U.PORTO

MESTRADO

DESIGN INDUSTRIAL E DE PRODUTO

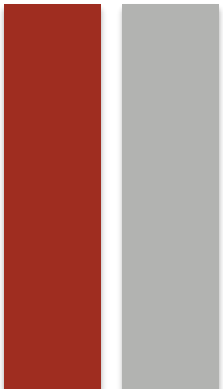
Upcycling de Resíduos de Madeira:

Estratégias de Design Sustentável para o Desenvolvimento de Mobiliário com Aplicação Experimental na Empresa Mofreita

David António Cunha

M

2025



U.PORTO

MESTRADO EM DESIGN INDUSTRIAL E DE PRODUTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

O JÚRI

PRESIDENTE

Doutora Lígia Maria Pinto Lopes

PROFESSORA AUXILIAR DA FACULDADE DE BELAS ARTES DA UNIVERSIDADE DO PORTO

ORIENTADOR

Doutor Rui Jorge Leal Ferreira Mendonça da Fonseca

PROFESSOR ASSOCIADO CONVIDADO COM AGREGAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE TRÁS OS MONTES E ALTO DOURO

ARGUENTE

Doutor Filipe José Palhares Chaves

PROFESSOR ADJUNTO CONVIDADO DA ESCOLA SUP. DE TECNOLOGIA DO INSTITUTO POLITÉCNICO DO CÁVADO E DO AVE

17

28 NOVEMBRO 2025

MESTRE DAVID ANTÓNIO CUNHA
MDIP/**184**

Resumo

A presente dissertação tem como objetivo central analisar e propor soluções para a reutilização de resíduos provenientes da indústria da madeira, enquadrando-se nos princípios da economia circular e do design sustentável. A investigação parte de uma reflexão sobre o atual contexto industrial, marcado por elevados níveis de desperdício, e procura demonstrar como o design pode constituir-se como ferramenta estratégica para transformar este problema ambiental e económico em novas oportunidades criativas.

A pesquisa bibliográfica permitiu identificar conceitos-chave, como *upcycling* e *slow design*, fundamentais para a compreensão das práticas contemporâneas de reutilização. Com base neste enquadramento, foi desenvolvido um estudo de caso em colaboração com empresas do setor, nomeadamente a *Mofreita*, através do projeto "Excedentes Criativos". Esta parceria viabilizou o acesso a matéria-prima residual, permitindo experimentar metodologias práticas de seleção, planificação e prototipagem.

Foram desenvolvidos vários protótipos para testar diferentes abordagens técnicas e estéticas à utilização de sobras de madeira. Estes objetos, para além de responderem a critérios funcionais, procuraram evidenciar o valor intrínseco da imperfeição do material e explorar novas linguagens visuais e narrativas. Os resultados obtidos demonstram que a aplicação de processos criativos a resíduos industriais permite não apenas reduzir o desperdício, mas também gerar produtos originais, de valor acrescentado e com identidade própria, contribuindo para um consumo mais consciente e para a sustentabilidade do setor do mobiliário.

Palavras-chave: Economia circular; Upcycling; Madeira; Design sustentável; Resíduos industriais; Madeira

Abstract

This dissertation aims to analyse and propose solutions for the reuse of waste generated by the wood industry, within the framework of circular economy and sustainable design. The research is grounded in the recognition that this sector, despite its economic relevance, produces significant levels of waste, often undervalued and discarded without strategic integration into new production cycles. The central premise of this work is that design can play a decisive role in converting this environmental and economic challenge into opportunities for innovation.

A theoretical review was conducted, focusing on key concepts such as *upcycling* and *slow design*, which provided a foundation for understanding current practices of material reuse. Building on this theoretical framework, a case study was carried out in collaboration with companies from the sector, particularly Mofreita through its "Excedentes Criativos" project. This partnership granted access to a structured catalogue of wood residues, which facilitated experimentation in a real production environment.

The practical component of the project involved the design and prototyping of several pieces of furniture, exploring technical and aesthetic possibilities for reusing wood scraps. These prototypes demonstrated not only the functional feasibility of the process but also its ability to enhance the expressive and narrative qualities of the material. The outcomes reveal that creative design processes applied to industrial residues can significantly reduce waste while generating unique and valuable products, thereby promoting more sustainable and responsible consumption patterns.

Keywords: Circular economy; Upcycling; Wood; Sustainable design; Industrial waste.

Agradecimentos

Aos meus pais e irmãos, pela presença constante, pelo apoio incondicional em todas as fases da minha vida e por acreditarem sempre no meu percurso académico e pessoal.
Ao meu orientador e professor, Rui Mendonça, pela orientação rigorosa, pela disponibilidade e pela paciência demonstrada ao longo do desenvolvimento deste projeto. À minha coorientadora, pelas indicações e sugestões que contribuíram de forma significativa para a realização deste documento.
Aos colegas de turma, pelas contribuições, reflexões e conselhos que enriqueceram este percurso.
Às empresas José Fernando Fernandes Pereira - Unipessoal, Lda. e Mofreita, pela colaboração e pela prontidão em prestar os esclarecimentos necessários, fundamentais para a execução das propostas apresentadas.
À Camille, pelo apoio constante e encorajamento ao longo de todo este processo.

A todos, expresso a minha mais profunda gratidão.

Índice

Resumo **3**
Abstract **4**
Agradecimentos **5**
Índice **7**
Índice de Figuras **9**
Índice de Tabelas **11**

Capítulo I: Introdução **12**
1.1 ENQUADRAMENTO TEÓRICO 13
1.2 OBJETIVOS 21
1.3 METODOLOGIA 22
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO 25

Capítulo II: Estado da Arte **28**
2.1 DESPERDÍCIOS DA INDÚSTRIA MADEIREIRA 29
2.2 ECONOMIA CIRCULAR 38
2.3 UPCYCLING APLICADO AO DESIGN 43
2.4 PROJETOS DE DESIGN 47

Capítulo III: Casos de Estudo **57**
3.1 MOFREITA 58
3.1.1 MOFREITA - EXCEDENTES CRIATIVOS 60
3.1.2 MOFREITA - REVIVE 60
3.2 JOSÉ FERNANDO FERNANDES PEREIRA - UNIPESSOAL, LDA 61
3.2.1 MATÉRIA-PRIMA E EQUIPAMENTOS 63
3.2.2 RESÍDUOS 64
3.2.3 LEVANTAMENTO DOS RESÍDUOS 66

Capítulo IV: Projeto **71**
4.1 DEFINIÇÃO DA PROPOSTA 72
4.2 DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPOS 75

4.2.1 Protótipo 1.....76
4.2.2 Protótipo 2.....80
4.3 PROJETO.....84

Capítulo V: Conclusões.....89
5.1 CONCLUSÕES.....90
5.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....91

Bibliografia.....93
Webgrafia.....96
Anexos.....100

Índice de Figuras

Figura 1: Exportações do mobiliário de Janeiro a Novembro de 2023 (Fátima Castro em ECO SAPO, 2024)..... **14**

Figura 2: Resíduos Setoriais produzidos (t) por Atividade económica (CAE Rev. 3) e Tipo de resíduos (CER-stat); Anual - INE, Resíduos Setoriais (INE 2023)..... **16**

Figuras 3 e 4: Fotos realizadas numa reunião com o orientador e os colegas (2025)..... **24**

Figura 5: Evolução da balança comercial florestal - materiais e produtos industriais, em valor (milhões de euros), 2019 – 2023. Fonte florestas.pt, 2024..... **29**

Figura 6: Evolução das importações e exportações florestais, em valor (milhões de euros), 2019 – 2023. Fonte florestas.pt, 2024..... **30**

Figura 7: Metas e indicadores definidos no PERNU 2030 por objetivo operacional (Sociedade de Gestão Integrada de Óleos Lubrificantes Usados, Lda., 2024)..... **32**

Figura 8: Diagrama de processo de fabrico típico do subsetor de Carpintaria e de Fabrico de Mobiliário de Madeira (INETI (2000) publicado em Monteiro (2016))..... **34**

Figura 9: Opções de gestão de resíduos (AEP, 2011)..... **35**

Figura 10: Composto orgânico (Horta e Flores, 2018)..... **36**

Figura 11: Placas de OSB (almácla, 2025)..... **36**

Figura 12: Painéis de MDF (madiplac, 2025)..... **36**

Figura 13: Imagem de Pellets (madiplac, 2025)..... **37**

Figura 14: Imagem de Briquetes (madiplac, 2025)..... **37**

Figura 15: Economia Circular (grupomuda.com, 2023)..... **39**

Figura 16 e 17: Protótipos 1 e 2 do primeiro conceito feitos com resíduos de pó e serradura de madeira (Monteiro, 2016)..... **48**

Figura 18: Protótipo do segundo conceito feito com resíduos de pó e serradura de madeira (Monteiro, 2016)..... **48**

Figuras 19, 20 e 21: Protótipos dos conceitos 1, 2 e 3 realizados com resíduos (Luzio, 2023)..... **49**

Figuras 22, 23 e 24: Chinelos desenvolvidos com desperdícios têxteis (NEO, 2019)..... **50**

Figura 25: Peças de xadrez realizadas com resíduos de madeira (Marques, 2021) **51**

Figura 26: TAMUJO - Candeeiro (MUSGO, 2025)..... **52**

Figura 27: JARO - Candeeiro (MUSGO, 2025)..... **52**

Figura 28 e 29: Recebedor Zinek e Espelho Tamura - Madeira recuperada (HANNUN, 2025)..... **53**

Figura 30 e 31: Reclaimed Wood and Mimbre Night Stand II (Studio ORYX, 2021).. ..... **56**

Figura 32 e 33: Instalações da Mofreita (imagem de autor)..... **59**

Figura 34 e 35: Oficina José Fernando Fernandes Pereira - Unipessoal, Lda. (imagem de autor)..... **61**

Figura 36 e 37: Pranchas pré-aplainadas e caixote de resíduos da oficina José Fernando Fernandes Pereira - Unipessoal, Lda. (imagem de autor)..... **63**

Figura 38 e 39: Silo de armazenamento e sistema de aspiração da oficina (imagem de autor)..... **65**

Figura 40, 41 e 42: Recolha de uma primeira amostra de resíduos de madeira (imagem de autor)..... **66**

Figura 43 e 44: Amostra de resíduos numerados e medição através de uma quadrícula (imagem de autor)..... **67**

Figura 45, 46 e 47: Móvel base para o desenvolvimento dos protótipos e projeto (imagem de autor)..... **75**

Figura 48 e 49: Desenvolvimento do protótipo 1 (imagem de autor)..... **76**

Figura 50: Protótipo 1 sem porta na fase de secagem (imagem de autor)..... **77**

Figura 51: Desenvolvimento da porta para o protótipo 1 (imagem de autor)..... **78**

Figura 52 e 53: Secagem da porta e instalação de dobradiças (imagem de autor)..... **79**

Figura 54 e 55: Protótipo 1 concluído com porta (imagem de autor)..... **79**

Figura 56 e 57: Desenvolvimento do protótipo 2 (imagem de autor)..... **80**

Figura 58 e 59: Conclusão das faces do protótipo 2 sem porta (imagem de autor)..... **81**

Figura 60 e 61: Reunião com orientador e colegas..... **82**

Figura 62 e 63: Protótipos lado a lado e sobrepostos..... **82**

Figura 64: Protótipos concluídos (imagem de autor)..... **83**

Figura 65 e 66: Desenvolvimento do projeto final nas oficinas da Mofreita..... **84**

Figura 67 e 68: Conjunto dos três móveis com todas as faces cobertas menos a porta..... **85**

Figura 69: Instalação das dobradiças..... **85**

Figura 70: Conjunto de móveis terminados..... **86**

Figura 71: Detalhes do móvel..... **87**

Figura 72: Conjunto de móveis terminados..... **87**

Figura 73: Conjunto de móveis terminados..... **87**

Índice de Tabelas

Tabela 1: Levantamento de medidas das amostras previamente recolhidas..... **68**

Capítulo I: Introdução

1.1 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

A indústria do mobiliário na Europa constitui um setor estratégico para a economia da União Europeia, destacando-se pelo seu impacto económico, pela sua influência cultural e pela sua forte capacidade de inovação. Com um volume de negócios anual superior a 96 mil milhões de euros, trata-se de uma atividade intensiva em mão de obra, caracterizada por uma produção diversificada que vai desde mobiliário doméstico, como cozinhas, escritórios e quartos, até peças especializadas com elevado valor acrescentado.

O sucesso do setor assenta na sua capacidade de conjugar criatividade e inovação tecnológica com o património estético e cultural europeu. A rápida adaptação às novas exigências do mercado, a elevada qualificação dos trabalhadores e a modernização dos sistemas produtivos são fatores determinantes para a manutenção da sua competitividade internacional. Esta liderança global reflete-se no facto de cerca de 12% do design industrial registado no Instituto da Propriedade Intelectual da União Europeia (EUIPO) estar associado ao setor do mobiliário. A Europa destaca-se ainda no segmento de mobiliário de luxo, sendo responsável por quase dois terços da produção mundial desta categoria. Dada a sua relevância económica e cultural, este setor revela-se um objeto de estudo particularmente pertinente no contexto desta dissertação (European Comission, 2013).

Indústria do mobiliário em Portugal

A indústria do mobiliário portuguesa tem vindo a reforçar progressivamente a sua presença no espaço europeu, destacando-se como um dos setores mais dinâmicos e competitivos no que diz respeito às exportações nacionais (DGAE, 2017).

Este posicionamento é confirmado pelos dados de 2023, dados visíveis na figura 1, ano em que o setor alcançou um valor recorde de 2.199

milhões de euros em exportações, representando um crescimento de 10% face a 2022 e de 24% em comparação com 2021. Este desempenho expressivo reflete não só a capacidade produtiva e adaptabilidade das empresas portuguesas, mas também o reconhecimento internacional da qualidade, inovação e design do mobiliário nacional (AIMMP, 2024).

Exportações do mobiliário
de janeiro a novembro de 2023

Mercado	Valor	Quota	Variação
França	664.211.253,00 €	32,46%	+9,14
Espanha	538.699.420,00 €	26,33%	+16,59
Alemanha	124.246,520,00€	6,10%	+28,45
E.U.A.	113.480.480,00 €	5,55%	-2,07%
Reino Unido	105.795,024,00 €	5,17%	+12,47
Países Baixos	37.659.574,00€	1,84%	+3,36
Chéquia	33.776,359,00 €	2,00%	+25,00
Angola	31.080.504,00 €	1,52%	-4,13%
Itália	28.458.899,00 €	1,00%	-12,00%
Bélgica	26.313,542,00 €	1,29%	+6,89

Fonte: APIMA

Figura 1: Exportações do mobiliário de Janeiro a Novembro de 2023 (Fátima Castro em ECO SAPO, 2024)

A indústria do mobiliário em Portugal tem origens que remontam ao século XV, destacando-se desde então pelo uso da madeira como matéria-prima principal e por uma forte tradição artesanal. No século XVIII, o setor afirmou-se como alternativa à produção francesa, evidenciando-se pela utilização de madeiras nobres como o pau-santo, o ébano e o jacarandá, muitas delas oriundas das colónias.

A qualidade técnica e estética das peças portuguesas desse período consolidou uma reputação baseada na excelência dos materiais e no saber-fazer artesanal. Este legado continua a influenciar a identidade da produção nacional, sustentando a valorização do mobiliário português no panorama contemporâneo (DGAE, 2017).

Com a Revolução Industrial, a partir da segunda metade do século XVIII, assistiu-se a uma profunda transformação nos modos de produção. A oficina artesanal foi progressivamente substituída pela fábrica, e o artesão deu lugar ao operário, agora afastado do domínio completo do ofício. Este processo impulsionou significativamente a produtividade e o crescimento económico, mas trouxe consigo também um aumento do consumo de recursos naturais e do desperdício industrial.

Neste contexto, destaca-se um problema persistente na transformação da madeira: a elevada produção de resíduos resultantes de operações como o corte, o desbaste e o talho, etapas essenciais na produção de mobiliário. Apesar do valor comercial significativo da matéria-prima, grande parte destas sobras é desvalorizada, quer por ausência de estratégias de reaproveitamento, quer pela falta de integração de soluções sustentáveis no processo produtivo.

> *"É preocupante a deposição em aterro ou a queima de resíduos de madeira provenientes de obras de construção civil ou de caixas, paletes ou mobiliário em fim de vida. Estes podem ser transformados em novos painéis derivados de madeira, amplamente aplicados em cozinhas, escritórios ou em pavimentos, produtos de alto valor acrescentado que são cada vez mais procurados pelo consumidor e pelos mercados externos e que continuam a armazenar carbono sequestrado na floresta durante décadas" (Centro PINUS, citado em Ambiente Online, 2025).*

De acordo com os dados do Instituto Nacional de Estatística (INE), em 2023, o tecido empresarial em Portugal gerou aproximadamente 15,1 milhões de toneladas de resíduos setoriais, representando um aumento de 4,7% em relação ao ano anterior. A atividade de construção destacou-se como a principal responsável por este volume, contribuindo com cerca de 4,4 milhões de toneladas.

Período de referência dos dados	Localização geográfica (Portugal)	Resíduos Setoriais produzidos (t) por Atividade económica (CAE Rev. 3) e Tipo de resíduo (CER-stat); Anual
		Atividade económica (CAE Rev. 3)
		Total
		Tipo de resíduo (CER-stat)
		Total
		t
2023	Portugal	15 069 020 &

Resíduos Setoriais produzidos (t) por Atividade económica (CAE Rev. 3) e Tipo de resíduo (CER-stat); Anual - INE, Resíduos Setoriais

Última atualização destes dados: 28 de março de 2025

Figura 2: Resíduos Setoriais produzidos (t) por Atividade económica (CAE Rev. 3) e Tipo de resíduos (CER-stat); Anual - INE, Resíduos Setoriais (INE 2023)

Segundo dados do Centro PINUS, em 2021, mais de 50% da madeira recolhida nos circuitos urbanos, cerca de 64.628 toneladas, foi encaminhada para aterro ou incineração, em vez de ser reaproveitada através de reciclagem ou reutilização. Este dado revela uma clara ineficiência na valorização deste recurso natural, contrariando os princípios da economia circular e do uso em cascata da madeira, que preconizam o prolongamento do seu ciclo de vida útil.

Este panorama agrava-se face ao défice estrutural que o país apresenta na disponibilidade de madeira. A oferta nacional, em 2021, satisfazia apenas 57% das necessidades da indústria transformadora, obrigando à importação de mais de um quarto da madeira de pinho utilizada. Esta realidade evidencia a importância de estratégias mais eficazes de

reaproveitamento dos resíduos, não apenas como solução ambiental, mas também como resposta à crescente dependência externa e às pressões sobre os recursos naturais (Centro PINUS, 2022).

Victor Papanek (1995) defende que o design não pode continuar a ignorar os custos ambientais e sociais dos produtos que coloca no mercado. No contexto da indústria do mobiliário, marcada por elevados níveis de desperdício de madeira, a sua crítica é direta: estamos a transformar um recurso natural valioso num resíduo, sem considerar o impacto a longo prazo desta prática. Para Papanek, este modelo produtivo, baseado na extração, consumo rápido e descarte, é insustentável e irresponsável.

O autor argumenta que o bom design deve pensar em todo o ciclo de vida do produto: desde a origem da matéria-prima, como a madeira, até ao fim da sua utilização, promovendo durabilidade, reparabilidade, reutilização e reciclagem. O desperdício, como o das 64 mil toneladas de madeira em Portugal que são queimadas ou enviadas para aterros, representa, à luz da sua visão, um falhanço não só técnico, mas sobretudo ético e social.

> *"O design preocupa-se com o desenvolvimento de produtos, utensílios, máquinas, artefactos e outros dispositivos, e esta atividade exerce uma influência profunda e direta sobre a ecologia. A resposta do design deve ser positiva e unificadora; deve ser a ponte entre as necessidades humanas, a cultura e a ecologia (...)" (Papanek, 1995, p. 31).*

Numa linha de pensamento complementar, Margolin (2014) sublinha que o design contemporâneo enfrenta o risco e a responsabilidade de responder a desafios sociais e ambientais de forma estratégica e consciente. Para o autor, projetar não é apenas criar objetos funcionais, mas sim intervir num sistema complexo onde escolhas de materiais,

métodos de produção e modelos de consumo têm impactos diretos na sustentabilidade. Ao cruzar estas duas perspetivas, percebe-se que tanto Papanek (1995) como Margolin (2014) apontam para a urgência de repensar o papel do design como agente de mudança, capaz de integrar valores ecológicos e sociais desde a conceção do produto, minimizando desperdícios e promovendo práticas que fortaleçam a relação equilibrada entre produção, utilização e reaproveitamento.

Don Norman (2023) reforça esta perspetiva ao destacar que:

> *"Today, we still use traditional manufacturing and sales methods. Most manufacturers deliberately design for a fixed, relatively short lifetime for their products. And even if the products can (and do) last a long time, industry has developed other ways of convincing their customers to discard their existing item and purchase a new one by making the existing device seem old and obsolete. How are things made obsolete? Here are the top three techniques used to design for obsolescence: breakdown, progress, and fashion"*[1]
>
> *(Don Norman, 2023, p. 120).*

Esta crítica aponta para uma prática disseminada que perpetua o ciclo de desperdício e consumo excessivo, em linha com a insustentabilidade denunciada por Papanek. Ao introduzir a noção de obsolescência programada e induzida, Norman evidencia como o design, quando subordinado a interesses comerciais, reforça pressões ambientais e sociais, tornando-se cúmplice da degradação dos recursos naturais.

[1] "Atualmente, ainda utilizamos métodos tradicionais de fabrico e venda. A maioria dos fabricantes projeta deliberadamente os seus produtos para terem uma vida útil fixa e relativamente curta. E mesmo quando os produtos podem (e de facto conseguem) durar mais tempo, a indústria desenvolveu outras formas de convencer os consumidores a descartar o item que já possuem e a adquirir um novo, fazendo o dispositivo existente parecer velho e obsoleto. Mas como é que as coisas se tornam obsoletas? Eis as três principais técnicas utilizadas para projetar a obsolescência: avaria, progresso e moda." Todas as traduções são do autor.

Ao cruzar estas três perspetivas percebe-se que todos convergem na urgência de repensar o papel do design como agente de mudança, capaz de integrar valores ecológicos e sociais desde a conceção do produto, minimizando desperdícios, contrariando a lógica de obsolescência e promovendo práticas que fortaleçam a relação equilibrada entre produção, utilização e reaproveitamento.

Neste contexto, a presente investigação surge como uma resposta a este problema de elevado impacto ambiental, utilizando o design como ferramenta e explorando o seu contributo para a sustentabilidade na procura de soluções eficazes.

O objetivo deste estudo é propor soluções que reduzam o descarte de ripas provenientes dos processos de corte e maquinagem na indústria madeireira, com foco numa realidade geográfica específica. Neste caso, o objeto de análise são os resíduos gerados diariamente pelas empresas José Fernando Fernandes Pereira – Unipessoal, Lda. e Mofreita, cuja produção foi observada e documentada ao longo do trabalho desenvolvido no interior das própria empresas.

Durante a realização da pesquisa para este projeto surge um conceito crucial a definir, que é o *upcycling*. O *upcycling*, que também é conhecido como reutilização criativa, consiste, segundo Sève (2014), em transformar resíduos em novos produtos que realcem o valor da matéria-prima de forma a demonstrar a qualidade do material, que se destaca ainda mais do que se permanecesse em seu estado original como simples desperdício.

Entendido como reutilização de materiais, o *upcycling* surge como uma estratégia eficaz para reduzir o uso de matérias-primas virgens. Ao transformar resíduos em novos produtos, essa prática possibilita a substituição de recursos naturais por alternativas com menor impacto ambiental a longo prazo. Quando os materiais são reaproveitados no seu estado original, sem sofrer grandes alterações, conseguem manter as suas propriedades físicas e mecânicas, o que amplia as possibilidades de uso dos mesmos. Além disso, em alguns casos, esses materiais ainda

podem ser reutilizados novamente após o fim do ciclo do produto final, contribuindo assim para uma cadeia de produção mais sustentável e eficiente. Este conceito será explorado com mais profundidade no capítulo específico dedicado ao *upcycling*.

1.2 OBJETIVOS

O principal objetivo desta dissertação é explorar e propor uma nova forma de utilizar os desperdícios produzidos pela indústria de transformação da madeira, aplicando ideias e métodos do design de produto. Pretende-se mostrar que esses resíduos podem ser aproveitados como matéria-prima para criar novos objetos, ajudando a tornar o setor mais sustentável.

Através de um estudo de caso realizado com a empresa José Fernando Fernandes Pereira – Unipessoal, Lda., foi possível analisar, numa fase preliminar da investigação, o processo de produção e identificar os tipos de resíduos gerados. A partir dessa análise, perspetiva-se perceber de que forma esses materiais podem ser reaproveitados no desenvolvimento de novos produtos.

Este trabalho procura contribuir para o conhecimento sobre práticas de design mais amigas do ambiente, com base em ideias como a economia circular e o *upcycling*. Estas abordagens tornam-se cada vez mais importantes no mundo atual, pois ajudam a reduzir o impacto ambiental e a melhorar a qualidade de vida das pessoas e da sociedade.

Além do objetivo principal, foram definidos os seguintes objetivos específicos que orientaram o desenvolvimento do projeto:

- Estudar a origem e as características dos materiais residuais gerados diariamente no processo produtivo da empresa em estudo;
- Analisar o processo industrial de transformação da madeira na empresa, com foco na identificação de oportunidades para aproveitamento dos resíduos;

- Investigar e identificar exemplos de aplicação de resíduos madeireiros no campo do design de produto;
- Desenvolver uma proposta concreta de objeto de design utilizando os desperdícios madeireiros como matéria-prima;
- Demonstrar a viabilidade técnica e estética da reutilização de resíduos através do design.

Com esta investigação, pretende-se demonstrar que é possível dar uma nova vida aos resíduos da madeira, através do design, e que isso pode ser feito de forma simples, útil e com benefícios para o ambiente e para a sociedade.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia adotada nesta dissertação teve como base a abordagem do *upcycling* no design, ou seja, o reaproveitamento de materiais considerados resíduos para a criação de novos produtos. O trabalho foi dividido em duas fases principais: uma primeira fase de pesquisa teórica e documental, e uma segunda fase de estudo de caso e desenvolvimento do projeto de design.

Na primeira fase, foi realizada uma pesquisa bibliográfica aprofundada. Foram consultados livros, artigos científicos, dissertações, revistas da área, bases de dados académicas e documentos de associações empresariais e setoriais. O objetivo desta etapa foi uma clara definição do problema dos desperdícios de madeira, perceber o que já foi feito na área do reaproveitamento de materiais, especialmente no setor da madeira, e como o *upcycling* tem sido aplicado no design de produto e mobiliário. Esta pesquisa também permitiu construir um enquadramento teórico que ajudou a definir os caminhos a seguir no projeto, tendo em conta diferentes perspetivas de autores, designers e outros profissionais.

Foi feito o levantamento do estado da arte, ou seja, analisaram-se projetos e soluções já existentes relacionados com o reaproveitamento de desperdícios, o que ajudou a compreender as possibilidades e limitações do uso de resíduos na criação de novos objetos. Essa análise foi essencial para a construção de uma base sólida que sustentasse as decisões tomadas na parte prática da investigação.

A segunda fase incidiu no caso de estudo das empresas Mofreita e José Fernando Fernandes Pereira – Unipessoal, Lda., ligadas ao setor da madeira. Nesta fase foi estabelecido o contacto, primeiramente com a Mofreita, onde obtive a oportunidade de ver as instalações e de perceber de que forma trabalham. Foi nesta visita que me foram dados a conhecer os projetos que a empresa tinha em curso e que permitiram o impulsionamento desta dissertação. Posteriormente, estabeleci o contacto com a empresa José Fernando Fernandes Pereira – Unipessoal, Lda., onde também tive a oportunidade de ver as instalações e de desenvolver a parte inicial do meu trabalho e das minhas experiências dentro das oficinas deles. Numa fase posterior, a partir dos resultados obtidos, foi estabelecido mais uma vez o contacto com a Mofreita que, por sua vez, colaborou na conclusão do projeto.

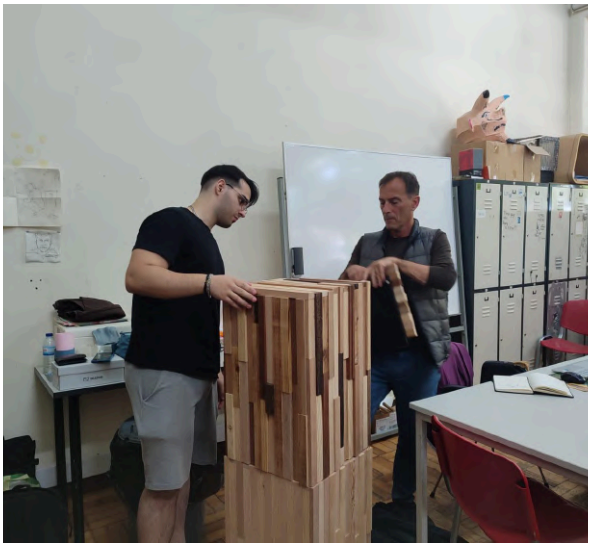
Nesta etapa, foram recolhidas informações diretamente com as empresas, através de uma observação participativa durante as minhas horas de trabalho dentro da empresa José Fernando Fernandes Pereira - Unipessoal, Lda., e através de uma entrevista informal com a Mofreita, sobre os processos de fabrico e os tipos de resíduos gerados. Foi feita uma identificação e separação dos desperdícios produzidos, bem como o seu registo através de medições (altura, largura e espessura), utilizando uma grelha com quadrículas de 5 em 5 cm e fita métrica. Também se procurou perceber qual o destino dado aos resíduos: se eram reaproveitados pela própria empresa, ou recolhidos por uma entidade externa especializada.

Com base nessa recolha de dados, foi possível caracterizar os materiais disponíveis e compreender melhor as suas propriedades. A partir daí,

passou-se para a fase de desenvolvimento do projeto, que consistiu em criar propostas de design que utilizassem esses desperdícios como matéria-prima. Esta fase teve como base os dados recolhidos nas empresas José Fernando Fernandes Pereira Unipessoal, Lda. e Mofreita, assim como a informação obtida na fase de pesquisa teórica, o que ajudou a definir as tipologias de objetos mais adequadas e viáveis de serem produzidas. Nesta fase os protótipos foram realizados de forma individual nas oficinas de marcenaria da empresa José Fernando Fernandes Pereira Unipessoal, Lda. e o produto final deste projeto foi feito nas oficinas da Mofreita.

Durante todo o processo, realizaram-se reuniões regulares com a equipe de orientação e outros colegas orientandos de mestrado, o que permitiu discutir ideias, refletir sobre decisões de forma continuada e, deste modo, melhorar sistematicamente o projeto. Este ambiente colaborativo foi importante para manter uma visão crítica e melhorar a qualidade do trabalho desenvolvido.





Figuras 3 e 4: Fotos realizadas numa reunião com o orientador e os colegas (2025)

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está estruturada em cinco capítulos.

O primeiro capítulo corresponde à Introdução e apresenta o enquadramento teórico do tema da investigação. Nele é abordada a problemática em estudo, são indicados os objetivos que se pretende alcançar e justificada a relevância do tema. São também descritas a metodologia adotada para o desenvolvimento do trabalho e a estrutura geral do documento.

O segundo capítulo apresenta o estado da arte, reunindo e analisando os principais conceitos e referências que sustentam a investigação. Esta parte da investigação aborda temas como a economia circular, a abordagem *upcycling* e a importância da escolha e investigação de materiais no contexto do design de produto. É também feita uma análise da indústria da madeira e dos seus desperdícios, com especial foco nas questões da sustentabilidade e nas possibilidades de reaproveitamento desses resíduos. Para além disso, são apresentados projetos de design já existentes que funcionam como base de referência e inspiração para o desenvolvimento do presente projeto, permitindo uma melhor compreensão das práticas atuais e dos caminhos possíveis dentro desta área de estudo.

O terceiro capítulo corresponde aos casos de estudo e apresenta o contexto onde foi desenvolvida a investigação. Nele é feita a caracterização da empresa Mofreita e da empresa José Fernando Fernandes Pereira – Unipessoal, Lda., incluindo as suas atividades principais, os materiais utilizados e os equipamentos e métodos de produção aplicados. Este capítulo inclui também o levantamento dos desperdícios gerados ao longo do processo de transformação da madeira, bem como a análise dos destinos dados a esses resíduos. A recolha e organização destas informações foi essencial para compreender o funcionamento da empresa e identificar oportunidades

para o desenvolvimento do projeto com base no reaproveitamento dos desperdícios.

O quarto capítulo apresenta a solução proposta para a problemática dos resíduos identificada ao longo da dissertação, através do desenvolvimento de um projeto de design. Nesta parte, é definida a estratégia adotada, bem como a justificação da sua pertinência no contexto do reaproveitamento de desperdícios da indústria madeireira. Segue-se a apresentação da proposta de produto, incluindo o processo criativo, as decisões de design e as fases de desenvolvimento. Por fim, é descrita a prototipagem como forma de validação prática da solução, evidenciando o potencial de transformação dos resíduos em novos objetos úteis e sustentáveis.

O quinto e último capítulo é dedicado às conclusões e considerações finais da dissertação. Nele são refletidos os principais resultados alcançados ao longo do desenvolvimento do projeto, avaliando a resposta dada ao problema identificado inicialmente. São também apontadas as limitações encontradas durante o processo, bem como sugestões para possíveis desenvolvimentos futuros nesta área de investigação. Este capítulo final pretende encerrar o trabalho com uma visão crítica e construtiva, reforçando a relevância do tema e abrindo caminho para novas abordagens e estudos.

Capítulo II: Estado da Arte

A crescente preocupação ambiental e a escassez de recursos naturais têm impulsionado novas abordagens sustentáveis na indústria e no design. Neste contexto, a reutilização de resíduos de madeira através da reciclagem e do upcycling surge como uma estratégia promissora, enquadrada nos princípios da economia circular e do design ecológico.

2.1 DESPERDÍCIOS DA INDÚSTRIA MADEIREIRA

Em Portugal a indústria madeireira é um setor de significativa relevância para a economia, que contribuiu, em 2023, com um excedente comercial de 2,9 mil milhões de euros, destacando-se os produtos de cortiça, papel e mobiliário (florestas.pt, 2024). No entanto, esta indústria gera uma quantidade considerável de resíduos, cuja gestão eficaz é essencial para a sustentabilidade ambiental e económica.

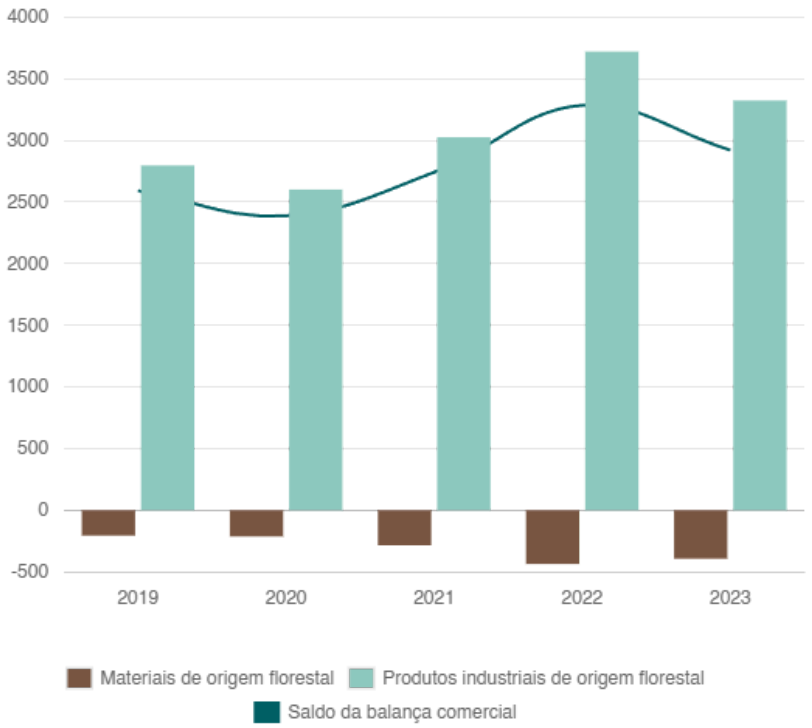


Figura 5: *Evolução da balança comercial florestal - materiais e produtos industriais, em valor (milhões de euros), 2019 – 2023. Fonte florestas.pt, 2024*

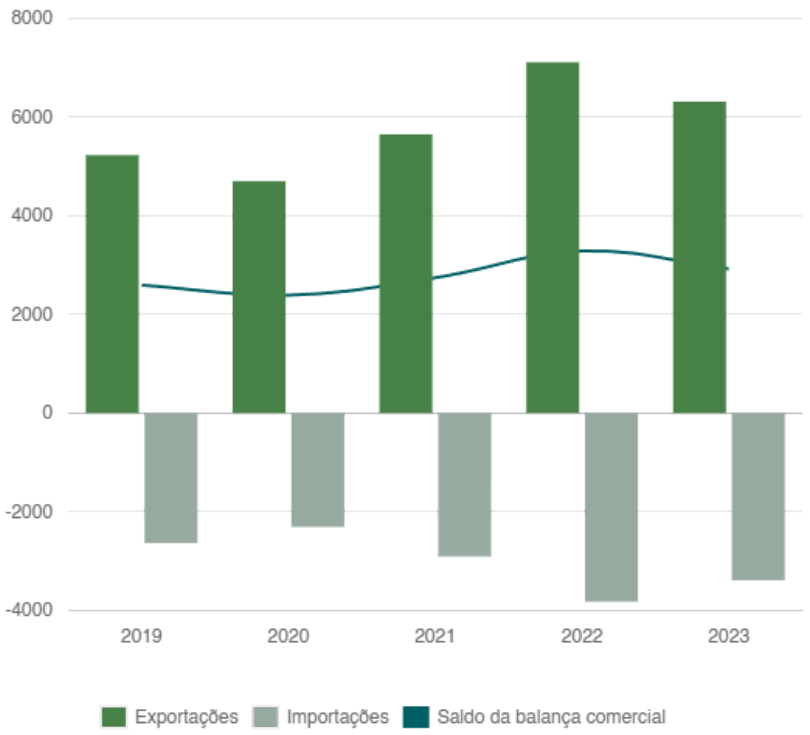


Figura 6: *Evolução das importações e exportações florestais, em valor (milhões de euros), 2019 – 2023. Fonte florestas.pt, 2024*

A gestão de resíduos em Portugal é regulada pelo Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro, que estabelece o Regime Geral da Gestão de Resíduos (RGGR). Este diploma transpõe para a legislação nacional diversas diretivas europeias, visando reforçar a prevenção da produção de resíduos, fomentar a sua reutilização e reciclagem, e promover a valorização de resíduos específicos com elevado potencial (Agência Portuguesa do Ambiente [APA], 2022).

A responsabilidade pela gestão dos resíduos, incluindo os custos associados, recai sobre o produtor inicial ou o detentor dos mesmos. As entidades responsáveis devem assegurar o tratamento adequado dos resíduos, podendo recorrer a operadores licenciados ou a sistemas de gestão específicos (APA, 2022).

Além disto é relevante ver a Resolução do Conselho de Ministros n.º 127/2023, que foi publicada em 18 de outubro de 2023 pelo Diário da

República, que aprova o *Plano Estratégico para os Resíduos Não Urbanos 2030* (PERNU 2030) (Diário da República, 2023). Este plano define a política de gestão de resíduos não urbanos para o território de Portugal e estabelece objetivos e metas específicas para a sua gestão até 2030 (Diário da República, 2023).

O PERNU 2030 define quatro objetivos principais:

1. Prevenir a produção de resíduos ao nível da quantidade e perigosidade;
2. Reduzir os impactes ambientais decorrentes da gestão de resíduos;
3. Sensibilizar, formar e disseminar, a nível académico e organizacional, em matéria de prevenção e gestão de resíduos;
4. Aumentar a capacidade de investimento de despesa em I&D+I (investigação, desenvolvimento e inovação) direcionados para a prevenção e gestão de resíduos.

O PERNU 2030 define metas quantitativas específicas para alcançar os seus objetivos até ao ano de 2030. A primeira meta é reduzir em 18,4% a quantidade de resíduos não urbanos produzidos, em comparação com os valores registados em 2019. Nesse ano, segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE), foram produzidas 11,4 milhões de toneladas desses resíduos, dos quais cerca de 400 mil toneladas eram resíduos de madeira.

A segunda meta do plano estratégico é diminuir em 43,8% a produção de resíduos não urbanos perigosos, também em relação aos níveis de 2019, que totalizaram 1,5 milhões de toneladas, de acordo com os dados do INE. As metas podem ser observadas na tabela seguinte.

Tabela 1 - Metas e indicadores definidos no PERNU 2030 por objetivo operacional

OP	Meta	Indicador
OP1, OP2, OP3	1) Reduzir a quantidade de resíduos não urbanos produzidos em Portugal	Produção de resíduos não urbanos
	2) Diminuir em quantidade e representatividade a produção de resíduos não urbanos perigosos	Produção de resíduos não urbanos perigosos
OP2, OP3	3) Dissociar o crescimento económico do consumo intermédio de materiais	Produto Interno Bruto/Consumo interno de materiais
	4) Diminuir o rácio entre a produção de resíduos não urbanos e o Produto Interno Bruto	Produção de resíduos não urbanos/Produto Interno Bruto
	5) Reintrodução de resíduos não urbanos na economia	Quantidade de resíduos não urbanos sujeitos a operações de valorização (não energética) / Quantidade de resíduo não urbanos produzidos
	6) Manter a tendência de crescente representatividade de operações de valorização	Quantidade de resíduos não urbanos sujeitos a operações de valorização / Quantidade de resíduos não urbanos produzidos
	7) Diminuir a quantidade de resíduos não urbanos direcionados para operações de eliminação	Quantidade de resíduos não urbanos sujeitos a operações de eliminação
OP4	8) Aumentar a despesa total e respetiva representatividade dos investimentos de I&D com objetivos socioeconómicos ambientais	Despesa em I&D com objetivo ambiental/Despesa total em I&D

Figura 7: Metas e indicadores definidos no PERNU 2030 por objetivo operacional (Sociedade de Gestão Integrada de Óleos Lubrificantes Usados, Lda., 2024)

Dentro das 400 mil toneladas de resíduos de madeira identificadas pelo INE, cerca de 99,3% são valorizados, o que demonstra o potencial desta fração como recurso (Diário da República, 2023). Embora os resíduos de madeira não tratada não sejam considerados perigosos, devido à sua composição natural, o seu descarte inadequado pode ter consequências ambientais significativas. A acumulação descontrolada pode provocar a proliferação de pragas e doenças florestais, impedir a regeneração natural e, mais preocupante ainda, aumentar consideravelmente o risco de incêndios (AEP, 2011).

Perante este cenário, torna-se imperativo desenvolver estratégias eficazes que permitam não só minimizar os impactos ambientais associados ao descarte inadequado, mas também potenciar o reaproveitamento destes resíduos como matéria-prima secundária. A elevada taxa de valorização registada evidencia que existe já um caminho

trilhado nesse sentido; contudo, há ainda um amplo campo de oportunidades para a inovação e reindustrialização sustentável, sobretudo através de processos como a reciclagem avançada, o upcycling e a integração dos resíduos de madeira em cadeias de produção baseadas na economia circular. Neste contexto, o design sustentável e a engenharia de materiais assumem um papel estratégico, ao impulsionarem soluções criativas e tecnicamente viáveis que transformam o que seria um passivo ambiental num ativo com valor económico, ecológico e social (Monteiro, 2016). O aproveitamento eficiente destes resíduos pode, assim, contribuir significativamente para os objetivos nacionais de descarbonização e uso eficiente dos recursos, bem como para o cumprimento das metas traçadas no âmbito do PERNU 2030.

De acordo com os dados do *documento Guia Técnico Sectorial – Indústria da Madeira e Mobiliário (2000)* do INETI (Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação), disponibilizados pela dissertação da Maria Inês Fernandes Monteiro (2016), dentro da indústria transformadora da madeira um dos principais geradores de resíduos, e o objeto desta investigação, é o subsetor da carpintaria. Este subsetor tem três fases fundamentais nos processos de fabrico que englobam uma grande quantidade de processos. Estas três fases são a maquinagem, que gera essencialmente resíduos sob a forma de serradura e aparas, o acabamento, em que os resíduos são predominantemente compostos por pó de madeira, e por fim a montagem, em que os resíduos consistem maioritariamente em peças rejeitadas devido a defeitos ou sobras de produção.

A fase da maquinagem abrange operações mecânicas como traçagem, desengrosso, calibragem, alinhamento, fresagem, entre outras, e na fase de acabamento realiza-se a lixagem, a betumagem, a lacagem e o envernizamento das peças.

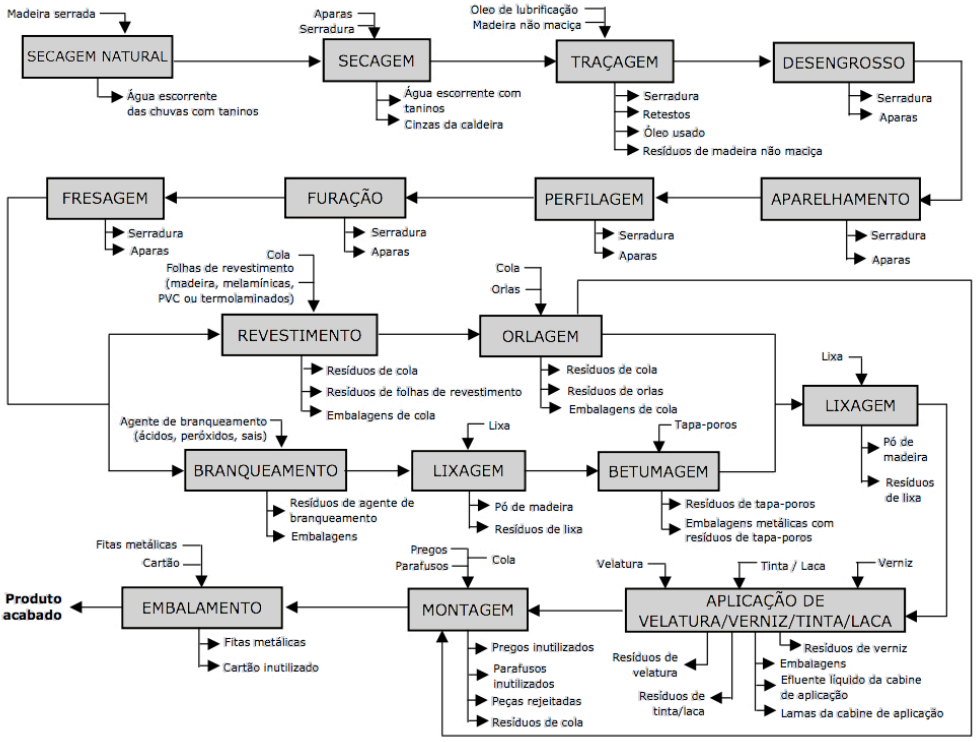


Figura 8: *Diagrama de processo de fabrico típico do subsetor de Carpintaria e de Fabrico de Mobiliário de Madeira* (INETI (2000) publicado em Monteiro (2016))

Na indústria da madeira, os resíduos mais significativos em termos de volume resultam principalmente da maquinagem de madeira maciça e dos seus derivados. No entanto, já existem técnicas de prevenção de resíduos, como por exemplo:

- Máquinas de corte transversal e longitudinal com controle numérico, que pode reduzir entre 3% e 5% os desperdícios, como aparas e serraduras. Estas máquinas otimizam o plano de corte com base nas dimensões e imperfeições de peças de madeira, o que promove um melhor aproveitamento da matéria-prima.

- Máquinas de corte fino, que são muito utilizadas nos subsetores do mobiliário e da parquetaria. Estas máquinas são equipadas com lâminas que operam simultaneamente em movimento alternado e possibilitam a produção de múltiplas folhas ou pranchas de madeira com espessuras variáveis.

Embora já sejam utilizados métodos para diminuir a produção de resíduos, o facto é que estes ainda existem e há uma série de opções para a gestão dos mesmos, tais como a reciclagem e/ou compostagem de compostos orgânicos que não são utilizados como solventes, e a valorização energética como combustível ou outro meio de produção energética. Por fim, a pior das soluções é a eliminação destes resíduos através da sua deposição na superfície ou no subsolo e a incineração em terra (AEP, 2011).

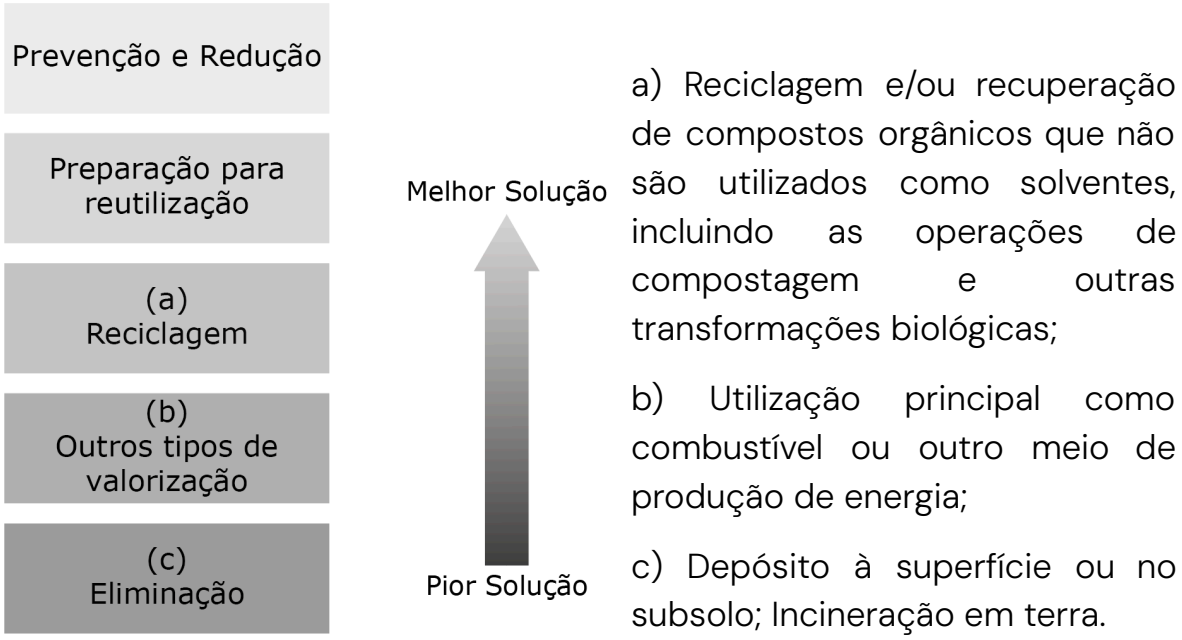


Figura 9: Opções de gestão de resíduos (AEP, 2011)



No caso da compostagem, este processo só é viável se os resíduos provenientes da maquinagem da madeira forem recolhidos de forma seletiva e não apresentarem qualquer contaminação por substâncias perigosas. O produto final é um fertilizante natural, que pode ser utilizado como corretivo orgânico para solos.

Figura 10: Composto orgânico (Horta e Flores, 2018)

Por outro lado, na reciclagem, os resíduos de madeira podem ser transformados em produtos derivados, como painéis aglomerados, produzidos com recurso a adesivos naturais ou sintéticos aplicados sob pressão e calor. Este processo resulta na formação de placas compactas e uniformes, como o MDF, HDF, OSB ou o aglomerado de partículas.



Figura 11: Placas de OSB (almácla, 2025)



Figura 12: Painéis de MDF (madiplac, 2025)

Outro destino possível são os pellets e briquetes, produtos aglomerados 100% naturais, isentos de aditivos ou compostos químicos, que se destinam à combustão como alternativa aos combustíveis fósseis.





Figura 13: Imagem de Pellets (madiplac, 2025) Figura 14: Imagem de Briquetes (madiplac, 2025)

2.2 ECONOMIA CIRCULAR

A economia circular é um modelo de produção e consumo que promove a reutilização, reparação, renovação e reciclagem de materiais e produtos, prolongando o seu ciclo de vida e reduzindo o desperdício (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Segundo a Ellen MacArthur Foundation (2013), este modelo baseia-se em três princípios fundamentais: eliminar resíduos e poluição, manter produtos e materiais em uso, e regenerar sistemas naturais.

Ao contrário do modelo linear tradicional (extrair, produzir, descartar), a economia circular procura manter o valor dos recursos o máximo tempo possível dentro do sistema económico.

> *"As a result, the circular economy draws a sharp distinction between the consumption and use of materials. In a circular economy there is a need for a 'functional service' model in which manufacturers or retailers increasingly retain ownership of their products and act as service providers, selling the use of the products, rather than the products themselves."*
>
> *(Ellen MacArthur Foundation, 2021, p. 5 & 6)*[2]

No setor da madeira, a aplicação dos princípios da economia circular envolve estratégias como o aproveitamento de resíduos industriais, a utilização de materiais reciclados em novos produtos e o design para desmontagem. A madeira, sendo um recurso renovável e reciclável, encaixa-se particularmente bem neste paradigma como vimos no subcapítulo anterior. Países como a Alemanha, a Suécia e os Países Baixos

[2] "Como resultado, a economia circular estabelece uma distinção clara entre o consumo e o uso dos materiais. Numa economia circular, há a necessidade de um modelo de 'serviço funcional', no qual fabricantes ou retalhistas mantêm cada vez mais a propriedade dos seus produtos e atuam como prestadores de serviços, vendendo o uso dos produtos, em vez dos próprios produtos."

têm vindo a investir fortemente em políticas e iniciativas que promovem a circularidade dos materiais de base florestal, incentivando a reutilização de aparas, serrim e restos de corte provenientes da indústria madeireira.



Figura 15: Economia Circular (grupomuda.com, 2023)

Neste contexto, a madeira destaca-se como um material particularmente adequado à lógica circular. Por ser um recurso natural, renovável, biodegradável e reciclável, a madeira apresenta um enorme potencial para ser reintegrada em novos ciclos de vida, quer através da reciclagem, quer por via do reaproveitamento criativo (*upcycling*), contribuindo para a redução da pressão sobre os recursos florestais e para a diminuição das emissões de carbono associadas à extração de matérias-primas virgens.

A indústria madeireira europeia é uma das mais importantes a nível mundial e tem sido progressivamente chamada a adotar práticas mais sustentáveis, motivadas tanto pela regulamentação ambiental como pela crescente consciencialização do consumidor. A Estratégia Europeia para a Bioeconomia e o Plano de Ação para a Economia Circular da Comissão Europeia (2020) incluem metas específicas para a reutilização e valorização de materiais de base biológica, entre os quais se destaca a madeira.

De acordo com dados da Confederação Europeia das Indústrias de Madeira (CEI-Bois), cerca de 40% da madeira transformada na Europa é utilizada em produtos que podem ser reciclados ou reutilizados. Contudo, grande parte do resíduo gerado nos processos de corte, serragem e acabamento ainda acaba por ser incinerado ou depositado em aterros, perdendo-se o seu potencial de valorização. Assim, a transição para uma lógica circular implica não apenas um aproveitamento mais eficiente desses resíduos, mas também um redesenho dos processos produtivos, privilegiando materiais modulares, desmontáveis e recicláveis.

Neste contexto, o design circular assume um papel fundamental. O design na economia circular é complexo e exige uma transformação do pensamento, migrando do foco tradicional centrado no produto para uma abordagem baseada em sistemas. O design circular procura entregar produtos ou serviços que sejam funcionais, feitos com materiais ótimos para oferecer o melhor desempenho, enquanto minimizam os impactos negativos ao longo do ciclo de vida (Ellen MacArthur Foundation, 2022).

É neste ponto que o pensamento de Don Norman (2023) se torna especialmente relevante. No seu livro *Design for a Better World*, o autor critica o papel que o design tradicional teve na criação de sistemas insustentáveis, afirmando que muitos dos produtos hoje existentes foram concebidos com ênfase no consumo rápido, difícil reparabilidade e obsolescência planeada. Norman defende que "se o design nos trouxe até à crise ambiental atual, um novo tipo de design poderá ajudar a resolvê-la", mas para isso é necessário que este seja "intencionalmente

construtivo", promovendo a reparação, reutilização e sustentabilidade (Norman, 2023, p. 170).

Além disso, o autor propõe uma abordagem de design centrado na humanidade (*humanity-centered design*), em que os produtos devem ser concebidos como parte de sistemas sociais e ecológicos mais amplos. Neste modelo, a durabilidade, a possibilidade de desmontagem, a modulação e a adaptação do uso tornam-se elementos-chave, convergindo diretamente com os princípios do design circular (Norman, 2023).

Norman critica ainda a herança da modernidade e do consumismo como bases da prática do design industrial, salientando que "os problemas que enfrentamos são, em grande parte, o resultado de escolhas de design" (Norman, 2023, p. 156). Ele desafia a comunidade do design a redesenhar não apenas produtos, mas também os sistemas económicos e sociais que os sustentam.

Esta perspetiva é particularmente útil para repensar o papel do design na indústria madeireira, onde a adoção de práticas mais circulares implica não só inovação material, mas também transformação nos modelos de produção e nos valores subjacentes às escolhas projetuais.

Entre os principais princípios da economia circular aplicados à indústria da madeira, destacam-se:

- Redução na origem: minimizar a geração de desperdício através de um planeamento mais eficiente do corte e da produção;
- Reutilização: reaproveitamento direto de componentes ou peças de madeira sem transformação química ou física significativa;

- Reciclagem: transformação de resíduos de madeira em matéria-prima para novos produtos (ex.: aglomerados, pellets, papel);
- Upcycling: transformação de resíduos em produtos de maior valor funcional ou estético, dando origem a objetos de design, mobiliário ou arte;
- Design para circularidade: planeamento de produtos que possam ser facilmente desmontados, reparados ou reutilizados no final do seu ciclo de vida.

A aplicação destas estratégias tem vindo a crescer com o apoio de políticas públicas, incentivos à inovação e uma maior colaboração entre indústria, universidades e centros de investigação.

A incorporação dos princípios da economia circular na cadeia de valor da madeira apresenta múltiplas vantagens, designadamente:

- Ambientais: menor desflorestação, redução das emissões de CO_2, combate às alterações climáticas, menor quantidade de resíduos enviados para aterro.
- Económicas: redução de custos com matérias-primas, criação de novos modelos de negócio, prolongamento da vida útil dos produtos e estímulo à inovação.
- Sociais: promoção de emprego qualificado em áreas como reparação, reciclagem, design e manufatura sustentável; valorização do conhecimento tradicional e do artesanato.

A Ellen MacArthur Foundation (2022) destaca que, ao aplicar os princípios da economia circular no caso de edifícios e construções, é possível reduzir as emissões globais de CO_2 provenientes de materiais de construção em até 38% até 2050. Este dado reforça a importância de

adotar práticas circulares na indústria da madeira, contribuindo significativamente para a mitigação das alterações climáticas.

2.3 UPCYCLING APLICADO AO DESIGN

O conceito de *upcycling*, ou reutilização criativa, consiste em transformar resíduos ou produtos obsoletos em novos materiais ou produtos com maior valor funcional ou estético do que o original (McDonough & Braungart, 2002). No design, o upcycling tem ganhado expressão como uma abordagem sustentável e inovadora, que valoriza a singularidade dos materiais e desafia os processos convencionais de produção (Sung, 2015). O upcycling está relacionado de forma íntima com a economia circular e é um conceito essencial a perceber para a realização desta dissertação.

> *"Upcycling is a process in which used materials are converted into something of higher value and/or quality in their second life. It has been increasingly recognised as one promising means to reduce material and energy use, and to engender sustainable production and consumption." (Sung K. 2015, p.28).*[3]

No caso específico da madeira, o upcycling permite reconfigurar sobras industriais em peças de mobiliário, objetos decorativos ou estruturas arquitetónicas, mantendo as qualidades visuais e táteis do material original. Esta prática valoriza, em norma, a imperfeição e a história do material, frequentemente introduzindo uma dimensão narrativa e artística nos projetos (Fuad-Luke, 2009).

[3] "O upcycling é um processo em que materiais usados são convertidos em algo de maior valor e/ou qualidade na sua segunda vida. Tem sido cada vez mais reconhecido como um meio promissor de reduzir o uso de materiais e energia, bem como de promover uma produção e um consumo sustentáveis."

No contexto do design contemporâneo, o *upcycling* surge como uma das manifestações mais diretas da transição para modelos produtivos sustentáveis. A crescente consciencialização ecológica, a crise climática e a necessidade de repensar os modos de produção em massa levaram muitos designers, marcas e consumidores a procurar alternativas que reduzam o impacto ambiental e privilegiem a longevidade e autenticidade dos objetos (Chapman, 2005).

O design aplicado ao *upcycling* baseia-se numa lógica de resgate de materiais, intervenção criativa e recontextualização funcional. Assim, elementos que seriam descartados, como aparas, sobras de cortes industriais, peças com defeitos ou madeiras provenientes de mobiliário antigo ou edifícios demolidos, são transformados em novos produtos com uma identidade própria (Sung, 2015). A madeira, enquanto matéria viva e mutável, ganha, neste processo, uma segunda vida que valoriza tanto as marcas do tempo como a intervenção humana (Fuad-Luke, 2009).

Além disso, o *upcycling* introduz uma dimensão artesanal e narrativa no design. Ao invés de produtos uniformes e anónimos, criam-se peças únicas ou em edições limitadas, frequentemente dotadas de uma história (o material que veio "de outro lugar"), o que estimula uma relação mais afetiva e duradoura com os objetos (Chapman, 2005). Isto contrasta com o paradigma do consumo descartável e rápido (fast design), que tem vindo a ser fortemente criticado pela sua pegada ecológica.

Upcycling e identidade do material

O uso de madeira em projetos de *upcycling* permite preservar a identidade visual e tátil do material, muitas vezes exaltando as imperfeições, os nós, as fendas, ou os sinais de desgaste (Sung, Cooper & Kettley, 2018). Estas características tornam-se parte integrante da estética final, contribuindo para um design mais honesto, sensorial e autêntico. Esta abordagem, alinhada com os princípios do movimento

wabi-sabi[4] japonês (que valoriza a imperfeição e a transitoriedade), tem sido cada vez mais explorada em mobiliário, escultura e arquitetura.

Além disso, o *upcycling* não se limita à reutilização da matéria, estende-se também à transformação da função. Um exemplo clássico é a utilização de paletes de madeira industrial para construir mesas, camas, bancos ou estantes. Neste processo, o objeto deixa de ser resíduo e passa a ser parte de um novo ciclo de valor (Sung, 2015).

Alguns princípios centrais que orientam a prática do *upcycling* no design incluem:

- Preservação da integridade do material: Evita-se processos que alterem drasticamente a composição ou estrutura da madeira, privilegiando cortes simples, encaixes e acabamentos manuais.
- Design centrado na matéria: O projeto surge a partir das características do material disponível, e não de uma ideia prévia a ser adaptada, o que promove a originalidade e a improvisação.
- Reconfiguração funcional: Os objetos ganham novos usos e contextos, com base no potencial formal e estrutural do resíduo.
- Produção de pequena escala: Muitas vezes os projetos são únicos ou de produção limitada, reforçando o caráter exclusivo e a ligação emocional ao objeto.
- Simbologia e memória: Ao reutilizar madeira de proveniência conhecida (ex.: móveis antigos, estruturas arquitetónicas), o design incorpora narrativas e afetos que enriquecem o valor simbólico da peça final.

O *upcycling* tem também um papel crescente na educação para a sustentabilidade e na inclusão social. Oficinas e projetos comunitários de

[4] sobre este movimento ver https://en.wikipedia.org/wiki/Wabi-sabi

design participativo, muitas vezes promovidos por instituições culturais ou ONGs, utilizam o *upcycling* como ferramenta para ensinar competências manuais, promover a criatividade e sensibilizar para o valor dos recursos (Sung, Cooper & Kettley, 2018). Nestes contextos, resíduos de madeira são frequentemente utilizados por estarem disponíveis localmente e por permitirem trabalho seguro, acessível e com resultados visuais impactantes.

Exemplos como o projeto *Precious Plastic*, embora mais centrado no plástico, inspiraram redes semelhantes para a madeira, ensinando carpintaria básica e restauro com materiais reaproveitados.

Nos últimos anos, designers e marcas internacionais têm vindo a destacar-se no uso criativo e inovador de madeira recuperada. Algumas tendências emergentes incluem:

- Design de autor com materiais recuperados: Cada vez mais designers reconhecidos integram resíduos no seu trabalho como afirmação conceitual e ecológica.
- Estética do inacabado e do imperfeito: A beleza da imperfeição torna-se central, com superfícies irregulares e texturas naturais visíveis.
- Digital meets artesanal: Combinação de tecnologias digitais (como corte CNC ou impressão 3D) com materiais recuperados e técnicas manuais.
- Economia local e circular: Valorização de cadeias curtas de produção e reutilização de madeira disponível em comunidades específicas.

2.4 PROJETOS DE DESIGN

Durante o processo de investigação sobre projetos desenvolvidos a partir de desperdícios, foram identificadas diversas iniciativas no campo do Design de Produto que fazem uso de materiais residuais reciclados e manipulados, geralmente em combinação com resinas e outros tipos de aglomerantes. No entanto, esta dissertação opta por não adotar esse enfoque, uma vez que tais práticas tendem a comprometer a qualidade original dos materiais, tornando-os, muitas vezes, irrecuperáveis. Além disso, também se afasta de processos que envolvam um consumo energético constante e elevado para transformar a matéria-prima residual em produto final.

Apesar de não se constituírem como referências diretas para este trabalho, considera-se relevante analisar essa categoria de projetos, visto que representam a maioria das soluções encontradas tanto no mercado quanto em repositórios académicos. Essas propostas, na sua maioria, recorrem à reciclagem combinada com aglomerantes para obter novos objetos de design.

Dessa forma, na seleção de projetos a serem considerados nesta investigação, foram priorizadas aquelas iniciativas que, mesmo utilizando resíduos, conseguem gerar materialidades singulares, com qualidade perceptível, e que resultam em objetos aplicados ao Design de Produto de forma inovadora e consciente.

Um exemplo que podemos encontrar no repositório da Universidade do Porto é o de Maria Inês Monteiro e os seus candeeiros em serrim que foi uma dissertação realizada em 2016. Neste projeto a Maria opta por reciclar o serrim, que é um resíduo comum na indústria madeireira, através da criação de um novo material.

No decorrer da dissertação, a autora realiza um conjunto de experiências de aglomeração dos desperdícios através de ligantes à base de resina e

com ligas de memória de forma. Após as experiências realizadas e os resultados obtidos, material rígido, textura única, opacidade e translucidez manipuláveis durante a conceção do material, a designer definiu que a melhor aplicação para explorar as características deste material seriam luminárias.

De forma a validar o projeto, a Maria desenvolveu três candeeiros utilizando o serrim como matéria-prima. Um dos candeeiros destaca-se através da integração de uma liga de memória de forma, que possibilita a movimentação da sua estrutura.



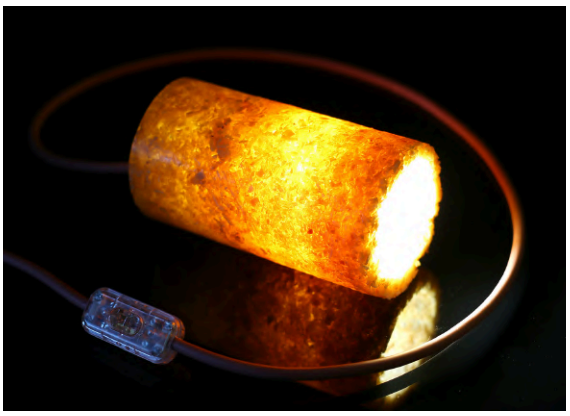


Figura 16 e 17: Protótipos 1 e 2 do primeiro conceito feitos com resíduos de pó e serradura de madeira (Monteiro, 2016)



Figura 18: Protótipo do segundo conceito feito com resíduos de pó e serradura de madeira (Monteiro, 2016)

Outro exemplo é o da dissertação realizada na empresa J. Luzio – Unipessoal, Lda., pela Joana Maria da Silva Luzio (2023), onde o foco incidiu no aproveitamento de desperdícios de madeira para a criação de novos produtos. Neste projeto, o objetivo principal foi estudar a possibilidade de aplicar os princípios da economia circular e do design sustentável ao setor do mobiliário e dos acessórios.

Ao longo do trabalho, foi desenvolvido um caso de estudo em torno da conceção de uma mala, tendo como base resíduos resultantes da produção da própria empresa. O processo envolveu a análise do estado da arte, onde se destacaram os conceitos de *upcycling* e *slow design*, bem como a realização de experiências de seleção e transformação da matéria-prima (Luzio, 2023).

Através desta metodologia, foi possível explorar as características visuais e estruturais da madeira residual, testando a sua aplicação em diferentes soluções formais. O resultado foi a criação de um protótipo de mala, que não só valida a viabilidade da reutilização destes resíduos como matéria-prima, como também evidencia o potencial estético e narrativo do material.

Este projeto reforça a ideia de que a integração de desperdícios no processo criativo pode originar produtos inovadores, únicos e de valor acrescentado, contribuindo para uma produção mais consciente e alinhada com práticas sustentáveis.





Figuras 19, 20 e 21: Protótipos dos conceitos 1, 2 e 3 realizados com resíduos (Luzio, 2023)

Ainda na faculdade do Porto podemos encontrar o exemplo do projeto NEO, *Projeto para Reutilização de Desperdícios Têxtil da Indústria do Mobiliário de Estofo (2019)*, desenvolvido pela Maria Bruno de Lourenço, centrado na valorização de desperdícios da indústria têxtil. Esta investigação partiu da preocupação com o elevado volume de resíduos gerados pelo setor e da necessidade de encontrar soluções inovadoras que integrassem os princípios da economia circular e da sustentabilidade.

Durante o desenvolvimento do projeto, a autora explorou a reutilização de excedentes têxteis através da criação de novos materiais e aplicações de design. Foram realizadas várias experiências de manipulação, combinação e transformação das fibras, com o intuito de lhes conferir novas propriedades estéticas e funcionais (Lourenço, 2019).

O resultado traduziu-se na conceção de peças que demonstram a versatilidade do material recuperado e o seu potencial para gerar produtos de design diferenciadores. Para além do caráter experimental, o projeto contribuiu para evidenciar caminhos de integração do desperdício têxtil no setor criativo, promovendo práticas mais responsáveis e alinhadas com os desafios ambientais contemporâneos.



Figuras 22, 23 e 24: Chinelos desenvolvidos com desperdícios têxteis (NEO, 2019)

Um exemplo adicional é a tese de mestrado do Marcelle Bezerra Marques (2021), *Jogo e conjunto de xadrez a partir de resíduos de madeira da indústria de mobiliário*, que explora a reutilização criativa de desperdícios de madeira através da aplicação de conceitos de design sustentável. Neste trabalho, o foco recaiu sobre a transformação de resíduos de madeira da indústria de mobiliário num jogo e conjunto de xadrez.

Ao longo do projeto foram realizados ensaios de seleção, corte e combinação das sobras, testando diferentes formas de articulação das peças para gerar superfícies visuais dinâmicas e funcionais. A experimentação permitiu não só validar a viabilidade técnica da utilização de resíduos madeireiros, mas também destacar o seu potencial estético, conferindo ao material uma nova narrativa (Marques, 2021).

O resultado foi a criação de protótipos que conciliam funcionalidade com uma linguagem visual marcante, evidenciando que o design pode assumir um papel fundamental na valorização de resíduos. Este projeto reforça a importância da economia circular e do *upcycling* como estratégias inovadoras para o setor do mobiliário, mostrando que os desperdícios podem dar origem a produtos únicos e de valor acrescentado.



Figura 25: Peças de xadrez realizadas com resíduos de madeira (Marques, 2021)

Com a sensibilização progressiva à sustentabilidade e reciclagem observa-se um número crescente de empresas que assumem um compromisso claro com princípios de sustentabilidade ambiental e social. Um exemplo representativo é a IKEA, que estabeleceu a meta de se tornar uma empresa totalmente circular e com impacto climático positivo até 2030, alinhando suas ações aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU e ao Acordo de Paris. Paralelamente, marcas reconhecidas têm incorporado em suas coleções produtos fabricados com materiais reciclados.

Além disso, surgem cada vez mais start-ups e pequenas empresas que, aliando inovação e criatividade, desenvolvem modelos de negócio baseados na utilização de resíduos como matéria-prima. Um exemplo deste tipo de start-up é a Musgo, em Portugal, que afirma que as madeiras utilizadas nos seus produtos provêm de obras de reabilitação de casas antigas portuguesas, como vigas, portas, janelas, soalhos e estruturas de telhados. Destaca, ainda, o cuidado na seleção dos materiais, recorrendo a vernizes biológicos, e o compromisso com a produção local, apoiando empresas de pequena escala e caráter familiar. Valoriza o trabalho manual e a preservação de ofícios tradicionais em risco de desaparecimento. Também afirma que todo o processo de fabrico é conduzido de forma consciente, respeitando o ecossistema e evitando a poluição do meio ambiente.



Figura 26: TAMUJO - Candeeiro (MUSGO, 2025)



Figura 27: JARO - Candeeiro (MUSGO, 2025)

No contexto desta dissertação também é relevante falar da empresa Hannun, sediada em Barcelona, que se destaca no contexto do design sustentável por utilizar predominantemente madeira recuperada e promover práticas de produção artesanal e local. A sua estratégia baseia-se em cinco pilares: uso prioritário de madeira reciclada, produção sob encomenda, inclusão social de artesãos, eliminação de plásticos e compensação de emissões de carbono.

A empresa aproveita resíduos de madeira provenientes de serrarias e mobiliário em fim de vida, prolongando o ciclo de vida dos materiais e reduzindo o desperdício. Trabalha com mais de 40 ateliers europeus, valorizando o trabalho artesanal e promovendo a economia circular através da reutilização e do reuso. Hannun complementa estas práticas com o uso de vernizes ecológicos e embalagens sustentáveis, além de compensar a sua pegada carbónica.

O caso Hannun ilustra a viabilidade de um modelo de negócio baseado na valorização de resíduos de madeira, integrando princípios do design circular. Este exemplo prático e escalável é fundamental para a presente investigação, por demonstrar como a reutilização de materiais pode ser incorporada de forma eficaz na indústria do mobiliário, contribuindo para a sustentabilidade ambiental, social e económica do setor.





Figura 28 e 29: Recebedor Zinek e Espelho Tamura - Madeira recuperada (HANNUN, 2025)

No panorama internacional do design contemporâneo, a plataforma Adorno International Design Collaboration destaca-se como um exemplo relevante de curadoria e promoção de práticas que integram sustentabilidade, identidade cultural e inovação material. Fundada em Copenhaga, Adorno opera como uma rede global de curadores locais e designers independentes, promovendo objetos de design autoral e artesanal, com forte ênfase na utilização de materiais reciclados, reaproveitados ou com baixo impacto ambiental.

Embora a Adorno não atue exclusivamente no setor da madeira, a plataforma tem vindo a acolher diversas coleções e projetos que exploram o potencial expressivo e funcional de resíduos madeireiros e de outros materiais pós-consumo. O seu modelo de seleção temática aposta na reinterpretação criativa de materiais subvalorizados, colocando-os no centro de propostas de design de edição limitada ou peças únicas, muitas vezes produzidas de forma artesanal. Esta abordagem valoriza não só a circularidade material, mas também a autenticidade cultural e a narrativa do objeto, características que contrastam com a lógica industrial padronizada.

A plataforma representa um exemplo concreto de como práticas de upcycling de madeira e outros materiais naturais podem ser integradas numa lógica de mercado orientada não apenas pela função, mas também pela originalidade, sustentabilidade e expressão local. Ao expor internacionalmente peças que reutilizam resíduos de forma inovadora, Adorno contribui para o reposicionamento desses materiais enquanto recursos criativos viáveis no design de interiores, mobiliário e objetos artísticos.

Além disso, o modelo colaborativo da plataforma mostra-se particularmente interessante para este estudo por promover o reconhecimento e valorização de práticas sustentáveis descentralizadas, muitas vezes ligadas ao artesanato, à produção local e ao aproveitamento de recursos disponíveis no território. Este ecossistema alinhado com os princípios da economia circular torna-se, portanto, um referencial importante para a compreensão de estratégias contemporâneas de

reaproveitamento de resíduos de madeira em contextos de pequena escala, alto valor acrescentado e baixo impacto ambiental.



Figura 30 e 31: Reclaimed Wood and Mimbre Night Stand II (Studio ORYX, 2021)

A análise dos projetos apresentados evidencia a diversidade de estratégias desenvolvidas em torno da reutilização de resíduos no campo do Design de Produto. Embora muitas propostas recorram a processos de reciclagem com resinas e aglomerantes, nem sempre assegurando a preservação da qualidade original dos materiais, torna-se claro que tais práticas desempenham um papel significativo na consolidação de alternativas sustentáveis. Por outro lado, destacam-se iniciativas que exploram de forma mais consciente e criativa o potencial intrínseco dos resíduos, transformando-os em materiais de valor acrescentado e em produtos inovadores.

Os exemplos estudados, desde projetos académicos até modelos de negócio implementados por empresas e plataformas internacionais, demonstram que a integração de desperdícios pode ir além da mera resposta funcional: ela pode gerar novas materialidades, narrativas estéticas e impactos positivos nos domínios ambiental, social e económico. Neste sentido, confirma-se que o design tem a capacidade de reconfigurar a relação entre produção, consumo e sustentabilidade, reforçando a importância da economia circular e do upcycling como caminhos viáveis para enfrentar os desafios contemporâneos do setor.

Capítulo III: Casos de Estudo

3.1 MOFREITA

A Mofreita é uma empresa portuguesa com mais de 45 anos de experiência, localizada em Macedo de Cavaleiros, distrito de Bragança. Fundada inicialmente como uma pequena carpintaria artesanal, cresceu de forma consistente até inaugurar, em 1986, as atuais instalações, que marcam o início de uma fase de modernização e ampliação dos seus serviços.

A sua atividade começou centrada no fabrico de mobiliário e trabalhos de marcenaria, dedicando-se ao design e execução de peças que integram de forma harmoniosa interiores e exteriores. Ao longo dos anos, a empresa consolidou-se como uma marca reconhecida pela qualidade, inovação e compromisso com a sustentabilidade, sempre mantendo viva a ligação às técnicas tradicionais da carpintaria.

A Mofreita orienta a sua produção para o mercado nacional e internacional, desenvolvendo projetos personalizados, sobretudo no setor residencial e também na hotelaria. O seu serviço inclui aconselhamento técnico especializado, desenvolvimento de projetos em desenho 3D e produção de peças sob medida, adaptadas às necessidades e ao estilo de cada cliente.

O processo produtivo combina a perícia artesanal com ferramentas modernas de desenho e planeamento, permitindo executar mobiliário de elevada qualidade e durabilidade. A empresa privilegia o uso de madeira proveniente de fontes responsáveis e aplica práticas de fabrico que reduzem o impacto ambiental, reforçando o seu compromisso com a responsabilidade social e a inovação consciente.

Sustentada em valores como tradição, excelência, design inovador e sustentabilidade, a Mofreita mantém-se fiel à sua missão de criar peças

únicas, duradouras e adaptadas ao estilo e às necessidades dos clientes, preservando ao mesmo tempo a herança e a identidade do mobiliário artesanal português.

Foi realizada uma primeira visita a Mofreita no 4 de Fevereiro de 2025 com um conjunto de colegas na qual nos foi dada a oportunidade de ver as instalações, tanto na parte da oficina onde estão situadas as máquinas como também na zona de escritórios onde se situam os designers empregados pela empresa. Nesta visita bastante informativa foi-nos comunicado dois projetos que estão a decorrer dentro da empresa, o projeto *Revive* e o projeto *Excedentes Criativos*, dando a oportunidade de podermos participar num dos projetos à nossa escolha.




Figura 32 e 33: Instalações da Mofreita (imagem de autor)

Embora tenha tomado a decisão de não participar a nenhum destes projetos, a proposta dos *Excedentes Criativos* influenciou bastante o processo de investigação. Por isso, o projeto que optei realizar, da minha própria autoria, poderá, futuramente, ser realizado em colaboração com a Mofreita e no âmbito do projeto deles.

3.1.1 MOFREITA - EXCEDENTES CRIATIVOS

O projeto Excedentes Criativos nasce na fábrica, cuja as atividades geram excedentes. Embora estes não sejam utilizados na produção dos projetos, têm grande potencial de transformação. Esta proposta propõe reaproveitar esses materiais ao criar peças de madeira, promovendo consciencialização sobre o meio ambiente e os recursos naturais.

Os objetivos desta proposta são:

- **Sustentabilidade ambiental:** Reduzir o desperdício de materiais na indústria da madeira, reutilizando os excedentes de maneira funcional e criativa.
- **Inclusão social:** Oferecer oportunidades de desenvolvimento profissional e pessoal para pessoas com necessidades especiais, promovendo a sua autonomia e integração.
- **Apoio financeiro às instituições:** Gerar recursos para que as IPSS continuem a oferecer suporte a pessoas em situação de vulnerabilidade.
- **Inovação e criatividade:** Unir a comunidade académica e profissionais em projetos que combinam funcionalidade e design,elevando o valor dos produtos.

3.1.2 MOFREITA - REVIVE

O projeto Revive nasce da vontade de dar uma nova vida à madeira, unindo autenticidade e sustentabilidade.
A coleção utiliza madeira proveniente de árvores que caíram naturalmente, foram removidas por motivos de segurança ou para a construção de infraestruturas, preservando sempre a sua beleza e singularidade. Também incorpora madeira reaproveitada de edificações devolutas ou demolidas, transformando-a em peças com propósito e significado.

Os objetivos desta proposta são:

- **Sustentabilidade ambiental**: Reduzir o desperdício de madeira, reutilizando matéria-prima proveniente de árvores retiradas do seu habitat natural e de construções em desuso, promovendo um ciclo responsável de reaproveitamento.

- **Inclusão social:** Criar oportunidades de trabalho para pessoas com deficiência, estimulando a sua autonomia e promovendo a sua integração plena na sociedade.

- **Design responsável:** Desenvolver peças ecológicas que respeitam o meio ambiente e o ciclo natural da madeira, valorizando a sua essência e autenticidade.

3.2 JOSÉ FERNANDO FERNANDES PEREIRA - UNIPESSOAL, LDA.

A carpintaria José Fernando Fernandes Pereira – Unipessoal Lda., é uma pequena empresa familiar, fundada em 2013, que tem como atividade a fabricação de outras obras de carpintaria e montagem de trabalhos de carpintaria. A empresa tem a sua sede em Amares, Braga, e conta com quatro colaboradores.



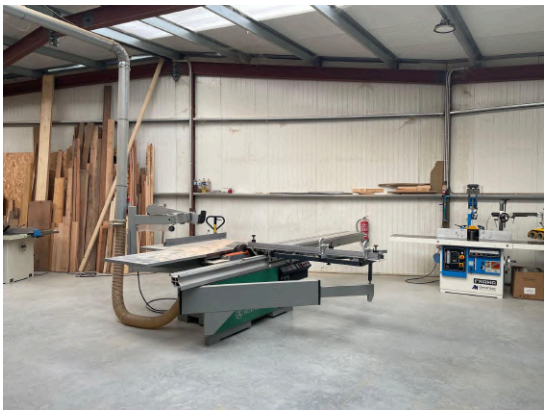


Figura 34 e 35: Oficina José Fernando Fernandes Pereira - Unipessoal, Lda. (imagem de autor)

A produção da empresa é centrada, maioritariamente, no desenvolvimento de móveis de cozinha personalizados que são pensados e feitos à medida, e de outros produtos de carpintaria para a construção civil. A organização interna da unidade industrial da empresa está estruturada em dois setores funcionais principais: Serviços Administrativos e Técnicos e Área Produtiva.

No setor dos Serviços Administrativos e Técnicos, concentram-se atividades de apoio à operação, nomeadamente: elaboração de orçamentos, preparação técnica de encomendas com recurso a software CAD para produção de documentação detalhada, gestão de aprovisionamento de materiais e matérias-primas, bem como a administração financeira da empresa.

A Área Produtiva está subdividida em duas componentes operacionais: Produção em Fábrica e Montagem em Obra. A fase de Produção em Fábrica compreende a preparação e transformação da matéria-prima, incluindo operações de fresagem, montagem de componentes, aplicação de acabamentos, instalação de ferragens e vidros, e posterior embalamento dos produtos. A fase de Montagem em Obra envolve a logística de carregamento, transporte e instalação final dos elementos no local de destino, assegurando o cumprimento dos requisitos técnicos e estéticos definidos em projeto.

A empresa permitiu-me trabalhar como aprendiz a tempo parcial durante o meu segundo semestre de mestrado e cooperou comigo na fase inicial da realização do meu projeto de tese. Este projeto foi desenvolvido, essencialmente, de segunda à sexta, permitindo-me utilizar as máquinas e instalações que possuem como também utilizar todo o material necessário que precisasse, já que, como será discutido a seguir, este era destinado a ser descartado.

3.2.1 MATÉRIA-PRIMA E EQUIPAMENTOS

Na empresa José Fernando Fernandes Pereira – Unipessoal Lda., todas as peças produzidas são realizadas com dois tipos de matéria-prima, os aglomerados, que vêm em grandes placas, e a madeira maciça, que é comprada principalmente em pranchas pré-aplainadas. Os desperdícios gerados na produção são sempre separados em caixotes diferentes para evitar contaminação dos materiais. Uma das razões pela qual isso acontece é que as sobras de aglomerados são recolhidas por uma empresa e que, se houver mistura dos materiais, a carpintaria deverá pagar um valor superior já que a triagem terá de ser feita pela empresa que recolhe os resíduos. Esses caixotes são situados em sítios diferentes dentro da própria oficina para diminuir, o mais possível, a probabilidade de contaminação.

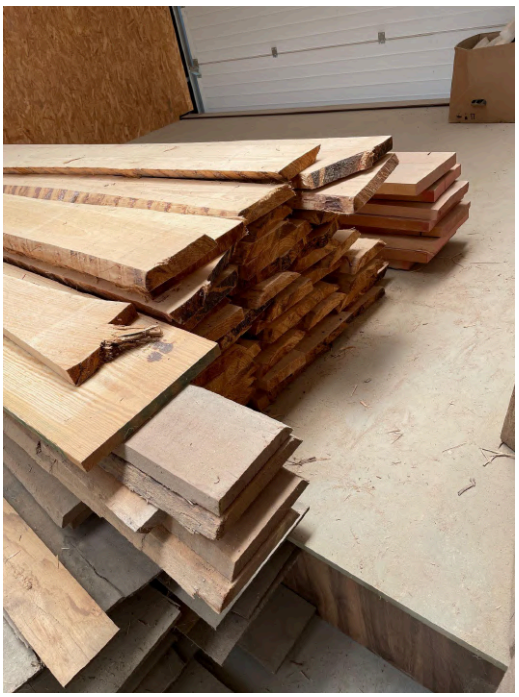




Figura 36 e 37: Pranchas pré-aplainadas e caixote de resíduos da oficina José Fernando Fernandes Pereira - Unipessoal, Lda. (imagem de autor)

Nesta dissertação iremos nos preocupar com o destino dos resíduos resultantes dos processos utilizados na madeira maciça. Estes desperdícios podem ser divididos em três categorias principais: o serrim, o cepilho e as ripas. O serrim e o cepilho de madeira maciça, que são os resíduos mais pequenos resultantes da maquinagem, são destinados à compostagem para a agricultura local e também são destinados para a produção local de gado. As ripas têm como destino, normalmente, a incineração para a produção de energia térmica, nomeadamente para a prensa que é utilizada na produção de portas dentro da empresa, ou são eliminadas já que a quantidade produzida é muito maior do que a necessária para a prensa.

Estes desperdícios podem vir de um conjunto de processos como por exemplo o desengrosso da madeira, o aparelhamento, a perfilagem, a furação e a fresagem.

3.2.2 RESÍDUOS

Como visto no subcapítulo anterior e de acordo com os dados recolhidos durante o trabalho em oficina, verifica-se a presença de um conjunto de desperdícios resultantes da atividade laboral. Destes resíduos, o serrim e o cepilho são aspirados diretamente através de um sistema de aspiração presente em todas as máquinas da oficina que transporta os resíduos para dentro de um silo situado no exterior. Quando os resíduos armazenados no silo chegam a um certo limite, o painel de controle da aspiração presente dentro da oficina tem uma luz indicadora que se liga avisando então que este deve ser esvaziado.

Tendo em consideração a pequena dimensão da carpintaria, este silo é esvaziado duas a três vezes por ano. Para este processo a empresa chama agricultores locais para saber se têm interesse neste desperdício. Quando estes mostram interesse, vão até à oficina com tratores equipados de reboques e estacionam de forma a colocar o reboque logo abaixo do silo. Este possui uma válvula que é aberta para descarregar o

conteúdo no reboque. Há uma quantidade de cuidados a ter durante este processo. Primeiramente, é necessário utilizar uma máscara de respiração já que durante o descarregamento há uma grande quantidade volátil de resíduos nocivos para os pulmões que são levantados. O próximo cuidado a ter neste processo é durante a abertura da válvula. Esta tem de ser aberta cuidadosamente e devagar de forma a permitir o controlo da quantidade e velocidade de resíduos despejados dentro do recipiente, já que a quantidade armazenada no silo é grande demais.




Figura 38 e 39: Silo de armazenamento e sistema de aspiração da oficina (imagem de autor)

O outro resíduo resultante das atividades da carpintaria, e o foco principal desta dissertação, são as ripas que são armazenadas, como explicado anteriormente, dentro de caixotes. Estas ripas são resultantes do corte das pranchas pré-aplainadas que a empresa utiliza. Surgem principalmente em ripas longas e estreitas que são cortadas na serra circular, com o objetivo de obter peças mais pequenas, por volta de 30cm de comprimento, permitindo ser mais fácil de armazenar no caixote que tem este propósito.

A carpintaria não tira nenhum proveito particular destas ripas. Parte delas são destinadas para alimentar a prensa presente na oficina que é utilizada sobretudo para fazer portas. Outra parte é para moradores locais que desejam usá-las como lenha e o resto é, por fim, recolhido por

uma empresa que também as irá utilizar para valorização energética. Percebendo que estas ripas só são destinadas à incineração e que é um desperdício de material de qualidade surgiu a preocupação de encontrar outro uso para elas.



Figura 40, 41 e 42: Recolha de uma primeira amostra de resíduos de madeira (imagem de autor)

3.2.3 LEVANTAMENTO DOS RESÍDUOS

Com todas as observações feitas anteriormente na empresa e após a decisão do resíduo escolhido para o projeto de tese, foi realizada uma série de levantamentos deste mesmo material.

Para facilitar o estudo e a caracterização das ripas, levantadas durante os meses de trabalho na oficina, que são depositadas nos caixotes foi utilizado uma metodologia já adotada por um conjunto de pessoas em projetos de investigação, como a Maria Bruno Néo (2019), a Joana Maria da Silva Luzio (2023) e o Marcelle Bezerra Marques (2021) que consiste da utilização de uma quadrícula de 10 em 10 e de 5 em 5 centímetros para tornar a medição das peças mais fácil. Para complementar a medição com quadrícula, também foi utilizada uma fita métrica em auxílio.



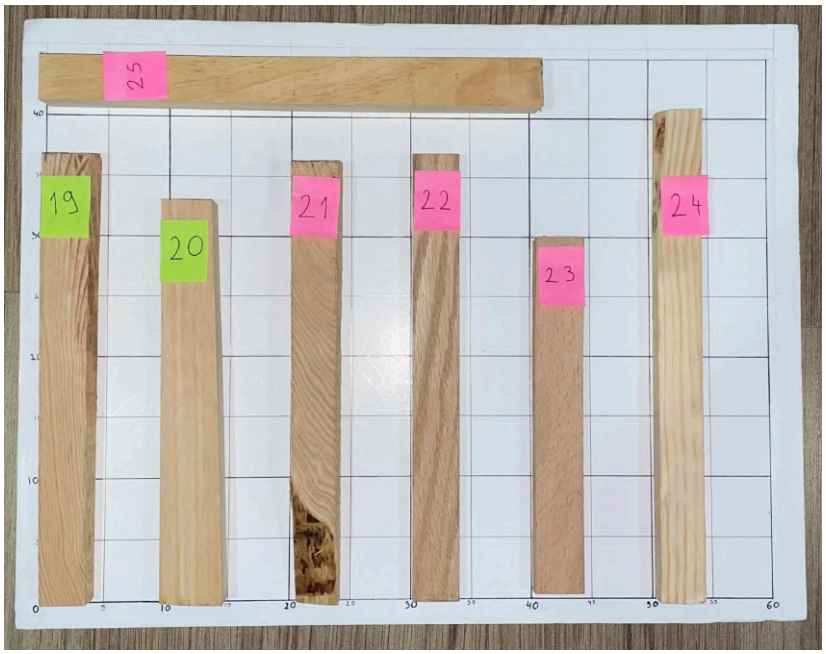


Figura 43 e 44: Amostra de resíduos numerados e medição através de uma quadrícula (imagem de autor)

Durante o uso da quadrícula e o levantamento das medidas, foi realizada uma pequena tabela com um número das amostras para obter uma média, assim como os máximos e mínimos de certas medidas.

Este método permitiu concluir que há uma recorrência nas dimensões e nos formatos das ripas de madeira produzidas na carpintaria.

Amostras	X (cm) (=Z)	Y (cm)	Z (cm) (=X)
1	3,9	30,7	2,6
2	2,7	31,9	2,5
3	2,7	24,9	2,6
4	3,8	24,9	2,6
5	3,8	24,9	2,6
6	**7,6**	30,1	3,2
7	4	32,2	2,6
8	3,5	24,8	2,5
9	3,5	24,8	2,5

10	3,5	**22,7**	2,6
11	3,5	24,9	2,6
12	3	27,1	2,5
13	3,1	24,8	2,6
14	2,6	24,8	2,6
15	3,1	24,8	2,5
16	**2,5**	24,8	2,1
17	6,4	34,3	**2**
18	6,4	34,3	**2**
19	3,7	36,1	3,3
20	4	32,4	3,2
21	3,1	36,1	**3,9**
22	3,9	36,1	2,1
23	4	29,2	**2**
24	3,7	**40,4**	2,5
25	3,5	40,2	3,1 – 3,8
26	4,5	40,2	3,1
27	3,9	30,5	**2**
28	4	33,2	2,1
29	3,9	30,3	**2**
30	3,7	34,2	2,4
Máximo	**7,6**	**40,4**	**3,9**
Mínimo	**2,5**	**22,7**	**2**
Média	115,5/30 = **3,85**	910,6/30 = **30,3533333333 ...**	76,9/30 = **2,56333333333 ...**
	2,5< X <7,6	22,7< Y <40,4	2< Z <3,9

Tabela 1: Levantamento de medidas das amostras previamente recolhidas

Este levantamento de medidas permitiu definir um conjunto de dados importantes como uma média aproximada do comprimento, da largura e da espessura, como também permitiu identificar os mínimos e os

máximos destas mesmas medidas. Assim, foi possível determinar uma medida padrão que permitiu facilitar a seleção dos materiais.

Capítulo IV: Projeto

Com a colaboração da Mofreita, que me deu acesso ao catálogo do projeto de excedentes criativos, e com a colaboração da carpintaria José Fernando Fernandes Pereira - Unipessoal Lda., que me permitiu ter acesso a todo o tipo de resíduos provenientes de todos os processos de maquinagem que utilizam, surgiu a necessidade de definir uma proposta concreta que levasse em consideração um conjunto de parâmetros como o tempo de realização, a mão de obra, a quantidade e tipo de material à disposição.

Tendo estes parâmetros todos em conta, o objetivo foi encontrar uma solução diferenciadora para a reutilização dos desperdícios da madeira, a proposta tem como intuito, também, corresponder às atividades principais das empresas em estudo, o desenvolvimento de móveis.

4.1 DEFINIÇÃO DA PROPOSTA

A primeira proposta para o desenvolvimento do meu projeto foi orientada para a renovação e reparação de mobiliário, tendo em conta que, segundo as minhas pesquisas, uma percentagem considerável de móveis em madeira, quando danificados ou partidos, acabam por ser abandonados em lixeiras.

O objetivo central desta proposta consistia em utilizar sobras de madeira provenientes de carpintarias, de modo a empregá-las na reparação ou renovação de móveis antigos, bem como na atribuição de uma nova utilidade a esses objetos. Pretendia-se, assim, reduzir o número de peças de mobiliário em madeira descartadas, bem como a quantidade de madeira desperdiçada durante os processos de produção industrial.

Contudo, fatores como a dificuldade de acesso a móveis danificados e a ausência de uma orientação concreta a seguir foram salientados pelo meu orientador após diversas reuniões. Em consequência destas limitações, a proposta não pôde ser levada a termo.

Na proposta seguinte, a minha reflexão incidiu sobre a conceção de mobiliário inteiramente produzido a partir de sobras de madeira, também provenientes de fábricas, em colaboração com uma empresa de design de interiores. Tive a oportunidade de participar numa reunião e, após verificar a escassez de informações resultante do briefing com as equipas, bem como face às críticas adicionais apresentadas pelo meu orientador, concluí que esta colaboração me faria perder de vista o objetivo principal do projeto: a reutilização de resíduos já existentes, em vez da utilização de matéria-prima nova. Assim, decidiu-se não dar continuidade a esta potencial cooperação.

Na continuidade das minhas pesquisas, orientei-me para a criação de painéis constituídos pelas mesmas sobras de madeira utilizadas nas propostas anteriores, os quais se destinariam à produção de mobiliário ou ao revestimento de paredes. No entanto, desde o início, surgiu um obstáculo significativo: esta ideia não se revelou verdadeiramente inovadora, uma vez que, durante as minhas investigações, constatei a existência de um grande número de empresas já estabelecidas no mercado, ainda que a maioria recorresse a imitações em vez de madeira verdadeira. Tal facto acabaria por me posicionar num setor já saturado.

Outros pontos negativos foram igualmente levantados em discussões com o meu orientador e colegas, nomeadamente as dificuldades no corte e na junção das peças de madeira, que exigiriam a utilização de uma segunda placa de contraplacado na parte posterior. Esta solução conduzir-me-ia à mesma problemática identificada na proposta anterior: a utilização de um material novo, o que acabaria por comprometer o objetivo primordial do meu projeto, assente na reutilização de materiais já existentes.

Na sequência das pesquisas e observações realizadas nas três propostas anteriores, bem como das reuniões com o meu orientador e colegas, surgiu a formulação desta última ideia final.

A proposta de forrar o mobiliário com sobras de madeira surgiu como resposta às limitações identificadas na terceira sugestão, nomeadamente

a falta de uma superfície sólida que permitisse a fixação adequada dos painéis. Assim, considerou-se que a utilização de móveis metálicos como base para esta nova abordagem constituiria a melhor solução. O objetivo consistia em reaproveitar antigos móveis em ferro que se encontravam destinados ao abandono, à doação ou à venda a preços muito reduzidos, transformando-os em peças de mobiliário originais.

Durante as minhas pesquisas, constatei que este princípio não é algo comumente aplicado, uma vez que o material mais utilizado para este tipo de revestimento é o têxtil. A madeira, por sua vez, abre novas possibilidades e soluções. Tal observação levou-me a compreender que existia um potencial de mercado a explorar e a desenvolver.

Com esta proposta, uma série de desafios se impôs no plano técnico e de fabrico, devido à escassez de informação existente sobre o tema. No decorrer da realização do meu projeto, desenvolvi dois protótipos iniciais de forma independente, contando sempre com os pontos de vista e as apreciações da equipa de orientação e colegas de mestrado. Retomei, ainda, o contacto com a primeira empresa mencionada no início desta dissertação, de modo a obter a sua opinião e perspetiva sobre esta nova proposta, assim como a sua colaboração na criação dos produtos finais.

O produto final resultante desta proposta consiste num conjunto de três móveis realizados em colaboração com a empresa *Mofreita*.

4.2 DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPOS

Durante a realização dos protótipos, bem como dos produtos finais, constatou-se que, devido à falta de tempo e à ausência de acesso a móveis antigos em ferro, foi necessário recorrer à compra de móveis baratos e idênticos entre si para a concretização do projeto.

Apesar desta necessidade, no decurso da elaboração da dissertação ficou demonstrado que os métodos utilizados ao longo de todo o processo podem ser aplicados a qualquer tipo de mobiliário deste género.

O móvel selecionado para a execução do meu projeto é de estrutura simples e formato retangular, com as dimensões de 35×35×60cm, sem dobradiças e com um sistema de abertura por pivô ao nível da porta.



Figura 45, 46 e 47: Móvel base para o desenvolvimento dos protótipos e projeto (imagem de autor)

4.2.1 Protótipo 1

O primeiro protótipo foi concebido de forma a que as peças de madeira apresentassem todas a mesma espessura e largura, de modo a obter um resultado uniforme e liso. O objetivo era alcançar um efeito "clean", semelhante ao mobiliário produzido em série que se encontra em lojas como a IKEA e outros fabricantes. Este primeiro protótipo foi realizado com dois tipos diferentes de madeira, os mais disponíveis na fábrica onde tive acesso ao material.





Figura 48 e 49: Desenvolvimento do protótipo 1 (imagem de autor)

Desde as primeiras etapas desta criação, surgiu uma grande dificuldade, que também se viria a colocar nos móveis seguintes: a questão de como fixar as sobras de madeira à estrutura do móvel. Para resolver este problema, recorri a profissionais da carpintaria José Fernando Fernandes Pereira - Unipessoal Lda., que me aconselharam a utilização da cola "cola e veda", adequada a todo o tipo de materiais e que, segundo a sua experiência, garante uma excelente ligação entre madeira e metal. Este foi, assim, o produto utilizado em todas as minhas criações.



Figura 50: Protótipo 1 sem porta na fase de secagem (imagem de autor)

Após o revestimento de todas as faces do móvel, com exceção da porta, realizou-se uma reunião com o meu orientador e colegas de turma. Depois de várias reflexões e discussões, concluiu-se que a abordagem inicial tornava o protótipo parcialmente desinteressante, uma vez que a aparência geral do produto o tornava comum, semelhante a qualquer outro móvel disponível no mercado. Além disso, não se conseguia transmitir a ideia de reciclagem de sobras de madeira, o que implicava a perda da essência do projeto.

A decisão foi, portanto, realizar a porta deste primeiro protótipo recorrendo às sobras de madeira no seu estado bruto, ou seja, utilizando peças de diferentes cores e espessuras, com o mínimo de alterações possível. Quando necessário, apenas a dimensão em comprimento seria ajustada para evitar outros problemas técnicos ou simplesmente estéticos. Esta solução tinha como finalidade criar um padrão a partir do relevo proporcionado pela diversidade de cores e espessuras das madeiras, tornando o conjunto esteticamente mais interessante. Assim, a porta adquiria um caráter único, impossível de reproduzir de forma idêntica, já que cada sobra de madeira é singular pelas suas imperfeições e tonalidades.



Figura 51: Desenvolvimento da porta para o protótipo 1 (imagem de autor)

Deste modo, foi possível alcançar um resultado exclusivo, menos associado a um acabamento industrial e mais próximo de um efeito artesanal. Esta decisão contribuiu também para reforçar a lógica de redução de desperdícios, dado que as sobras de madeira foram utilizadas com mínimas modificações, evitando a produção de mais resíduos.

Contudo, esta escolha originou um novo problema: a abertura do móvel tornou-se inviável, uma vez que a espessura adicional criada pelo revestimento impossibilitava a utilização do pivô original. Perante esta dificuldade, decidi investigar os diferentes tipos de dobradiças disponíveis no mercado, a fim de identificar a mais adequada para a visão do meu projeto. A escolha recaiu sobre dobradiças invisíveis, fixadas diretamente na espessura da porta e da estrutura, de forma a manter um aspeto uniforme em que apenas as sobras de madeira seriam visíveis.

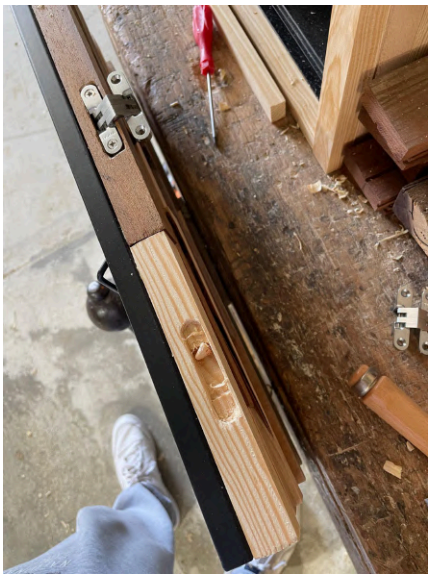



Figura 52 e 53: Secagem da porta e instalação de dobradiças (imagem de autor)

O último desafio enfrentado nesta fase esteve relacionado com a irregularidade das sobras de madeira. Esta característica causava sobreposição de partes, o que impedia a correta abertura da porta. Para ultrapassar o problema, tornou-se necessário selecionar peças de madeira com espessuras muito próximas, com uma diferença máxima de 1mm, na zona onde as dobradiças necessitam de estarem instaladas.




Figura 54 e 55: Protótipo 1 concluído com porta (imagem de autor)

4.2.2 Protótipo 2

Na sequência do primeiro protótipo, que se revelou globalmente satisfatório e que suscitou diversas questões técnicas e estéticas, às quais foram encontradas respostas ao longo do processo de conceção, decidiu-se desenvolver um segundo móvel. Este foi inteiramente produzido a partir de sobras de madeira não alteradas, retomando a mesma lógica aplicada à porta do primeiro ensaio. Esta decisão foi tomada após a conclusão do primeiro protótipo, uma vez que esta solução se encontrava mais alinhada com o tema da minha dissertação: a redução da quantidade de resíduos descartados pelas carpintarias, empregando-os na criação de novos produtos dentro das próprias empresas e, assim, diminuindo a produção de desperdício durante a realização das peças. Tal como no primeiro protótipo, foi utilizada a mesma cola.





Figura 56 e 57: Desenvolvimento do protótipo 2 (imagem de autor)

No entanto, durante a execução do segundo protótipo surgiu uma nova dificuldade: a utilização das sobras de madeira no seu estado original tornou o processo de montagem dos painéis bastante mais complexo. Era fundamental que a largura das peças fosse uniforme para que pudessem ser dispostas lado a lado, evitando lacunas ou espaços indesejados no interior dos painéis. Este requisito tornou o processo de seleção das peças mais exigente e demorado, tendo sido necessário dedicar vários dias, ou até semanas, à escolha dos elementos mais adequados para que se ajustassem entre si.





Figura 58 e 59: Conclusão das faces do protótipo 2 sem porta (imagem de autor)

Apesar das precauções tomadas no início do projeto, nomeadamente a medição de uma parte das sobras para iniciar o trabalho com um conjunto de dados preliminares, estas revelaram-se insuficientes durante a segunda conceção. As amostras disponíveis não eram suficientes e não permitiram a produção de múltiplos protótipos. Este problema levou a um consumo de tempo considerável, mas mostrou-se fundamental para o meu processo de aprendizagem, evidenciando também os limites que o projeto poderia alcançar sem uma metodologia mais estruturada.

Após a conclusão do segundo protótipo, realizou-se uma reunião com a equipe de orientação e colegas de mestrados, onde discutimos as dificuldades encontradas e algumas possíveis opções de melhoria. Uma das propostas apresentadas foi a de sobrepor os dois protótipos, explorando o princípio da altura, bem como a adição de um tabuleiro giratório que permitisse o movimento de rotação de uma das peças, oferecendo ao comprador a possibilidade de posicionar o produto conforme o seu desejo. Em suma, esta reunião permitiu destacar novas opções para os desenvolvimentos futuros do projeto.





Figura 60 e 61: Reunião com orientador e colegas





Figura 62 e 63: Protótipos lado a lado e sobrepostos

Posteriormente, foi decidido retomar contacto com a primeira empresa mencionada — a Mofreita —, a fim de lhes apresentar o projeto que tinha desenvolvido de forma autónoma e para solicitar opiniões como também conselhos relativamente à produção deste tipo de mobiliário, a reunião que foi realizada envolveu dois profissionais da Mofreita, sendo um deles o dono da empresa, a equipe de orientação e colegas de mestrado para uma apreciação do trabalho realizado e estudo de potenciais envolvimentos. Como resultado, tive o prazer de ser convidado a visitar as suas instalações, uma segunda vez, para discutir os pontos-chave do projeto e dar continuidade à sua realização no seio da empresa.

Durante este encontro, foi-me explicado que existiam várias possibilidades de industrializar o processo, o que o tornaria mais rápido e rentável. Entre as soluções propostas, destacava-se a criação de uma base de dados com uma grande quantidade de sobras de madeira previamente registadas e categorizadas, definindo-se duas ou três medidas padrão, nomeadamente em termos de largura, bem como uma espessura máxima, base de dados que já existe na empresa da Mofreita por exemplo. Seriam também pré-estabelecidas as espessuras adequadas para as áreas destinadas às dobradiças. Todos estes procedimentos facilitariam a seleção das sobras de madeira, otimizando o tempo necessário para esta etapa do trabalho. Foi-me igualmente confirmado que a cola utilizada constituía uma excelente escolha para os materiais utilizados no projeto.



Figura 64: Protótipos concluídos (imagem de autor)

4.3 PROJETO

Para a realização do produto final da minha dissertação, utilizei a mesma metodologia que havia desenvolvido durante os ensaios anteriores. Iniciei com a seleção das sobras de madeira, seguida da planificação dos móveis e, por fim, da sua construção.

O desenvolvimento do meu projeto ocorreu nas instalações da empresa *Mofreita*, que me concedeu acesso ao seu catálogo de sobras de madeira, as quais são constantemente registadas e atualizadas no âmbito do projeto *Excedentes Criativos*, resultado das suas atividades industriais.





Figura 65 e 66: Desenvolvimento do projeto final nas oficinas da Mofreita

Tal como na construção dos protótipos, a primeira etapa consistiu na seleção dos resíduos de madeira a empregar na produção do conjunto de móveis que tinha planeado. Esta fase, que nos protótipos se revelou

longa e demorada, tornou-se significativamente mais simples e rápida graças à existência da base de dados da empresa. O que anteriormente me havia exigido várias semanas de trabalho para apenas dois protótipos, foi reduzido a apenas duas horas e trinta minutos para três móveis.

Após a seleção, passei à fase de planificação, durante a qual medi detalhadamente cada centímetro dos três móveis, o que me permitiu agilizar o processo de revestimento. Concluída esta etapa, foi-me disponibilizada uma bancada de trabalho suficientemente ampla para acomodar os três móveis, bem como uma serra circular para efetuar os cortes longitudinais das peças a colar.



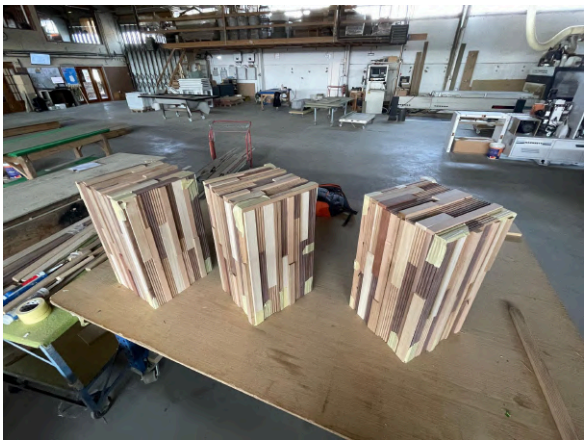


Figura 67 e 68: Conjunto dos três móveis com todas as faces cobertas menos a porta

Graças a esta configuração, pude trabalhar nos três móveis em simultâneo, simulando, assim, uma situação real de ambiente industrial, o que contribuiu para facilitar substancialmente o desenvolvimento das peças.



Figura 69: Instalação das dobradiças

O resultado do meu trabalho consistiu em três móveis que, à primeira vista, aparentam grande semelhança devido à utilização das mesmas sobras de madeira e da metodologia idêntica aplicada em todos. No entanto, cada peça permanece única, dado o caráter singular de cada sobra de madeira, o que as torna, consequentemente, impossíveis de reproduzir de forma idêntica.



Figura 70: Conjunto de móveis terminados



Figura 71: Detalhes do móvel



Figura 72: Conjunto de móveis terminados



Figura 73: Conjunto de móveis terminados

Capítulo V: Conclusões

5.1 CONCLUSÕES

O percurso desenvolvido ao longo desta dissertação permitiu comprovar o potencial do design enquanto agente transformador no contexto da reutilização de resíduos de madeira. Através da investigação teórica, da análise do estado da arte e da experimentação prática em colaboração com empresas do setor, demonstrou-se que é possível criar produtos originais e sustentáveis a partir de materiais tradicionalmente descartados.

Os diferentes protótipos desenvolvidos constituíram etapas de aprendizagem fundamentais, nas quais se testaram técnicas de seleção, planificação e montagem, ao mesmo tempo que se refletiu sobre os limites e as possibilidades de aplicação. Apesar das dificuldades encontradas no processo de investigação, como a escassez de tempo ou a irregularidade dimensional das sobras de madeira, os resultados alcançados reforçam a pertinência do tema e validam a viabilidade do *upcycling* como abordagem de design aplicável à indústria madeireira.

Outro contributo importante desta investigação reside na ligação entre o meio académico e o empresarial. A colaboração com a empresa *Mofreita* evidenciou como projetos de design podem ser integrados em contextos produtivos reais, potenciando a inovação dentro das próprias indústrias e promovendo práticas mais alinhadas com os princípios da economia circular.

Conclui-se, assim, que o design, ao assumir uma perspetiva sustentável e crítica, pode transformar resíduos em recursos e contribuir para a diminuição da dependência de matérias-primas virgens, abrindo caminho para novos modelos produtivos e de consumo. Este trabalho lança ainda pistas para investigações futuras, nomeadamente na otimização dos processos técnicos, na aplicação do conceito a diferentes tipologias de produtos e na exploração de novos modelos de negócio baseados na valorização criativa dos resíduos.

5.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Embora os resultados alcançados ao longo deste estudo tenham contribuído para uma melhor compreensão da temática, estes não encerram a investigação. Assim, sugerem-se a seguir algumas linhas de trabalho que poderão ser exploradas em desenvolvimentos futuros:

- Desenvolver métodos de organização relativos à triagem de desperdícios de madeira, inspirados no modelo utilizado na carpintaria Mofreita, com vista à otimização dos recursos disponíveis;
- Realizar testes dos produtos em contextos reais, de modo a avaliar a funcionalidade, durabilidade e tempo de vida útil;
- Testar a metodologia em móveis de diversas dimensões e formas, permitindo aferir a adaptabilidade e versatilidade do processo;
- Inspirando-se no projeto Excedentes Criativos, promover oportunidades de trabalho junto das Instituições Particulares de Solidariedade Social (IPSS), proporcionando experiências de desenvolvimento profissional e pessoal a pessoas com necessidades especiais;
- Avaliar a possibilidade de lançamento de uma linha de mobiliário no mercado baseada na metodologia desenvolvida;
- Pesquisar alternativas de colas e vernizes ecológicos, com o objetivo de reduzir o impacto ambiental da produção;
- Desenvolver uma marca própria que incorpore os princípios do projeto e consolide a identidade do produto no mercado.

Bibliografia

AEP. (2011). *Fichas Técnicas de Resíduos*. Associação Empresarial de Portugal.

AIMMP. (2024). *Relatório de Atividades e Contas*. Associação das Indústrias de Madeira e Mobiliário de Portugal.

Chapman, J. (2005). *Emotionally durable design: Objects, experiences and empathy*. DOI: 10.4324/9781849771092.

de Lourenço, M. B. (2019). *Design sustentável: NEO, projeto para reutilização de desperdício têxtil da indústria do mobiliário de estofo*. Repositório Aberto U.Porto.

de Souza Pinho, G. C., Calmon, J. L., Medeiros, D. L., Vieira, D., & Bravo, A. (2023). *Wood waste management from the furniture industry: The environmental performances of recycling, energy recovery, and landfill treatments*. Sustainability, 15(20), 14944.

DGAE. (2017). *Indústria do mobiliário (Sinopse 2017)*.

Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy: Opportunities for the consumer goods sector* (Vol. 2).

Ellen MacArthur Foundation. (2021). *Lesson 3: Understanding the challenge of finite resources*.

European Commission. (2013). *Commission Staff Working Document: A blueprint for the EU forest-based industries*.

Fuad-Luke, A. (2009). *Design activism: Beautiful strangeness for a sustainable world*. Earthscan / Routledge.

Fifield, B., & Medkova, K. (2016). *Circular design – Design for circular economy*. Lahti University of Applied Sciences.

Luzio, J. M. da S. (2023). *Design de uma mala a partir de desperdícios de madeira*. Repositório U.Porto.

Margolin, V. (2014). *Design e risco de mudança*. Vila do Conde: Verso da História.

Marques, M. B. (2021). *Jogo e conjunto de xadrez a partir de resíduos de madeira da indústria de mobiliário*. Repositório Aberto U.Porto.

McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. North Point Press.

Medkova, K., & Fifield, B. (2017). *Circular design – Design for circular economy*.

Monteiro, M. I. F. (2016). *Desperdícios de madeira aplicados em soluções de design*. O Serrim. Repositório Aberto U.Porto.

Norman, D. (2023). *Design for a better world*. MIT Press.

Papanek, V., & Fuller, R. B. (1972). *Design for the real world*. Thames and Hudson.

Papanek, V. (1995). *The green imperative: Natural design for the real world*. Thames and Hudson.

Papanek, V. (2014). *Arquitetura e design: ecologia e ética*. Edições 70.

Sève, B. (2014). *Upcycling wood: reutilización creativa de la madera*. Icaria.

Sung, K. (2015). *A review on upcycling: current body of literature, knowledge gaps and a way forward*. Proceedings of the 17th International Conference on Sustainability.

Sung, K. (2023). *Understanding upcycling and circular economy and their interrelationships through literature review for design education*. ICED23.

Sung, K., Cooper, T., & Kettley, S. (2018). *Emerging social movements for sustainability*. In *The Palgrave handbook of sustainability*. Palgrave Macmillan.

Webgrafia

Acréscimo – Associação de Promoção ao Investimento Florestal. (s.d.). *Acréscimo*.
https://acrescimoapif.blogspot.com

Agência Portuguesa do Ambiente. (2020). Plano Estratégico para os Resíduos Não Urbanos 2030. Agência Portuguesa do Ambiente.
https://erp-recycling.org/pt-pt/wp-content/uploads/sites/53/2024/10/PERNU2030.pdf

Agência Portuguesa do Ambiente. (2022, março 9). *Regime geral de gestão de resíduos*.
https://apambiente.pt/residuos/regime-geral-de-gestao-de-residuos

Agricultura e Mar. (2024, maio 17). *Fileira do pinho recicla 312 mil toneladas de resíduos de madeira em 2023*.
https://agriculturaemar.com/fileira-do-pinho-recicla-312-mil-toneladas-de-residuos-de-madeira-em-2023

Ambiente Online. (2023, maio 18). *Mais de metade dos resíduos de madeira vão para aterro…*
https://www.ambienteonline.pt/destaques/mais-de-metade-dos-residuos-de-madeira-vao-para-aterro-ou-sao-queimados-em-centrais-de-valorizacao-energetica

Best of Exports. (2020, abril 10). *Reclaimed wood furniture*.
https://bestofexports.com/

Castro, F. (2024). *Exportações de mobiliário superaram 2 mil milhões*. ECO SAPO.
https://eco.sapo.pt/2024/01/30/exportacoes-de-mobiliario-superaram-pela-primeira-vez-dois-mil-milhoes-de-euros/

Centro PINUS. (2022). *Novos indicadores de consumo de madeira e reciclados*.
https://www.centropinus.org/news/novos-indicadores-de-consumo-de-madeira-e-reciclados

Centro PINUS. (2023). *Madeira que podia ser reciclada é depositada em aterro*.
https://www.centropinus.org/news/madeira-que-podia-ser-reciclada-e-depositada-em-aterro-

Centro PINUS. (2024). *Associados reciclam 406 mil toneladas de resíduos*.
https://www.centropinus.org/news/associados-do-centro-pinus-reciclam-406-mil-toneladas-de-residuos

Correia, R. (2023). *Centro PINUS: mais de 50% da madeira vai para aterro*. Revista Sustentável.
https://www.revistasustentavel.pt/circularidade/centro-pinus-madeira/

Diário da República. (2023). *RCM n.º 127/2023*.
https://diariodarepublica.pt/dr/analise-juridica/resolucao-conselho-ministros/127-2023-222939628

Grupo Muda | Ambipar. (2023). *Economia circular: princípios e benefícios*.
https://grupomuda.com/economia-circular/

Edwards, A. (2021). *Beautiful reclaimed wood furniture designs*. Upcyclist.
https://www.upcyclist.co.uk/2021/03/beautiful-reclaimed-wood-furniture-designs/

Ellen MacArthur Foundation. (2022). *Circular economy in construction*.
https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/built-environment/overview

Ellen MacArthur Foundation. (2022). *We need to radically rethink how we design*.
https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/introducao-design-circular/precisamos-repensar-radicalmente-o-design

Ellen MacArthur Foundation. (s.d.). *The circular economy: Definition & model explained*.
https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview

Fiala, A. (2023). *Studio ORYX*. ADORNO Design.
https://adorno.design/editorial/studio-oryx-the-ingenuity-of-reclaimed-wood-furniture/

Florestas.pt. (2024). *Comércio internacional da floresta: saldo positivo*.
https://fl orestas.pt/valorizar/comercio-internacional-da-fl oresta-com-excedente-de-29-mil-milhoes-em-2023/

Hannun. (s.d.). *Compromisso*.
https://hannun.com/pt/pages/compromiso

Hannun. (s.d.). *Móveis de madeira recuperada*.
https://hannun.com/pt/collections/muebles-reciclados

INE. (2023). *Resíduos setoriais*.
https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0010364&contexto=bd&selTab=tab2

Madiplac. (s.d.). *Briquetes*. https://madiplac.pt/briquetes/

Madiplac. (s.d.). Painéis MDF. https://madiplac.pt/paineis-mdf/

Madiplac. (s.d.). Pellets. https://madiplac.pt/pellets/

Musgo Design. (s.d.). *Sustentabilidade*.
https://www.musgodesign.pt/sustainability?lang=pt

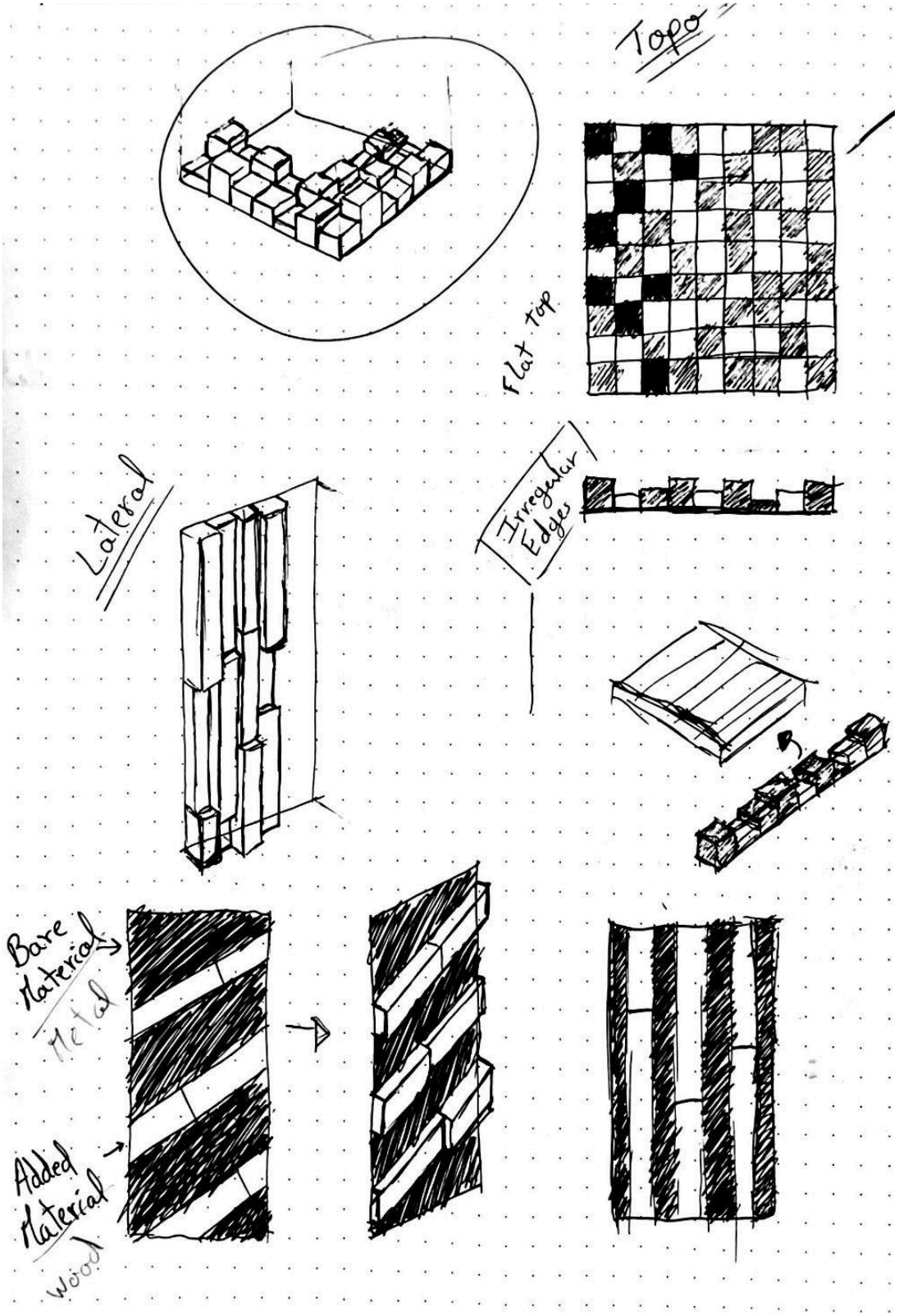
Pena, C. (2018). *Composto orgânico*. Hortas e Flores. https://www.hortaeflores.com/2018/06/cuidados-no-preparo-do-composto-organico.html

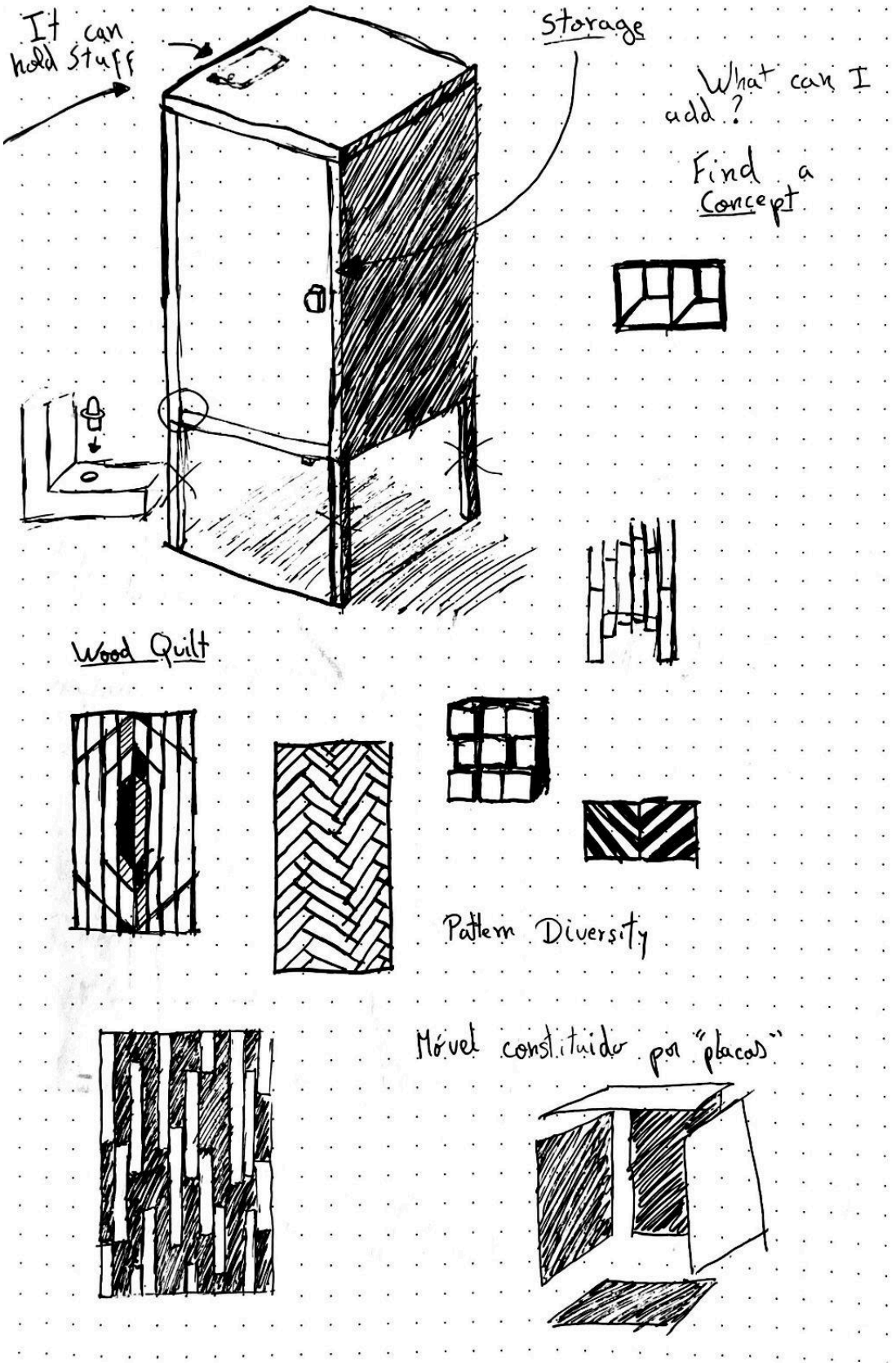
Almacla. (s.d.). *Placa de OSB*. https://www.almacla.pt/loja/placa-osb-2500x1250x12mm/

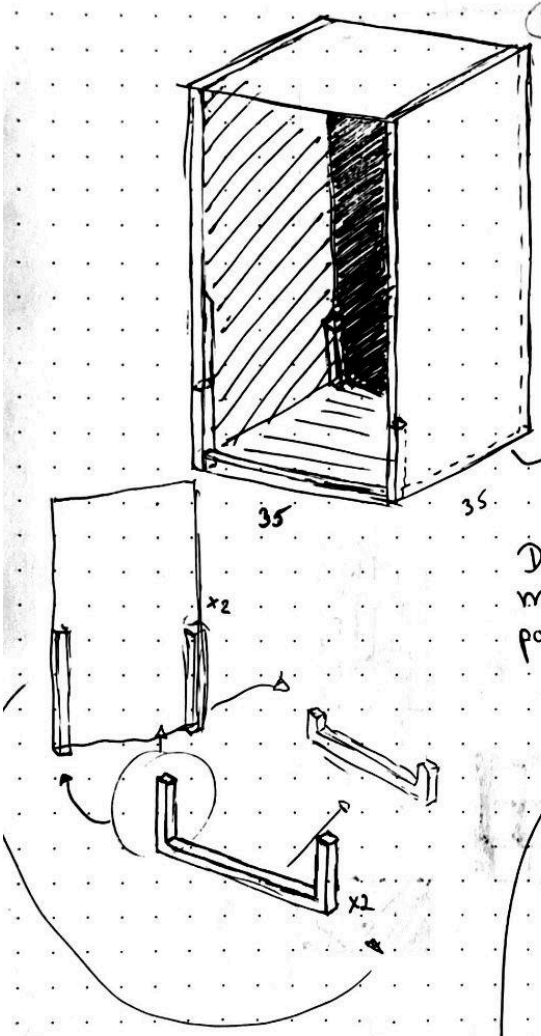
Sogilub. (2024). *PERNU 2030 aprovado*. https://www.sogilub.pt/em-foco-foi-aprovado-o-plano-estrategico-para-os-residuo-nao-urbanos-pernu-2030/

Toplita, C. (2012). *Recycled wooden furniture*. Decoist. https://www.decoist.com/2012-03-28/recycled-wooden-furniture-office-desk-sideboard-of-bookcase-designs/ 102

Anexos


Topo
Flat top
Irregular Edges
Lateral
Bare Material
Metal
Added Material
Wood

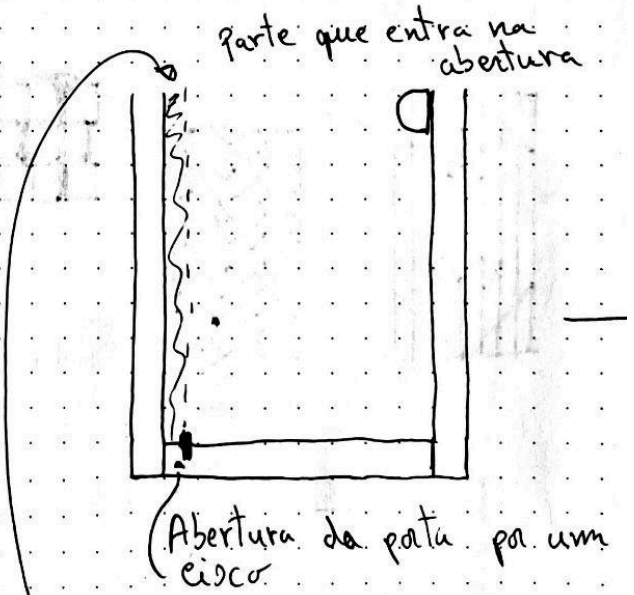

It can hold Stuff
Storage
What can I add?
Find a Concept
Wood Quilt
Pattern Diversity
Móvel constituído por "placas"



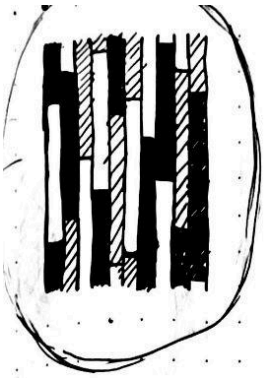
Assenta no chão

As laterais podem ser maiores

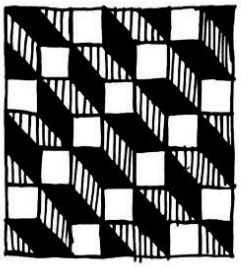
Devido a forma de que é montado este móvel as laterais podem ter mais material

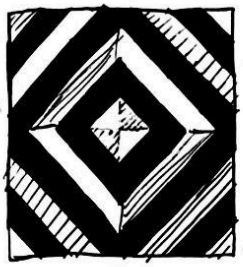


- Por causa deste eixo há sobreposição de material o que complica a fornagem.

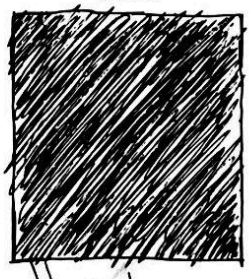








Para manter a montagem fácil do móvel é melhor forrar cada placa constituinte do móvel de forma individual.

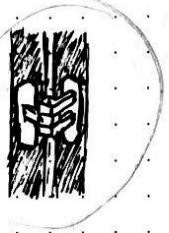


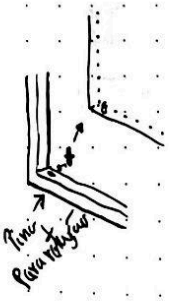
Permite diminuir os resíduos criados e não é preciso adicionar material

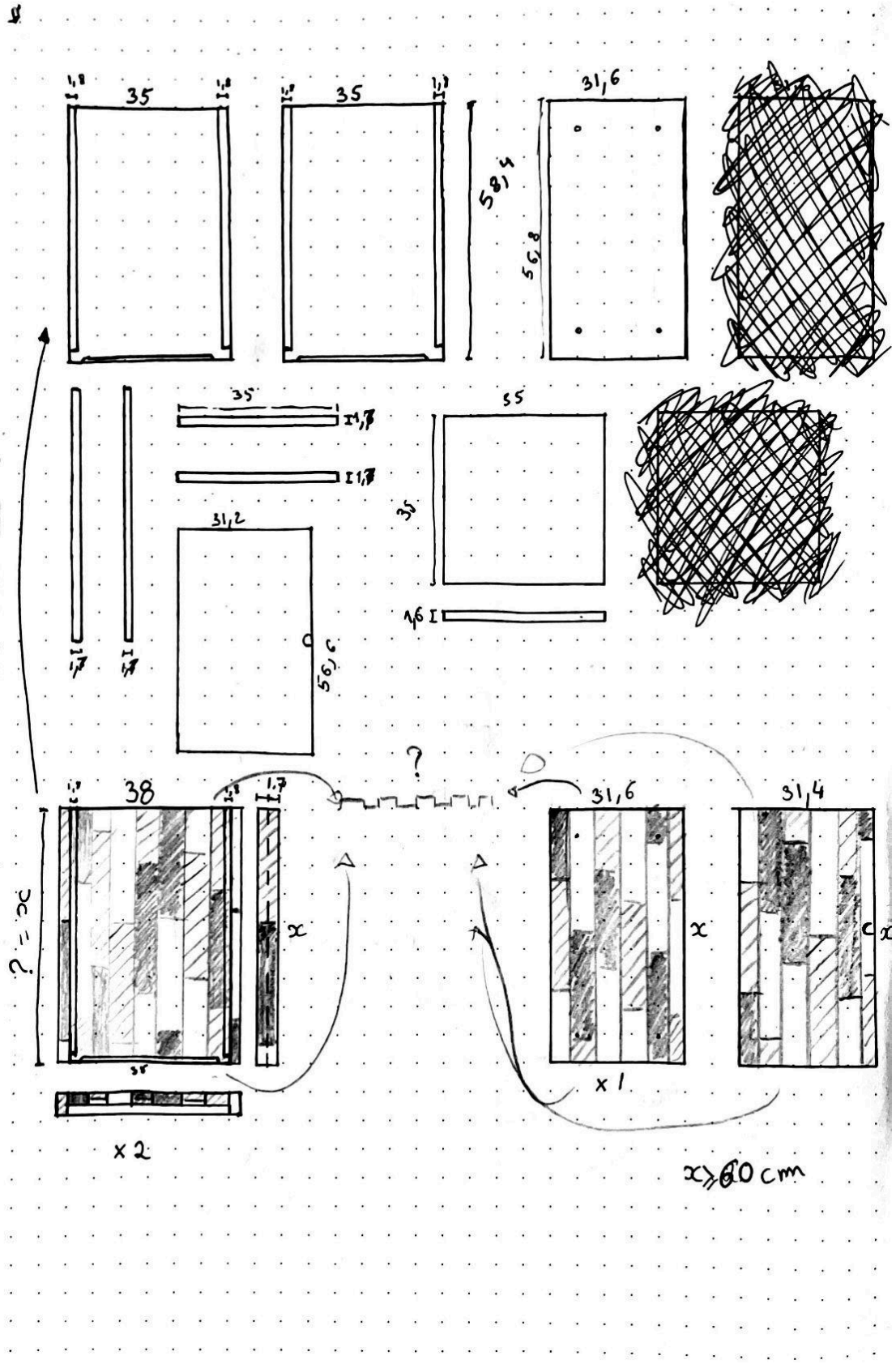
Soluções?

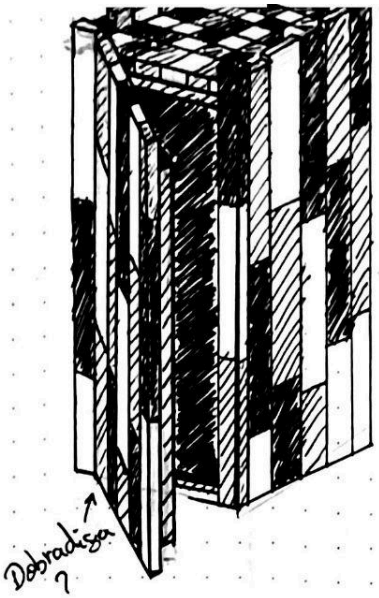
- Mudar a posição do eixo depois da forragem
- Mudar o tipo de abertura → Dobradiça



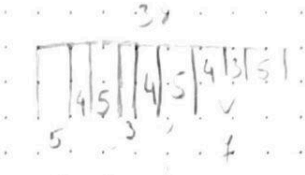


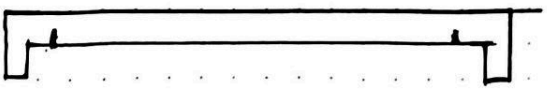


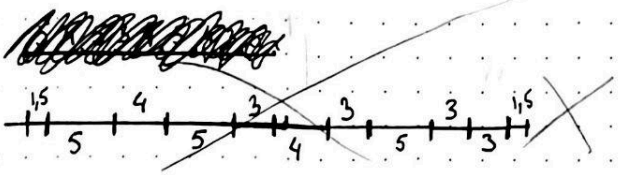

35
35
31,6
58,4
56,8
35
55
35
31,2
56,6
1,6
38
31,6
31,4
x = ?
x
x
x
x 2
x 1
x ≥ 60 cm

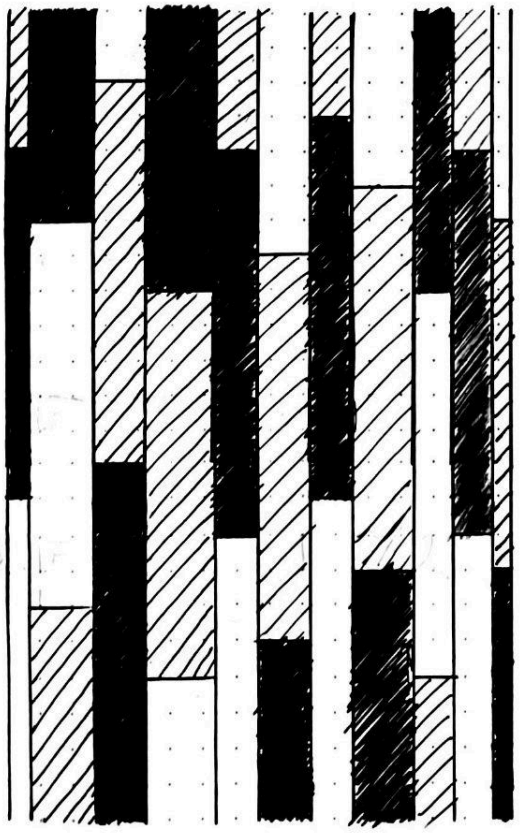


Dobradiça ?







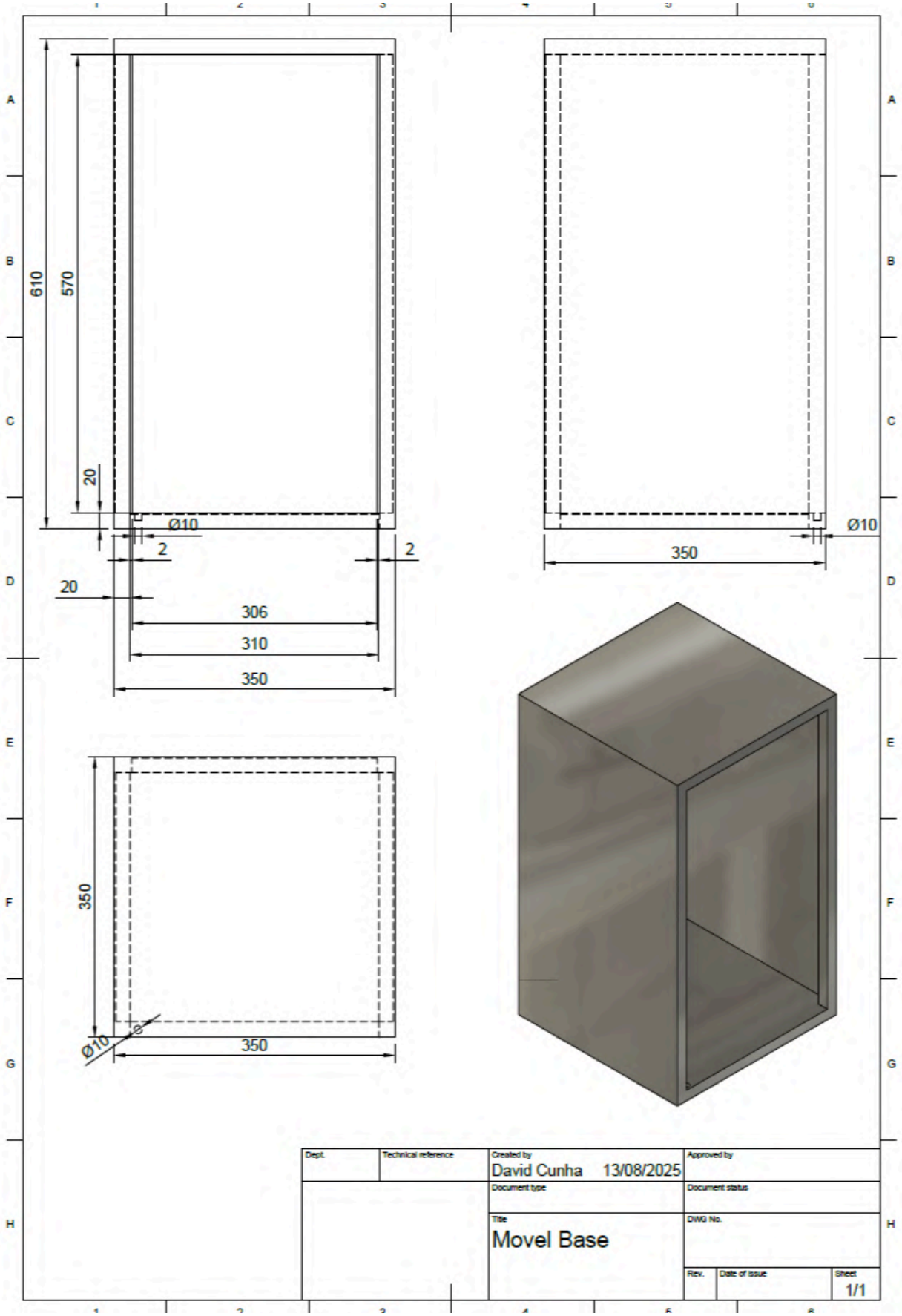


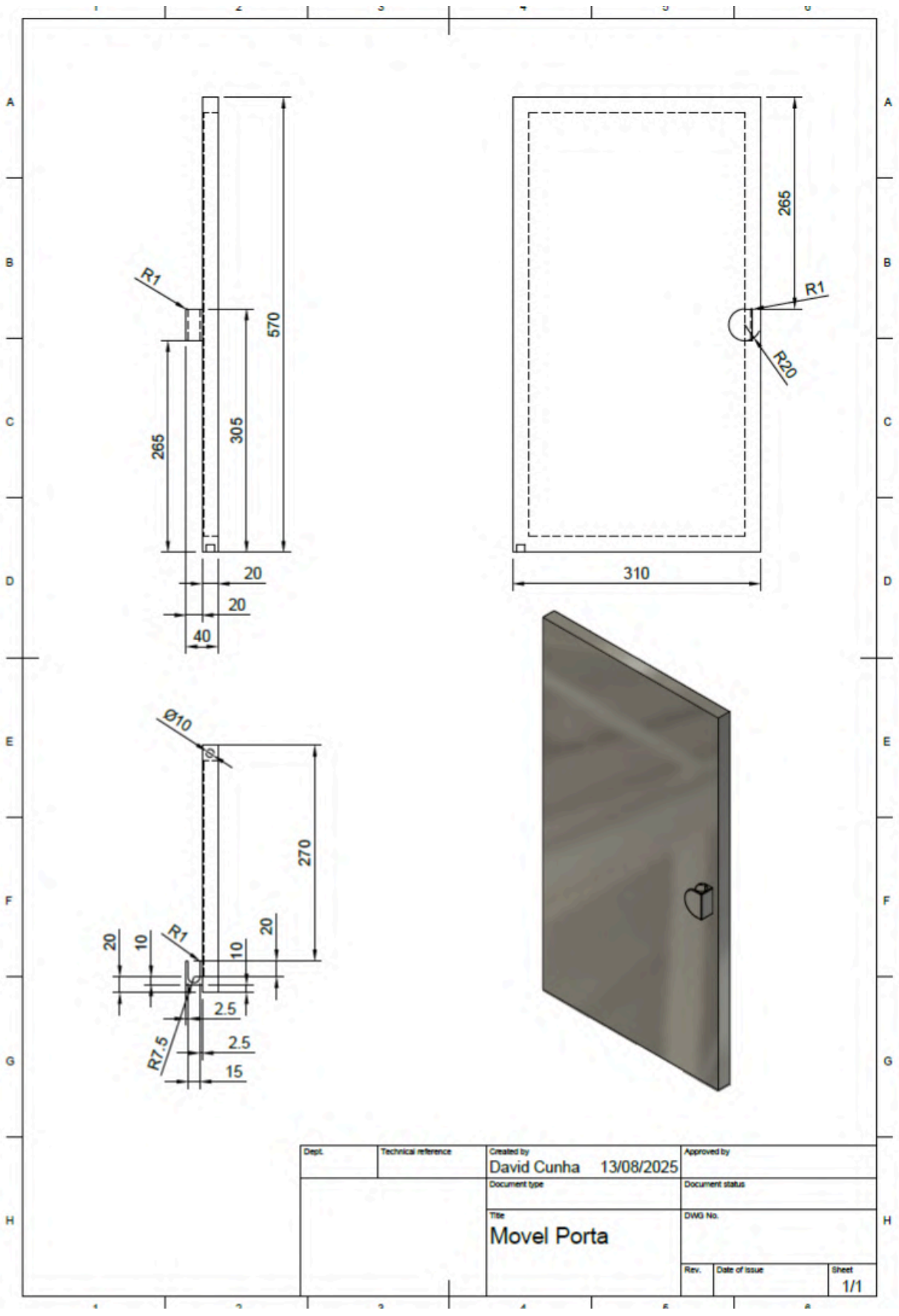


Tudo Igual

+ fácil

- interessante


610
570
20
Ø10
2
2
20
306
310
350
350
Ø10
350
350
Ø10
Dept.
Technical reference
Created by
David Cunha 13/08/2025
Approved by
Document type
Document status
Title
Movel Base
DWG No.
Rev.
Date of issue
Sheet
1/1


R1
570
305
265
20
20
40
265
R1
R20
310
Ø10
270
20
10
R1
10
20
2.5
2.5
R7.5
15
Dept.
Technical reference
Created by
David Cunha 13/08/2025
Approved by
Document type
Document status
Title
Movel Porta
DWG No.
Rev.
Date of issue
Sheet
1/1

SEDE ADMINISTRATIVA

FACULDADE DE **BELAS ARTES**

FACULDADE DE **ENGENHARIA**