U.PORTO

MESTRADO EM DESIGN INDUSTRIAL E DE PRODUTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

O JÚRI

PRESIDENTE

Doutora Lígia Maria Pinto Lopes

PROFESSOR ASSOCIADO COM AGREGAÇÃO DA FACULDADE DE BELAS ARTES DA UNIVERSIDADE DO PORTO

ORIENTADOR

Doutor Luís Filipe Leal Ferreira Mendonça da Fonseca

PROFESSOR AUXILIAR DA FACULDADE DE BELAS ARTES DA UNIVERSIDADE DO PORTO

ARGUENTE

Especialista Abel Pedro Gonçalves Tavares

PROFESSOR ADJUNTO CONVIDADO DA ESCOLA SUPERIOR DE MEDIA ARTES E DESIGN DO I.P.P.

17

11 DEZEMBRO 2025

MESTRE Mónica Filipa Arantes Rodrigues
MDIP/**191**

U.PORTO

Mestrado em Design Industrial e de Produto

Reaproveitamento de desperdícios de esferovite (EPS) no design de produto

Mónica Filipa Arantes Rodrigues

Dissertação realizada sob a orientação do professor
Luís Filipe Leal Ferreira Mendonça da Fonseca

2025

Agradecimentos

A conclusão desta tese não teria sido possível sem o apoio, dedicação e incentivo de várias pessoas e instituições.
Gostaria de expressar a minha gratidão ao meu orientador Luís Mendonça, pelo acompanhamento, pela partilha de conhecimento e pelas sugestões ao longo deste processo.

Agradeço igualmente à empresa Abraços d'Excelência pela colaboração e pela oportunidade de visitar os locais de obra, bem como pela cedência dos resíduos essenciais para a experimentação desta investigação.

Um agradecimento especial às minhas irmãs, Carla e Diana, e à minha mãe pelo apoio, paciência e palavras de conforto constantes.
Às minhas amigas do atletismo que me ajudaram a desanuviar, a ganhar distância e a reencontrar energia para continuar.
Ao Gavin, ao Mário e à Sofia pelos momentos de descontração e alegria.

Por fim, não posso deixar de mencionar o meu cão Zé, e gato Jeremias, os meus fiéis companheiros.

A todos o meu mais profundo agradecimento. A vossa presença tornou este processo mais leve e equilibrado.

Resumo

Cerca de 9,2 milhões de toneladas de plástico foram produzidas desde 1950, e é estimado que, desde esse ano até 2017, menos de 10% destes resíduos plásticos gerados tenham sido reciclados. O plástico é um material omnipresente na economia, e também representa um dos materiais que mais prejudica o planeta Terra. A poluição por resíduos deste material nunca desaparece totalmente, apenas se degrada em pedaços cada vez menores, que podem ser ingeridos pelos animais levando, possivelmente, à sua morte.

De acordo com informações retiradas de campanhas de recolha de lixo em praias, os fragmentos de poliestireno expandido é dos materiais mais comuns encontrados, a nível mundial. O material é amplamente usado em embalagens alimentares e outras e na construção, no entanto, é de difícil reciclagem, fazendo com que o seu impacto ambiental seja elevado no caso do descarte incorreto.

A economia circular é um sistema que consiste em manter os produtos e materiais em circularidade, ou seja, impedir que estes acabem num aterro ou descartados no meio ambiente, através de processos como a manutenção, reutilização, renovação ou a reciclagem. O modelo de economia atual, o linear, degrada a natureza extraindo os seus recursos de forma imprudente, enquanto o modelo circular foca-se na regeneração dos mesmos. Nesse sentido, o designer possui o papel de impulsionador de métodos de criação mais sustentáveis, promovendo a valorização de resíduos enquanto recursos.

O presente estudo centra-se na problemática da gestão e valorização destes resíduos, explorando formas de reaproveitamento através da transformação do material, permitindo integrá-lo em novos produtos, contribuindo para soluções alinhadas com os princípios do design circular. Os resíduos de EPS foram recolhidos de feiras ou mercados de peixe, de locais de obra e de outros locais onde eram incorretamente despejados. Foram dissolvidos obtendo-se uma pasta, na qual foram realizadas experiências incorporando vários agregados e diferentes moldes. A experimentação culminou no desenvolvimento de um material que foi utilizado para criar uma luminária decorativa.

O estudo combinou abordagens teóricas e práticas, trabalho de campo e contacto direto em entrevistas com profissionais de diferentes áreas. Os resultados alcançados no projeto revelam que o EPS, tem um grande potencial de aplicação no design de produto, e demonstram que partindo do reaproveitamento de um resíduo, fomenta-se uma prática de design mais responsável e consciente ao nível ambiental.

Palavras-chave: Resíduos de EPS; Sustentabilidade; Iluminação; Upcycling

Abstract

Approximately 9.2 million tons of plastic have been produced since 1950, and it is estimated that, from that year until 2017, less than 10% of this plastic waste has been recycled. Plastic is a ubiquitous material in the economy, and it is also one of the materials that most harms planet Earth. Pollution from this material never disappears completely, it only breaks down into smaller and smaller pieces, which can be ingested by animals, possibly leading to their death.

According to information gathered from beach clean-up campaigns, expanded polystyrene fragments are among the most common materials found worldwide. This material is widely used in food and other packaging and in construction, but it is difficult to recycle, making its environmental impact high if disposed of incorrectly.

The circular economy is a system that consists of keeping products and materials in circulation, i.e., preventing them from ending up in a landfill or discarded in the environment, through processes such as maintenance, reuse, renovation, or recycling. The current linear economic model degrades nature by extracting its resources recklessly, while the circular model focuses on regenerating them. In this sense, designers have the role of promoting more sustainable methods of creation, encouraging the reuse of waste as a resource.

This study focuses on the issue of managing and recovering this waste, exploring ways to reuse it by transforming the material, allowing it to be integrated into new products, contributing to solutions aligned with the principles of circular design. EPS waste was collected from fish markets, construction sites, and other locations where it was incorrectly dumped. It was dissolved to obtain a paste, which was used in experiments incorporating various aggregates and different molds. The experimentation culminated in the development of a material that was used to create a decorative lamp.

The study combined theoretical and practical approaches, fieldwork, and direct contact in interviews with professionals from different areas. The results achieved in the project reveal that EPS has high potential for application in product design and demonstrate that reusing waste promotes a more responsible and environmentally conscious design practice.

Keywords: EPS waste; Sustainability; Lighting; Upcycling

Lista de abreviações e siglas

ACEPE: Associação Industrial do Poliestireno Expandido

APA: Agência Portuguesa do Ambiente

EMF: Ellen MacArthur Foundation

EPS: Poliestireno expandido

HDPE: Polietileno de alta densidade

LDPE: Polietileno de baixa densidade

LIPOR: Associação de Municípios para a Gestão Sustentável de Resíduos do Grande Porto

PET: Polietileno tereftalato

PS: Poliestireno

RCD: Resíduo de Construção e Demolição

UE: União Europeia

UNEP: United Nations Environment Programme

XPS: Poliestireno extrudido

WWF: World Wide Fund for Nature

Índice

Agradecimentos
Resumo
Abstract

1. Introdução
- 1.1. Motivações
- 1.2. Objetivos
- 1.3. Metodologia
- 1.4. Estrutura da dissertação

2. Enquadramento do tema
- 2.1. Desperdício e impacto do plástico no ambiente
  - 2.1.1. Microplásticos e Nanoplásticos
  - 2.1.2. Tipos de plástico mais produzido
  - 2.1.3. Ciclo de vida do plástico
- 2.2. Contexto global do poliestireno expandido (EPS)
  - 2.2.1. O EPS
    - 2.2.1.1. O EPS na indústria da embalagem
    - 2.2.1.2. O EPS na indústria da construção
  - 2.2.2. O impacto do EPS no ambiente
  - 2.2.3. Processo de reciclagem do EPS
- 2.3. Gestão de resíduos de EPS em Portugal
  - 2.3.1. Lipor
  - 2.3.2. Campanhas de recolha de lixo

3. Design e sustentabilidade
- 3.1. As dimensões da sustentabilidade
- 3.2. A sustentabilidade na União Europeia
- 3.3. O papel do design na sustentabilidade
- 3.4. Economia Linear vs Economia Circular

4. Casos de estudo
- 4.1. Foreign Garbage
- 4.2. EPS Series
- 4.3. Polix
- 4.4. Refoam
- 4.5. Polystyrene Furniture
- 4.6. Kinold Styrofoam Stools

5. Processo experimental
- 5.1. Recolha do material
- 5.2. Cuidados a adotar com resíduos de EPS em obra
- 5.3. Metodologia e planeamento experimental
- 5.4. Descrição do processo base
  - 5.4.1. Testes com agregados
  - 5.4.2. Testes com elementos aromáticos
  - 5.4.3. Testes de forma

6. Desenvolvimento do produto
- 6.1. A luz e o ser humano
- 6.2. Testes de comportamento térmico
- 6.3. Exploração formal
- 6.4. Proposta final

7. Considerações finais e perspetivas futuras
8. Bibliografia
Anexos

Figura 1: Fontes de plástico e microplástico por setores de utilização
Figura 2: Ciclo de vida linear do plástico
Figura 3: Material de embalagem na indústria do peixe
Figura 4: Aplicação de EPS na construção
Figura 5: Aplicação de EPS na construção
Figura 6: Resíduos de EPS encontrados na praia
Figura 7: Grânulos de EPS reciclado
Figura 8: Plataforma exterior - Lipor - Pólo de Baguim do Monte/Ermesinde
Figura 9: Resíduos de EPS – Lipor – Pólo de Baguim do Monte/Ermesinde
Figura 10: Triagem Automática de Embalagens (TAE) – Lipor – Pólo de Baguim do Monte/Ermesinde
Figura 11: Triagem Automática de Embalagens (TAE) – Lipor – Pólo de Baguim do Monte/Ermesinde
Figura 12: Resultados das campanhas de 2022
Figura 13: 10 itens mais comuns recolhidos em 2022
Figura 14: Os três pilares da sustentabilidade
Figura 15: O diagrama borboleta: representação dos ciclos da economia circular
Figura 16: Resíduos de EPS - Foreign Garbage
Figura 17: Produto desenvolvido - Foreign Garbage
Figura 18: Projeto Foreign Garbage
Figura 19: Floor Lamp - EPS Series
Figura 20: Detalhe Floor Lamp - EPS Series
Figura 21: Luminária - EPS Series
Figura 22: Candeeiro suspenso Polix
Figura 23: Candeeiro de parede Polix inserido num ambiente
Figura 24: Peças de mobiliário Refoam
Figura 25: EPS derretido
Figura 26: Desmoldagem das peças
Figura 27: Peças de mobiliário Refoam
Figura 28: Peças desenvolvidas - Polystyrene Furniture
Figura 29: Detalhes das peças desenvolvidas - Polystyrene Furniture
Figura 30: Detalhes das peças desenvolvidas - Polystyrene Furniture
Figura 31: Banco Kinold
Figura 32: Processo de desenvolvimento dos bancos Kinold
Figura 33: Processo de desenvolvimento dos bancos Kinold
Figura 34: Processo de desenvolvimento dos bancos Kinold
Figura 35: Placas de EPS no local de obra da empresa “Abraços d’Excelência”
Figura 36: Placas de EPS
Figura 37: Placas de EPS aplicadas nas pardes
Figura 38: Resíduos de EPS encontrados perto de um local de obra
Figura 39: Resíduos de EPS encontrados perto de um local de obra
Figura 40: Resíduos de EPS encontrados perto de um local de obra
Figura 41: Resíduos de EPS da construção civil
Figura 42: Resíduos de EPS da construção civil
Figura 43: Resíduos de EPS recolhidos, provenientes de embalagens de eletrodomésticos
Figura 44: Resíduos de EPS recolhidos, provenientes de embalagens de eletrodomésticos
Figura 45: Caixas de peixe depositadas no contentor amarelo - Feira/Mercado da Trofa.
Figura 46: Caixas de peixe depositadas no contentor azul - Feira/Mercado da Trofa.
Figura 47: Amostra realizada através de gasolina, colocada contra a luz.
Figura 48: Amostra realizada através de acetona industrial, colocada contra a luz.
Figura 49: Amostra realizada através da dissolução de EPS em gasolina.
Figura 50: Amostra realizada através da dissolução de EPS em acetona industrial.
Figura 51: Pasta de EPS antes da secagem - amostra realizada através de gasolina.
Figura 52: Pasta de EPS antes da secagem - amostra realizada através de acetona industrial.
Figura 53: Separação do EPS que vai ser utilizado.
Figura 54: Colocação do solvente no recipiente.
Figura 55: Dissolução do EPS no solvente.
Figura 56: Remoção do sovente em excesso do recipiente.
Figura 57: Pesagem da pasta de EPS resultante.
Figura 58: Colocação da pasta de EPS no molde.
Figura 59: Processo de trituração da pedra.
Figura 60: Vidro triturado.
Figura 61: Processo de trituração do tijolo.
Figura 62: Testes com agregados - Tabela com a caracterização das composições desenvolvidas.

Figura 63: Cascas de limão.
Figura 64: Cascas de laranja.
Figura 65: Testes com elementos aromáticos - Tabela com a caracterização das composições desenvolvidas.
Figura 66: Testes de forma - Tabela com a caracterização das composições desenvolvidas.
Figura 67: Testes de forma através de calor - Tabela com a caracterização das composições desenvolvidas.
Figura 68: Pasta de EPS + pó de tijolo + pó de pedra.
Figura 69: Pasta de EPS + pó de pedra.
Figura 70: Pasta de EPS + pó de tijolo.
Figura 71: Pasta de EPS + vidro.
Figura 72: Amostras com adição de agregados realizadas.
Figura 73: Detalhe da amostras com adição de agregados realizadas.
Figura 74: Candeeiros Casa Cofil - Porto.
Figura 75: Candeeiros Casa Cofil - Porto.
Figura 76: Candeeiros Casa Cofil - Porto.
Figura 77: Candeeiros Casa Cofil - Porto.
Figura 78: Candeeiros Casa Cofil - Porto.
Figura 79: Candeeiros Casa Cofil - Porto.
Figura 80: Candeeiros Leroy Merlim - Parque Nascente.
Figura 81: Candeeiros Leroy Merlim - Parque Nascente.
Figura 82: Candeeiros Leroy Merlim - Parque Nascente.
Figura 83: Testes de comportamento térmico - Tabela com os resultados obtidos.
Figura 84: Sketches iniciais 1.
Figura 85: Sketches iniciais 2.
Figura 86: Sketches iniciais 3.
Figura 87: Desenvolvimento de sketches 1.
Figura 88: Desenvolvimento de sketches 2.
Figura 89: Desenvolvimento de sketches 3.
Figura 90: Sketch final.
Figura 91: Renders desenvolvidos 01.
Figura 92: Renders desenvolvidos 02.
Figura 93: Renders desenvolvidos 03.
Figura 94: Método de fabricação da estrutura metálica.
Figura 95: Estrutura metálica.
Figura 96: Detalhe estrutura metálica de ferro vs aço inoxidável.
Figura 97: Vistas do candeeiro.
Figura 98: Processo de desenvolvimento das peças finais.
Figura 99: Produto final - difusor de pasta de EPS + pó de pedra 01.
Figura 100: Produto final - difusor de pasta de EPS + pó de pedra 02.
Figura 101: Produto final - difusor de pasta de EPS + pó de pedra 03.
Figura 102: Detalhe difusor de pasta de EPS + pó de pedra.
Figura 103: Produto final - difusor de pasta de EPS 01.
Figura 104: Produto final - difusor de pasta de EPS 02.
Figura 105: Produto final - difusor de pasta de EPS 03.
Figura 106: Produto final - difusor de pasta de EPS + vidro 01.
Figura 107: Produto final - difusor de pasta de EPS + vidro 02.
Figura 108: Colocação do difusor de luz no candeeiro 01.
Figura 109: Colocação do difusor de luz no candeeiro 02.
Figura 110: Colocação do difusor de luz no candeeiro 03.
Figura 111: Amostras realizadas 01.
Figura 112: Amostras realizadas 02.
Figura 113: Produto final.
Figura 114: Detalhe do produto final.
Figura 115: Mindmap desenvolvido.
Figura 116: Desenho técnico da estrutura metálica.
Figura 117: Ficha de cuidados a adotar com resíduos de EPS em obra.



Resíduos de EPS (imagem autoral).

1. Introdução

1.1. Motivações

A presente tese tem como foco principal a problemática da produção excessiva, do descarte sistemático e, em alguns casos, quase instantâneo de produtos. Nesse sentido, o ponto de partida foi a preocupação ambiental associada a este modo de consumo e, mais especificamente, ao descarte inadequado de esferovite, um material amplamente usado em várias indústrias. A motivação reside na procura de soluções criativas e viáveis para alongar o ciclo de vida deste resíduo, transformando-o numa proposta com interesse estético e funcional.

Esta motivação alia-se à convicção de que o design possui um papel crucial como impulsionador de mudança e de conscientização para a forma como o ser humano, através da produção e consumo desmedidos, danificaram o planeta.

1.2. Objetivos

A elaboração desta dissertação tem como objetivo o reaproveitamento de resíduos de esferovite, provenientes de variadas fontes, para o desenvolvimento de um novo material, e a sua aplicação no design de produto. Alicerçado numa perspetiva de upcycling, pretende-se reduzir o desperdício causado pelas indústrias onde o material está inserido, e promover a sua valorização e reutilização, contribuindo para soluções sustentáveis no design de produto.

Adicionalmente, pretende-se investigar as características do material e explorar formas que possibilitem a sua utilização neste trabalho, através de testes experimentais para avaliar o seu desempenho. Almeja-se o desenvolvimento de um produto baseado no design sustentável e a sensibilização da utilização de resíduos como matéria-prima no desenvolvimento de produtos.

1.3. Metodologia

A metodologia adotada nesta dissertação teve como objetivo compreender e explorar o reaproveitamento de desperdícios de esferovite (EPS) no design de produto, combinando abordagens teóricas e práticas. Para assegurar uma base teórica sólida, foi realizada uma pesquisa secundária através da revisão da literatura, combinando também trabalho de campo e contacto direto em entrevistas com profissionais de diferentes áreas como: gestão de resíduos, reciclagem de plásticos, construção civil, design e arquitetura.
Recorreu-se também a ferramentas de pensamento visual como o mind mapping, que auxiliaram na organização da informação recolhida e na geração de ideias (Martin & Hanington, 2012).

A primeira etapa da pesquisa centrou-se nos temas da problemática dos resíduos de plástico e o seu impacto ambiental, incluindo os resíduos de EPS, e o seu processo de reciclagem e reutilização. Posteriormente, foi abordado o tema da economia circular e do design sustentável, onde foram apresentados casos de estudo que combinam o conceito de circularidade com o aproveitamento de resíduos de EPS. Para este fim, foram consultadas publicações científicas, relatórios de entidades ambientais, diretrizes europeias relativas aos resíduos plásticos e autores renomados na área do design.

Através de todo o conhecimento adquirido nestas fases, foi possível avançar para o processo experimental de reutilização e transformação do EPS. Inicialmente, foram identificadas as indústrias que utilizam este material, para que se pudesse iniciar a fase de recolha do mesmo. Nesta altura estabeleceu-se contacto com a empresa “Abraços D’Excelência” que permitiu um entendimento e um contacto mais direto com a realidade da utilização de EPS no setor da construção.

Numa fase seguinte, procedeu-se à caracterização do material recolhido e à sua triagem dividida em setores, onde se refletiu, também, acerca da forma de transformação do material e do tipo de solvente utilizado.
Procedeu-se para a realização de testes para avaliar a viabilidade do material a diferentes níveis. Nesta fase, os testes foram segmentados com base na finalidade de cada um, onde inicialmente, foi descrito o processo base dos mesmos e, de seguida, apresentadas as tabelas formuladas e conclusões retiradas acerca dos resultados obtidos.

Com a informação obtida, é definida a tipologia de produto que vai ser desenvolvida bem como uma pesquisa acerca do impacto do mesmo no ser humano. Posteriormente, são apresentados os desenhos e a proposta final acompanhada de registos fotográficos.

1.4. Estrutura da dissertação

A dissertação está estruturada em sete capítulos, sendo que no primeiro são abordadas as motivações e a metodologia para a realização da dissertação e são definidos os objetivos da mesma.

O segundo capítulo é referente ao enquadramento do tema dos resíduos plásticos, no panorama internacional e nacional, a forma como estes acabam no meio ambiente e prejudicam os ecossistemas. É feita ainda, uma análise mais profunda quanto aos desperdícios de EPS, a sua origem e o caminho percorrido até ao seu descarte.

No terceiro capítulo, é abordado o tema da sustentabilidade e do papel do designer para contribuir para uma economia circular, onde são mencionadas normas da União Europeia com este fim.

No quarto capítulo, são apresentados diversos casos de estudo de projetos que envolvem a questão do reaproveitamento e reciclagem de EPS.
O quinto capítulo marca o início da fase prática, onde é feita a recolha do material e formulado o planeamento experimental seguinte. É realizada a descrição do processo de transformação e os testes com o material para aferir as suas propriedades.

O sexto capítulo, aborda a proposta de aplicação do material, com base nas informações do capítulo prévio, e é desenvolvida a exploração formal para aplicar o material no produto. É feita uma análise do papel da luz nos ambientes e nos seres humanos, bem como testes complementares para a validação do material na aplicação de luminária.

Na última fase, é feita uma reflexão acerca de todo o trabalho desenvolvido e as conclusões extraídas, e ainda, possíveis melhorias para o futuro.
O último capítulo é referente à bibliografia consultada e todo o material que auxiliou a realização desta dissertação.



Resíduos de EPS (imagem autoral).

2. Enquadramento do tema

Aproximadamente 9,2 bilhões de toneladas de plástico foram produzidas desde 1950. Apenas cerca de 30% destes plásticos permanecem em uso, resultando na geração de cerca de 6,9 mil milhões de toneladas de resíduos plásticos primários em todo o mundo até à data.
As taxas globais de reciclagem de resíduos plásticos têm sido historicamente baixas. Estima-se que, menos de 10% dos resíduos plásticos gerados globalmente, entre 1950 e 2017, tenham sido reciclados. Dos restantes resíduos, 14% foi incinerado enquanto os 76% restantes foram descartados em aterros sanitários ou lançados para o meio ambiente, incluindo os oceanos (UNEP, 2021).

A poluição plástica é uma das ameaças mais sérias para os ecossistemas oceânicos. Os detritos de plástico têm causado danos aos animais de grande porte devido à ingestão acidental e emaranhamento em plástico flutuante, e aos produtos químicos tóxicos libertados do plástico fragmentado, que representam um perigo na função biológica dos organismos marinhos (Chibaa, et al., 2018).

Detritos de plástico são um contaminante generalizado encontrado extensivamente no ambiente aquático a nível mundial (Courtene-Jones, Quinn, Gary, Mogg, & Narayanaswamy, 2017).
Em 2018, a produção global de plástico atingiu 360 milhões de toneladas. Na Europa, a produção de plástico alcançou quase 62 milhões de toneladas. Ainda nesse ano, os setores da embalagem e da construção refletiam, de longe, o maior mercado de uso final (39,9% e 19,9% respetivamente). O terceiro maior setor é o da indústria automóvel (9,9%) (PlasticsEurope, 2019).

Segundo a Ocean Conservancy, em 2022, na iniciativa ICC (International Coastal Cleanup) dedicada à remoção de lixo das praias e cursos de água, os resíduos de EPS derivados de embalagens alimentares, como copos e pratos foram o sétimo item mais comum recolhido a nível mundial. Os fragmentos deste material são ainda mais frequentes, tendo sido recolhidos quase 30 milhões dos mesmos. Estes fragmentos foram, durante três anos consecutivos, o tipo mais comum de microplástico (Ocean Conservancy, 2024).

2.1. Desperdício e impacto do plástico no ambiente

“The twentieth century was the age of waste: pervasive, ubiquitous, and harmful waste—a plague that is still with us in the twenty-first century.
Until we reach the point where everything is designed so that its discards do not contribute to the Waste Age, we need to stop the march toward both single-use and, even worse, planned obsolescence.”
(Norman, 2023)

O plástico pode ser sintético ou de base biológica. Os plásticos sintéticos são derivados de petróleo bruto, gás natural ou carvão. Praticamente todos (mais de 99%) dos plásticos são produzidos a partir de produtos químicos proveniente de combustíveis fósseis (CIEL , 2017).

O plástico é um dos materiais mais omnipresentes na economia e está entre os poluentes mais difundidos e persistentes da Terra. Prevê-se que a produção de plástico represente 20% de todo o consumo de petróleo até 2050. A ligação incomplacente do plástico aos combustíveis fósseis justifica a sua contribuição considerável para as emissões de gases com efeito de estufa.
A poluição por resíduos de plástico ganhou uma atenção significativa devido aos seus efeitos crescentes na saúde humana, na sustentabilidade ambiental e nos sistemas económicos globais (Godfrey, 2024).

Um resíduo é definido como qualquer material inevitável resultante da atividade doméstica ou industrial para o qual não há procura económica e, portanto, é descartado. Existe uma diversa variedade de resíduos, líquidos ou sólidos, emanados das atividades humanas (domésticas), atividades agrícolas ou industriais e perigosas ou especiais (Sridhar & Hammed, 2014).

Os plásticos são materiais baratos, leves, fortes, duráveis e resistentes à corrosão, com altas propriedades de isolamento térmico e elétrico. A diversidade de polímeros e a versatilidade das suas propriedades são utilizadas para fabricar uma vasta gama de produtos que trouxeram avanços médicos e tecnológicos, economia de energia e inúmeros outros benefícios sociais (Thompson, Moore, vom Saal, & Swan, 2009).

Após a década de 1950, os plásticos foram comercializados de forma generalizada, eram utilizados em todas as áreas da sociedade, e proporcionavam enormes benefícios ao público e à indústria. No entanto, a sociedade carecia de um plano coerente para geri-los quando se tornavam resíduos (Resource Futures and Nextek , 2018).
O crescimento da produção de plásticos nos últimos 65 anos foi considerável e superou significativamente qualquer outro material fabricado. As mesmas propriedades que tornam os plásticos tão versáteis em inúmeras aplicações – durabilidade e resistência à degradação – tornavam-nos, também, materiais difíceis ou impossíveis para a natureza assimilar (Geyer, Jambeck, & Law, 2017).

Os plásticos representam indiscutivelmente o indicador mais claro do impacto prejudicial da humanidade nos oceanos, e uma assinatura óbvia do Antropoceno, a nossa era geológica atual (Jamieson, et al., 2019).
Segundo a United Nations Environment Programme (UNEP), todos os dias são despejados o equivalente a dois mil camiões de lixo cheios de plástico nos oceanos, rios e lagos do mundo (UNEP, s.d.).

A poluição plástica pode alterar habitats e processos naturais, reduzir a capacidade dos ecossistemas de se adaptarem às alterações climáticas, afetando diretamente os meios de subsistência de milhões de pessoas, as capacidades de produção de alimentos e o bem-estar social (UNEP, s.d.).

A principal fonte de poluição de plástico nos oceanos é terrestre (80%), ou seja, tem origem em terra (WWF, s.d.). As áreas densamente povoadas ou industrializadas representam as principais fontes devido ao descarte incorreto de resíduos, ao uso de sacos de plástico e ao descarte de resíduos sólidos. Para além disso, grandes quantidades de detritos plásticos derivados de matérias-primas, são derramadas acidentalmente durante o manuseio e outros processos, sendo, assim, levadas até às praias.
Os plásticos são transportados das suas fontes por sistemas fluviais e estações de tratamento de águas residuais, para o ambiente marinho. Além disso, eventos climáticos extremos (como, furacões ou inundações) aumentam a transferência de detritos terrestres para o mar (Li, Tse, & Fok, 2016).
As fontes oceânicas são responsáveis pelos restantes 20% dos detritos plásticos marinhos, para os quais a pesca comercial é o principal contribuinte humano. Todos os anos são adicionados ao oceano equipamentos de pesca descartados. Estes itens descartados, incluindo redes de pesca, flutuam em profundidades específicas no mar, o que resulta em “ghost fishing” (pesca fantasma) e pode causar o emaranhamento de organismos aquáticos (Li, Tse, & Fok, 2016).

A dispersão da poluição plástica no ambiente marinho depende da composição, forma e densidade do plástico, bem como das condições físicas prevalecentes. Partículas compostas por polímeros com densidade superior à da água do mar afundam (UNEP, 2021).

O emaranhamento de vida selvagem foi registado em mais de 270 espécies diferentes, incluindo mamíferos, répteis, aves e peixes. Os animais que ingerem grandes quantidades de plástico e são incapazes de o passar através dos seus sistemas digestivos, resultando em abrasões internas, bloqueios digestivos e morte. Além disso, as toxinas ingeridas, derivadas do plástico, também demonstram prejudicar a reprodução e prejudicar o sistema imunitário (WWF, 2019).

A maioria dos animais mortos por causa dos plásticos marinhos ainda não foi descoberta, porque os animais afundam (por exemplo, peixes) ou são comidos por outros animais, tornando quase impossível observar e monitorar a extensão dos impactos, especialmente considerando a grande área oceânica sobre a qual os animais afetados se podem dispersar. Outro problema relacionado com a ingestão de microplásticos por organismos marinhos, reside nas substâncias potencialmente perigosas que podem ser transportadas por estes. Por exemplo aditivos

no plástico ou produtos químicos absorvidos no ambiente circundante, que causam efeitos tóxicos adversos aos organismos (UNEP, 2018).

As mesmas propriedades que tornam os plásticos tão úteis – a sua durabilidade e resistência à degradação – também os tornam quase impossíveis de serem completamente decompostos pela natureza. A maioria dos itens de plástico nunca desaparece totalmente, apenas se dividem em pedaços cada vez menores. Esses microplásticos podem entrar no corpo humano por inalação e absorção e acumular-se nos órgãos (UNEP, s.d.).

Foram encontrados microplásticos em diferentes alimentos, como peixes e frutos do mar, sal de cozinha, cerveja, mel e açúcar, e água da torneira. É, também, encontrado no solo como resultado da contaminação de itens, como embalagens descartadas ou equipamentos agrícolas de plástico. Os microplásticos podem conter uma variedade de contaminantes, alguns deles com propriedades cancerígenas e podem concentrar-se no corpo humano através de várias vias de exposição, como a inalação de poeiras, consumo de alimentos ou água potável diretamente contaminada por microplásticos (Jassim, 2023).

2.1.1. Microplásticos e nanoplásticos

Os microplásticos são observados globalmente em áreas costeiras, oceano aberto, e em habitats de águas profundas. Existem apenas alguns registos de microplásticos em águas profundas, sendo 5.768 metros o ponto mais profundo, localizado nas margens superiores da Fossa Kuril-Kamchatka, no Oceano Pacífico. Atualmente, a ocorrência mais profunda registada de ingestão de microplásticos por organismos do fundo do mar ocorreu a 2.200 metros de profundidade no Atlântico Norte (Jamieson, et al., 2019).
Nenhum dos plásticos produzidos em massa é biodegradável de forma significativa, no entanto, a luz solar enfraquece os materiais, causando a fragmentação em partículas conhecidas por atingir milímetros ou menos (Geyer, Jambeck, & Law, 2017).

Existem fontes primárias e secundárias de microplásticos (Figura 1). A distinção baseia-se no facto de as partículas serem, originalmente, produzidos para ter esse tamanho (primário) ou se resultaram do deterioramento de itens maiores (secundários) (GESAMP, 2016). A contínua fragmentação e desgaste destes detritos produz os nanoplásticos (EFSA Journal, 2016).

Os microplásticos secundários podem ter origem em fontes terrestres ou marinhas. As fontes marinhas incluem equipamento de pesca e esgotos de navios. As fontes terrestres podem ser sacos de plástico, materiais de

embalagem ou resíduos da indústria do plástico (EFSA Panel on Conta minants in the Food Chain (CONTAM), 2016). As microesferas adicionadas, por exemplo a produtos cosméticos, artigos de cuidado pessoal, desinfetantes etc, são um exemplo de microplásticos. Na utilização destes produtos, grandes quantidades destas microesferas podem ser lançadas para os sistemas de águas residuais, entrando nos sistemas de esgoto, que em alguns países pode ser usado como fertilizante, poluindo, assim, os solos agrícolas.

Para além do que já foi mencionado, uma importante fonte de microplásticos é a abrasão dos pneus contra as superfícies da estrada (UNEP, 2021).

Categoria	Setor de origem	Descrição
Produtores e Transformadores	Produtores de Plástico, Fabricantes e Reciclagem	- Perdas acidentais de pellets, Fragmentos libertados durante o processo de fabricação; - Aparas resultantes do uso de ferramentas em blocos de plástico
Consumidores por setor	Agricultura	- Irrigação; - Utilização de fertilizantes em cápsulas que não se degradam;
	Construção	- Atividades de limpeza, abrasão e trituração; - Aparas de espumas de isolantes; - Fragmentação de embalagens por ação do ambiente; - Má retenção de materiais leves que podem voar; - Atividades de demolição;
	Transporte terrestre	- Despejo de lixo plástico em áreas isoladas; - Partículas do desgaste dos pneus;
	Indústria do turismo	- Áreas de alta entrada de plástico; - Uso de plásticos descartáveis; - Pouca preocupação com os impactos ambientais;
	Pesca	- Material de pesca perdido no mar; - Redes, armadilhas, linhas e cordas, bóias, caixas e sacos de iscas; - Pesca ilegal, não declarada e não regulamentada;
	Aquacultura	- Equipamento perdido ou descartado; - Desprendimento ou quebra de material devido a tempestades; - Armazenamento de equipamento na costa que pode escoar até ao mar por ação das ondas; - Fragmentos de redes e gaiolas;
	Transporte marítimo e indústrias offshore	- Armazenamento inadequado de resíduos; - Descarte incorreto por mau manuseio ou por condições climáticas desfavoráveis; - Manuseio incorreto da carga ou derramamentos acidentais; - Limpeza de cascos de navios com abrasivos plásticos; - Atividades em plataformas de petróleo e gás; - Exploração submarina e extração de recursos;
Consumidores individuais	Embalagens descartáveis	- Embalagens de uso único de alimentos e bebidas; - Produtos de cosmética e de higiene pessoal com partículas de microplástico;
	Têxteis e vestuário	- Libertação de fibras têxteis; - Expelimento de microfibras para a atmosfera por instalações de lavagem industrial e lavandarias;
Gestão de resíduos	Resíduos sólidos	- Má gestão dos aterros; - Fluxos de resíduos com vazamentos;
	Água e águas residuais	- Resíduos sólidos entram no sistema de águas residuais através das sanitas; - Sobrecarregamento dos sistemas de esgoto durante períodos de chuvas fortes;

Figura 1: Fontes de plástico e microplástico por setores de utilização (elaborado pela autora, adaptado de (GESAMP, 2016).

2.1.2. Tipos de plástico mais produzido

Cada plástico é projetado com características específicas que o tornam ideal para a aplicação a que se destina, proporcionando-nos diversas soluções eficientes ao nível de recursos(PlasticsEurope, 2019).
O mapeamento global mostra que a maioria dos plásticos é produzido na China, América do Norte e Europa Ocidental com 28%, 19%, e 19%, respetivamente. Estas regiões são também as principais consumidoras de plásticos com 20%, 21% e 18% para a China, América do Norte e Europa Ocidental, respetivamente (UNEP, 2018).
Dentro dos tipos de plástico produzidos com maior frequência estão o LDPE [polietileno de baixa densidade], o HDPE [polietileno de alta densidade], e o PET [polietileno tereftalato] que representam cerca de 36% do uso de plásticos no mundo.
Muitos destes produtos são usados por um período curto de tempo, e alguns por menos de um dia (UNEP, 2021). O maior mercado do plástico é o das embalagens, uma aplicação cujo crescimento foi acelerado pela mudança global, que passou de recipientes reutilizáveis para recipientes descartáveis (Geyer, Jambeck, & Law, 2017).
O impacto dos produtos de plástico descartável no ambiente, podem ser drásticos e são vistos a nível global. Estes produtos têm maior probabilidade de acabar nos oceanos do que as opções reutilizáveis (European Comission, 2019).

Os plásticos superaram a maioria dos materiais produzidos pelo homem e estão sob escrutínio ambiental há muito tempo. No entanto, faltam informações globais robustas, especialmente sobre o seu destino no final da vida. Assim, sem um projeto bem elaborado e uma estratégia de gestão personalizada para plásticos no fim de vida, estamos a permitir que bilhões de toneladas de material se acumulem em todos os principais ecossistemas terrestres e aquáticos do planeta (Geyer, Jambeck, & Law, 2017).

2.1.3. Ciclo de vida do plástico

Para entender o ciclo de vida dos produtos de plástico, é importante perceber que nem todos os produtos são iguais e, portanto, nem todos têm a mesma vida útil. Alguns constituem um produto em si, como uma garrafa, e outros constituem uma parte de um produto final, como uma peça de um carro, de um dispositivo eletrónico ou isolamento para um edifício. O tempo de vida útil dos produtos de plástico varia. Para alguns produtos, o seu tempo de vida pode ser inferior a 1 ano, outros mais de 15 anos e alguns 50 anos ou mais. Assim, da produção ao desperdício, diversos produtos plásticos apresentam diferentes usos dentro das suas cadeias de valor individuais. Portanto, a quantidade arrecadada de resíduos de plástico não necessariamente corresponde aos plásticos com maior demanda do mesmo ano (PlasticsEurope, 2019).

Quando se fala do ciclo de vida do plástico, refere-se ao processo de extração de matérias-primas, à sua conversão em produtos, a sua utilização e eliminação.
Apenas cerca de 0,5% dos plásticos são derivados de fontes de base biológica (European Bioplastics, 2023), a grande maioria do plástico tem origem em combustíveis fósseis, o petróleo e o gás são extraídos da terra, e enviados para refinarias, onde são transformados em polímeros plásticos. Posteriormente, são moldados em produtos como garrafas de água, embalagens descartáveis, equipamentos de pesca etc. Depois de terem cumprido a sua finalidade, os produtos chegam, geralmente, a um de quatro locais: um aterro, um incinerador, um centro de reciclagem ou reutilização ou, o que é mais prejudicial, ao ambiente (UNEP, 2024).

O modelo linear dos plásticos criou um ciclo insustentável (Plastics For Change, 2024) e os impactos da poluição, causada por este modelo, estão cada vez mais evidentes. É necessário examinar todo o ciclo de vida do material para encontrar formas de reduzir a poluição (Jambeck & Walker-Franklin, 2023).

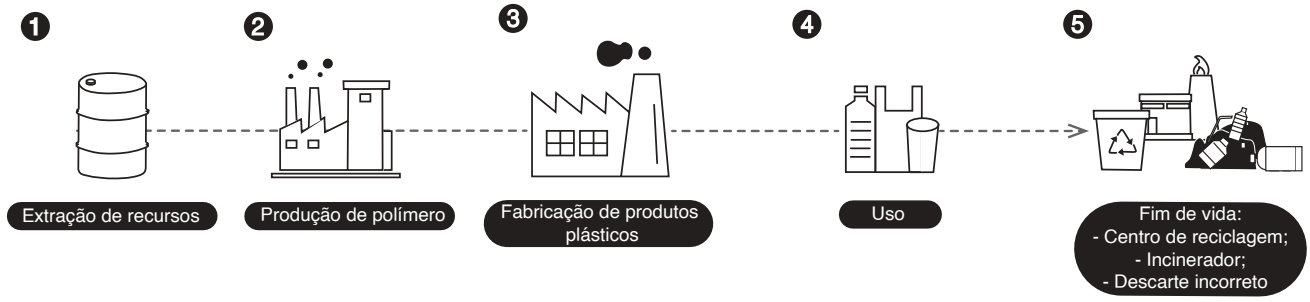


Figura 2: Ciclo de vida linear do plástico (elaborado pela autora, adaptado de (UNEP, 2018) página 27)

2.2. Contexto global do EPS

O EPS é um polímero comercial amplamente utilizado, e a sua produção tem aumentado acentuadamente nos últimos 20 anos devido às suas aplicações versáteis, como tabuleiros descartáveis, copos, materiais de embalagem, recipientes, placas de isolamento para pisos, paredes e em telhados de edifícios, entre outros (Uttaravalli, Dinda, & Gidla, 2020).
O desenvolvimento do EPS não tem cessado, sendo aplicado em todo o mundo, principalmente na área da construção civil, nas embalagens e também com uma quota razoável na área da decoração.
Atualmente o consumo mundial de EPS é de aproximadamente 1.200.000 toneladas, prevendo-se que 40% deste volume seja consumido na Europa (Isosfer, s.d.).
Segundo a Plastics Europe, o PS e o EPS, representavam, em 2018, 6,4% da demanda de distribuição de plástico (PlasticsEurope, 2019).
O EPS é aplicado principalmente na indústria da construção civil em forma de placas, e como acondicionador na indústria da embalagem, tanto em placas como em corpos moldados.
Em Portugal surge no final da década de 50, obtendo rápida aceitação nesses setores. Segundo dados fornecidos pela ACEPE, o volume de EPS consumido anualmente em Portugal é de 14.500 toneladas, sendo mais consumido nos setores da construção civil,embalagem alimentar, embalagem industrial, embalagem logística farmacêutica e componentes da indústria automóvel.

2.2.1. O EPS

O desenvolvimento comercial do poliestireno foi dado inicialmente na Alemanha pela IG Farben em 1929, e desenvolvido pela empresa norte-americana Dow Chemical Co. por volta de 1935. Embora tenha sido usada na Alemanha e nos EUA durante a Segunda Guerra Mundial, a espuma de poliestireno foi introduzida mais amplamente pela Dow Chemical Co. em 1954 sob a marca ‘styrofoam’, inventado pelo cientista da Dow Ray McIntire (BPF, s.d.).

O EPS é um termoplástico, o que significa que pode ser derretido quando aquecido e endurecido quando é arrefecido. Estas características, que dão nome ao material, são reversíveis, ou seja, pode ser reaquecido, remodelado e arrefecido novamente (PlasticsEurope, 2019).
A densidade do EPS pode variar entre 12 kg/m3 até 50 kg/m3, sendo as propriedades resultantes, como a resistência à compressão, determinadas pela densidade em que é fabricado. Possui uma condutividade térmica muito baixa, por isso atua como um excelente isolante de calor, possui baixa absorção de humidade e excelentes propriedades de amortecimento. Porém, funciona mal na resistência ao fogo devido à sua temperatura de ponto de fusão baixa (BPF, s.d.).

Os produtos de EPS são, tipicamente, resistentes à água, mesmo quando são submersos absorvem uma pequena quantidade (Omnexus, s.d.).

A produção de produtos feitos de EPS é feita em 3 etapas: Pré-Expansão, Repouso Intermédio e Estabilização e Expansão e Modelação Final (ACEPE, s.d.).
Na etapa de pré-expansão, os grânulos formados por polimerização são submetidos a vapor ou ar quente para obtenção de poliestireno expandido com a densidade necessária. Essas esferas pré-expandidas são mantidas em silos de armazenamento por cerca de 24 horas para difundir o ar nas esferas, produzindo o poliestireno expandido.
Na segunda etapa de Repouso Intermédio e Estabilização, as esferas de poliestireno expandido são armazenadas em silos ventilados, entre 12 e 24 horas para auxiliar no amadurecimento e permitir a difusão do ar nas esferas.
Na última etapa, os grânulos pré-expandidos estabilizados são transportados para moldes onde são novamente submetidos ao vapor para que os grânulos se unam. Desta forma são obtidas formas moldadas ou grandes blocos (British Plastics Federation).

Depois de ser fabricado, o EPS é cortado com pedaços de fio altamente aquecidos. Esse fio é aquecido a temperaturas extremas e "corta" o EPS vaporizando a espuma ao passar por ele. Este processo confere ao EPS uma superfície lisa (Universal Foam Products, s.d.).

O EPS é um material composto por 98% de ar e é amplamente utilizado em produtos do dia a dia, por exemplo copos, tampas e recipientes para alimentos e, ainda, no interior de produtos como capacetes de bicicleta e, até pranchas de surf.
Para além destes, também é frequentemente usado para o isolamento em áreas residenciais, como telhados, paredes ou pisos, devido às suas ótimas propriedades de isolamento térmico.
No setor das embalagens de alimentos, o EPS é utilizado para manter o produto na temperatura certa, sendo, por isso, utilizado na produção de caixas para peixe e tabuleiros para carnes. O EPS também é utilizado em embalagens industriais para proteção de diversos produtos, principalmente eletrodomésticos, por ser um material leve e com boa capacidade de absorção ao choque (Ocean Wise, s.d.).

2.2.1.1. O EPS na indústria da embalagem

Como foi referido anteriormente, o EPS é um plástico versátil que é encontrado numa infinidade de formas e aplicações. Neste subcapítulo vão ser analisadas as duas maiores, e principais indústrias pelas quais o EPS é mais comumente conhecido (British Plastics Federation).

A proteção e embalagem adequada de alimentos é fundamental para evitar riscos, perdas e desperdícios. Um produto que não é devidamente protegido ou isolado pode tornar-se num risco à saúde dos consumidores, ou num grave problema de desperdício para um supermercado ou um fornecedor de alimentos.



Figura 3: Caixas de peixe (sophieyang, 2018).

Devido à sua estrutura que inibe a passagem de calor ou frio, o EPS tem uma excelente capacidade de isolamento térmico, ideal para manter a temperatura correta em alimentos, como peixes e carnes e em produtos farmacêuticos como vacinas.
Para além do transporte de bens alimentares, o EPS também é utilizado como acondicionador em armazéns, em bens de consumo elétricos, componentes eletrónicos e produtos hortícolas ou de jardim, pois possui um alto índice de absorção de energia. O sistema de embalagem através de EPS é, frequentemente, a melhor alternativa em termos de custo, versatilidade e eficiência e, por isso, é amplamente utilizado (British Plastics Federation).

As embalagens de EPS e XPS são, principalmente, utilizadas em aplicações de uso único, portanto pode ser esperado que a quantidade de resíduos gerados corresponda à quantidade de embalagens usadas. As percentagens deste tipo resíduos são consideravelmente superiores aos resíduos de EPS da construção (Lassen, et al., 2019).

Por motivos higiénicos, as embalagens de EPS de transporte de peixe não são reutilizáveis, e como resultado a sua vida útil tende a ser muito curta. O transporte de alimentos em embalagens de EPS, incluindo caixas de peixe na Europa, tem aumentado na última década e a concentração de grandes quantidades destas embalagens em portos de pesca, locais de embalamento e mercados de peixe, faz com que a reciclagem seja o tratamento mais adequado.

O maior obstáculo para reciclar as caixas de peixe é a contaminação do material com resíduos e fluidos com odores desagradáveis. Dado que, o EPS possui um alto valor calorífico, a incineração com recuperação de energia também é uma forma conhecida para a recuperação de recursos destes resíduos (Lassen, et al., 2019).

2.2.1.2. O EPS na indústria da construção

O EPS é utilizado em diversos trabalhos de construção, incluindo grandes estruturas como estradas, pontes, edifícios públicos ou mesmo pequenas residências familiares. As características deste material permitem alcançar uma alta capacidade de isolamento térmico e excelentes propriedades mecânicas, que não são afetadas pela humidade pois o material não a absorve. A sua durabilidade permite que as propriedades



Figura 4: Aplicação de EPS na construção (BEWI, s.d.).



Figura 5: Aplicação de EPS na construção (BEWI, s.d.).

sejam mantidas durante toda a vida útil do material, que pode perdurar tanto tempo quanto o próprio edifício. O EPS é um material muito versátil, permitindo ser cortado no formato ou tamanho exigido pelo projeto de construção, e o seu baixo peso facilita o manuseio e o transporte. É compatível com outros materiais usados na construção como cimentos, gessos etc (British Plastics Federation).

Os produtos de EPS e XPS aplicados na construção possuem então uma longa vida útil quando comparados com as embalagens de EPS, no entanto, são ainda gerados resíduos originados de cortes realizados durante a instalação de placas de isolamento, ou da demolição de edifícios que contêm isolamento de EPS/XPS.
A fração dos resíduos proveniente de cortes, é geralmente, bastante limpa, a menos que seja contaminada com outros materiais devido a condições inadequadas ou mau armazenamento no local da obra. Contudo, os cortes e sobras de material de isolamento recentemente fabricado, normalmente, não possuem contaminantes.
Já a fração dos resíduos proveniente de demolição e reconstrução de edifícios, geralmente, contém contaminantes e, são frequentemente, misturados com outros materiais de construção como tijolos e cimento ou betão.

A reciclagem deste tipo de resíduos é, portanto, mais desafiadora e estes são geralmente incinerados como resíduos mistos ou depositados em aterros sanitários (Lassen, et al., 2019).

2.2.2. O impacto do EPS no ambiente

Como foi mencionado anteriormente, o consumo e demanda por EPS, tem vindo a aumentar, consequentemente, o acúmulo de resíduos de EPS no ambiente também aumentou de forma alarmante. O descarte adequado e a reutilização de resíduos de EPS tornaram-se uma séria preocupação global (Uttaravalli, Dinda, & Gidla, 2020).



Figura 6: Resíduos de EPS encontrados na praia (APA, 2021).

Segundo dados europeus de 2016/2017, estima-se que a geração total de resíduos de EPS/XPS da construção e da embalagem, na Europa, seja de 527.000 toneladas. A taxa de reciclagem destes resíduos, no mesmo continente, foi de 27% no total, para os resíduos de embalagens de EPS 34%, e para os resíduos de construção de EPS 8%. Estas percentagens são ligeiramente menores do que a taxa geral de reciclagem de plásticos em geral na Europa, que em 2016, foi de 31,2%.
O tratamento do EPS que é recolhido pode ser distribuído em três categorias: reciclagem, recuperação energética (incineração com utilização de energia) e descarte, incluindo incineração (sem recuperação de energia) e em aterros (Lassen, et al., 2019).

A maioria dos recipientes de EPS utilizados para conservar alimentos, são usados uma vez e descartados, acabando em aterros sanitários ou tornando-se lixo (Equinox Project, Center for Sustainable Energy, 2017).

Os resíduos de EPS depositados nos aterros contribuem para o aquecimento global devido à sua lenta degradação por até 500 anos ao ar livre. Para além disso, o EPS tende a ir parar aos oceanos, dando origem a outro problema, a produção de micro e nanoplásticos nos oceanos através da fotodegradação[1] do EPS pela luz solar (Mendiola, s.d.). Estes tipos de plásticos acabam na cadeia alimentar ao serem consumidos pelo plâncton, peixes e aves marinhas, danificando os ecossistemas dos quais dependemos (Ocean Wise, s.d.).
O EPS constitui um dos principais componentes dos detritos plásticos nas superfícies marinhas e é levado para praias em todo o mundo (Lassen, et al., 2019).
A poluição de EPS é uma ameaça generalizada aos oceanos e à saúde humana (SFC Admin, 2022), e a sua produção e chegada iminente aos aterros reflete um modelo de economia linear (Mendiola, s.d.).

2.2.3. Processo de reciclagem do EPS

Embora não seja biodegradável, a esferovite é 100% reciclável e, com os processos corretos, pode ser reutilizada de forma eficiente para criar novos produtos (BEWI Plastimar, s.d.).

O primeiro passo no processo de reciclagem de esferovite é a recolha de resíduos. Estes resíduos podem ser provenientes de várias fontes, como materiais de embalagem, embalagens de produtos eletrónicos e painéis de isolamento. É crucial separar a esferovite recolhida para garantir que os contaminantes, como a sujidade e outros plásticos, são removidos. A esferovite limpa é mais fácil de processar e dá origem a material reciclado de maior qualidade. Os sistemas de recolha adequados e a sensibilização são cruciais para garantir que os resíduos de esferovite são desviados dos aterros e encaminhados para instalações de reciclagem.

A esferovite é constituída por 98% de ar e, devido à sua natureza volumosa, o seu transporte pode ser ineficaz. Deste modo, os resíduos de esferovite podem ser compactados e o seu volume será reduzido até 50 vezes. A compactação não só torna o transporte mais fácil e mais económico, como também prepara o material para o processo posterior. A esferovite compactada é depois transportada para instalações de reciclagem.

1 A fotodegradação é causada pelos raios ultravioleta (UV) da radiação solar que são absorvidos por alguns plásticos, quebrando as ligações nos polímeros, causando deterioração das propriedades mecânicas e o aparecimento de fissuras (Yousif & Haddad, 2013).



Figura 7: Grânulos de EPS reciclado

De uma forma geral, existem quatro formas de reciclar materiais de EPS/XPS:

1. Reutilização do artigo: as caixas de isolamento térmico para embalagens de alimentos e para entrega aos consumidores são frequentemente devolvidas ao serviço de entrega e reutilizadas até que se danifiquem. Similarmente, as placas de isolamento de EPS podem ser reutilizadas se removidas corretamente durante o restauro ou demolição de um edifício.

2. Reciclagem mecânica: o EPS pode ser recolhido e triturado/moído em grânulos e, em seguida, inserido no fluxo de produção para a fabricação de novos produtos de EPS ou, para ser misturado com outros materiais. O EPS triturado também pode ser usado como isolamento de paredes, e pode, por exemplo, ser misturado com cimento para o nivelamento de pisos ou incorporado em blocos de cimento pré-fabricados (Lassen, et al., 2019).

3. Reciclagem como PS: este processo envolve a trituração dos blocos e a introdução do material numa extrusora que expõe o material à pressão e ao calor. O resultado é uma massa derretida e densificada que será extrudida através da saída da máquina. A esferovite derretida é transformada em pequenos grânulos (poliestireno reciclado de uso geral), que podem ser utilizados como matéria-prima para o fabrico de novos produtos (BEWI Plastimar, s.d.). Esse material pode ser usado para produzir produtos de PS (como molduras de quadros, batentes de portas e janelas etc) através de moldagem por injeção; ou para fabricar novo EPS ou XPS para isolamento.

4. Reciclagem química: o EPS é dissolvido num solvente e a solução de polímero resultante é limpa e filtrada para remover impurezas. O material resultante é comparável a pellets de PS virgem.

Entre os métodos de reciclagem de EPS mencionados, os mais relevantes atualmente, a nível quantitativo, são a reciclagem mecânica de EPS e a reciclagem como PS. No entanto, não existem dados oficiais acerca da reutilização de resíduos de EPS provenientes da construção, o que pode significar que as taxas de reciclagem nesta área estão, possivelmente, abaixo do valor real (Lassen, et al., 2019).

Para além dos métodos de reciclagem de EPS acima abordados, há ainda a possibilidade da utilização do processo de recuperação de energia como forma de gerir estes resíduos. Este método consiste na obtenção de energia, normalmente na forma de calor, a partir da combustão dos detritos. É adequado para produtos e materiais que por diversas razões não podem ser reciclados facilmente.
O EPS possui um poder calorífico muito alto, superior ao do carvão, e pode ser queimado de forma segura em unidades de incineração adequadas sem emitir gases tóxicos (ACEPE, s.d.).

Cerca de 335 000 toneladas de EPS são utilizadas para recipientes na UE todos os anos, mas apenas 25% deste tipo de embalagens é reciclado, normalmente em Espanha e noutros países do sul da Europa.
Apesar de o EPS ser tecnicamente 100% reciclável, efetivamente é reciclado até 80% em países nórdicos como a Dinamarca.
Cerca de 30% é incinerado e o restante vai para o aterro. A baixa taxa de reciclagem deve-se à dificuldade de recolher pequenas quantidades do material e à difícil remoção de resíduos alimentares e odores do EPS usado (Cicloplast, 2017).

Os produtos de EPS apresentam processos de recuperação desafiadores, tornando a reciclagem, apesar de possível, muitas vezes financeiramente inviável. Normalmente este material precisa de ser transportado para centros adequados, que realizem a sua reciclagem, para além disto, 98% do EPS é ar, o que faz com que o seu armazenamento para fins de reciclagem seja pouco rentável (UNEP, 2018).
São necessárias novas soluções para o tratamento de resíduos de EPS contaminados, para alcançar as taxas crescentes de reciclagem de plástico exigidas pela UE (Cicloplast, 2017).

2.3. Gestão de resíduos de EPS em Portugal

A produção de resíduos gera impactos negativos na saúde humana e no meio ambiente, quer pelos próprios resíduos gerados que requerem recolha, tratamento e eliminação, quer pelo desperdício que representam. Nesse sentido, a política de resíduos tem como foco a prevenção e o aproveitamento dos resíduos como recurso, dando seguimento ao ciclo de vida dos materiais, tendo por base uma hierarquia que prioriza a prevenção, seguida da reutilização, reciclagem e outros tipos de valorização e, por último, a eliminação (APA, 2025).
No entanto, segundo dados do relatório da APA acerca da reciclagem, a recolha indiferenciada (lixo comum) representou, em 2022, 77% dos resíduos recolhidos, enquanto a recolha seletiva (reciclagem) representou apenas 21%. No mesmo relatório é ainda possível verificar que, dos resíduos urbanos produzidos em Portugal, apenas 16% é encaminhado para reciclagem, sendo a deposição em aterro o destino mais comum (57%) (APA, 2023).

A gestão de resíduos é concretizada através de sistemas que são licenciados para a sua recolha, transporte, triagem, valorização e eliminação. São possíveis dois tipos de sistemas:
- Sistema individual, através do qual o produtor do produto, o embalador, o importador ou o fornecedor de embalagens de serviço, assume individualmente a responsabilidade pela gestão do resíduo;
- Sistema integrado de gestão, através do qual o produtor do produto, transfere a responsabilidade pela gestão do resíduo para uma entidade

gestora, mediante o pagamento de prestações financeiras (APA, s.d.).

A Sociedade Ponto Verde é a entidade gestora de resíduos de embalagens, do sistema integrado, e segundo a mesma, a mistura de resíduos de embalagens de EPS, que forem cuidadosamente esvaziados do seu conteúdo limpos e secos, que tenham servido para acondicionar produtos secos, podem ser reciclados desde que não haja a presença de contaminantes, de materiais não plásticos ou de outros plásticos (Sociedade Ponto Verde , s.d.).

No caso dos resíduos urbanos (incluindo os de EPS), a responsabilidade recai nas Câmaras Municipais que efetuam a recolha, beneficiando de contrapartidas financeiras que derivam da aplicação do sistema integrado de gestão de embalagens, a fim de assegurarem a recolha seletiva e triagem dos resíduos de embalagens contidos nos resíduos urbanos (CCDR, 2023).

Segundo a APA [Agência Portuguesa do Ambiente], qualquer resíduo proveniente das atividades de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição e da derrocada de edificações, compõe um resíduo de construção e demolição (RCD). A gestão destes resíduos é da responsabilidade do produtor do resíduo, no entanto existem duas exceções: no caso de obras de pequenas reparações em habitações pelo próprio proprietário ou arrendatário, a gestão dos RCD cabe à entidade responsável pela gestão de resíduos urbanos; na impossibilidade de determinação do produtor do resíduo, a responsabilidade pela respetiva gestão recai sobre o detentor (quem o tem na sua posse) (Agência Portuguesa do Ambiente, s.d.).

2.3.1. Lipor

A LIPOR (Associação de Municípios para a Gestão Sustentável de Resíduos do Grande Porto) é a entidade responsável pela gestão, valorização e tratamento dos resíduos urbanos dos seguintes municípios: Espinho, Gondomar, Maia, Matosinhos, Porto, Póvoa de Varzim, Valongo e Vila do Conde. Assegura a recolha e transporte, triagem e valorização ou eliminação (Lipor, s.d.) dos resíduos.
Aliado a este tipo de entidades, estão também os ecocentros e empresas responsáveis pela reciclagem de determinados materiais.
No caso dos plásticos, depois de utilizados, separados e colocados no ecoponto amarelo pelos consumidores, os resíduos são encaminhados para centros de triagem. Nesses centros, é feita uma segregação dos diferentes tipos de plástico que, posteriormente, são recolhidos por empresas que tratam da sua reciclagem, dando-lhes uma nova vida.

Na Lipor, os resíduos de EPS provêm de duas fontes diferentes: da cons-

trução (Figura 9), e dos ecopontos amarelos. Na construção, os trabalhadores têm a obrigatoriedade de fazer a separação correta dos resíduos, nomeadamente os de EPS.

Os plásticos do ecoponto amarelo, são encaminhados para os tapetes da estação de Triagem Automática de Embalagens (Figuras 10 e 11). No início deste processo, os resíduos são colocados num “abre sacos” e, de seguida, são pesados e assim dá-se início ao processo de triagem. A separação é feita com o auxílio de sistemas óticos, que estão calibrados para acionar quando um determinado tipo de plástico passa pelo seu tapete. Estes sistemas permitem a automatização do processo de triagem, no entanto, é possível que cometam erros e, portanto, no final dos tapetes e ainda necessário haver mão humana para que a probabilidade de haver erros seja menor.

Os resíduos de EPS recolhidos pela Lipor são tratados pela empresa Bewisynbra, que realiza o processo de reciclagem (descrito anteriormente) ou, tritura os resíduos até ficarem em granulado, que pode ser utilizado na construção civil misturado com cimento para a produção de betão leve.



Figura 8: Plataforma exterior - Lipor - Pólo de Baguim do Monte/Ermesinde



Figura 9: Resíduos de EPS – Lipor – Pólo de Baguim do Monte/Ermesinde



Figuras 10 e 11: Triagem Automática de Embalagens (TAE) – Lipor – Pólo de Baguim do Monte/Ermesinde

2.3.2. Campanhas de recolha de lixo

Como já foi visto anteriormente, os plásticos que não vão parar a um aterro, um incinerador, um centro de reciclagem ou reutilização acabam, inevitavelmente, no meio ambiente (UNEP, 2024).
Devido às dificuldades em avaliar as perdas de plásticos para o ambiente, em particular nos oceanos, uma das abordagens para quantificar o lixo marinho em zonas costeiras são as atividades de monitorização. Estas iniciativas recolhem e contabilizam os resíduos nas praias e têm sido usadas como indicador de poluição nos locais determinados da recolha (ANP; WWF, 2019). Estas campanhas podem ser usadas como meio de avaliação da eficiência da gestão ou como medida de mitigação, para identificar as fontes e atividades que conduzem à poluição pelo lixo e determinar as ameaças para o ambiente (APA, 2015).

Segundo o relatório do Programa de Monitorização do Lixo Marinho em praias da APA, o plástico/poliestireno corresponde a 88% do lixo que foi recolhido durante as campanhas realizadas em 14 praias de Portugal Continental, em 2022. Segundo a mesma agência, na categoria de plástico/poliestireno, os fragmentos de plástico e EPS+XPS representam cerca de 45%.

Os materiais de plástico/poliestireno são o tipo mais comum de lixo marinho encontrado nas praias monitorizadas (APA, 2022).

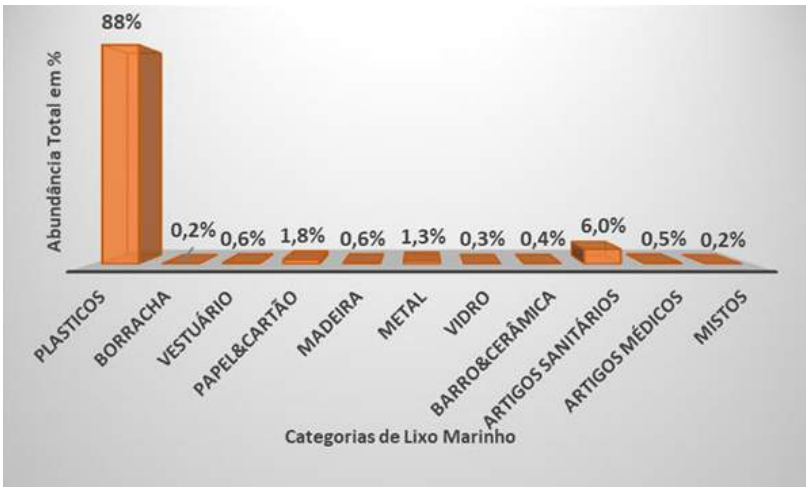


Figura 12: Resultados das campanhas de 2022 (APA, 2022)

Fragmentos de Plástico 0 - 2,5 cm	**16,4%**
Fragmentos de Esferovite 0 - 2,5 cm	**16,1%**
Beatas e Filtros de cigarro	**13,1%**
Fragmentos de Plástico 2,5 - 50 cm	**8,1%**
Corda e cordel (diâmetro < 1 cm) indiferenciadas	**5,8%**
Cápsulas/argolas de plástico das tampas	**4,5%**
Cotonetes - bastão em plástico	**4,4%**
Fragmentos de Esferovite 2,5 - 50 cm	**3,8%**
Garrafas e Recipientes: Alimentos incl. "fast food" - plástico	**1,8%**
Esponja de espuma	**1,7%**

Figura 13: 10 itens mais comuns recolhidos em 2022 (APA, 2022)

Em 2011, foi conduzido um estudo, por uma equipa de biólogos da Universidade de Aveiro, acerca do lixo que flutua no mar português em quase toda a Zona Económica Exclusiva (ZEE). Este estudo centrou-se apenas no lixo com mais de 2 centímetros, e registou mais de 750 mil objetos a boiar, colocando assim, as águas portuguesas na lista das mais poluídas. Os resultados obtidos apenas correspondem a uma pequena parte, pois o lixo que está debaixo de água ou que pode estar fragmentado em pedaços demasiado pequenos, não foram contabilizados neste estudo, não representando assim a ameaça completa.

Entre os materiais encontrados, o plástico domina, seguido pela esferovite, restos de materiais de pesca, papel, cartão e pedaços de madeira. Segundo a investigadora responsável pelo estudo, Sara Sá, ainda que a quantidade de lixo encontrada à superfície seja inferior a outras regiões do mundo, é preocupante para biodiversidade marinha (Universidade de Aveiro, 2016).



Resíduos de EPS (imagem autoral).

3. Design e Sustentabilidade

A Revolução Industrial na Europa, durante o século XVIII, marcou uma mudança eminente na história do desenvolvimento ocidental. Devido à expansão das inovações mecânicas, o antigo padrão de vida, que já não era adequado para sustentar a necessidade das pessoas, foi substituído pelo moderno estilo de vida. Desde então, estes países, desenvolveram muito a sua economia e tecnologia. Simultaneamente, os outros três quartos do globo, que são chamados de “países menos desenvolvidos” foram deixados para trás, gerando uma enorme lacuna entre estes dois grupos (Harmanci, 2017).
O consumo tornou-se então a procura ativa de gratificação pessoal através de bens materiais. As pessoas na sociedade moderna são absorvidas pelo círculo vicioso do consumo, que consiste em comprar produtos, utilizá-los, deitá-los fora e comprá-los novamente (Harmanci, From Global Society to Consumer Society, 2017).
O consumo descontrolado e o desperdício de recursos naturais tão predominante no mundo desenvolvido, são a herança dos tempos modernos, nascidos em grande parte do casamento inadequado entre a durabilidade excessiva dos materiais e a relação passageira de uso de produtos (Chapman, 2005).

A nossa capacidade de extrair e consumir uma imensa abundância de recursos naturais gerou uma quantidade enorme de resíduos na forma de lixo físico, poluição atmosférica e outras formas de degradação ambiental. As alterações climáticas globais têm sido a consequência mais grave da poluição atmosférica excessiva da nossa sociedade (Park, 2015).
A poluição é, portanto, uma consequência direta do consumo. Qualquer solução viável para as alterações climáticas passa por inibir drasticamente a extração, produção e consumo de recursos naturais. No entanto, o sistema capitalista tal como se encontra atualmente não é projetado, nem capaz de inibir o seu crescimento insustentável (Park, 2015).
A produção baseada na acumulação sem fim é o principal motor do sistema capitalista, e enquanto este motor é alimentado, as classes mais baixas, menos privilegiadas e os países menos desenvolvidos enfrentam os efeitos da crise climática (Murphy, 2022).
Hoje, muitos dos itens de uso diário são projetados para uma vida curta. Até chegarmos ao ponto em que tudo está pensado para que o seu descarte não contribua para a Era do Resíduos, precisamos de continuar a luta contra o uso único e, pior ainda, contra a obsolescência planeada (Norman, 2023).

Mais de 90% dos recursos extraídos do solo tornam-se resíduos em apenas três meses: resíduos compostos por plásticos, metais e outros compostos sintéticos (Chapman, 2005).
O designer alemão Dieter Rams criou, como resposta à crescente cultura do consumo descartável da época, os 10 princípios para um bom design. Um dos princípios refere-se ao design de produtos duradouros, ou seja, produtos que mantenham a sua utilidade e relevância ao longo do tempo (Vitsoe, s.d.).

Este princípio ganha uma nova relevância frente à atual crise ambiental, tornando-se num aspeto fundamental da economia circular e do design sustentável. A durabilidade refere-se à vida útil de um produto, à sua longevidade, a capacidade de suportar o desgaste e a resistência à obsolescência. Com a consciência da escassez de recursos e do impacto ambiental crescente, a durabilidade assume um papel essencial na equação da sustentabilidade. Quando esta é priorizada, opta-se também por valorizar a qualidade e a longevidade em detrimento do descarte fácil de modas efémeras. Esta mudança requer implicações profundas na forma como se projeta, fabrica e consome, investindo em produtos que mantêm o valor ao longo do tempo (Sustainability Directory, 2025).

Nos dias de hoje vivemos num mundo altamente desigual, onde as necessidades básicas de milhões de pessoas continuam por satisfazer. Alguns países são capazes de atingir resultados sociais elevados com um menor consumo de energia, mas nenhum proporciona uma boa vida à maioria dos seus cidadãos, respeitando os limites do planeta (Pirgmaier, 2020).
Há, então, uma necessidade de transformação dos sistemas e estruturas e, também, das crenças, valores e visões que influenciam a forma como as pessoas percebem e constituem os sistemas e estruturas, transformando os seus comportamentos e práticas (Cheschin & Gaziulusoy, 2019).
Sendo assim, é dificilmente discutível que a tolerância natural do mundo à atividade humana parece estar a ficar cansada e o ecossistema mostra sinais de desgaste (Sariatli, 2017). É imperativa uma mudança radical, que requeira uma descontinuidade sistémica (Vezzoli, 2018), avançando para sistemas que são capazes de operar dentro dos limites do planeta, garantindo ao mesmo tempo que esse movimento siga caminhos que sejam éticos e justos (Cheschin & Gaziulusoy, 2019).

3.1. As dimensões da sustentabilidade

A sustentabilidade é um conceito aparentemente simples, composto por um conjunto complexo de considerações por vezes conflitantes. Requer uma visão holística do mundo.
O termo sustentabilidade significa a capacidade de sustentar, perdurar ao longo do tempo (Chick & Micklethwaite, 2011).
Para melhor compreender a sustentabilidade e as suas implicações, esta é frequentemente dividida em três dimensões interligadas: dimensão ambiental, dimensão sócio-ética e dimensão económica. A origem do paradigma dos “três pilares” foi atribuída ao Relatório Brundtland, e à Cimeira Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável de 2002 (Purvis, Mao, & Robinson, 2018).

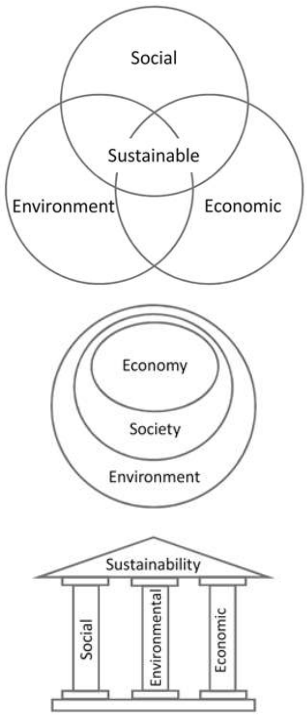


Figura 14: Os três pilares da sustentabilidade (Purvis, Mao, & Robinson, 2018)

- A dimensão ambiental (Planeta): não violar a resiliência da biosfera-geosfera, ou seja, a sua capacidade de absorver perturbações antrópicas sem provocar degradação irreversível.

- A dimensão sócio-ética (Pessoas): a capacidade de as gerações futuras satisfazerem as suas necessidades e alcançarem a igualdade e a coesão social, a partir da redistribuição de recursos.

- A dimensão económica (Lucro): soluções viáveis para uma economia próspera, inovadora e economia intensiva em conhecimento, competitiva e eco eficiente que possa conduzir a elevados padrões de vida e emprego pleno e de alta qualidade.

Este modelo de desenvolvimento sustentável reconhece que há limites para os sistemas naturais, sociais dos quais dependemos. A economia depende da saúde da sociedade, que por sua vez depende da saúde da biosfera.
Em momentos anteriores da história humana, o ambiente determinou em grande parte a forma da sociedade. Hoje, o oposto é verdadeiro: a atividade humana está a remodelar o ambiente a um ritmo cada vez maior (Chick & Micklethwaite, 2011).

3.2. A sustentabilidade na União Europeia

A Europa enfrenta desafios ambientais e de sustentabilidade crescentes que refletem as decisões e ações tomadas ao longo de décadas. Como forma de tentar abrandar e combater estes desafios, a União Europeia tem vindo a lançar uma série de medidas políticas que visam atuar em problemas como a perda de biodiversidade, a utilização de recursos naturais, as alterações climáticas etc (European Environment Agency, 2024).

Neste sentido, também o número de iniciativas de governos que, ao longo da última década, desenvolveram e implementaram medidas políticas e económicas para reduzir os sacos de plástico e os produtos de EPS continuam a crescer (UNEP, 2018).

Em 2015, foram traçados os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas que fazem parte da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Estes objetivos integram várias dimensões do desenvolvimento sustentável, aliando a proteção ambiental e o combate às alterações climáticas, ao desenvolvimento económico e social. Além disso, incluem também aspetos fundamentais como erradicar a fome, melhorar a saúde e a educação e promover a paz e a segurança (United Nations, s.d.).

Em 2018, foi proposta uma estratégia europeia para os plásticos que visava proteger o meio ambiente e reduzir o lixo marinho, as emissões de gases com efeito de estufa e a dependência de combustíveis fósseis

importados.
Esta estratégia apoia padrões de consumo e produção de plásticos mais sustentáveis e visava transformar a forma como os produtos plásticos são concebidos, produzidos, utilizados e reciclados na UE. Baseava-se em medidas existentes para reduzir os resíduos de plástico (European Comission, 2018).
Esta estratégia procurava garantir que, até 2030, cada pedaço de uma embalagem plástica pudesse ser reutilizado ou reciclado, reduzir o consumo de plásticos descartáveis e o uso de microplásticos (Parlamento Europeu, 2024).

Esta iniciativa está integrada no Plano de Ação da UE para a Economia Circular (PAEC), e é um passo importante para a transição para uma economia circular e neutra em carbono.

O novo Plano de Ação para a Economia Circular, adotado em 2020 pela Comissão Europeia, constitui um dos principais alicerces do Pacto Ecológico Europeu e anuncia iniciativas ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos. Tem como foco adequar a economia a um futuro ecológico, reforçar a competitividade, mas simultaneamente proteger o ambiente e conferir novos direitos aos consumidores.

As medidas introduzidas no âmbito do novo plano de ação tinham como objetivo tornar os produtos sustentáveis a norma na UE; concentrar a ação nos setores que utilizam mais recursos e onde o potencial de circularidade é considerado elevado (eletrónica, baterias e veículos, embalagens, plásticos têxteis, construção e edifícios); garantir menos desperdício; fazer com que a circularidade funcione para pessoas, regiões e cidades; e liderar esforços globais na economia circular.

Esta transição para uma economia circular reduziria a pressão sobre os recursos naturais, e criaria oportunidades de emprego e um crescimento sustentável. É também fundamental para alcançar a meta de neutralidade climática para 2050 e para travar a perda de biodiversidade (European Comission, 2020).

A Diretiva 2019/904 da União Europeia, deu um passo significativo para conter a maré do plástico na luta contra o lixo marinho e a poluição. Estabelece medidas com o objetivo de prevenir e reduzir o impacto de determinados produtos de plástico no ambiente, particularmente no meio aquático, e na saúde humana. Dentro destes produtos, encontram-se os 10 artigos de plástico de utilização única mais encontrados nas praias europeias, juntamente com as artes de pesca, que representam 70% de todo o lixo marinho na EU (APA, s.d.).
Através desta Diretiva, estão a ser aplicadas diferentes medidas a diferentes produtos. Estas medidas são proporcionais e adaptadas para obter os resultados mais eficazes, tendo também em conta, se existem ou

não alternativas mais sustentáveis.
Se as alternativas sustentáveis estão facilmente disponíveis e são acessíveis, então os produtos de plástico descartáveis não podem ser colocados nos mercados dos Estados-Membros da UE. São exemplos disto os cotonetes, talheres, pratos, palhinhas etc. Também se aplica a copos, recipientes para alimentos e bebidas feitos de EPS.
No que diz respeito aos restantes produtos de plástico descartáveis, a UE limitou a sua utilização através de medidas de sensibilização, requisitos de design, requisitos de rotulagem e obrigações de gestão e limpeza de resíduos para os produtores (European Comission, 2019).

3.3. O papel do design na sustentabilidade

É agora evidente que, os atuais sistemas de produção e consumo de bens e serviços excedem a capacidade do planeta para absorver as transformações que estes provocam (Vezzoli, 2018).
O design pode, por vezes, criar grandes problemas no mundo, contribuindo para a filosofia de "mais é mais", quando esta não proporciona mais valor e simplesmente desperdiça recursos de todos os tipos. Uma triste verdade é que quase todas as soluções concebidas hoje, mesmo as mais "sustentáveis", têm mais impacto negativo do que positivo no planeta (Shedroff, 2009).
A destruição da vida selvagem para extrair recursos acontece devido à forma como fabricamos e utilizamos produtos e materiais, sendo assim, o desperdício e a poluição são o resultado de decisões de design (Ellen Macarthur Foundation, s.d.).

Apesar disso, atualmente, é amplamente compreendido que o design pode e deve desempenhar um papel crucial nas transformações sociais rumo à sustentabilidade. Pode, efetivamente, atuar como um catalisador para desencadear e apoiar a inovação, ajudando a moldar o mundo em diferentes níveis (Cheschin & Gaziulusoy, 2019).

Segundo Papanek, numa era de produção em massa, o design tornou-se uma das ferramentas mais poderosas através da qual o designer molda o seu ambiente e, por extensão, a sociedade e a si próprio. Tal poder requer uma grande responsabilidade social e moral por parte do designer.
O mesmo autor defende que o design deve ser uma ferramenta inovadora, altamente criativa e interdisciplinar que responda às verdadeiras necessidades dos indivíduos, abandonando a contaminação da Terra com objetos e estruturas mal concebidas (Papanek, 1973).
O melhor design centra-se nas pessoas e procura compreender de que forma pode melhorar as suas vidas, é cuidadoso e responde a diversos critérios desde o cliente aos materiais e contexto. O design mais significativo é relevante, tem futuro e é sustentável (Shedroff, 2009).

Os designers, para poderem fazer a diferença, precisam de mudar, de se tornarem conhecedores de tópicos normalmente considerados fora do domínio do design, mas essenciais para a compreensão do mundo: economia, modelos de negócio, história, humanidades, tecnologia, ética, gestão e política. Esta é uma mudança enorme na forma como os designers são educados, na quantidade de autoridade de tomada de decisão que possuem, nos modelos de negócios das empresas e na estrutura da sociedade (Norman, 2023).
Olhar para o mundo através das lentes da sustentabilidade implica questionar toda a situação atual do modelo de desenvolvimento. A realidade que enfrentamos exige cada vez mais designers que consigam conceber produtos com baixo impacto ambiental como principal característica (Vezzoli, 2018).

3.4. Economia linear vs Economia circular

O pensamento económico linear existe há séculos, e foi o modelo económico dominante durante a maior parte do século XX (Knight, 2023). A revolução industrial estabeleceu a estrutura dessa economia linear, que trouxe diversos benefícios como a possibilidade de produzir em massa pela primeira vez. Dada a cadência de produção, as matérias-primas e a energia, aparentavam ser efetivamente infinitas, e os países industrializados tornaram-se sociedades de abundância, a população mundial aumentou e milhões de pessoas saíram da pobreza.

Este desenvolvimento global só foi possível a partir da extração de recursos e da degradação do ambiente natural para produzir valor económico. Com o passar do tempo, foram desenvolvidas novas formas de criar produtos, no entanto, o modelo económico manteve-se (EMF, 2023). Esse modelo baseia-se em fabricar produtos e oferecer serviços pelo menor preço. As matérias-primas são extraídas da natureza ao menor custo, transformadas em produtos com o mínimo de mão de obra e vendidas ao preço mais elevado (Knight, 2023). Este sistema resume-se a extrair – produzir – usar – descartar.
Os efeitos negativos desta abordagem são evidentes. A forma como a nossa economia atua destrói o próprio ecossistema natural do qual depende, sendo possível observar estes efeitos nos solos cada vez mais degradados, nos oceanos poluídos, na perda de biodiversidade, na escassez de água doce e nas florestas (EMF, 2023).

Embora a economia linear tenha sido altamente bem-sucedida na geração de riqueza material nas nações industrializadas até ao século XX, demonstra agora fraquezas no novo milénio e prevê-se que venha a colapsar num futuro próximo (Sariatli, The Linear Model and its Failure (strengths), 2017). É um sistema poluente, e a sua insustentabilidade reforça a necessidade de passar, progressivamente, para um sistema cícli-

co, baseado na salvaguarda das funções do ambiente.

O desenvolvimento da economia circular está vinculado a diversas escolas de pensamento que inspiraram a sua chegada. Algumas dessas escolas são:

Cradle to cradle:
Desenvolvido por Michael Braungart e Bill McDonough, esta filosofia de design reconhece como nutrientes todos os materiais envolvidos em processos industriais e comerciais. Visa a eficácia em termos de produção de produtos com impacto positivo.

Economia de desempenho:
Walter Stahel esboçou, em 1976, a visão de uma economia em ciclos, assente na extensão da vida útil do produto, atividades de recondicionamento e prevenção de resíduos, e na importância de vender serviços em vez de produtos.

Biomimética:
Acredita que é possível encontrar resposta para os problemas e desafios humanos, observando e reproduzindo padrões e estratégias da natureza.

Ecologia Industrial:
Centrado no "ecossistema industrial", visa criar processos num circuito fechado, eliminando subprodutos indesejados. Analisar o sistema industrial de modo integrado, e tendo em conta a sua envolvência com o meio biofísico.

Design Regenerativo:
Sistema que procura restaurar e regenerar ecossistemas, criar sistemas que se autorrenovam, inspirando-se na natureza para criar soluções resilientes e adaptáveis.

Economia Azul:
Economia azul é um termo relacionado com a exploração, preservação e regeneração do ambiente marinho. Insiste em que as soluções sejam determinadas pelo ambiente local e pelas características físicas/ecológicas (EMF, 2023).

A economia circular implica a conceção de um sistema que mantém o valor acrescentado de um produto e elimina o desperdício. Neste sistema, quando um produto termina o seu ciclo de vida, este deve ser mantido na economia como um recurso que pode ser usado repetidas vezes, criando assim mais valor (Sariatli, Introduction, 2017).

Segundo a Ellen MacArthur Foundation, a economia circular baseia-se em três princípios. O primeiro princípio, refere-se à eliminação do desperdício e da poluição causados pelo atual sistema económico, utilizan-

do o design de produto como ferramenta para combater este problema. O segundo, assenta na circularidade dos produtos e materiais no seu valor mais elevado, ou seja, manter os materiais em uso, seja como produto, ou como componente ou matéria-prima, através de dois ciclos fundamentais – o ciclo técnico e o ciclo biológico (Figura 15). Desta forma, evita-se o desperdício e mantém-se o valor intrínseco dos produtos e materiais. O terceiro princípio incentiva a mudança para um modelo regenerativo, apoiando os processos naturais e dando espaço para a natureza prosperar (EMF, 2022).

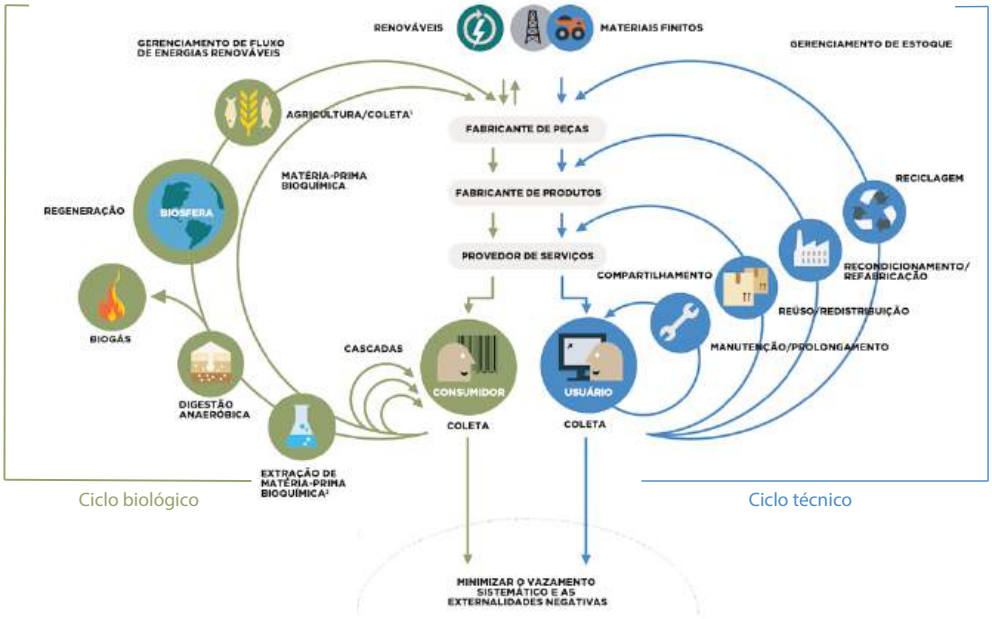


Figura 15: O diagrama borboleta: representação dos ciclos da economia circular (EMF, 2019)

Em suma, o conceito de economia circular procura ocupar um lugar de veículo de transição para uma sociedade mais sustentável, focada na regeneração e na eliminação de desperdícios. Segundo Don Norman, o modelo de negócio circular é estimulante e plausível, mas requer formas de produção muito diferentes, modelos de negócio diferentes entre outras mudanças. A resposta reside no design, e na criação de produtos com uma vida útil mais longa, que sejam reparáveis e os seus componentes capazes de serem reutilizados. O mesmo autor denota ainda que, a mudança não será fácil, mas é cada vez mais necessária (Norman D. A., 2023).



Resíduos de EPS (imagem autoral).

4. Casos de estudo

A realidade que enfrentamos atualmente, exige cada vez mais, que os designers consigam conceber produtos responsáveis a nível ambiental. Nesse sentido, neste capítulo foram abordados diversos casos de estudo, que envolvem a temática da sustentabilidade, destacando projetos que aplicam processos de reciclagem e reutilização.
Foi feita uma seleção de casos relevantes que demonstram diferentes abordagens na reutilização de EPS, abrangendo produtos variados. A análise destes projetos é fundamental, na medida em que permite uma melhor compreensão das possibilidades de reaproveitamento do poliestireno expandido.



Figura 16: Resíduos de EPS - Foreign Garbage

4.1. Foreign Garbage

Katie May Boyd | 2018

Este projeto utiliza o Maneki-Neko ou gato da sorte, como símbolo do lixo plástico, criando uma ferramenta para a discussão sobre resíduos inutilizados.

O projeto, sediado no Reino Unido, centra-se num fluxo de resíduos específico, o EPS. Anteriormente, 30% de todos os resíduos do Reino Unido eram enviados para a China, no entanto, esta promulgou a proibição da importação de todo o "lixo estrangeiro". Isto criou graves problemas para países que dependem da China para eliminar o seu lixo, devido à falta de infraestruturas para lidar com estes resíduos.
Explorando esta questão, a designer Katie May Boyd desenvolveu, através da experimentação um novo processo de reciclagem para criar poliestireno deflacionado (klloyd, 2018).
A designer também é a proprietária da Styroloop, uma empresa que recicla poliestireno expandido e o transforma em algo novo (Boyd, 2019).



Figura 17: Produto desenvolvido - Foreign Garbage

O poliestireno expandido é utilizado para embalagens, pelo que a raiz do problema de resíduos é, de facto, um excesso de compra e não um excesso de resíduos. Ao pegar num produto que simboliza o fabrico "Made in China" e fabricá-lo com os resíduos que se destinavam a ser enviados para a China, a designer desafia a forma como tratamos os resíduos de plástico e faz refletir sobre o absurdo de enviar esses produtos para todo o mundo (klloyd, 2018).
Os resíduos são cada vez mais explorados e discutidos como um tema de design, e isto será fundamental para resolver problemas no futuro.



Figura 18: Projeto Foreign Garbage

Este é um dos projetos que visa propor um novo método de reciclagem para o EPS e informar a política envolvente sobre o seu papel na economia (MA - Material Futures, 2018).

4.2. EPS Series

Madeline Isakson | 2023

O projeto “EPS Series” da designer Madeline Isakson, explora a infinidade de objetos e materiais que podem ser criados a partir do que é descartado, transformando-os em peças que exploram a cultura de consumo.
Segundo a designer, o objetivo desta série é repensar as possibilidades daquilo que antes considerávamos lixo e criar uma nova estética que vê beleza e humor no mundano.
O seu trabalho reside numa exploração do valor e do consumo, e as suas peças fazem o consumidor repensar o ciclo de vida daquilo que consomem diariamente.



Figura 19: Floor Lamp - EPS Series

Através de resíduos de EPS e de alumínio encontrados, Madeline Isakson cria objetos descritos pela mesma como “detritos monolíticos”, peças esculturais e funcionais, feitas seguindo um processo intuitivo (Beall, 2023).
As peças da série EPS são confecionadas com segmentos de embalagens montados. O objeto é então transformado em molde e produzido em alumínio fundido, um dos materiais mais recicláveis.
O traço das formas originais permanece visível nas peças de design, uma escolha intencional que expressa com veemência o conceito de reutilização.
Os restos assumem assim uma nova dimensão estética, deslocados e contextualizados num novo ambiente em artigos úteis do quotidiano, como assentos e candeeiros (Casotti, 2023).



Figura 20: Detalhe Floor Lamp - EPS Series



Figura 21: Luminária - EPS Series

4.3. Polix

Maximum | 2019

A Maximum é uma marca de móveis francesa que produz exclusivamente a partir de excedentes da produção industrial.

O candeeiro Polix, produzido pela Maximum, utiliza lâmpadas fluorescentes consumidas por um setor terciário e que são descartadas quando já não proporcionam uma boa iluminação. No entanto, estas lâmpadas continuam a ser excelentes emissoras.
Na sua nova vida, estes tubos obsoletos apenas desempenham o papel de abajur, ou seja, suavizam a luz dos tubos LED colocados no centro da lâmpada.



Figura 22: Candeeiro suspenso Polix



Figura 23: Candeeiro Polix inserido num ambiente

Quando as primeiras impressões de uma empresa parceira de embalagens não atingem o resultado adequado, estas são descartadas. Este material é então fornecido à Maximum, permitindo encontrar uma nova vida e uma nova forma.
O papel protetor do EPS contra choques e vibrações é uma vantagem e a característica perfeita que os frágeis tubos fluorescentes necessitavam (Maximum, 2019).
O candeeiro Polix é um exemplo de upcycling, que mostra a integração de dois desperdícios industriais num produto funcional e com valor acrescentado.



Figura 24: Peças de mobiliário Refoam

4.4. Refoam

we+ studio | 2022

O projeto Refoam consiste num conjunto de peças de mobiliário da autoria do estúdio de design contemporâneo we+, e insere-se no projeto de investigação “Urban Origin”.



Figura 25: EPS derretido

O material utilizado é o EPS, mais especificamente, resíduos do mesmo recolhido em Tóquio. Este material é frequentemente fundido em lingotes em estações de tratamento intermediário, e a maior parte dele é exportado para a Europa e para o Sudeste Asiático. Nestes países, o material é tratado em grânulos e, posteriormente, em produtos plásticos reciclados baratos. Embora as taxas de reciclagem sejam elevadas, o processo continua a ser muito complexo e a quantidade de transporte entre países também representa outro problema.



Figura 26: Desmoldagem das peças

O Refoam explora a possibilidade de fabricar lingotes para a fabricação de móveis, simplificando o processo de reciclagem e dando, deste modo, um valor completamente diferente ao EPS (we+ studio, 2022).
Para criar os móveis, o EPS é derretido e colocado para arrefecer em moldes.
As peças de mobiliário são inerentemente leves e mostram uma possibilidade do que poderia ser feito para utilizar embalagens ou resíduos de EPS descartados. Os produtos também destacam como os materiais podem entrar num processo de upcycling, em vez de serem conduzidos para um processo de reciclagem onde haveria a necessidade de operações mais formalizadas (Khan, 2022).



Figura 27: Peças de mobiliário Refoam

4.5. Polystyrene Furniture

Sam Lander | 2018

O poliestireno é responsável por cerca de 30% dos resíduos depositados em aterros, e causa um impacto negativo no ambiente. É utilizado, tipicamente, para embalagens nas indústrias alimentar e de tecnologia.

É nos estabelecimentos comerciais que o designer Sam Lander obtém o EPS desperdiçado e dá início ao seu processo, derretendo o material numa substância química que divide a longa cadeia de moléculas do poliestireno. Este processo transforma o estado do material de um sólido cheio de ar para uma forma líquida densa, que, posteriormente, é prensada, facilitando a evaporação química na atmosfera. É nesta fase que é adicionada a cor ao material (Marks, 2019).
De seguida, o poliestireno derretido é colocado em camadas para que as peças tenham uma maior capacidade de resistência. A colagem do material é feita através do próprio poliestireno, que se torna quase como cola quando a sua cadeia de moléculas é quebrada (Baskerville, 2019).

Como o material é muito maleável neste estado alterado, pode ser transformado em vários tipos de móveis, mas reage sempre de maneiras diferentes permitindo criar formas diferentes e orgânicas.
O designer desenvolveu a capacidade de adaptar o material para atender a diferentes aplicações. Pode ser mais translúcido para se adequar às aplicações de luzes, por exemplo, ou até mesmo colorido e montado em padrões que se assemelham a vitrais (Orcajada, 2018).



Figura 28: Peças desenvolvidas - Polystyrene Furniture





Figuras 29 e 30: Detalhes das peças desenvolvidas - Polystyrene Furniture

4.6. Kinold Styrofoam Stools

Jiwon Jung | 2023



Figura 31: Banco Kinold

Os bancos de esferovite foram desenhados pela designer de móveis coreana Jiwon Jung e constituem uma solução de assento feita de um material que é, normalmente, usado para embalagens que proporciona uma peça leve.
Os bancos Kinold são simples a nível morfológico, a sua pintura, no entanto requer um pouco mais trabalho.
O primeiro passo na criação destas peças é preparar e cortar o EPS para moldar a forma desejada; de seguida é necessário escolher a cor do spray e depois este é borrifado sobre a água para criar um padrão. Como explica Jiwon Jung, a textura que as peças finais possuem, resulta de uma reação natural do EPS que, quando é mergulhado na água, rea-







Figuras 32, 33 e 34: Processo de desenvolvimento dos bancos Kinold

ge com um componente do spray de laca e faz com que o material derreta, criando também uma colisão imprevisível de padrões e cores, para uma reação visual e tátil rica. A etapa final é deixar o EPS lacado secar naturalmente antes de finalizá-lo diversas vezes com epóxi (Zeitoun, 2024).

Os bancos Kinold são projetados em quatro combinações de cores, incluindo cinza e preto, amarelo e preto, rosa e preto e menta e preto (Hemsworth, 2024).



Resíduos de EPS (imagem autoral).

5. Processo experimental

Numa fase posterior à investigação teórica e à contextualização do tema, a presente secção inicia a componente prática do projeto, onde será explorado o potencial do EPS como material reaproveitado, na vertente do design de produto.
A parte prática deste trabalho desempenha um papel fundamental na compreensão e experimentação de soluções para o reaproveitamento de EPS, procurando explorar novas possibilidades de transformação e reintrodução do material descartado na cadeira produtiva. Este projeto alinha-se com os princípios da economia circular, delineados pela Ellen MacArthur Foundation, nomeadamente na eliminação de desperdícios e poluição e na circularidade de materiais, contribuindo para soluções mais sustentáveis no design de produto.
Esta parte do trabalho centra-se na componente prática do reaproveitamento de desperdícios de esferovite. O objetivo desta fase é explorar, através de testes experimentais, vários métodos de transformação do material e, posteriormente, avaliar a sua viabilidade, a nível estético e funcional.
Foram realizados diversos ensaios com o intuito de perceber que tipo de propriedades o material possui, através da utilização de solventes variados, procurando identificar a melhor solução para integrar o EPS reciclado no desenvolvimento de produto.

Ao longo deste capítulo, serão documentados os testes realizados e todo o seu processo, abrangendo também os materiais complementares utilizados, os equipamentos, bem como as primeiras conclusões relativas aos testes. Esta fase serviu de base experimental para a fase seguinte de refinamento e desenvolvimento de protótipos.

5.1. Recolha e preparação do material

Depois de identificadas as entidades responsáveis pela gestão dos resíduos e, de proceder à análise do processo percorrido pelos resíduos dentro destas estruturas, deu-se então início à fase de recolha do material. Neste sentido, foram identificadas três fontes possíveis para a obtenção de material: recolha dos resíduos da construção civil em locais de obras, recolha de embalagens de eletrodomésticos e de tabuleiros de transporte e armazenamento de peixe em mercados de peixe ou peixarias.

A fase de recolha do material é um passo fundamental neste estudo, pois permite um melhor entendimento da utilização do material nos diferentes locais. No caso dos resíduos da construção, a recolha foi realizada através do levantamento direto de resíduos pós-consumo e, em parceria com a empresa “Abraços d’Excelência”, cuja atividade principal é dedicada ao revestimento de pavimentos e paredes, e que permitiu um contacto mais objetivo com a realidade desta indústria.



Figura 35: Placas de EPS no local de obra da empresa "Abraços d'Excelência"



Figura 36: Placas de EPS



Figura 37: Placas de EPS aplicadas nas paredes

Com a recolha do material foi possível detetar que, os resíduos mais pequenos de EPS, provenientes da construção voavam com facilidade (Figuras 38 a 40), e eram facilmente encontrados em áreas adjacentes aos locais de obra.

O EPS é amplamente utilizado nesta indústria como material de isolamento térmico e acústico, sobretudo em paredes e lajes, e em sistemas ETICS (External Thermal Insulation Composite Systems) de isolamento externo.
Este tipo de resíduos difere dos restantes tanto pela sua forma como pelo nível de contaminação, pois são largados de forma indiferenciada contribuindo para que sejam mais sujos, uma vez que não passaram por qualquer tipo de limpeza ou tratamento.





Figura 38, 39 e 40: Resíduos de EPS encontrados perto de um local de obra




Figura 41 e 42: Resíduos de EPS da construção civil




Figura 43 e 44: Resíduos de EPS recolhidos, provenientes de embalagens de eletrodomésticos

Para além destes, foram também recolhidos resíduos de EPS utilizados para embalagens de eletrodomésticos (Figuras 43 e 44), que foram encontrados perto do contentor do lixo indiferenciado.
Este tipo de EPS é usado como material de proteção interno nas embalagens para amortecer os impactos durante o transporte, garantindo a integridade dos produtos.

Ao longo da recolha foi possível perceber que estes resíduos são, regularmente, depositados fora dos contentores, como foi o caso dos resíduos recolhidos, ou no contentor do lixo indiferenciado. Esta prática pode dever-se ao grande volume do material, o que dificulta a sua colocação no ecoponto, ou à ausência de sinalização clara acerca do destino correto deste material que, juntamente com a falta de conhecimento relativa à reciclabilidade do EPS, contribuem para a desorganização nos locais de separação de resíduos, e pode prejudicar o correto encaminhamento do resíduo para a reciclagem, aumentando a possibilidade de acabar no aterro.

O EPS também está muito presente em mercados e feiras, particularmente em zonas de venda de peixe, onde é utilizado em caixas de transporte e armazenamento de pescado. A visita e estes locais evidenciou o grande volume de caixas descartadas e as práticas inadequadas de separação e deposição do material. Apesar de, nestes locais, existirem contentores destinados aos resíduos de plástico e esferovite (Figura 45), estes são ainda colocados, incorretamente, noutros contentores (figura 46). Este comportamento pode dever-se ao facto de os contentores disponíveis apresentarem uma capacidade inadequada ao volume de resíduos gerado, ou seja, devido ao elevado volume das caixas de EPS, os contentores enchem rapidamente, condicionando a deposição correta e contribuindo para a acumulação de resíduos no exterior dos recipientes. Isto compromete a eficácia dos sistemas de reciclagem e aumenta o risco de contaminação dos materiais, dificultando ou mesmo impossibilitando a reciclagem e, levanta preocupações ao nível da higiene e gestão do espaço público.

A recolha de resíduos de EPS realizada nesta fase do projeto está inserida numa lógica de inversão do modelo linear de consumo, ao evitar que estes resíduos fossem encaminhados para o aterro ou incinerados, e contribuindo para a sua valorização como um recurso e incentivando o design regenerativo e sustentável.

Para garantir a qualidade e viabilidade do material, foi necessário realizar uma triagem inicial, separando EPS contaminado (com terra, cola ou outros resíduos) daquele que podia ser reaproveitado de forma eficiente.

A maioria dos resíduos de EPS recolhidos encontravam-se em bom estado de conservação, com pouca sujidade visível ou contaminação orgânica, o que permitiu a sua utilização sem necessidade de lavagem ou tratamento adicional. Os resíduos provenientes de embalagens de eletrodomésticos encontravam-se notoriamente mais limpos em comparação com os restantes.
Todos os resíduos recolhidos foram armazenados no estado em que se encontravam num local seco. O material apenas foi triturado ou partido manualmente em pedaços mais pequenos, à medida que ia sendo utilizado para a realização dos testes, deste modo, houve um melhor controlo da quantidade de material utilizado em cada teste.
Este processo simples de preparação permitiu agilizar toda a fase experimental, e manter o foco no material resultante após a transformação.



Figura 45: Caixas de peixe depositadas no contentor amarelo - Feira/Mercado da Trofa.



Figura 46: Caixas de peixe depositadas no contentor azul - Feira/Mercado da Trofa.

5.2. Cuidados a adotar com resíduos de EPS em obra

Depois de analisar a utilização de EPS no contexto da construção civil, foi possível identificar que, por vezes, é feita uma gestão inadequada dos resíduos deste material, contribuindo para a sua disseminação no meio ambiente. A leveza e baixa densidade tornam o material suscetível à força do vento e da água, constituindo, assim, um problema quando não é recolhido nem armazenado corretamente. Isto pode causar uma acumulação de resíduos nos espaços urbanos, nos solos e em cursos de água, impactando a fauna, os ecossistemas e a imagem da atividade construtiva, que já é uma indústria muito poluente.

Nesse sentido, mostrou-se fundamental adotar medidas e práticas para orientar os trabalhadores no manuseamento, armazenamento e descarte dos resíduos de EPS, que permitam combater o seu impacto ambiental. Dessa forma, foi elaborada uma ficha com boas práticas que agrupa uma série de recomendações a aplicar no contexto de obra. A intenção da ficha é ser simples e prática, que pode até ser afixado em locais de obras ou entregue durante a formação.

1. Prevenção da dispersão de resíduos:
- Evitar cortar ou partir os blocos de EPS em locais expostos ao vento.
- Sempre que possível, realizar os cortes em zonas delimitadas e fechadas, com algum recipiente para colocar os excedentes perto.

2. Recolha e armazenamento:
- Colocar de imediato os resíduos gerados em sacos resistentes ou em recipientes identificados para esse fim.
- Evitar deixar resíduos no chão ou próximos de zonas de escoamento, pois podem ser facilmente transportados pelo vento ou pela água.
- Definir um local específico na obra para a realização do corte das placas de EPS e o depósito dos resíduos aí gerados, separado dos restantes.

3. Transporte e reciclagem:
- Se for possível, triturar ou compactar os resíduos de EPS, reduzindo o seu volume e permitindo a recolha de uma maior quantidade de material.
- Agrupar os resíduos em recipientes, identificando e separando os resíduos contaminados com cimento, colas ou outros, evitando misturá-los com os restantes.

4. Sensibilização e formação dos trabalhadores
- Evitar abandonar resíduos no chão da obra ou nas imediações.
- Alertar para o facto de o EPS ser altamente poluente quando disperso para o ambiente.

- Explicar que o material se decompõe em pequenas partículas que podem permanecer por centenas de anos no ambiente e, até entrar na cadeira alimentar de animais e seres humanos.
- Reforçar que, através da separação e da reciclagem, o material terá uma nova vida.

5. Alertar as consequências de más práticas
- Dispersão de partículas no ambiente
- Risco de contaminação dos rios e mares
- Perigo de ingestão das partículas por animais
- Decomposição muito lenta do material, permanecendo por centenas de anos no meio natural
- Imagem negativa da indústria relativamente aos tópicos de poluição e degradação ambiental.

5.3. Metodologia e planeamento experimental

A experimentação possui um papel fulcral neste projeto, pois este encontra-se inserido num contexto de sustentabilidade e inovação material. Ao utilizar resíduos como matéria principal, o processo experimental torna-se essencial para testar propriedades físicas e estéticas, e para além disso, para descobrir novas possibilidades e encontrar soluções criativas para desafios ambientais.
O processo experimental foi guiado pela metodologia Material Driven Design (MDD), que consiste numa abordagem centrada no material como ponto de partida do processo de design (Karana, Rognoli, Barati, & Zeeuw van der Laan, 2015).

Nesta fase, surgiu a necessidade de encontrar uma forma prática e acessível de transformar resíduos de EPS num material moldável, capaz de originar novas formas e de ser integrado no design de produto.
Foram exploradas diferentes possibilidades de transformação e reaproveitamento do material recolhido, com o objetivo de identificar a forma mais viável, prática e adequada em termos de manipulação e potencial de reconfiguração do material.
Avaliou-se a hipótese de reutilizar os resíduos recolhidos no estado original em que se encontravam, recorrendo apenas à compactação em moldes e ao corte do material para obter as formas desejadas. No entanto, esta opção mostrou-se pouco eficaz pois implicava vários entraves a nível projetual, devido à presença de impurezas e à dificuldade de obter um corte com bom acabamento na superfície do material, limitando drasticamente a liberdade geométrica.

Foi também considerada a hipótese de aplicar calor para fundir o EPS e moldá-lo em novas formas, no entanto, esta alternativa requeria temperaturas elevadas e equipamentos específicos para garantir a segurança das experiências pois este processo liberta fumos tóxicos. Contudo, não foi possível testar esta abordagem de forma segura e controlada, limitando a viabilidade desta técnica no contexto deste projeto.

A dissolução mostrou-se a abordagem mais eficaz em termos de manipulação e transformação. O EPS é composto maioritariamente por ar, e reage com determinados solventes reduzindo o seu volume através da rutura da estrutura celular, resultando numa pasta viscosa que permite ser moldada. Desta forma, a escolha pela utilização de solvente foi fundamentada pela sua eficiência na redução de volume, pela flexibilidade do material obtido que possibilita a experimentação de novas formas e um maior poder de reutilização e consistência.

Quanto ao solvente utilizado para a realização dos testes, optou-se pela gasolina, no entanto, também foram testados outros tipos de solventes como a acetona industrial. A escolha pela gasolina resultou de uma análise prática, técnica e económica, já que ambas as substâncias possuem a capacidade de dissolver rapidamente o EPS, transformando-o numa massa viscosa com potencial para ser moldada. A decisão baseou-se em três fatores principais: O contacto com o arquiteto Vitor Varão, a sua experiência positiva com este método, apesar de aplicado a propósitos alheios ao design de produto, foi um fator determinante; A gasolina é uma alternativa significativamente mais económica e acessível em comparação com a acetona; Apesar da acetona ser mais rápida na evaporação e no endurecimento do material, os resultados preliminares dos testes realizados com gasolina revelaram um melhor acabamento superficial, mais brilhante e translúcido, conferindo maior qualidade visual às peças.

Este fator, aliado aos restantes mencionados anteriormente, levou à escolha pela gasolina como solvente principal nas fases seguintes do trabalho.



Figura 47: Amostra realizada através de gasolina, colocada contra a luz.



Figura 48: Amostra realizada através de acetona industrial, colocada contra a luz.



Figura 49: Amostra realizada através da dissolução de EPS em gasolina.

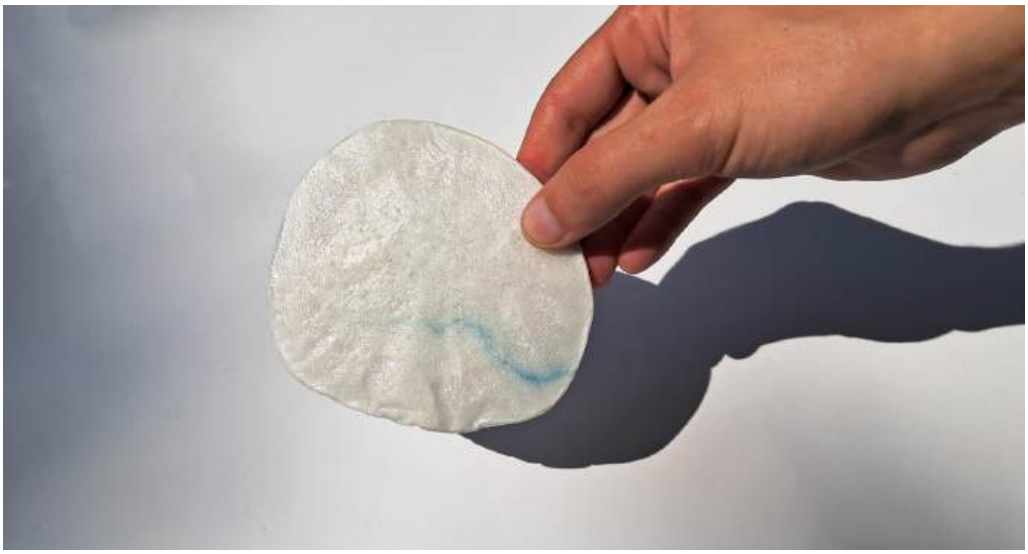


Figura 50: Amostra realizada através da dissolução de EPS em acetona industrial.

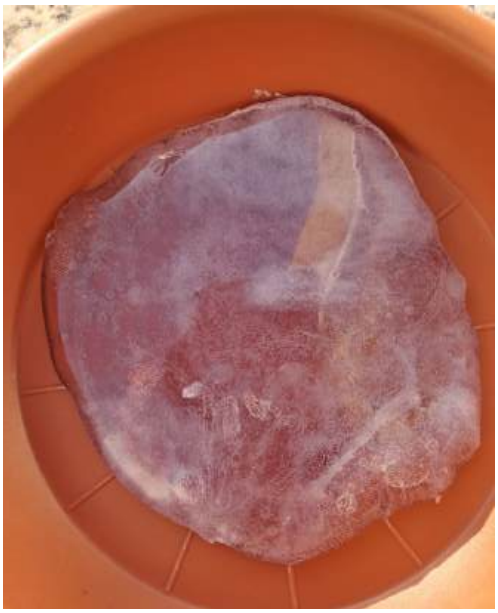


Figura 51: Pasta de EPS antes da secagem - amostra realizada através de gasolina.



Figura 52: Pasta de EPS antes da secagem - amostra realizada através de acetona industrial.

O planeamento das experiências seguiu uma abordagem exploratória, orientada por objetivos claros: testar as possibilidades do material resultante da dissolução a nível estético, estrutural e sensorial com vista à criação de um produto.
As experiências foram divididas em vários setores de exploração, cada um com uma intenção específica:

1. Testes com agregados como serrim de madeira, vidros de várias granulometrias, pó de pedra e pó de tijolo. O objetivo foi perceber a interação e compatibilidade da pasta de EPS com outros materiais (adesão, homogeneidade, etc), alterações de densidade, textura, resistência e aparência. Procurou-se explorar o material a nível estético, tentando perceber quais combinações geravam um material com mais interesse visual, mantendo outras características essenciais como estabilidade estrutural e dimensional e algum grau de translucidez.

2. Testes com componentes aromáticos naturais como cascas de limão e de laranja e borras de café. Devido ao odor intenso inerente da gasolina, que apesar de ser atenuado depois do processo de secagem das peças, este ainda persiste. Nesse sentido, estes testes procuram explorar a possibilidade de neutralizar ou disfarçar o odor com a adição de componentes naturais com aromas fortes, contribuindo para a aceitação do material ao nível sensorial.

3. Testes de forma com a introdução de moldes variados para a obtenção de morfologias distintas, para entender de que forma o material se comporta e adapta a diferentes geometrias. Procurar identificar falhas ou fragilidades do material conforme o volume ou espessura da peça.

Todos os testes foram registados num diário experimental, documentando o processo, medindo as quantidades, tempos de secagem, alterações no comportamento do material, materiais e utensílios utilizados, bem como uma conclusão final referente a cada experiência. Esta fase teve como objetivo a validação técnica das misturas, e a descoberta de características estéticas, físicas e sensoriais, que contribuíssem para um resultado inovador e significativo no âmbito do design sustentável. Assim, a experimentação empírica acerca do comportamento do material, permitiu testar diferentes abordagens de transformação, visando a criação de um produto.

5.4. Descrição do processo base

Esta fase inicia-se com a descrição do procedimento experimental base, que alicerçou os restantes testes desenvolvidos ao longo deste projeto e, em seguida, serão apresentados e explicados os ensaios que incorporam agregados, elementos aromáticos e experimentações formais.

Para a realização das experiências, foi escolhido um ambiente ventilado ou ao ar livre, devido ao uso de solventes voláteis e de odor intenso. Recorreu-se também ao uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), como máscara, óculos de proteção e luvas resistentes. Estas escolhas, juntamente com a preparação adequada do espaço de trabalho, são de grande importância, na medida em que garantem a segurança no trabalho.

O processo experimental inicia-se com a separação do material que vai ser utilizado e a sua pesagem. Dado que o EPS é um material muito leve e a sua pesagem é quase impossível em menores quantidades, optou-se, então, pela pesagem deste material após a dissolução no solvente. O solvente também foi medido antes e depois da dissolução, para que fosse possível perceber a quantidade utilizada para cada experiência.
O EPS é então adicionado, de forma progressiva, no recipiente, e a pasta resultante é homogeneizada utilizando uma colher. De seguida, o excesso de solvente é escorrido para outro recipiente e, no final é medida essa quantidade (através de um copo medidor) e subtraída à inicial para que seja possível obter a medida real de solvente usado.
É aplicada vaselina no molde a ser utilizado, bem como, em qualquer utensílio que fosse estar em contacto com a pasta de EPS, pois esta cola com facilidade a qualquer superfície que não esteja protegida com algum desmoldante.



Figura 53: Separação do EPS que vai ser utilizado.



Figura 54: Colocação do solvente no recipiente.





Figura 55: Dissolução do EPS no solvente.

Figura 56: Remoção do solvente em excesso do recipiente.





Figura 57: Pesagem da pasta de EPS resultante.

Figura 58: Colocação da pasta de EPS no molde.

5.4.1. Testes com agregados:

A fim de explorar as qualidades estéticas e estruturais da pasta resultante da dissolução de EPS, foram desenvolvidos uma série de testes que integraram diferentes agregados e pigmentos. Estes testes visam enriquecer o material final, na medida em que exploram novas texturas, cores, opacidades e efeitos visuais, e avaliam a interação dos agregados com a matriz plástica endurecida, procurando perceber se afetam a consistência da pasta, o tempo de secagem, a estabilidade e o acabamento superficial.

Os agregados utilizados são provenientes de resíduos ou de materiais descartados, respeitando a valorização do material através de um processo de upcycling.
O processo de produção do novo material iniciou-se com a definição do tipo de agregados a ser utilizados, bem como a quantidade pretendida para cada amostra. Dado que, alguns dos agregados se encontravam em forma de fragmentos, nomeadamente a pedra, o tijolo e o vidro, foi necessário parti-los, com auxílio de um martelo, para obter o pó que iria ser utilizado nas experiências.



Figura 59: Processo de trituração da pedra.



Figura 60: Vidro triturado.



Figura 61: Processo de trituração do tijolo.

Depois de se proceder à dissolução dos resíduos de EPS num recipiente resistente, a pasta foi vertida para outro recipiente onde se realiza a mistura com o agregado ou pigmento desejado, com o auxílio de uma colher. Após esta fase, a mistura é vertida para o molde e deixada a secar à temperatura ambiente.

Quando seca, a amostra é retirada do molde e passa por um processo de lixamento para corrigir imperfeições na forma.



Teste 1: EPS + serrim de madeira

Material	Observações
EPS 22g + Serrim de madeira	serrim recolhido em carpintarias pela autora
Gasolina ~22,5ml ~22,5ml	
Outros (moldes, suportes, etc)	molde cilíndrico de silicone; vaselina



Teste 2: EPS + plástico triturado

Material	Observações
EPS 22g (78,6%) + Plástico triturado 6g (21,4%)	plástico fornecido por empresa
Gasolina ~22,5ml	
Outros (moldes, suportes, etc)	molde cilíndrico de silicone; vaselina



Teste 3: EPS + pó de pedra

Material	Observações
EPS 22g (52,4%) + Pó de pedra 20g (47,6%)	pedra recolhida e triturada pela autora
Gasolina ~22,5ml	
Outros (moldes, suportes, etc)	molde cilíndrico de silicone; vaselina



Teste 4: EPS + pó de tijolo

Material	Observações
EPS 22g (57,9%) + Pó de tijolo 16g (42,1%)	tijolo recolhido e triturado pela autora
Gasolina ~22,5ml	
Outros (moldes, suportes, etc)	molde cilíndrico de silicone; vaselina



Teste 5: EPS + vidro

Material	Observações
EPS 22g (59,5%) + Vidro 15g (40,5%)	vidro triturado pela autora
Gasolina ~22,5ml	
Outros (moldes, suportes, etc)	molde cilíndrico de silicone; vaselina

Figura 62: Testes com agregados - Tabela com a caracterização das composições desenvolvidas.

De uma forma geral, houve um resultado positivo na incorporação dos agregados na pasta de EPS, proporcionando texturas e tonalidades distintas que vão do avermelhado do serrim ao laranja do tijolo, ampliando o leque de possibilidades estéticas do material final. As amostras onde não se introduziram nenhum tipo de pigmento, possuem, ainda assim, um tom roxo concedido pela própria gasolina. Esta tonalidade pode ser mais escura ou mais clara consoante a espessura da peça.

Ao longo do processo, existiram alguns constrangimentos, como a impossibilidade de quantificar o serrim utilizado, devido ao tamanho reduzido da amostra realizada e à leveza do agregado, dificultando esta tarefa. O plástico triturado revelou-se a mistura mais frágil visualmente, pois formou um aspeto menos coeso e harmonioso, apesar disso, a inserção dos agregados não comprometeu a integridade estrutural das peças. A escolha e proporção dos compostos mostram ter impacto na resistência, peso e textura final das amostras, e consequentemente, no potencial de aplicação num produto. A amostra onde se adicionou pó de pedra é a mais pesada de todas, após a secagem.

5.4.2. Testes com elementos aromáticos:

Ao longo do processo de experimentação, foi notório o incómodo trazido pelo odor intenso e persistente resultante do uso da gasolina como solvente. Apesar desta ter sido escolhida por diversos fatores já referidos anteriormente, o seu cheiro inerente apresentou-se como um desafio à utilização e aceitação sensorial do material, especialmente se se idear um produto de uso interior.
Para tentar minimizar ou neutralizar este problema, foram efetuados testes incorporando elementos aromáticos naturais, nomeadamente cascas cítricas de limão e laranja, na mistura. A escolha destes elementos deve-se às suas propriedades naturais, como o aroma intenso e particular, que persistem mesmo quando estas são descartadas como lixo orgânico. Esta característica é também responsável pelo seu uso frequente em produtos de limpeza e cosmética.
Adicionalmente, foi também testada a utilização de borras de café, pois à semelhança das cascas cítricas, possui um aroma intenso e, para além disso, é um resíduo amplamente disponível, explorando simultaneamente, o potencial estético desta adição.


Figura 63: Cascas de limão.


Figura 64: Cascas de laranja.

Assim, optou-se por testar estas alternativas naturais como meio para mitigar o odor residual nas peças, sem recorrer a compostos químicos ou artificiais adicionais, avaliando também, o comportamento da mistura ao integrar os materiais orgânicos e o seu efeito visual.



Teste 1: EPS + cascas de limão

Material	Observações
EPS 22g (75,9%) + Cascas de limão 7g (24,1%)	cascas recolhidas e cortadas pela autora
Gasolina ~22,5ml	usada como solvente
Outros (moldes, suportes, etc)	molde cilíndrico de silicone; vaselina



Teste 2: EPS + cascas de laranja

Material	Observações
EPS 22g (71%) + Cascas de laranja 9g (29%)	cascas recolhidas e cortadas pela autora
Gasolina ~22,5ml	usada como solvente
Outros (moldes, suportes, etc)	molde cilíndrico de silicone; vaselina



Teste 3: EPS + borras de café

Material	Observações
EPS 15g (65,2%) + Borras de café 8g (34,8%)	recolhidas e cortadas pela autora
Gasolina ~22,5ml	usada como solvente
Outros (moldes, suportes, etc)	molde cilíndrico de silicone; vaselina

Figura 65: Testes com elementos aromáticos - Tabela com a caracterização das composições desenvolvidas.

Os resultados destas experiências, do ponto de vista olfativo, revelaram-se pouco satisfatórios. Inicialmente, o cheiro cítrico era percetível, no entanto, com o tempo tendia a desaparecer, tornando-se incapaz de anular totalmente o cheiro do solvente. Apesar das propriedades que levaram à escolha destes elementos, a sua presença na composição não foi suficiente para mascarar o odor residual após a secagem.
Em contrapartida, os testes com borras de café, tiveram um efeito contrário ao esperado e, em vez de atenuar o cheiro, contribuíram para o seu agravamento. Isto deu-se, presumivelmente, porque as borras absorveram parte da gasolina, retendo o odor e agravando-o.

Perante estes resultados, a solução encontrada passou por não incorporar qualquer elemento aromático no material. Através da observação contínua das amostras realizadas até então, foi percetível que o odor do solvente tende a diminuir de forma natural com o tempo, sobretudo se as peças são deixadas em locais bem ventilados e expostas ao ar. Esta mostrou-se a solução mais eficaz para contornar o desafio do odor, sem comprometer as características do material.

Estes testes, apesar de não serem usados na solução final, foram importantes para compreender as limitações da manipulação do material nesta vertente.

5.4.3. Testes de forma:

A capacidade de dar forma ao material é um aspeto fundamental na exploração prática, na medida em que permite perceber as limitações do material e provar que este pode ser aplicado enquanto componente de um objeto de design.
Assim sendo, foram realizados testes com foco na obtenção de variadas formas e volumes, recorrendo a moldes de diferentes materiais e formas, procurando compreender o comportamento do material quando sujeito a diferentes contextos de aplicação formal.

Nos testes iniciais, a pasta de EPS foi vertida diretamente em moldes planos e de baixa profundidade, mas com diferentes formas e, neste contexto, a pasta apresentou alguma estabilidade, mantendo a forma pretendida. No entanto, quando se avançou para moldes mais complexos, com superfícies inclinadas, observou-se que a pasta escorria, comprometendo o controlo formal sobre o produto final. Este comportamento deve-se ao tempo de secagem e solidificação elevado do material, não permitindo que este tenha tempo para manter a forma pretendida, limitando a capacidade de controlo formal e influenciando a definição da forma pretendida.

Perante este desafio, foi testada uma abordagem diferente que consiste na secagem prévia da pasta em forma de placa até esta alcançar uma consistência sólida, seguida de um processo de modelação através de aquecimento. A primeira parte deste método possui um processo igual ao processo base descrito anteriormente. Uma vez endurecido, o material é exposto ao calor, com recurso a uma pistola de ar quente, permitindo a sua modelação manual ou recorrendo a formas.
Esta técnica mostrou-se mais eficaz na obtenção de geometrias complexas, proporcionando uma maior precisão e controlo na criação de curvaturas e volumes mais livres.

Molde 1: moldura de cartão quadrada



Material	Observações
EPS 30g (100%)	
Gasolina ~54ml	usada como solvente
Outros (moldes, suportes, etc)	moldura de cartão; vaselina; papel vegetal

Molde 2: moldura metálica circular



Material	Observações
EPS 32g (100%)	
Gasolina ~54ml	usada como solvente
Outros (moldes, suportes, etc)	molde circular metálico; vaselina; papel vegetal

Molde 3: copo cilíndrico de papel (parte interna)



Material	Observações
EPS 25g + Serrim de madeira	devido à quantidade e peso baixos não foi possível pesar o serrim
Gasolina ~40ml	usada como solvente
Outros (moldes, suportes, etc)	copo de papel; vaselina

Molde 4: copo cilíndrico de papel (parte externa)



Material	Observações
EPS 27g + Serrim de madeira	devido à quantidade e peso baixos não foi possível pesar o serrim
Gasolina ~40ml	usada como solvente
Outros (moldes, suportes, etc)	copo de papel; vaselina

Figura 66: Testes de forma - Tabela com a caracterização das composições desenvolvidas.

Testes de forma (através de calor)

Molde 1: tampa cilíndrica alta



Material	Quantidade	Observações
EPS 40g (75,5%) + Vidros 13g (24,5%)		vidro triturado pela autora
Gasolina ~70ml		usada como solvente
Outros (moldes, suportes, etc)		tampa de plástico; pistola de ar quente

Molde 2: cilindro metálico



Material	Observações
EPS 40g (63,5%) + Vidros 23g (36,5%)	vidro triturado pela autora
Gasolina ~70ml	usada como solvente
Outros (moldes, suportes, etc)	molde metálico cilíndrico; pistola de ar quente

Molde 3: caixa de ovos/telha de plástico



Material	Observações
EPS 35g (100%)	
Gasolina ~54ml	usada como solvente
Outros (moldes, suportes, etc)	caixa de ovos; pistola de ar quente

Figura 67: Testes de forma através de calor - Tabela com a caracterização das composições desenvolvidas.

Para os moldes 1 e 2, por serem simples e sem inclinações, obtiveram-se bons resultados e não existiram complicações durante o processo. No entanto, para o molde 4, foi necessário virá-lo inúmeras vezes durante a secagem porque o material escorria, e o processo de desmoldagem foi complexo visto que o material colou ao molde.
Nos testes de moldação através de calor, verificou-se que as amostras com maior espessura requeriam mais tempo sujeitas ao calor, para que se adaptassem ao molde. Esta abordagem demostrou ser eficiente para contornar as limitações associadas ao método de verter diretamente a pasta para o molde, permitindo expandir o potencial expressivo do material, através de formas mais orgânicas, contribuindo para a exploração morfológica no desenvolvimento do produto final.
Foi ainda testado a combinação dos testes com agregados e os testes de forma, onde se optou por utilizar o molde quadrangular plano, uma vez que proporcionava uma maior estabilidade, e os agregados que mostraram melhor desempenho segundo as conclusões retiradas nesses testes. Esta abordagem permitiu avaliar, numa escala maior, o comportamento estético e funcional da peça, permitindo também, uma melhor avaliação da textura e acabamento alcançados.

Toda a experimentação com o material, descrita neste capítulo, permitiu explorar o potencial plástico do EPS dissolvido em gasolina, e também as limitações de cada abordagem. A escolha da metodologia adotada para a modelação passa, então, a depender das características formais e restrições impostas pelo produto que vai ser desenvolvido.



Figura 68: Pasta de EPS + pó de tijolo + pó de pedra.



Figura 69: Pasta de EPS + pó de pedra.



Figura 70: Pasta de EPS + pó de tijolo.



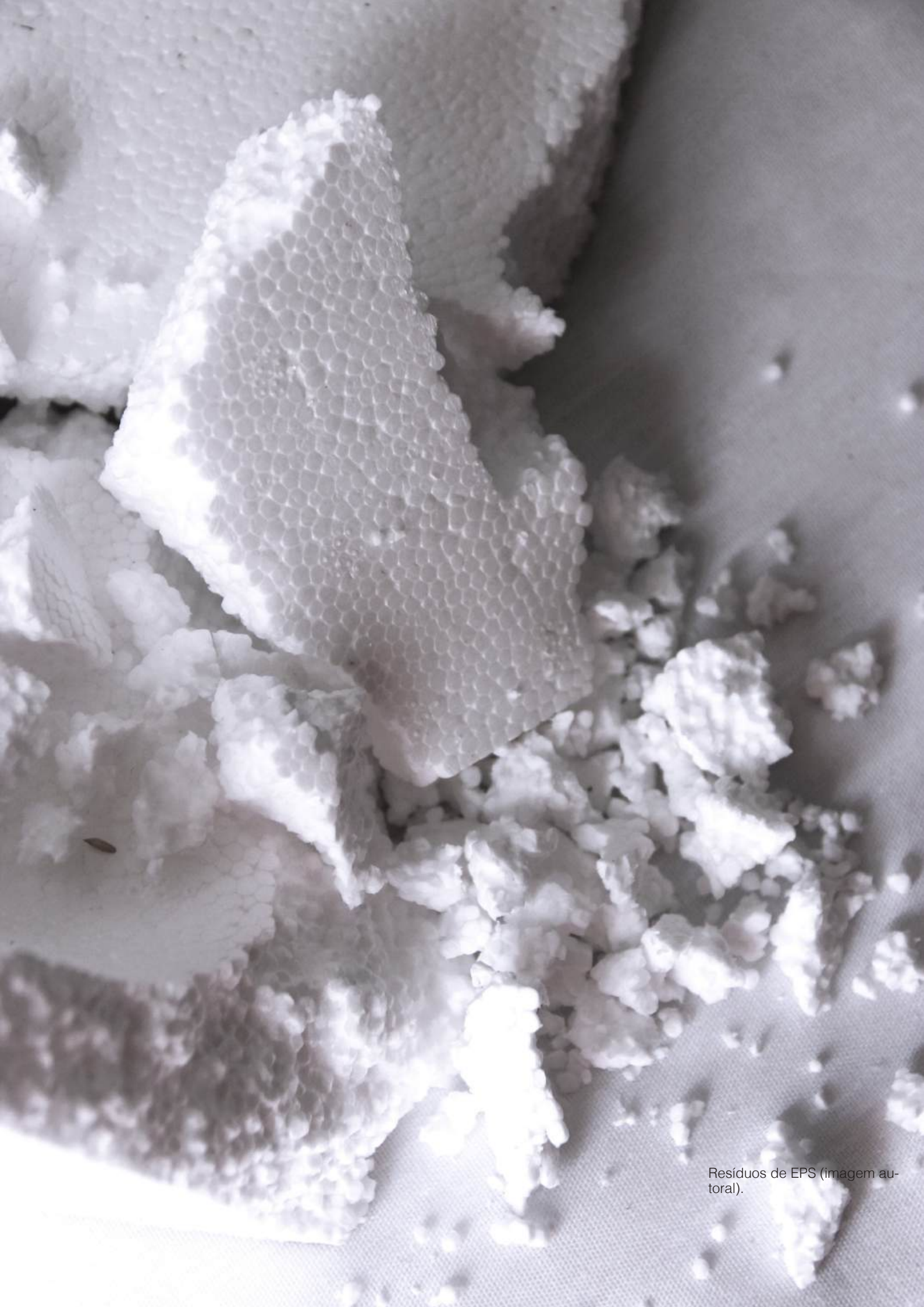
Figura 71: Pasta de EPS + vidro.



Figura 72: Amostras com adição de agregados realizadas.



Figura 73: Detalhe das amostras com adição de agregados realizadas.



Resíduos de EPS (imagem autoral).

6. Desenvolvimento do produto

Este capítulo representa a passagem da investigação experimental para a aplicação prática que culmina na materialização de um produto, dando continuidade ao trabalho apresentado no capítulo anterior, através do desenvolvimento de um produto que reflita a reutilização criativa e a valorização de resíduos.
Ao longo do processo de desenvolvimento do material, foi observado que a translucidez e textura obtidas, revelavam uma expressão visual cativante quando expostos à luz. Esta qualidade estética despertou a perceção do potencial do material enquanto elemento difusor de luz, o que levou à escolha de um objeto de iluminação como produto final.
O projeto pretende, através de escolhas conscientes, demonstrar que os resíduos plásticos podem ganhar uma nova vida sem comprometer a estética, a funcionalidade ou a segurança do material.

Depois de ter definido o tipo de produto que seria desenvolvido, foi realizada uma pesquisa de campo que incluiu a visita a diversas lojas especializadas em iluminação e outras que, apesar de não serem especializadas, também contribuíram nesta pesquisa. Este levantamento permitiu observar diferentes tipologias de candeeiros, casquilhos, lâmpadas, difusores etc., e variadas soluções construtivas. Estas referências contribuem para um aprofundamento e enriquecimento do trabalho, auxiliando também na definição da proposta desenvolvida.

Esta secção do trabalho é centrada na concretização da proposta final, abordando as razões da escolha, os critérios de design e a relação com os objetivos delineados no início da tese. É feita também uma breve reflexão acerca do papel da luz nos espaços e no ser humano, abordando ainda os diferentes tipos de iluminação. Numa segunda fase, são apresentados os testes de comportamento térmico realizados com o material, seguidos pela exploração formal da peça e o processo de execução do protótipo.





Figura 74 a 79: Candeeiros Casa Cofil - Porto.



Figura 80 a 82: Candeeiros Leroy Merlim - Parque Nascente.

6.1. A luz e o ser humano

A luz sempre foi essencial para a vida e para toda a atividade humana, podendo assumir uma relação mais prática e racional, ou mais poética e emocional. Se, por um lado, ilumina os espaços por onde percorremos e orienta as atividades diárias, por outro encanta e inunda-nos de sensações (Oliveira, 2009).

A luz e a exposição à luminosidade, seja esta natural (como a luz solar) ou artificial (como lâmpadas elétricas), influenciam o funcionamento do corpo humano e o comportamento das pessoas.
Nas sociedades industrializadas, as fontes de luminosidade artificial estão presentes em várias atividades do dia a dia, que vão da iluminação de espaços domésticos e das ruas, à realização de tarefas que utilizem dispositivos eletrónicos, até aos momentos de lazer passados com um telemóvel. Nos dias de hoje, é difícil imaginar a vida diária sem fontes de luz artificial, pois sem estas, a realização de atividades noturnas, pessoais ou laborais seria quase impossível (Ordem dos Psicólogos Portugueses, 2024).

A nossa perceção de um espaço nunca é feita de forma desvinculada, mas antes influenciada pelo contexto envolvente e pelas referências anteriormente memorizadas. Todas as sensações que a luz nos provoca resultam da nossa perceção visual do espaço, das formas e da matéria. No entanto, a nossa perceção de um espaço nunca é feita de forma independente, mas antes influenciada pelo contexto envolvente e pelas referências anteriormente memorizadas (Oliveira, 2009).

O layout estratégico da iluminação pode influenciar o humor do observador, e criar uma sensação de calma e descanso num ambiente sagrado (como um templo ou uma igreja), ou adicionar mistério e suspense a uma apresentação teatral num palco, direcionando o olhar do espectador.
Dentro de uma casa ou num espaço de trabalho, a luz é capaz de induzir, de acordo com a sua intensidade e saturação, estados emocionais específicos como: dinamismo, relaxamento, clareza visual, animação, produtividade, mas também stresse, sonolência, tristeza, agitação, inquietação e ansiedade.

A luz não tem apenas a função de tornar um objeto visível para o observador, mas também de o contextualizar dentro de um espaço e ambiente. Nesse sentido, o que influencia o estado psicofísico do observador é o efeito geral do ambiente quando exposto a uma fonte de luz, juntamente com o posicionamento do objeto dentro do contexto espacial. Nas salas de espera de espaços públicos utiliza-se uma iluminação suave, acompanhada de cores quentes ou tons pastel, que sugerem relaxamento. Contrariamente, num ambiente de produção ou competitivo, a iluminação intensa acompanhada de temperaturas cromáticas mais frias

é capaz de fomentar uma maior eficiência e produtividade no trabalho, mas também agressividade e competição (Tomassoni, Galetta, & Treglia, 2015).

Através da sua intensidade, da forma como é distribuída e das suas propriedades, a luz cria condições específicas que podem induzir a nossa perceção, influenciando o nosso bem-estar, o efeito estético e o humor de um ambiente ou área.
O grau de estimulação para a realização de uma tarefa ou atividade muda consoante a tarefa em mãos e, enquanto algumas beneficiam de um alto grau de estimulação para incentivar a participação e aumentar a satisfação, outras beneficiam de um contraste mínimo para ajudar a pessoa a sentir-se confortável, focada e relaxada (Gordon, Interior Lighting for Designers, 2003).

Deste modo, espaços de baixo contraste são pouco estimulantes, ou seja, existem poucos estímulos aos quais responder. Nestes ambientes, a maior parte da luz é difusa e uma pequena quantidade é focada ou direcionada, produzindo um ambiente de baixo contraste, onde a luz não induz comportamentos específicos. Visam facilitar a visualização na realização de tarefas, permitem a circulação aleatória pelo espaço e a relocalização flexível das superfícies de trabalho. A luz difusa proporciona um ambiente de trabalho uniformemente iluminado, adequado para tarefas visuais difíceis e prolongadas. A luz altamente difusa produz um ambiente sem sombras onde as formas se encontram mal definidas.

Os sistemas de iluminação de alto contraste produzem padrões de luz e sombra, estabelecendo uma hierarquia entre o primeiro plano e o fundo. Estes ambientes aumentam a estimulação e pretendem evocar humores ou emoções específicas. A atenção é involuntariamente atraída para áreas de luz, que contrastam com o fundo, o que pode ser útil para guiar a circulação de pessoas num ambiente desconhecido (Gordon, Interior Lighting for Designers, 2003).

A temperatura da luz descreve a aparência da lâmpada quando acesa e é medida em kelvin (K), que indicam a tonalidade de cor da luz. A cor da luz possui um efeito profundo nas impressões do ambiente. Uma atmosfera acolhedora sugere simpatia e aconchego, estimulando sensações de relaxamento e deleite, enquanto uma atmosfera fria sugere eficiência e organização e estimula impressões de clareza visual.
Quanto mais alta a temperatura (mais kelvins), mais fria é a luz observada, ou seja, mais branca e azul, e quanto menos kelvins mais quente e escura é a luz. A luz branca mais intensa é indicada para espaços de trabalho como escritórios e cozinhas, a luz com uma intensidade média, mais neutra é adequada para espaços comerciais e casas de banho e as luzes mais quentes são ideais para salas de jantar ou de estar e quartos.

A quantidade de luz emitida por uma fonte de luz é medida em Lúmen (lm) e indica o brilho percebido de uma lâmpada, ou seja, quanto maior for esse valor, mais intensa será a luz visível. Esta unidade é essencial porque, juntamente com a potência elétrica (Watts), permite perceber a eficiência luminosa de uma lâmpada de uma forma mais precisa.

As luminárias fornecem suporte físico e conexão elétrica a uma lâmpada elétrica. Idealmente, a luminária direciona a luz onde ela é necessária, protegendo também o olhar da luz emitida pela lâmpada.

As luminárias decorativas são utilizadas para fornecer iluminação ambiente, contribuindo para a harmonia do design do espaço (Gordon, Interior Lighting for Designers, 2003). Este tipo de iluminação serve como uma camada adicional de iluminação, e desempenha um papel importante na criação de um ambiente agradável e cativante, aprimorando o impacto visual do espaço. Selecionando as opções corretas de iluminação decorativa, os designers criam um esquema coeso e visualmente atraente (Ozenen, 2023).
Assim sendo, a iluminação vai além do papel subordinado e torna-se num elemento participativo no design de um espaço, a própria instalação da iluminação pode ser um elemento arquitetónico que muda de premeditadamente a aparência do espaço (Ozenen, 2023). Além de meramente tornar o ambiente visível, a luz determina a forma como o compreendemos, como nos sentimos e o efeito e atmosfera do espaço (Ganslandt & Hofmann).

6.2. Testes de comportamento térmico

Dado que o material desenvolvido tem como objetivo a aplicação numa luminária, tornou-se crucial avaliar a sua viabilidade e segurança face à exposição prolongada ao calor emitido pela lâmpada. Tendo como principal objetivo verificar a resistência térmica do material, para garantir que em contacto com fontes de calor moderadas, não ocorrem alterações físicas significativas como deformações ou amolecimento do material.

Nesse sentido, foram realizados testes com três lâmpadas com intensidades luminosas diferentes, e com temperaturas de cor variadas, de forma a perceber se estas variações afetariam o material de forma distinta. Este ensaio permitiu avaliar o comportamento da pasta de EPS em diferentes condições, com o intuito de escolher a lâmpada mais adequada para o produto final.
Optou-se por utilizar uma amostra de EPS sem adição de agregados, pois estes contribuíam para o aumento da resistência mecânica do material, assim, decidiu-se testar a versão mais “frágil” e assim aferir a sua performance ao nível térmico. Se essa versão suportar o calor, assume-

-se que as restantes variantes reforçadas também serão capazes.
Para os testes, a amostra foi colocada a uma distância fixa de 1,5cm da fonte de luz, e exposta à luz durante um total de 3 horas para cada teste, garantindo a consistência entre os ensaios. As lâmpadas utilizadas para a realização dos testes possuem intensidades luminosas de 750 lm, 450 lm e 220 lm, sendo a primeira a mais intensa de todas.

Lâmpada	Amostra	Tempo de exposição total	Conclusões
LED 750 Lúmen 2700K	 Amostra de EPS simples	180 min.	- Peça levemente mais quente (quase impercetível); - Sem deformações; - Sem alteração de cor;
LED 450 Lúmen 3000K			- Peça a uma temperatura normal; - Sem deformações; - Sem alteração de cor;
LED 220 Lúmen 2700K			- Peça a uma temperatura normal; - Sem deformações; - Sem alteração de cor;

Figura 83: Testes de comportamento térmico - Tabela com os resultados obtidos.

Estes testes demonstram que o material possui uma boa resistência ao calor emitido pelas lâmpadas utilizadas, dado que, em nenhum dos casos foram observadas deformações, alterações de cor ou outros aspetos que comprometessem a utilização do material. Apenas no ensaio com a lâmpada de maior intensidade luminosa se verificou um ligeiro aquecimento do material, no entanto, este fator não representa um risco para a sua estabilidade e desempenho na aplicação em luminárias.
Estes resultados corroboram assim, a viabilidade da aplicação do material nesta categoria de produtos.

6.3. Exploração formal

Nesta fase procurou-se, no desenvolvimento do produto, explorar formas, geometrias e volumes que pudessem traduzir visualmente as qualidades do material e as suas características. Esta etapa foi conduzida pelo foco na valorização do material, onde a forma, para além de cumprir uma função prática enquanto luminária, deve também se destacar visualmente evitando soluções convencionais. Nesse sentido, foram exploradas alternativas mais orgânicas, assimétricas e expressivas, reforçando a singularidade do trabalho.

A criação de zonas de passagem de luz e outras de maior opacidade, gerou mais contrastes e efeitos luminosos interessantes, assim, a relação entre a luz e o material ganhou maior importância, passando a ser um elemento essencial no desenvolvimento formal.

Ao longo deste subcapítulo, será apresentado o processo de desenvolvimento formal, incluindo os desenhos realizados e a justificação estética e funcional da forma final adotada.
O processo de desenho iniciou-se com a realização de esboços e a experimentação livre de formas, tendo como ponto de partida o material e as suas propriedades. Foram também consideradas diferentes configurações do candeeiro, que admitissem a passagem e a difusão de luz, explorando superfícies curvas, sobreposições, cortes e assimetrias, passando por luminárias de teto, de parede e de mesa.
Naturalmente, esta fase foi fortemente influenciada pelas experiências realizadas e pelos resultados obtidos nas mesmas, nesse sentido, evitaram-se formas demasiado inclinadas ou complexas.

A configuração final do candeeiro resultou num equilíbrio entre a funcionalidade e os limites do material, procurando conceder uma forma orgânica, rompendo a rigidez dos objetos industrializados. O suporte do candeeiro foi pensado para ser discreto e pouco ruidoso visualmente, deixando que a atenção recaia sobre a expressividade do material, mas garantindo a estabilidade necessária à peça. O objetivo é destacar a superfície da peça moldada em EPS reciclado, atribuindo-lhe o protagonismo de todo o conjunto, evitando também, o uso direto de parafusos nessa superfície que poderiam fragilizar a peça.
O conjunto foi desenhado de forma a permitir o acesso e a substituição fácil da lâmpada, e também a possibilidade de trocar o difusor de luz por outro com diferente composição, cor ou textura, permitindo uma melhor adaptação ao ambiente inserido.

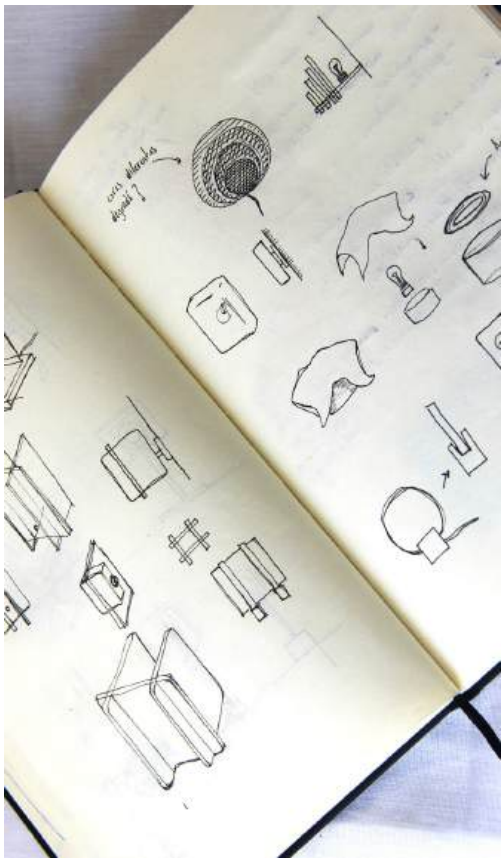


Figura 84: Sketches iniciais 1.



Figura 85: Sketches iniciais 2.

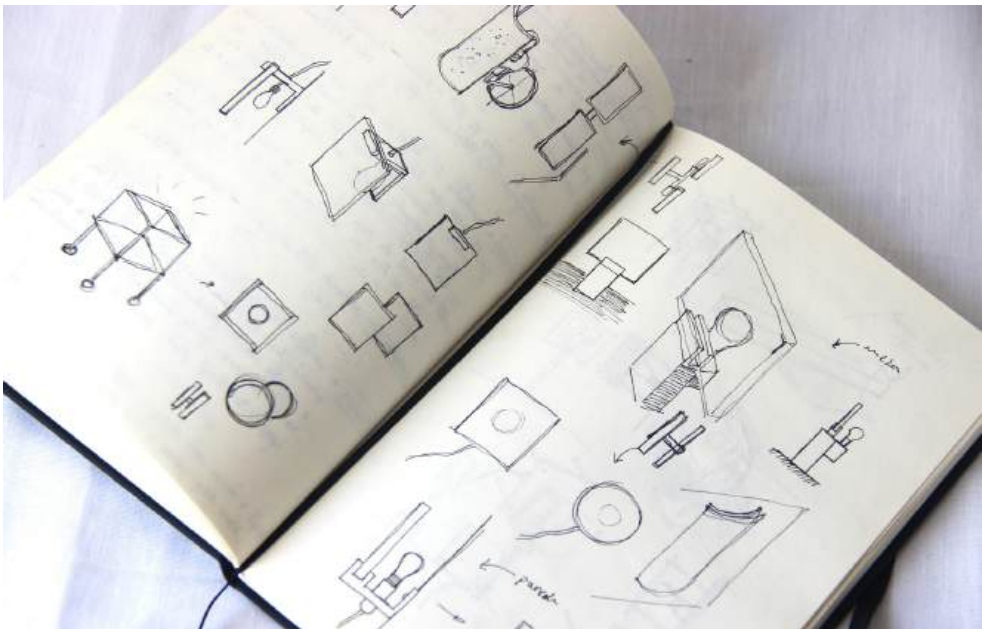


Figura 86: Sketches iniciais 3.

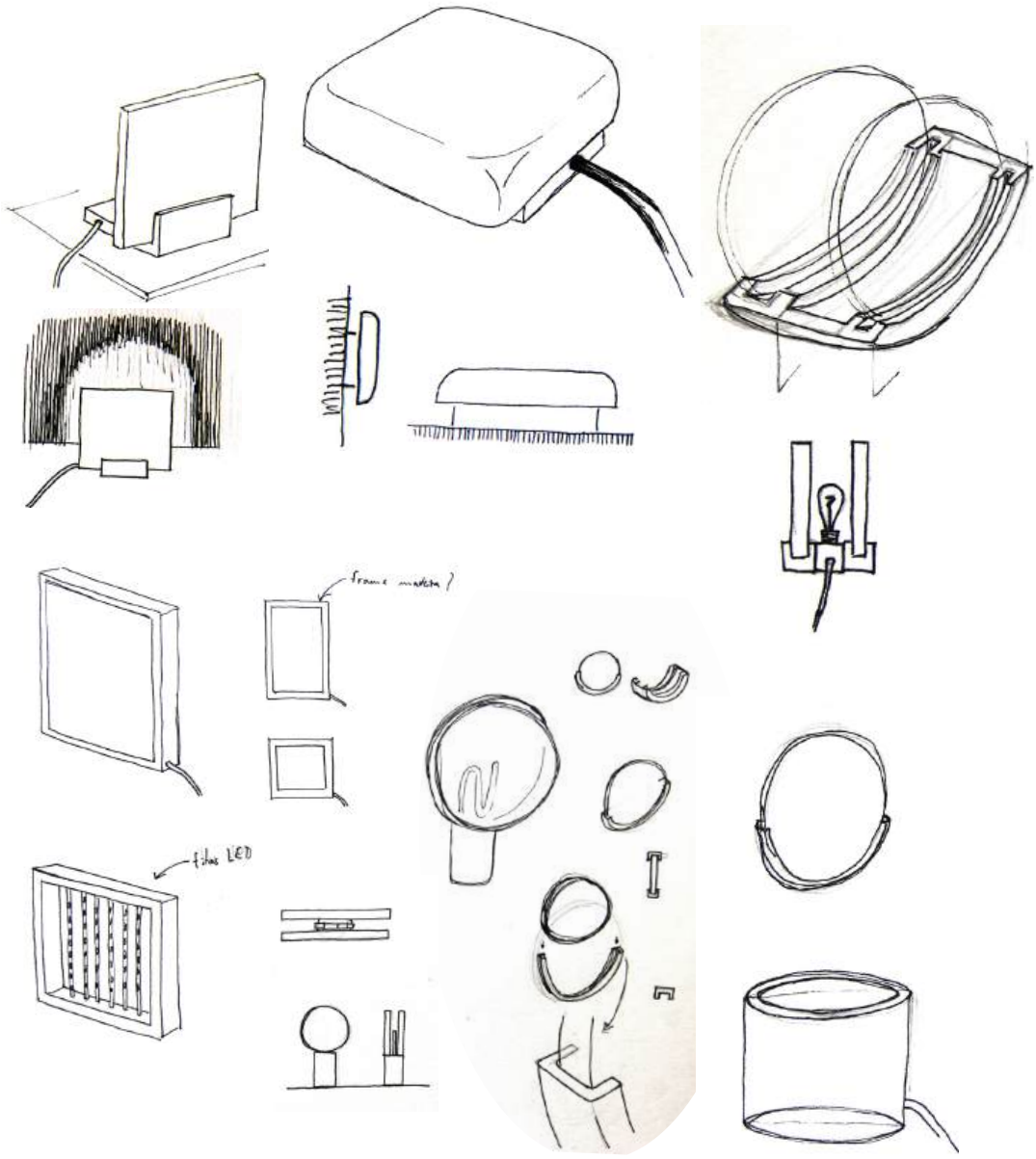


Figura 87: Desenvolvimento de sketches 1.

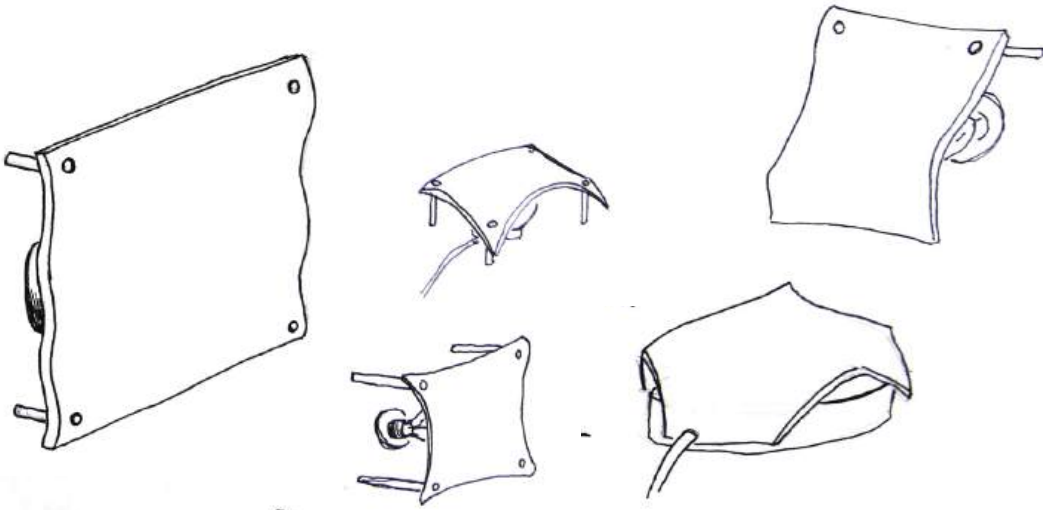


Figura 88: Desenvolvimento de sketches 2.

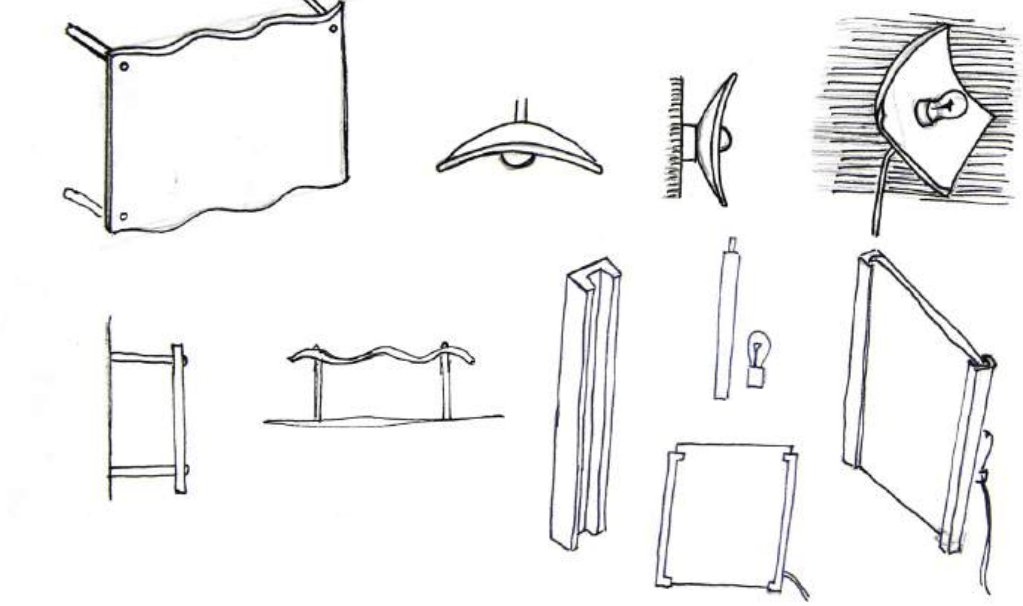


Figura 89: Desenvolvimento de sketches 3.

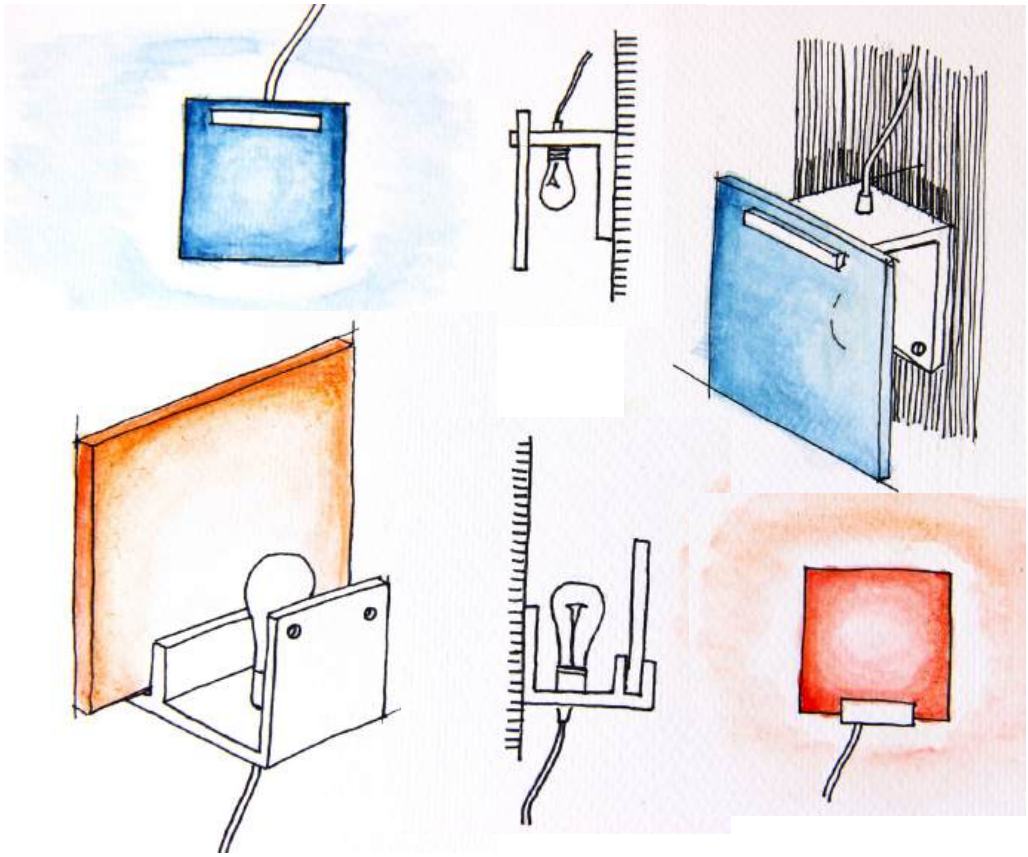


Figura 90: Sketch final.

Nesta fase, recorreu-se à renderização digital que permitiu simular a aparência final da luminária e avaliar a harmonia entre as formas e a estrutura metálica de suporte. A renderização facilitou a antecipação de eventuais ajustes estéticos e funcionais antes da execução física, contribuindo para uma tomada de decisões mais fundamentada e segura.

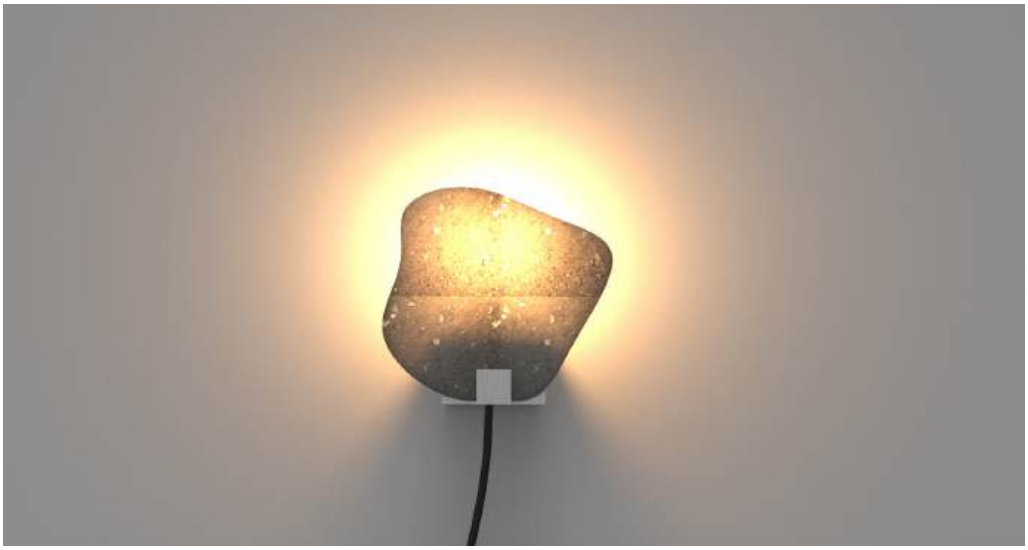


Figura 91: Renders desenvolvidos 01.



Figura 92: Renders desenvolvidos 02.



Figura 93: Renders desenvolvidos 03.

6.4. Proposta final

Na definição final das composições que iriam ser aplicadas no produto, optou-se por não restringir a proposta a uma única mistura, e assim, permitir a criação de mais do que uma versão do difusor de luz, através da exploração de variações do material potenciando a versatilidade estética da peça.
As misturas finais selecionadas resultaram da combinação entre características técnicas, qualidade visual e adequação com os princípios de sustentabilidade que orientam este projeto.

O processo de desenvolvimento das peças finais seguiu os métodos previamente descritos na fase experimental. Depois da preparação da mistura selecionada, esta foi vertida para o molde, que foi desenhado com a forma pretendida, garantindo a espessura adequada para o encaixe na estrutura do candeeiro.
Optou-se por utilizar chapa metálica de 2mm de espessura para a estrutura, que foi quinada, cortada e uma parte soldada, como está ilustrado na figura 94. Inicialmente, esta estrutura foi produzida em ferro, no entanto, esta possuía um aspeto bruto e indelicado e uma espessura desnecessariamente elevada, tornando o suporte visualmente pesado. Sendo assim, desenvolveu-se uma segunda versão, mais leve, fina e elegante, em aço inoxidável, que cumpre, ainda assim, os requisitos de resistência suficiente para suportar o peso do conjunto.
Este material confere estabilidade e durabilidade à peça, e para além disso, o acabamento opaco do metal contrasta com a textura leve e porosa do EPS reciclado, elevando a peça principal e dando-lhe destaque. Após a secagem e endurecimento do material reciclado, o difusor é encaixado na base metálica da luminária, completando, assim, o conjunto final.

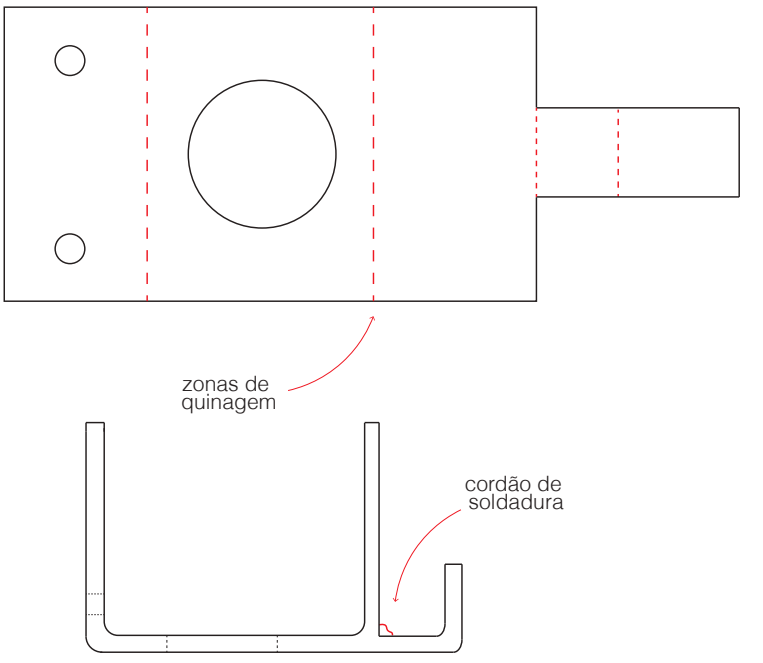


Figura 94: Método de fabricação da estrutura metálica.



Figura 95: Estrutura metálica de ferro vs aço inoxidável.



Figura 96: Detalhe estrutura metálica de ferro vs aço inoxidável.

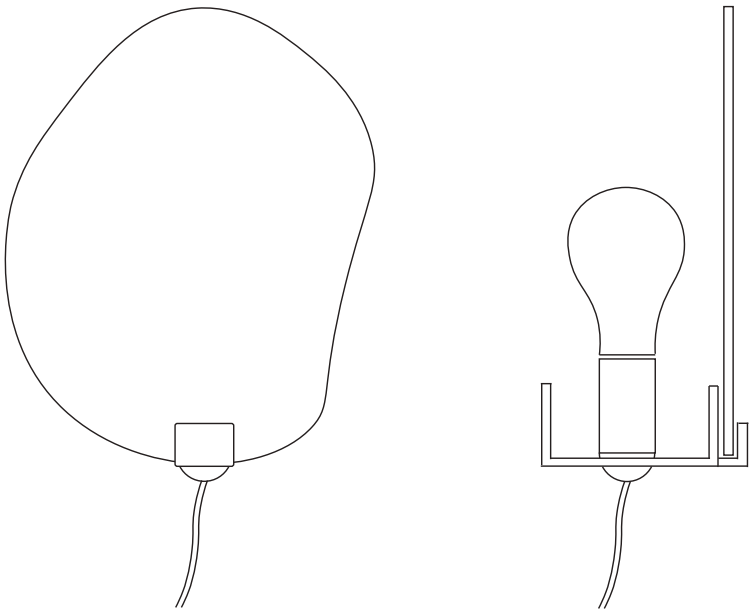


Figura 97: Vistas do candeeiro.



Figura 98: Processo de desenvolvimento das peças finais.



Figura 99: Produto final - difusor de pasta de EPS + pó de pedra 01.



Figura 100: Produto final - difusor de pasta de EPS + pó de pedra 02.



Figura 101: Produto final - difusor de pasta de EPS + pó de pedra 03.

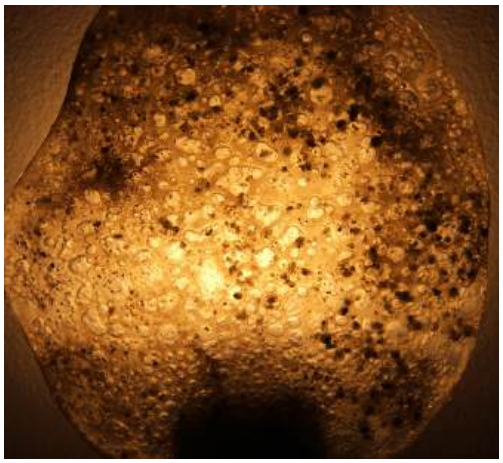


Figura 102: Detalhe difusor de pasta de EPS + pó de pedra.



Figura 103: Produto final - difusor de pasta de EPS 01.



Figura 104: Produto final - difusor de pasta de EPS 02.



Figura 105: Produto final - difusor de pasta de EPS 03.



Figura 106: Produto final - difusor de pasta de EPS + vidro 01.



Figura 107: Produto final - difusor de pasta de EPS + vidro 02.



Figura 108: Colocação do difusor de luz no candeeiro 01.



Figura 109: Colocação do difusor de luz no candeeiro 02.



Figura 110: Colocação do difusor de luz no candeeiro 03.

7. Considerações finais e perspetivas futuras

Conclusões finais:

Desde a sua invenção no século XX, os plásticos mudaram as nossas vidas, trazendo muitos benefícios, mas também enormes danos ao ambiente (Alhazmi, Almansour, & Aldhafeeri, 2021). O presente trabalho, teve como mote esta problemática, mais concretamente, o impacto causado pelo poliestireno expandido e a dificuldade da sua reciclagem. A partir deste desafio, realizou-se uma análise mais profunda e multidisciplinar, aliando a pesquisa teórica ao contacto com especialistas e à experimentação prática com o material.

No que diz respeito aos objetivos definidos no início deste percurso, pode concluir-se que foram atingidos os seguintes:

- Recolha de vários locais e reutilização desses resíduos de EPS;

- Exploração e caracterização do EPS transformado, analisando o seu potencial de aplicação enquanto material reciclado;

- Realização de testes que permitiram um maior conhecimento acerca das limitações e qualidades da matéria;

- Concretização de um produto final, que valoriza o material reaproveitado e destaca as suas qualidades, estabelecendo uma fusão entre sustentabilidade e design.

Em síntese, a tese contribuiu para demonstrar que a criação de um material e produto através de resíduos de EPS, gerados por diversas indústrias, é uma abordagem viável e exequível. A tese faz refletir também, na importância do papel do designer na promoção de uma consciência para a valorização dos resíduos e a sua integração em produtos, alimentando uma economia circular.

Perspetivas futuras:

Para além dos resultados positivos alcançados, é importante ter um olhar crítico e reconhecer algumas limitações do projeto.

Em relação ao solvente utilizado, a gasolina, existiu a consciência, desde o início do trabalho, de que este tem um impacto significativo no ambiente e não é, de todo, o solvente ideal para um projeto sustentável. Deste modo, futuramente, pretende-se testar a viabilidade da utilização de solventes naturais, como o limoneno que é um componente que pode ser extraído de frutas cítricas e, possui a capacidade de dissolver o EPS (Ponsoni, Melo, Fritzen, & Campos, 2023).

Ao nível do material, seria importante perceber a sua durabilidade e analisar o seu ciclo de vida completo, incluindo o seu fim de vida, procurando perceber a sua capacidade de voltar a ser reciclado.
Seria, também, fundamental obter a validação do projeto por parte de consumidores e empresas, para que se pudesse aferir o seu potencial de aplicação no mercado ao nível estético e funcional. Avaliar o potencial de replicabilidade deste processo no contexto industrial, e fazer as adaptações técnicas e logísticas necessárias à transição de uma escala laboratorial para uma produção em maior escala, que não foram exploradas nesta investigação.

Ainda assim, as limitações encontradas não anulam todo o trabalho realizado e a sua relevância, e estimula a busca por respostas sustentáveis e inovadoras, que caminham para uma economia mais consciente e circular.

Numa fase mais avançada do desenvolvimento do projeto, surgiu a ideia de aplicar o material obtido em vitrais texturizados. No entanto, esta opção não chegou a ser testada no âmbito da presente investigação dado o estado já avançado da mesma, contudo é uma proposta com elevado potencial. A translucidez e a textura do material criado são características que poderiam ter sido exploradas em composições semelhantes a vitrais, permitindo novas aplicações no design de interiores e na arquitetura. Assim, esta linha de exploração revela-se como uma oportunidade interessante a aprofundar nos trabalhos futuros.



Figura 111: Amostras realizadas 01.



Figura 112: Amostras realizadas 02.



Figura 113: Produto final.

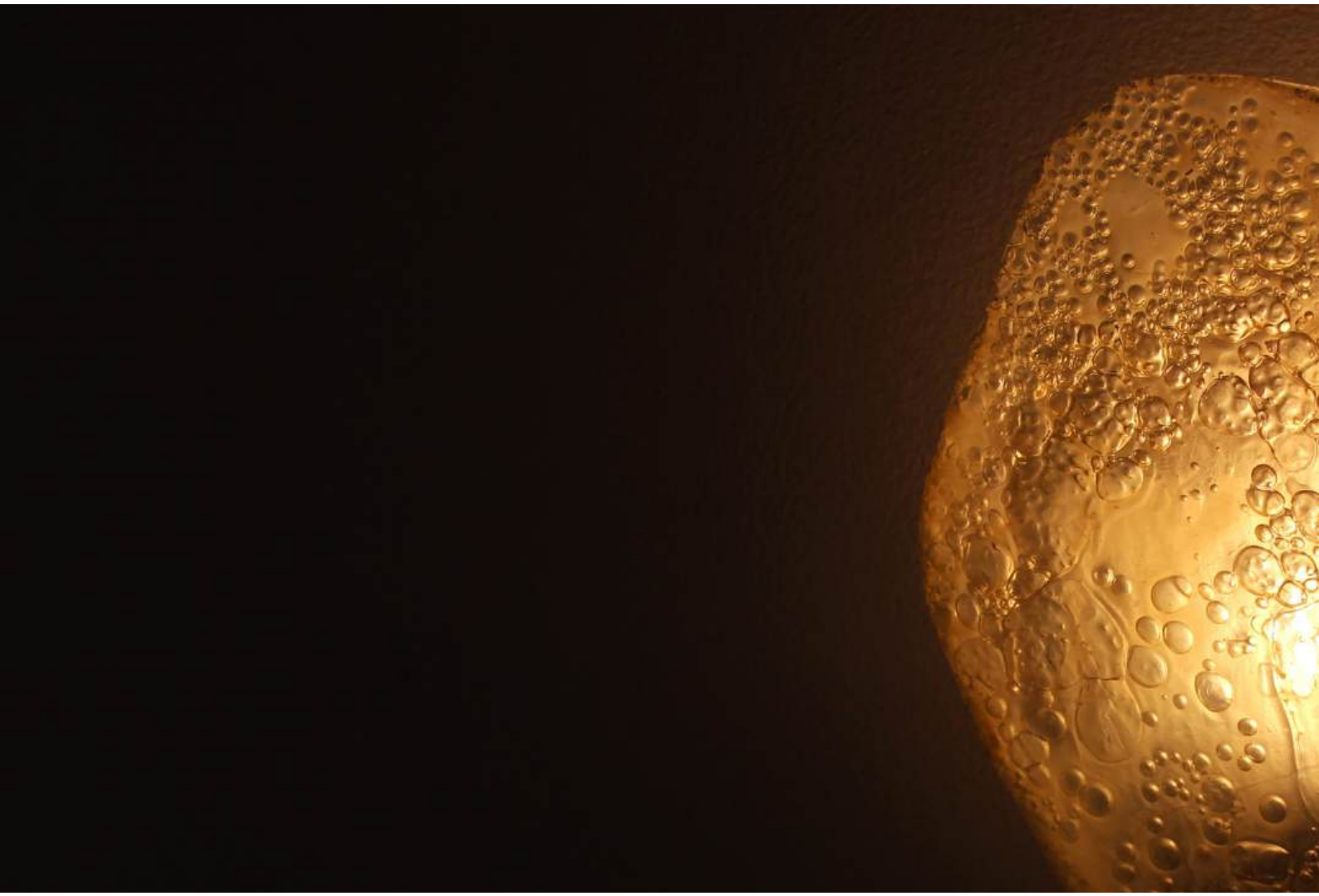


Figura 114: Detalhe do produto final.

8. Bibliografia

ACEPE. (s.d.). A Recuperação de Energia. Obtido em 02 de Junho de 2025, de ACEPE: https://acepe.pt/a-recuperacao-de-energia/

ACEPE. (s.d.). Composição & Transformação. Obtido de ACEPE: https://acepe.pt/composicao-transformacao/

Agência Portuguesa do Ambiente. (s.d.). Resíduos de Construção e Demolição. Obtido de Agência Portuguesa do Ambiente : https://apambiente.pt/residuos/residuos-de-construcao-e-demolicao

Alhazmi, H., Almansour, F. H., & Aldhafeeri, Z. (2021). Introduction. Plastic Waste Management: A Review of Existing Life Cycle Assessment Studies, pp. 1-21.

ANP; WWF. (2019). X-RAY DOS PLÁSTICOS: Repensar o Plástico em Portugal. Portugal Continental.

APA. (2015). Programa de Monitorização do Lixo Marinho . Alentejo, Algarve, Centro, Norte, Tejo e Oeste, Municípios de Faro, Ílhavo, Lagos, Pombal, Póvoa do Varzim, Torres Vedras: APA.

APA. (2022). Programa de Monitorização do Lixo Marinho em praias. Portugal Continental: APA. Obtido em 23 de Outubro de 2024

APA. (2023). Relatório Anual de Resíduos Urbanos 2022. Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente. Obtido em 05 de Junho de 2025, de https://apambiente.pt/sites/default/files/_Residuos/Producao_Gest%C3%A3o_Residuos/Dados%20RU/RARU_2022_V1.pdf#:~:text=No%20ano%20de%202022%20a%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de,apurado%20em%202021%20(crescimento%20de%200%2C24%20p.p.).&text=Verifica-se%2C%20que%20

APA. (15 de Abril de 2025). resíduos. Obtido em 02 de Junho de 2025, de Agência Portuguesa do Ambiente: https://apambiente.pt/residuos

APA. (s.d.). Resíduos / Plásticos de Utilização Única. Obtido em 11 de Fevereiro de 2025, de Agência Portuguesa do Ambiente: https://apambiente.pt/residuos/plasticos-de-utilizacao-unica

APA. (s.d.). Resíduos/Sistemas de Gestão de Fluxos de Resíduos. Obtido de Agência Portuguesa do Ambiente: https://apambiente.pt/residuos/sistemas-de-gestao-de-fluxos-de-residuos

Baskerville, R. (08 de Abril de 2019). SURFACE DESIGNER SAM LANDER CREATES UNIQUE FURNITURE FROM RECYCLED POLYSTYRENE. Obtido de Material Lab: https://www.material-lab.co.uk/blog/surface-designer-sam-lander-creates-unique-furniture-recycled-polystyrene/#

Beall, K. (25 de Maio de 2023). The EPS (Expanded Polystyrene) Series Reverses Course on Trash. Obtido em 28 de Fevereiro de 2025, de design milk: https://design-milk.com/the-eps-expanded-polystyrene-series-reverses-course-on-trash/

BEWI Plastimar. (s.d.). Reciclagem de esferovite. Obtido de BEWI: https://www.bewi.com/reciclagem-de-esferovite?lang=pt-pt

Boyd, K. M. (12 de Abril de 2019). Recycling Expanded Polystyrene becomes a reality with Styroloop. (C. Dautzenberg, Entrevistador)

BPF. (s.d.). Expanded Polystyrene (EPS). Obtido de British Plastics Federation: https://www.bpf.co.uk/plastipedia/polymers/expanded-and-extruded-polystyrene-eps-xps.aspx#History

British Plastics Federation. (s.d.). eps and the environment. Obtido de British Plastics Federation: EPS Group: https://www.eps.co.uk/pdfs/eps_and_the_environment.pdf

Casotti, A. (25 de Maio de 2023). The poetics of reuse: Madeline Isakson. Obtido em 28 de Fevereiro de 2025, de Interior Furniture Design Magazine: https://ifdm.design/2023/05/25/the-poetics-of-reuse-madeline-isakson/

CCDR. (06 de Dezembro de 2023). Áreas de Atuação/Fiscalização/Áreas Temáticas/Resíduos Fluxos Específicos/Resíduos de Embalagens. Obtido de Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro: https://www.ccdrc.pt/pt/areas-de-atuacao/fiscalizacao/areas-tematicas/residuos-fluxos-especificos/residuos-de-embalagens/

Chapman, J. (2005). Emotionally Durable Design: Objects, Experiences & Empathy. Londres: Earthscan. Obtido em 13 de Maio de 2025, de https://assets.super.so/9bd43d2f-3d87-4399-bcf0-c72619825ed8/files/93bde4d3-6bbc-4702-a0bf-cea86b32a48b.pdf

Chen, B., & Liu, J. (08 de Dezembro de 2003). Introduction. Propertie s of lightweight expanded polystyrene concrete reinforced with steel fiber, pp. 1259 – 1263.

Cheschin, F., & Gaziulusoy, İ. (2019). Design for Sustainability: A Multi-level Framework from Products to Socio-technical Systems. Londres: Routledge.

Chibaa, S., Saito, H., Fletcher, R., Yogi, T., Kayo, M., Miyagi, S., . . . Fujikura, K. (2018). 1. Introduction. Human footprint in the abyss: 30 year records of deep-sea plastic debris, pp. 204-212.

Chick, A., & Micklethwaite, P. (2011). Design for Sustainable Change. AVA Publishing SA.

Cicloplast. (01 de 07 de 2017). Expanded PolyStyrene SUstainable REcycling: From EPS waste to food contact PS final market. Obtido de European Commission: https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/LIFE16-ENV-ES-000258/expanded-polystyrene-sustainable-recycling-from-eps-waste-to-food-contact-ps-final-market

CIEL . (27 de Setembro de 2017). Publication | Fueling Plastics. Obtido de Center for International Environmetal Law: https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2017/09/Fueling-Plastics-Fossils-Plastics-Petrochemical-Feedstocks.pdf

Courtene-Jones, W., Quinn, B., Gary, S. F., Mogg, A. O., & Narayanaswamy, B. E. (12 de Agosto de 2017). Introduction. Microplastic pollution identified in deep-sea water and ingested by benthic invertebrates in the Rockall Trough, North Atlantic Ocean, pp. 271-280.

EFSA Journal. (23 de Junho de 2016). Nanoplastics. Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood, pp. 1-30.

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). (11 de Maio de 2016). Microplastics. Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood, pp. 1-30.

Ellen Macarthur Foundation. (s.d.). Circular design: turning ambition into action. Obtido de Ellen Macarthur Foundation: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-design/overview?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAouG5BhDBARIsAOc08RTdK1i5W6mDvkXgZHHiLhKpua3wy1cdWdhG8hB0zdqeAn5Uct1W0OUaAp5cEALw_wcB

EMF. (16 de Fevereiro de 2022). What is a circular economy? Obtido em 17 de Fevereiro de 2025, de Ellen MacArthur Foundation: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview

EMF. (10 de Fevereiro de 2023). O que é a economia linear? Obtido em 18 de Fevereiro de 2025, de Ellen MacArthur Foundation: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/o-que-e-economia-linear

EMF. (23 de Março de 2023). Schools of thought that inspired the circular economy. Obtido em 18 de Fevereiro de 2025, de Ellen MacArthur Foundation: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/schools-of-thought-that-inspired-the-circular-economy

Equinox Project, Center for Sustainable Energy. (Março de 2017). Guide for Polystyrene Reduction Policies. Obtido em 12 de Março de 2025, de Center for Sustainable Energy: https://energycenter.org/sites/default/files/Guide_for_Polystyrene_Reduction_Policies.pdf

European Bioplastics. (2023). Bioplastics market development update 2023 . Obtido de European Bioplastics: https://www.european-bioplastics.org/market/

European Comission. (2018). Plastics strategy. Obtido em 11 de Fevereiro de 2025, de European Comission: https://environment.ec.europa.eu/strategy/plastics-strategy_en

European Comission. (2019). Topics / Plastics / Single-use plastics. Obtido em 11 de Fevereiro de 2025, de European Comission: https://environment.ec.europa.eu/topics/plastics/single-use-plastics_en

European Comission. (2020). Circular economy action plan. Obtido em 11 de Fevereiro de 2025, de European Comission: https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en

European Environment Agency. (16 de Dezembro de 2024). State of Europe's environment. Obtido em 10 de Fevereiro de 2025, de European Environment Agency: https://www.eea.europa.eu/en/topics/at-a-glance/state-of-europes-environment

Fondo Global de Construcción; M2 Emmedue. (2011-2013). Urbanization Tacarigua V. Obtido de M2 Emmedue: https://www.mdue.it/en/urbanization-tacarigua-v.php

Ganslandt, R., & Hofmann, H. (s.d.). Handbook of Lighting Design. Alemanha: The Vieweg. Obtido em 10 de Agosto de 2025, de https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_10403/objava_8688/fajlovi/en_erco_lichtplanung.pdf

GESAMP. (2016). Sources, Fate and Effects of Micropalstics in the Marine Environment: Part 2 of a Global Assessment. Peter J. Kershaw and Chelsea M. Rochman.

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. Production, use, and fate of all plastics ever made, pp. 1-5.

Godfrey, N. (24 de Julho de 2024). Insights Library | How Plastic Pollution Impacts Our World. Obtido de ClimeCo: https://www.climeco.com/insights-library/how-plastic-pollution-impacts-our-world/

Gordon, G. (2003). Interior Lighting for Designers. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. Obtido em 15 de Maio de 2025

Harmanci, N. (Dezembro de 2017). From Global Society to Consumer Society. Consumerism is the Core Ideology of the Capitalism , pp. 61-66.

Harmanci, N. (Dezembro de 2017). Introduction. Consumerism is the Core Ideology of the Capitalism, pp. 61-66.

Hemsworth, M. (27 de Fevereiro de 2024). The Kinold Styrofoam Stools by Jiwon Jung are Inherently Lightweight. Obtido em 13 de Abril de 2025, de Trend Hunter: https://www.trendhunter.com/trends/kinold-styrofoam-stools

Isosfer. (s.d.). O que é EPS? Obtido de Isosfer: https://www.isosfer.pt/?page_id=1055

Jambeck, J. R., & Walker-Franklin, I. (16 de Junho de 2023). PLASTICS, A UBIQUITOUS CHALLENGE. The impacts of plastics' life cycle, pp. 600-606.

Jamieson, A. J., Brooks, L. S., Reid, W. D., Piertney, S. B., Narayanaswamy, B. E., & Linley, T. D. (22 de Janeiro de 2019). Introduction. Microplastics and syntheticparticles ingested bydeep-sea amphipodsin six of the deepest marineecosystems on Earth, pp. 1-11.

Jassim, A. K. (2023). Advances and Challenges in Microplastics. IntechOpen.

Khan, R. (11 de Agosto de 2022). design / we+ recycles styrofoam waste into dark, monolithic furniture collection. Obtido em 07 de Abril de 2025, de design boom: https://www.designboom.com/design/weplus-recycles-styrofoam-monolithic-furniture-08-11-2022/

klloyd. (02 de Novembro de 2018). Creative Unions: Katie-May Boyd. Obtido de University of the Arts London: Central Saint Martins: https://www.arts.ac.uk/colleges/central-saint-martins/stories/creative-unions-katie-may-boyd

Knight, C. (02 de Agosto de 2023). What is the linear economy? Obtido em 14 de Fevereiro de 2025, de European Investment Bank: https://www.eib.org/en/stories/linear-economy-recycling

Lassen, C., Warming, M., Kjølholt, J., Jakobsen, L. G., Vrubliauskiene, N., Novichkov, B., . . . Bach, L. (Fevereiro de 2019). Survey of polystyrene foam EPS and XPS in the Baltic Sea. Obtido em 12 de Março de 2025, de HELCOM: https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/10/Survey-of-polystyrene-foam-EPS-and-XPS-in-the-Baltic-Sea.pdf

Li, W. C., Tse, H. F., & Fok, L. (24 de Maio de 2016). Land-based debris. Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects, pp. 333-349.

Lipor. (s.d.). Sobre nós / A LIPOR. Obtido de Lipor: https://www.lipor.pt/pt/sobre-nos/a-lipor/

M2 Emmedue. (s.d.). The Emmedue Panel. Obtido de M2 Emmedue: https://www.mdue.it/en/emmedue-panels

MA - Material Futures. (2018). Katie May Boyd. Obtido em 15 de Abril de 2025, de Master of Arts Material Futures: https://www.materialfutures.com/katie-may-boyd

Marks, A. (25 de Junho de 2019). Sam Lander's melted polystyrene furniture. Obtido de Building Centre: https://www.buildingcentre.co.uk/news/articles/sam-landers-melted-polystyrene-furniture

Martin, B., & Hanington, B. (2012). Universal Methods of Design. Estados Unidos da America: Rockport Publishers. Obtido em 28 de Fevereiro de 2025

Maximum. (2019). Polix. Obtido em 05 de Abril de 2025, de Maximum: https://www.maximum.paris/products/polix-lampe-applique-suspension-materiaux-recyles

Mendiola, R. O. (s.d.). Expanded Polystyrene, friend or foe? Obtido de BioPlaster: https://www.bioplaster-research.com/blog-english/expanded-polystyrene-friend-or-foe

Murphy, A. (07 de Julho de 2022). Is capitalism causing climate change? Obtido de Manchester: https://sites.manchester.ac.uk/global-social-challenges/2022/07/07/is-capitalism-causing-climate-change/

Norman, D. (2023). Design for a better world: meaningful, sustainable, humanity centered. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Norman, D. A. (2023). Design for a better world: meaningful, sustainable, humanity centered. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. Obtido em 18 de Fevereiro de 2025

Ocean Conservancy. (2024). 2024 Report | International Coastal Cleanup. ICC TEAM & CONTRIBUTORS. Obtido em 22 de Janeiro de 2025, de https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2024/09/ICCAnnualReport2024_Digital.pdf

Ocean Wise. (s.d.). What is eps. Obtido de Ocean Wise: https://www.ocean-wise-project.eu/what-is-eps/

Oliveira, A. (Junho de 2009). Luz e o Homem. Desenhar a luz: a luz natural como matéria-prima na composição arquitetónica, p. 17. Obtido em 19 de Maio de 2025

Omnexus. (s.d.). Selection Guides/ Expanded Polystyrene (EPS): Ultimate Guide on Foam Insulation Material. Obtido de Omnexus: The material selection platform: https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/expanded-polystyrene-eps-foam-insulation

Orcajada, A. (16 de Dezembro de 2018). A second life for food packaging- Polystyrene furniture. Obtido em 10 de Abril de 2025, de Material Driven: https://www.materialdriven.com/blog/2018/12/16/a-second-life-for-food-packaging-polystyrene-furniture

Ordem dos Psicólogos Portugueses. (Fevereiro de 2024). Contributo Científico OPP - Luminosidade e Saúde Mental. Contributo Científico OPP - Luminosidade e Saúde Mental, pp. 3-9. Obtido em 05 de Maio de 2025, de https://recursos.ordemdospsicologos.pt/files/artigos/cc_luminosidade_e_sa__de_mental.pdf

Ozenen, G. (2023). Architectural Interior Lighting. Istambul, Turquia: Springer Nature Switzerland AG. doi:10.1007/978-3-031-49695-

Papanek, V. (1973). Design For The Real World, Human Ecology and Social Change. Toronto / New York / London: Bantam Books.

Park, J. T. (2015). Abstract. Climate Change and Capitalism, pp. 189-206.

Parlamento Europeu. (15 de Maio de 2024). Como reduzir os resíduos de plástico: as medidas da UE. Obtido em 11 de Fevereiro de 2025, de Parlamento Europeu: https://www.europarl.europa.eu/topics/pt/article/20180830STO11347/como-reduzir-os-residuos-de-plastico-as-medidas-da-ue

Pirgmaier, E. (21 de Dezembro de 2020). The nonexistence of consumption corridors under capitalism. Consumption corridors, capitalism and social change, pp. 274-285.

Plastics For Change. (08 de Outubro de 2024). The Journey of Plastics from a Linear to a Circular Economy Model. Obtido de Plastics For Change: https://www.plasticsforchange.org/blog/the-journey-of-plastics-from-a-linear-to-a-circular-economy-model

PlasticsEurope. (2019). Plastics - the Facts 2019.

Ponsoni, L., Melo, A., Fritzen, D., & Campos, D. (2023). 1. Introdução. USO DO D-LIMONENO COMO UM SOLVENTE NATURAL PARA A CONFECÇÃO DE UM COMPÓSITO DE MDF, pp. 1-10. Obtido em 03 de Dezembro de 2024

Prasittisopin, L., Termkhajornkit, P., & Hoon Kim, Y. (28 de Junho de 2022). 1.1. Lightweight concrete. Review of concrete with expanded polystyrene (EPS): Performance and environmental aspects, pp. 1-21.

Purvis, B., Mao, Y., & Robinson, D. (03 de Setembro de 2018). Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins, pp. 681-695. Obtido em 18 de Dezembro de 2024

Resource Futures and Nextek . (2018). Eliminating avoidable plastic waste by 2042: a use-based approach to decision and policy making.

Salahaldeen, A. S., & Al-Hadithi, A. I. (10 de Setembro de 2022). Introduction. The Effect of Adding Expanded Polystyrene Beads (EPS) on the Hardened Properties of Concrete, pp. 9692-9696.

Sariatli, F. (2017). Impetus to Transition: Environmental Concerns. Linear Economy Versus Circular Economy: A Comparative and Analyzer Study For Optimization Of Economy For Sustainability, pp. 31-34.

Sariatli, F. (2017). Introduction. Linear Economy versus Circular Economy: A comparative and analyzer study for Optimization of Economy for Sustainability, p. 31. doi:10.1515/vjbsd-2017-0005

Sariatli, F. (2017). The Linear Model and its Failure (strengths). Linear Economy versus Circular Economy: A comparative and analyzer study for Optimization of Economy for Sustainability, p. 32. doi:10.1515/vjbsd-2017-0005

SFC Admin. (15 de Setembro de 2022). Expanded Polystyrene (EPS) is creating an everyday disaster in BC waters. Obtido de Surfrider Foundation Canada: https://pacificrim.surfrider.ca/https/wwwsurfriderorg/coastal-blog/entry/stop-sewage-pollution-film/expanded-polystyrene-eps-is-creating-an-everyday-disaster-in-bc-waters

Shedroff, N. (2009). Design is the Problem: The Future of Design Must be Sustainable. Brooklyn, New York: Rosenfeld Media.

Sociedade Ponto Verde . (s.d.). Pack4recycling / Plásticos / EPS. Obtido de Ponto Verde Lab: https://www.pontoverdelab.pt/pack4recycling/eps/

Sridhar, M. K., & Hammed, T. B. (Maio de 2014). Turning Waste to Wealth in Nigeria: An Overview. Turning Waste to Wealth in Nigeria: An Overview, pp. 195-203.

Sustainability Directory. (04 de Abril de 2025). Question / What Role Does Durability Play In Sustainability? Obtido em 14 de Maio de 2025, de Sustainability Directory: https://lifestyle.sustainability-directory.com/question/what-role-does-durability-play-in-sustainability/

Thompson, R. C., Moore, C. J., vom Saal, F. S., & Swan, S. H. (27 de Julho de 2009). Plastics as materials: an overview. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends, pp. 2153-2166.

Tomassoni, R., Galetta, G., & Treglia, E. (05 de Agosto de 2015). Psychology of Light: How Light Influences the Health and Psyche. Psychology of Light: How Light Influences the Health and Psyche, 6, pp. 1216-1222. doi:10.4236/psych.2015.610119

UNEP. (2018). Mapping of Global Plastics Value Chain and Plastics Losses to the Environment: With a particular focus on marine environment. Obtido em 30 de Outubro de 2024.

UNEP. (2018). SINGLE-USE PLASTICS: A Roadmap for Sustainability. Tara Cannon. Obtido em 06 de Fevereiro de 2025, de https://www.unep.org/resources/report/single-use-plastics-roadmap-sustainability

UNEP. (2021). Drowning in Plastics – Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics.

UNEP. (22 de Agosto de 2024). What is the life-cycle approach and how can it help tackle plastic pollution? Obtido de United Nations Environment Programme: https://www.unep.org/news-and-stories/story/what-life-cycle-approach-and-how-can-it-help-tackle-plastic-pollution

UNEP. (s.d.). Our planet is choking on plastic. Obtido de UNEP: https://www.unep.org/interactives/beat-plastic-pollution/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwsoe5BhDiARIsAOXVoUshYo3YbXU2HallM2NSwVPy6Q7Ewq7bmp54lrm1OHAdqi12hRmIWgMaAtfrEALw_wcB

UNEP. (s.d.). Plastic Pollution. Obtido de United Nations Environment Programme: https://www.unep.org/plastic-pollution

United Nations. (s.d.). The 17 Goals. Obtido em 06 de Fevereiro de 2025, de United Nations: https://sdgs.un.org/goals#

Universal Foam Products. (s.d.). Learning Center/ EPS Products. Obtido de Universal Foam Process: https://univfoam.com/learning-center/eps-process/

Universidade de Aveiro. (10 de Novembro de 2016). Notícias / Primeiro estudo sobre o lixo marinho flutuante em Portugal revela a ponta do icebergue. Obtido de Universidade de Aveiro: https://www.ua.pt/pt/noticias/9/48172

Uttaravalli, A. N., Dinda, S., & Gidla, B. R. (18 de Fevereiro de 2020). 1. Introduction. Scientific and engineering aspects of potential applications of post-consumer (waste) expanded polystyrene: A review, pp. 140-148.

Vezzoli, C. (2018). Design for Environmental Sustainability: Life Cycle Design of Products. Springer-Verlag London Ltd.

Vitsoe. (s.d.). About us / Good design. Obtido em 14 de Maio de 2025, de Vitsoe: https://www.vitsoe.com/eu/about/good-design#good-design-is-as-little-design-as-possible

we+ studio. (2022). Work / Refoam. Obtido em 07 de Abril de 2025, de we+ | Contemporary Design Studio: https://weplus.jp/work/refoam/

WWF. (2019). No Plastic in Nature: Assessing Plastic Ingestion From Nature To People, pp. 1-17.

WWF. (2024). Cosa facciamo / I nostri progetti / RE-THINKING FISH BOX. Obtido de WWF: https://www.wwf.it/cosa-facciamo/progetti/lotta-allinquinamento-marino-da-cassette-per-il-pesce-in-italia/

WWF. (s.d.). How does plastic end up in the ocean? Obtido de WWF: https://www.wwf.org.uk/updates/how-does-plastic-end-ocean

Yousif, E., & Haddad, R. (23 de Agosto de 2013). Definitions & historical aspects of photodegradation. Photodegradation and photostabilization of polymers, especially polystyrene: review, pp. 1-32. doi:10.1186/2193-1801-2-398

Zeitoun, L. (23 de Fevereiro de 2024). jiwon jung shapes patterned styrofoam stools using lacquer spray and water transfer. Obtido em 13 de Abril de 2025, de design boom: https://www.designboom.com/design/jiwon-jung-shapes-patterned-styrofoam-stools-lacquer-spray-water-transfer-kinold-02-23-2024/

Referências de figuras:

Figura 1: Adaptado de GESAMP. (2016). Sources, Fate and Effects of Micropalstics in the Marine Environment: Part 2 of a Global Assessment. Peter J. Kershaw and Chelsea M. Rochman. Obtido em 28 de Outubro de 2024

Figura 2: Adaptado de UNEP. (2018). Mapping of Global Plastics Value Chain and Plastics Losses to the Environment: With a particular focus on marine environment. Obtido em 30 de Outubro de 2024

Figura 3: sophieyang. (31 de Agosto de 2018). The life of fish boxes about the recycling process after being discarded. Obtido em 21 de Janeiro de 2025, de Medium: https://sophieyang1026.medium.com/the-life-of-fish-boxes-about-the-recycling-process-after-being-discarded-9d7e9caa8c8a

Figura 4: BEWI. (s.d.). EPS GreenLine está a ser utilizado em Portugal. Obtido em 18 de Novembro de 2024, de BEWI: https://bewi.com/news/eps-reciclado-para-construcao-chechev-iseu?lang=pt-pt

Figura 5: BEWI. (s.d.). ETICS. Obtido em 19 de Novembro de 2024, de BEWI: https://bewi.com/solucoes-industrias/isolamento-paredes/etics?lang=pt-pt

Figura 6: APA. (01 de Junho de 2021). Microplásticos. Obtido em 10 de Janeiro de 2025, de Agência Portuguesa do Ambiente: https://apambiente.pt/residuos/microplasticos

Figura 7: BEWI. (s.d.). GPPS. Obtido em 10 de Janeiro de 2025, de BEWI: https://bewi.com/products/gpps?lang=pt-pt

Figura 8: Imagem autoral

Figura 9: Imagem autoral

Figura 10: Imagem autoral

Figura 11: Imagem autoral

Figura 12: APA. (2022). Programa de Monitorização do Lixo Marinho em praias. Portugal Continental: APA. Obtido em 23 de Outubro de 2024

Figura 13: APA. (2022). Programa de Monitorização do Lixo Marinho em praias. Portugal Continental: APA. Obtido em 23 de Outubro de 2024

Figura 14: Purvis, B., Mao, Y., & Robinson, D. (03 de Setembro de 2018). Introduction. Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins, pp. 681-695. Obtido em 18 de Dezembro de 2024

Figura 15: EMF. (Fevereiro de 2019). The butterfly diagram: visualising the circular economy. Obtido em 20 de Fevereiro de 2025, de Ellen MacArthur Foundation: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram

Figura 16: Boyd, K. M, (2018). Foreign Garbage, Expanded Polystyrene. Obtido em 15 de Abril de 2025, de Katie May Boyd: https://www.katiemayboyd.com/?pgid=l7eu0hvc-b41a85f8-f191-4ea9-a1aa-f314c729a75e

Figura 17: Boyd, K. M, (2018). Foreign Garbage, Expanded Polystyrene. Obtido em 15 de Abril de 2025, de Katie May Boyd: https://www.katiemayboyd.com/?pgid=l7eu0hvc-b41a85f8-f191-4ea9-a1aa-f314c729a75e

Figura 18: MA Material Futures. (s.d.). Katie May Boyd. Obtido em 15 de Abril de 2025, de Master of Arts Material Futures: https://www.materialfutures.com/katie-may-boyd

Figura 19: Beall, K. (25 de Maio de 2023). The EPS (Expanded Polystyrene) Series Reverses Course on Trash. Obtido em 28 de Fevereiro de 2025, de design milk: https://design-milk.com/the-eps-expanded-polystyrene-series-reverses-course-on-trash/

Figura 20: Beall, K. (25 de Maio de 2023). The EPS (Expanded Polystyrene) Series Reverses Course on Trash. Obtido em 28 de Fevereiro de 2025, de design milk: https://design-milk.com/the-eps-expanded-polystyrene-series-reverses-course-on-trash/

Figura 21: Casotti, A. (25 de Maio de 2023). The poetics of reuse: Madeline Isakson. Obtido em 28 de Fevereiro de 2025, de Interior Furniture Design Magazine: https://ifdm.design/2023/05/25/the-poetics-of-reuse-madeline-isakson/

Figura 22: Maximum. (2019). Polix. Obtido em 05 de Abril de 2025, de Maximum: https://www.maximum.paris/products/polix-lampe-applique-suspension-materiaux-recyles

Figura 23: kitatori. (s.d.). POLIX 5.9 - Design Pendant Lamp - EXHIBITION MODEL. Obtido em 05 de Abril de 2025. de kitatori: https://kitatori.ch/en/pendant-lights/4660-polix-59-design-pendant-lamp-exhibition-model.html

Figura 24: we+ studio. (2022). Work / Refoam. Obtido em 07 de Abril de 2025, de we+ | Contemporary Design Studio: https://weplus.jp/work/refoam/

Figura 25: we+ studio. (2022). Work / Refoam. Obtido em 07 de Abril de 2025, de we+ | Contemporary Design Studio: https://weplus.jp/work/refoam/

Figura 26: we+ studio. (2022). Work / Refoam. Obtido em 07 de Abril de 2025, de we+ | Contemporary Design Studio: https://weplus.jp/work/refoam/

Figura 27: we+ studio. (2022). Work / Refoam. Obtido em 07 de Abril de 2025, de we+ | Contemporary Design Studio: https://weplus.jp/work/refoam/

Figura 28: Orcajada, A. (16 de Dezembro de 2018).A second life for food packaging- Polystyrene furniture. Obtido em 10 de Abril de 2025, de Material Driven: https://www.materialdriven.com/blog/2018/12/16/a-second-life-for-food-packaging-polystyrene-furniture
Figura 29: Orcajada, A. (16 de Dezembro de 2018).A second life for food packaging- Polystyrene furniture. Obtido em 10 de Abril de 2025, de Material Driven: https://www.materialdriven.com/blog/2018/12/16/a-second-life-for-food-packaging-polystyrene-furniture
Figura 30: Orcajada, A. (16 de Dezembro de 2018).A second life for food packaging- Polystyrene furniture. Obtido em 10 de Abril de 2025, de Material Driven: https://www.materialdriven.com/blog/2018/12/16/a-second-life-for-food-packaging-polystyrene-furniture
Figura 31: Zeitoun, L. (23 de Fevereiro de 2024). jiwon jung shapes patterned styrofoam stools using lacquer spray and water transfer. Obtido em 13 de Abril de 2025, de design boom: https://www.designboom.com/design/jiwon-jung-shapes-patterned-styrofoam-stools-lacquer-spray-water-transfer-kinold-02-23-2024/
Figura 32: Zeitoun, L. (23 de Fevereiro de 2024). jiwon jung shapes patterned styrofoam stools using lacquer spray and water transfer. Obtido em 13 de Abril de 2025, de design boom: https://www.designboom.com/design/jiwon-jung-shapes-patterned-styrofoam-stools-lacquer-spray-water-transfer-kinold-02-23-2024/
Figura 33: Zeitoun, L. (23 de Fevereiro de 2024). jiwon jung shapes patterned styrofoam stools using lacquer spray and water transfer. Obtido em 13 de Abril de 2025, de design boom: https://www.designboom.com/design/jiwon-jung-shapes-patterned-styrofoam-stools-lacquer-spray-water-transfer-kinold-02-23-2024/
Figura 34: Zeitoun, L. (23 de Fevereiro de 2024). jiwon jung shapes patterned styrofoam stools using lacquer spray and water transfer. Obtido em 13 de Abril de 2025, de design boom: https://www.designboom.com/design/jiwon-jung-shapes-patterned-styrofoam-stools-lacquer-spray-water-transfer-kinold-02-23-2024/
Figura 35: Imagem autoral
Figura 36: Imagem autoral
Figura 37: Imagem autoral
Figura 38: Imagem autoral
Figura 39: Imagem autoral
Figura 40: Imagem autoral
Figura 41: Imagem autoral
Figura 42: Imagem autoral
Figura 43: Imagem autoral
Figura 44: Imagem autoral
Figura 45: Imagem autoral
Figura 46: Imagem autoral
Figura 47: Imagem autoral
Figura 48: Imagem autoral
Figura 49: Imagem autoral
Figura 50: Imagem autoral
Figura 51: Imagem autoral
Figura 52: Imagem autoral
Figura 53: Imagem autoral
Figura 54: Imagem autoral
Figura 55: Imagem autoral
Figura 56: Imagem autoral
Figura 57: Imagem autoral
Figura 58: Imagem autoral
Figura 59: Imagem autoral
Figura 60: Imagem autoral
Figura 61: Imagem autoral
Figura 62: Elaborada pela autora
Figura 63: Imagem autoral
Figura 64: Imagem autoral
Figura 65: Elaborada pela autora
Figura 66: Elaborada pela autora
Figura 67: Elaborada pela autora
Figura 68: Imagem autoral
Figura 69: Imagem autoral
Figura 70: Imagem autoral
Figura 71: Imagem autoral
Figura 72: Imagem autoral
Figura 73: Imagem autoral

Figura 74: Imagem autoral
Figura 75: Imagem autoral
Figura 76: Imagem autoral
Figura 77: Imagem autoral
Figura 78: Imagem autoral
Figura 79: Imagem autoral
Figura 80: Imagem autoral
Figura 81: Imagem autoral
Figura 82: Imagem autoral
Figura 83: Elaborada pela autora
Figura 84: Imagem autoral
Figura 85: Imagem autoral
Figura 86: Imagem autoral
Figura 87: Elaborado pela autora
Figura 88: Elaborado pela autora
Figura 89: Elaborado pela autora
Figura 90: Elaborado pela autora
Figura 91: Elaborado pela autora
Figura 92: Elaborado pela autora
Figura 93: Elaborado pela autora
Figura 94: Elaborado pela autora
Figura 95: Imagem autoral
Figura 96: Imagem autoral
Figura 97: Elaborado pela autora
Figura 98: Imagens autorais
Figura 99: Imagem autoral
Figura 100: Imagem autoral
Figura 101: Imagem autoral
Figura 102: Imagem autoral
Figura 103: Imagem autoral
Figura 104: Imagem autoral
Figura 105: Imagem autoral
Figura 106: Imagem autoral
Figura 107: Imagem autoral
Figura 108: Imagem autoral
Figura 109: Imagem autoral
Figura 110: Imagem autoral
Figura 111: Imagem autoral
Figura 112: Imagem autoral
Figura 113: Imagem autoral
Figura 114: Imagem autoral

Anexos

Figura 115: Mindmap desenvolvido.

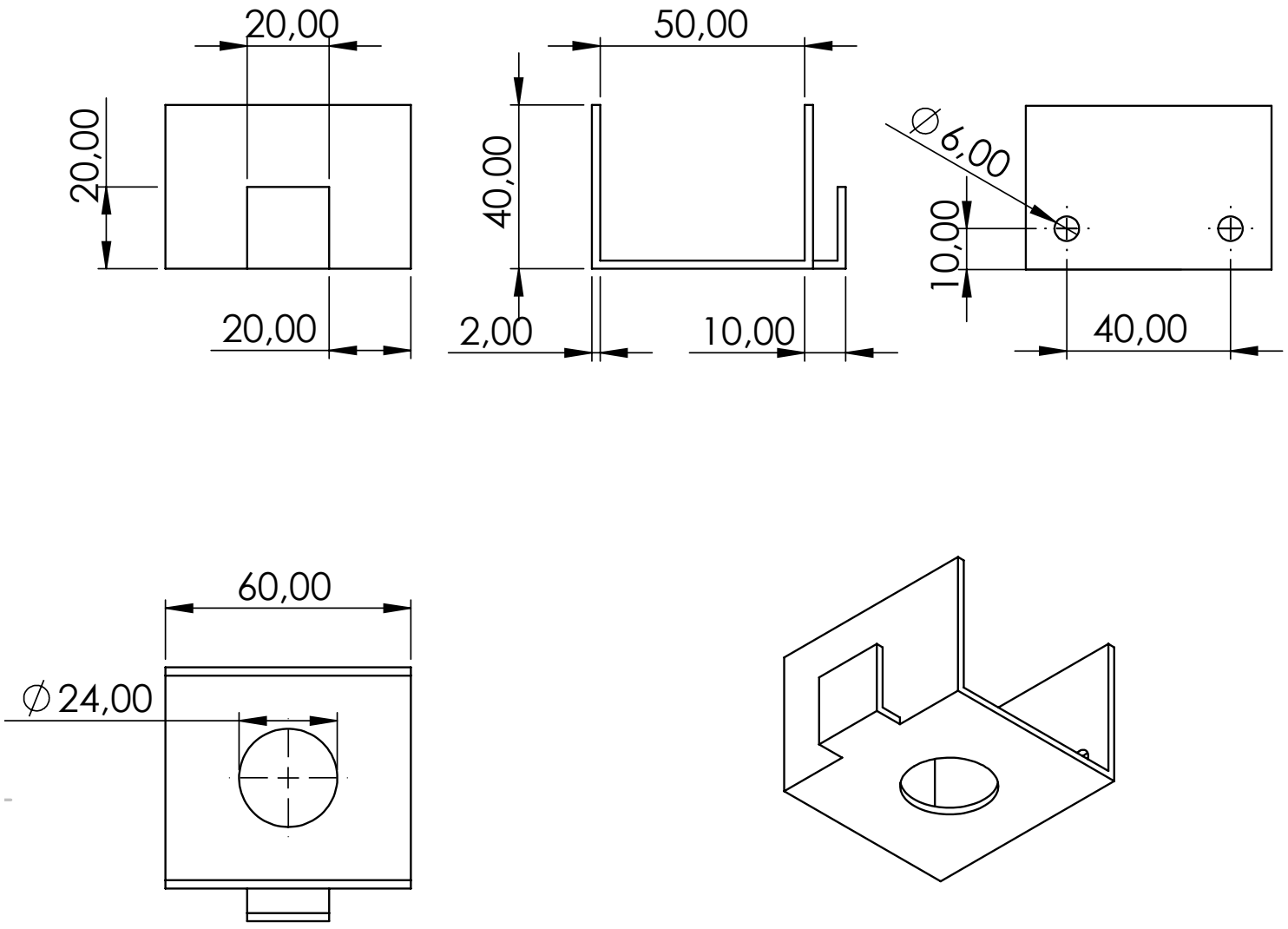


Figura 116: Desenho técnico da estrutura metálica.

Cuidados a adotar com resíduos de EPS em obra

1. Prevenção da dispersão de resíduos

• Evitar cortar ou partir os blocos de EPS em locais expostos ao vento.
• Sempre que possível, realizar os cortes em zonas delimitadas e fechadas, com algum recipiente para colocar os excedentes perto.

2. Recolha e armazenamento

• Colocar de imediato os resíduos gerados em sacos resistentes ou em recipientes identificados para esse fim.
• Evitar deixar resíduos no chão ou próximos de zonas de escoamento.
• Definir um local específico na obra para a realização do corte das placas de EPS e o depósito dos resíduos aí gerados, separado dos restantes.

3. Transporte e reciclagem

• Se for possível, triturar ou compactar os resíduos de EPS, reduzindo o seu volume e permitindo a recolha de uma maior quantidade de material.
• Agrupar os resíduos em recipientes, identificando e separando os resíduos contaminados com cimento, colas ou outros, evitando misturá-los com os restantes.

4. Sensibilização e formação dos trabalhadores

• Evitar abandonar resíduos no chão da obra ou nas imediações.
• Alertar para o facto de o EPS ser altamente poluente quando disperso para o ambiente, onde se decompõe em pequenas partículas que podem permanecer por centenas de anos no ambiente e, até entrar na cadeira alimentar de animais e seres humanos.
• Reforçar a importância da separação e da reciclagem.

5. Alertar as consequências de más práticas

• Dispersão de partículas no ambiente, onde permanece por centenas de anos.
• Risco de contaminação dos rios e mares.
• Perigo de ingestão das partículas por animais.
• Imagem negativa da indústria relativamente aos tópicos de poluição e degradação ambiental.

Figura 117: Ficha de cuidados a adotar com resíduos de EPS em obra.