminated clothes. Separate working clothes from town clothes. Launder separately. Wash contaminated clothing before reuse.

7.2. Conditions for safe storage, including any incompatibilities

Technical measures : Avoid dust formation.
Storage conditions : Store in a dry, cool and well-ventilated place. Do not store near or with any of the incompatible materials listed in section 10.
Incompatible substances or mixtures : Hydrogen fluoride.
Incompatible materials : Keep away from strong acids, strong bases and oxidizing agents.
Storage area : Keep as dry as reasonably practicable.
Packaging materials : Keep only in the original container.

7.3. Specific end use(s)

No data available.

	SAFETY DATA SHEET	Page : 4 / 9
		Revision nr : 1.0
	SILfiller	Issue date : 09/05/2017
		Supersedes :

SECTION 8: Exposure controls/personal protection

8.1. Control parameters

Additional information : Personal air monitoring :. Room air monitoring. Recommended monitoring procedures

8.2. Exposure controls

Engineering measure(s) : Provide adequate ventilation. Organisational measures to prevent /limit releases, dispersion and exposure. Safe handling: see section 7 . Apply measures to prevent dust explosions. Ensure equipment is adequately earthed.

Personal protective equipment : The type of protective equipment must be selected according to the concentration and amount of the dangerous substance at the specific workplace.

Hand protection : Wear chemically resistant gloves (tested to EN374) . Suitable material: neoprene gloves, Latex gloves, rubber or plastic gloves, leather gloves, neoprene gloves (>0.3mm, BTT: 8h). The quality of the protective gloves resistant to chemicals must be chosen as a function of the specific working place concentration and quantity of hazardous substances.

Eye protection : Use suitable eye protection. (EN166): Safety glasses with side shields

Body protection : Wear suitable protective clothing.

Respiratory protection : Not required for normal conditions of use. In case of insufficient ventilation, wear suitable respiratory equipment. Effective dust mask (EN 149). Half-face mask (EN 140). full face mask (DIN EN 136). Filter type: P (EN 143)

Thermal hazard protection : Not required for normal conditions of use. Use dedicated equipment.

Environmental exposure controls : Avoid release to the environment. Comply with applicable Community environmental protection legislation.

SECTION 9: Physical and chemical properties

9.1. Information on basic physical and chemical properties

Physical state : Solid

Appearance : Powder. Granulate.

Colour : white.

Odour : odourless.

Odour threshold : Not applicable

pH : Not applicable

Relative evaporation rate (butylacetate=1) : No data available

Melting / freezing point : No data available

Freezing point : No data available

Initial boiling point and boiling range : No data available

Flash point : Not applicable

Auto-ignition temperature : Not applicable

Decomposition temperature : 350 °C

Flammability (solid, gas) : Not flammable,Not combustible,Not self-igniting

Vapour pressure : Not applicable

Vapour density : Not applicable

Relative density : Not applicable

Solubility : Water: Insoluble

Partition coefficient n-octanol/water : No data available

Kinematic viscosity : No data available

Dynamic viscosity : No data available

	SAFETY DATA SHEET	Page : 5 / 9
		Revision nr : 1.0
	SILfiller	Issue date : 09/05/2017
		Supersedes :

- Explosive properties : Not applicable. The study does not need to be conducted because there are no chemical groups associated with explosive properties present in the molecule.
- Oxidising properties : Not applicable. The classification procedure needs not to be applied because there are no chemical groups present in the molecule which are associated with oxidising properties.
- Explosive limits : No data available

9.2. Other information

No data available

SECTION 10: Stability and reactivity

10.1. Reactivity

Reference to other sections: 10.4 & 10.5.

10.2. Chemical stability

Stable under normal conditions.

10.3. Possibility of hazardous reactions

No dangerous reactions known under normal conditions of use.

10.4. Conditions to avoid

Safe handling: see section 7.

10.5. Incompatible materials

Safe handling: see section 7.

10.6. Hazardous decomposition products

Reference to other sections: 5.2.

SECTION 11: Toxicological information


11.1. Information on toxicological effects

- Acute toxicity : Not classified (Based on available data, the classification criteria are not met.)
- Skin corrosion/irritation : Not classified (Based on available data, the classification criteria are not met.)
pH: Not applicable
- Serious eye damage/irritation : Not classified (Based on available data, the classification criteria are not met.)
pH: Not applicable
- Respiratory or skin sensitisation : Not classified (Based on available data, the classification criteria are not met.)
- Germ cell mutagenicity : Not classified (Based on available data, the classification criteria are not met.)
- Carcinogenicity : Not classified (Based on available data, the classification criteria are not met.)
- Reproductive toxicity : Not classified (Based on available data, the classification criteria are not met.)
- STOT-single exposure : Not classified (Based on available data, the classification criteria are not met.)
- STOT-repeated exposure : Not classified (Based on available data, the classification criteria are not met.)
- Aspiration hazard : Not classified (Based on available data, the classification criteria are not met.)
- Other information : Symptoms related to the physical, chemical and toxicological characteristics. For further information see section 4.

SECTION 12: Ecological information

12.1. Toxicity

- Environmental properties : According to the criteria of the European classification and labelling system, the substance/the product has not to be labelled as "dangerous for the environment".

	SAFETY DATA SHEET	Page : 6 / 9
		Revision nr : 1.0
	SILfiller	Issue date : 09/05/2017
		Supersedes :

12.2. Persistence and degradability

SILfiller	
Persistence and degradability	The study does not need to be conducted because the substance is inorganic.

12.3. Bioaccumulative potential

SILfiller	
Partition coefficient n-octanol/water	No data available
Bioaccumulative potential	There is no bioaccumulation.

12.4. Mobility in soil

SILfiller	
Mobility in soil	No data available

12.5. Results of PBT and vPvB assessment

SILfiller	
Results of PBT assessment	No data available

12.6. Other adverse effects

Other adverse effects : No data available.

SECTION 13: Disposal considerations

13.1. Waste treatment methods

Product/Packaging disposal recommendations : Avoid release to the environment. Dispose of empty containers and wastes safely. Safe handling: see section 7. Refer to manufacturer/supplier for information on recovery/recycling. Recycling is preferred to disposal or incineration. If recycling is not possible, eliminate in accordance with local valid waste disposal regulations. Handle contaminated packages in the same way as the substance itself. Dispose of contaminated materials in accordance with current regulations.

European waste catalogue (2001/573/EC, 75/442/EEC, 91/689/EEC) : This material and its container must be disposed of as hazardous waste. Waste codes should be assigned by the user, preferably in discussion with the waste disposal authorities.


SECTION 14: Transport information

In accordance with ADR / RID / IMDG / IATA / ADN

ADR	IMDG	IATA	ADN	RID
14.1. UN number				
Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
14.2. UN proper shipping name				
Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
14.3. Transport hazard class(es)				
Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
14.4. Packing group				
Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
14.5. Environmental hazards				
Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
No supplementary information available				

14.6. Special precautions for user

Special precautions for user : No data available

	SAFETY DATA SHEET	Page : 7 / 9
		Revision nr : 1.0
	SILfiller	Issue date : 09/05/2017
		Supersedes :

- Overland transport

Not applicable

- Transport by sea

Not applicable

- Air transport

Not applicable

- Inland waterway transport

Not applicable

- Rail transport

Not applicable

14.7. Transport in bulk according to Annex II of MARPOL 73/78 and the IBC Code

Code: IBC : No data available.

SECTION 15: Regulatory information

15.1. Safety, health and environmental regulations/legislation specific for the substance or mixture

15.1.1. EU-Regulations

No REACH Annex XVII restrictions

SILfiller is not on the REACH Candidate List

SILfiller is not on the REACH Annex XIV List

15.1.2. National regulations

France

No ICPE	Installations classées Désignation de la rubrique	Code Régime	Rayon
3420.text	Fabrication en quantité industrielle par transformation chimique ou biologique de produits chimiques inorganiques, tels que :		
3420.e	e) Non-métaux, oxydes métalliques ou autres composés inorganiques, tels que carbure de calcium, silicium, carbure de silicium	A	3

Germany

German storage class (LGK) : LGK 13 - Non-combustible solids

12th Ordinance Implementing the Federal Immission Control Act - 12.BImSchV : Is not subject of the 12. BImSchV (Hazardous Incident Ordinance)

TA Luft : 5.2.1 Total Dust, including Micro Dust

Netherlands

Waterbezwaarlijkheid : 11 - Weinig schadelijk voor in het water levende organismen


Saneringsinspanningen : A - In principe niet lozen; zo ja, dan toepassen van beste bestaande technieken

SZW-lijst van kankerverwekkende stoffen : The substance is not listed

SZW-lijst van mutagene stoffen : The substance is not listed

NIET-limitatieve lijst van voor de voortplanting giftige stoffen – Borstvoeding : The substance is not listed

NIET-limitatieve lijst van voor de voortplanting giftige stoffen – Vruchtbaarheid : The substance is not listed

	SAFETY DATA SHEET	Page : 8 / 9
		Revision nr : 1.0
	SILfiller	Issue date : 09/05/2017
		Supersedes :

NIET-limitatieve lijst van voor de : The substance is not listed
voortplanting giftige stoffen – Ontwikkeling

15.2. Chemical safety assessment

Chemical safety assessments for substances in this mixture were not carried out

SECTION 16: Other information

Abbreviations and acronyms:


	ABM = Algemene beoordelingsmethodiek
	ADN = Accord Européen relatif au Transport International des Marchandises Dangereuses par voie de Navigation du Rhin
	ADR = Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route
	CLP = Classification, Labelling and Packaging Regulation according to 1272/2008/EC
	IATA = International Air Transport Association
	IMDG = International Maritime Dangerous Goods Code
	LEL = Lower Explosive Limit/Lower Explosion Limit
	UEL = Upper Explosion Limit/Upper Explosive Limit
	REACH = Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
	BTT = Breakthrough time (maximum wearing time)
	DMEL = Derived Minimal Effect level
	DNEL = Derived No Effect Level
	EC50 = Median Effective Concentration
	EL50 = Median effective level
	ErC50 = EC50 in terms of reduction of growth rate
	ErL50 = EL50 in terms of reduction of growth rate
	EWC = European waste catalogue
	LC50 = Median lethal concentration
	LD50 = Median lethal dose
	LL50 = Median lethal level
	NA = Not applicable
	NOEC = No observed effect concentration
	NOEL: no-observed-effect level
	NOELR = No observed effect loading rate
	NOAEC = No observed adverse effect concentration
	NOAEL = No observed adverse effect level
	N.O.S. = Not Otherwise Specified
	OEL = Occupational Exposure Limits - Short Term Exposure Limits (STELs)
	PNEC = Predicted No Effect Concentration
	Quantitative structure-activity relationship (QSAR)
	STOT = Specific Target Organ Toxicity
	TWA = time weighted average
	VOC = Volatile organic compounds
	WGK = Wassergefährdungsklasse (Water Hazard Class under German Federal Water Management Act)

Sources of key data used to compile the : Supplier info.
datasheet

Training advice : Training staff on good practice. Manipulations are to be done only by qualified and authorised persons.

According to Regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH) with its amendment Regulation (EU) 2015/830
Classification according to Regulation (EC) No. 1272/2008 [CLP]
Labelling according to Regulation (EC) No. 1272/2008 [CLP]

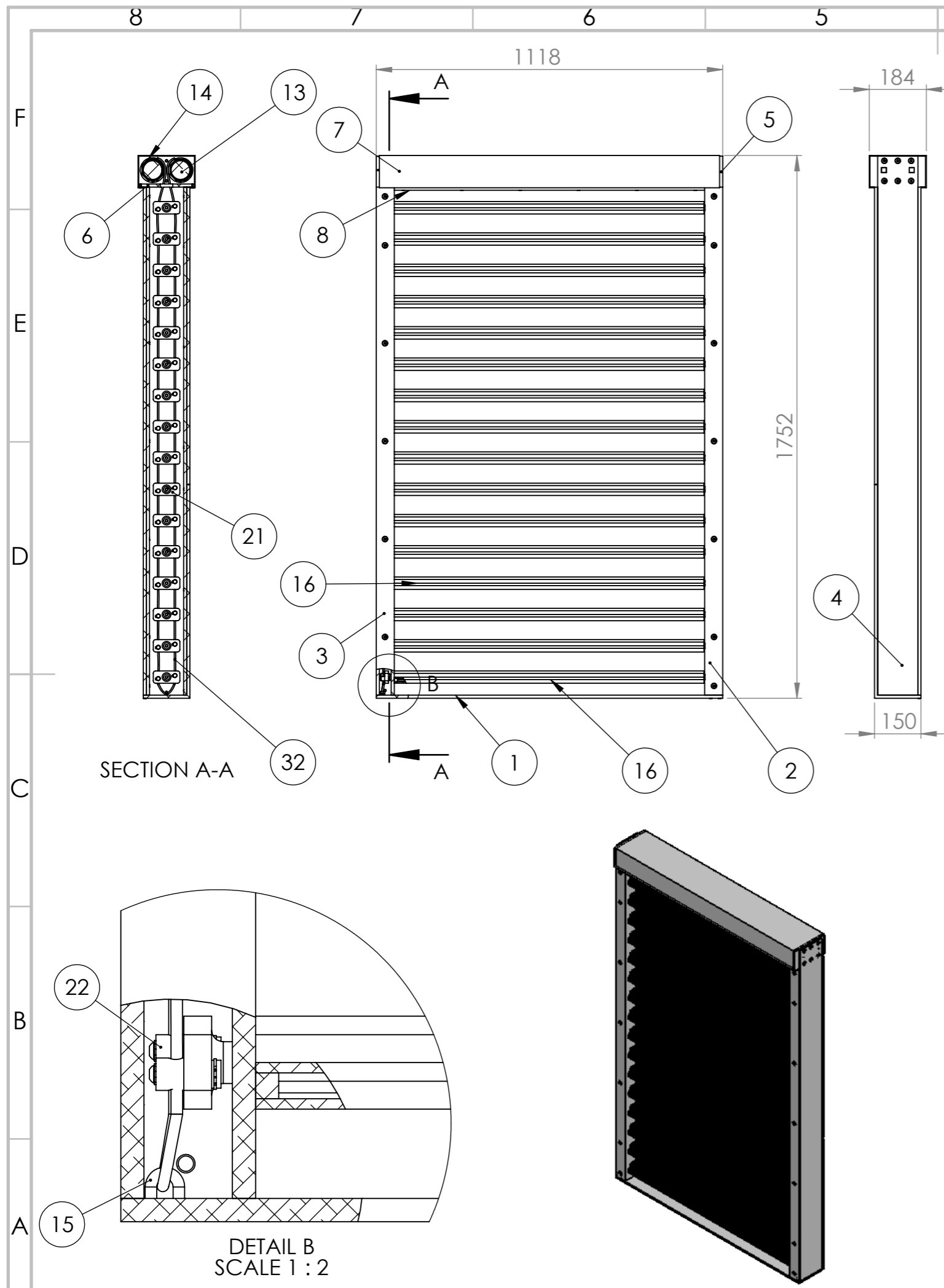
DISCLAIMER OF LIABILITY The information in this SDS was obtained from sources which we believe are reliable. However, the

	SAFETY DATA SHEET	Page : 9 / 9
		Revision nr : 1.0
	SILfiller	Issue date : 09/05/2017
		Supersedes :

information is provided without any warranty, express or implied, regarding its correctness. The conditions or methods of handling, storage, use or disposal of the product are beyond our control and may be beyond our knowledge. For this and other reasons, we do not assume responsibility and expressly disclaim liability for loss, damage or expense arising out of or in any way connected with the handling, storage, use or disposal of the product. This SDS was prepared and is to be used only for this product. If the product is used as a component in another product, this SDS information may not be applicable.

Anexo 5

Desenho de conjunto do sistema estore bi-
funcional



ITEM NO.	PART NUMBER	STANDARD	Material	QTY.
1	Base		Al 2014	1
2	Suporte lateral D		Al 2014	1
3	Suporte lateral E		Al 2014	1
4	Tampa lateral E		Al 2014	1
5	Tampa lateral D		Al 2014	1
6	Suporte superior		Al 2014	1
7	Tampa Superior		Al 2014	1
8	Batente lamelas		Al 2014	1
9	Parafuso FHC M8 x 20	ISO 10642	Aço	32
10	Parafuso FHC M4 x 20	ISO 10642	Aço	10
11	Parafuso FHC M4 x 10	ISO 10642	Aço	8
12	Parafuso FHC M8 x 16	ISO 10642	Aço	8
13	Motor		Stor 80 N	2
14	Tubo octogonal		Aço galvanizado	2
15	Aperto inferior cabo		Al 2014	2
16	Lamela		Al 2014	16
17	Tampa PCM		Al 2014	16
18	Tampa PCM (abertura)		Al 2014	16
19	Tampa material isolante (abertura)		Al 2014	16
20	Tampa material isolante		Al 2014	16
21	Suporte lamela E		Al 2014	16
22	Pinos rotação		Al 2014	64
23	Suporte lamela D		Al 2014	16
24	Anel elástico para veios 11 x 1	DIN 471	Aço	64
25	Parafuso FHC M8 x 10	ISO 10642	Aço	16
26	Parafuso sem cabeça HC M6 x 10	ISO 4026	Aço	16
27	Parafuso FHC M8 x 60	ISO 10642	Aço	32
28	Anilha serrilhada cônica 8.4	DIN 6798 - V	Aço	32
29	Anilha serrilhada plana 9.3	DIN 6798 - A	Aço	32
30	Parafuso FHC M4 x 8	ISO 7380	Aço	64
31	Anilha serrilhada plana 4.55	DIN 6798 - A	Aço	64
32	Cabo de aço		Aço galvanizado	2

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

NAME SIGNATURE DATE

TITLE:
Estore bi-funcional

DRAWN
CHK'D
APPV'D
Q.A

MATERIAL:

DWG NO.
20

A3

WEIGHT:

SCALE:1:15

SHEET 1 OF 1