

MESTRADO
DESIGN INDUSTRIAL E PRODUTO

Reaproveitamento e valorização de purgas plásticas industriais

Sofia Carolina Pereira Lima

M

2025



MESTRADO EM DESIGN INDUSTRIAL E DE PRODUTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

O JÚRI

PRESIDENTE

Doutora Lúgia Maria Pinto Lopes

PROFESSORA AUXILIAR 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

Doutora Teresa Cláudia Magalhães Franqueira Baptista

PROFESSORA ASSOCIADA COM AGREGAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE AVEIRO

17

03 DEZEMBRO 2025

MESTRE Sofia Carolina Pereira Lima
MDIP/187

“Pollution is nothing but resources we’re not harvesting. We allow them to disperse because we’ve been ignorant of their value.”

Buckmeister Fuller

Agradecimentos

Chegar ao fim desta tese, representa a conclusão de um percurso académico, que só foi possível, graças ao apoio de várias pessoas, que sempre estiveram presentes ao longo desta caminhada.

Agradeço à minha família e amigos, pelo apoio constante durante todo este percurso, em particular aos meus pais e irmão, os pilares fundamentais da minha vida, que fizeram de mim a pessoa que sou hoje. Expresso a minha profunda gratidão, pela paciência e por sempre me terem apoiado em todos os meus sonhos e objetivos, sem eles nunca teria conseguido finalizar este mestrado.

Agradeço aos meus avós, pelas pessoas incríveis que são, por todos os fins de semana passados na sua companhia, que me fizeram crescer rodeada de amor e alegria, mostrando-me que as coisas simples da vida são as mais valiosas.

Agradeço à Júlia, pelas longas conversas, e incentivos constantes, por sempre acreditar em mim quando eu duvidava.

À Diana, à Mónica, ao Mário e ao Gavin, por terem tornado deste, um percurso bonito, com muitos momentos para recordar.

Agradeço ao professor Luís Mendonça, pela orientação do projeto e por toda a disponibilidade demonstrada.

Por último, agradeço a todos que contribuíram para que este projeto se tornasse possível.

A todos, a minha imensa gratidão.

Resumo

A indústria do plástico é amplamente reconhecida pela sua produção em larga escala, o que acarreta impactos ambientais significativos, e cada vez mais difíceis de reverter. Em particular, a indústria de transformação dos plásticos, enfrenta alguns desafios na gestão de resíduos de purga.

Neste contexto, a presente investigação procurou desenvolver estratégias de valorização destes sub-produtos, adotando abordagens baseadas na economia circular e upcycling. As purgas com a mínima ou nenhuma intervenção, foram integradas como elemento central dos produtos, valorizando as suas características únicas, que a nível industrial representam um desafio ao seu reprocessamento.

A pesquisa contemplou uma fase inicial exploratória, associada ao estudo do plástico enquanto matéria-prima e resíduo, de modo a perceber a problemática associada a este material, e o verdadeiro impacto da sua produção no ambiente. Após a consolidação destas informações, o projeto evoluiu para a recolha de resíduos em diferentes contextos industriais. Paralelamente, foram realizadas visitas a empresas e profissionais das áreas do design e arquitetura, que se dedicam ao desenvolvimento de projetos no âmbito do reaproveitamento de materiais, permitindo uma compreensão mais ampla de abordagens projetuais aplicadas a diferentes tipos de resíduos.

O contacto direto com a indústria, foi uma etapa fulcral para o desenvolvimento de uma investigação fundamentada e verdadeiramente alinhada com os verdadeiros desafios associados à gestão de purgas industriais.

Seguida por uma componente experimental, o material foi trabalhado e analisado em contexto de oficina, onde se pode contatar o seu comportamento quando submetido a diferentes processos de transformação.

Estes testes vieram reforçar que a mínima intervenção no material, poderia revelar-se numa estratégia benéfica, em contraponto com os processos de trituração industrial das purgas, que exigem elevados gastos energéticos e económicos.

Estas conclusões, culminaram no desenvolvimento de dois produtos distintos, cujos resultados obtidos demonstram novas possibilidades de aplicação dos resíduos de purga, que contrariam os métodos mais comuns de descarte ou trituração.

Neste sentido, o design surge como um potenciador das características únicas das purgas, criando estratégias para a valorização criativa do material. Ao evidenciar os seus atributos formais, o design promove abordagens que conciliam a estética e a função, colocando a purga como elemento central das peças, transformando um subproduto industrial sem utilidade, num recurso de elevado valor.

Palavras-chave: Economia circular; Plástico; Purgas; Resíduos; Upcycling

Abstract

The plastics industry is widely recognized for its large-scale production, which leads to significant environmental impacts that are increasingly difficult to reverse. The plastics processing industry, in particular, faces challenges in managing purge waste.

In this context, this research sought to develop strategies to enhance the value of these byproducts, adopting approaches based on the circular economy and upcycling. Purges, with minimal or no intervention, were integrated as a core element of the products, enhancing their unique characteristics, which, at the industrial level, pose a challenge to their reprocessing.

The research included an initial exploratory phase, associated with the study of plastic as a raw material and waste, in order to understand the problems associated with this material and the true impact of its production on the environment. After consolidating this information, the project evolved to include waste collection in different industrial contexts. At the same time, visits were made to companies and professionals in the design and architecture fields dedicated to developing projects related to material reuse, allowing for a broader understanding of design approaches applied to different types of waste.

Direct contact with the industry was a crucial step in developing a well-founded investigation, truly aligned with the real challenges associated with industrial waste management.

Followed by an experimental component, the material was processed and analyzed in a workshop setting, where its behavior when subjected to different transformation processes could be observed.

These tests reinforced that minimal intervention in the material could prove to be a beneficial strategy, in contrast to the industrial waste shredding processes, which require high energy and economic expenditures.

These conclusions culminated in the development of two distinct products, the results of which demonstrate new possibilities for the application of waste waste, which contradict the most common disposal or shredding methods. In this sense, design emerges as a potentializer of the unique characteristics of purges, creating strategies for creatively enhancing the material. By highlighting its formal attributes, design promotes approaches that combine aesthetics and function, placing purge as a central element of the pieces, transforming a useless industrial byproduct into a high-value resource.

Keywords: *Circular economy; Plastic; Purges; Waste; Upcycling*

Lista de abreviaturas e siglas

DEMec-FEUP: Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

EP: Resina Epóxi

ESAD: Escola Superior de Artes e Design

FBAUP: Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto

FEUP: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

HDPE: *High Density Polyethylene*

I&D: Investigação e Desenvolvimento

KG: Quilograma

LDPE: *Low Density Polyethylene*

LER: Lista Europeia de Resíduos

MBDC: *McDonough Braungart Design Chemistry*

MF: Melamina-formaldeído

ODS: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONG: Organização Não Governamental

ONU: Organização das Nações Unidas

PE: Polietileno

PESGRI: Plano Estratégico dos Resíduos Industriais

PET: Polietileno tereftalato

PNAPRI: Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais

PNUMA: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PP: Polipropileno

PS: Poliestireno

PU: Poliuretano

PVC: Policloreto de vinila

RIC Code: *Resin Identification Code*

SPI: *Society of the Plastics Industry, Inc*

TBL: *Triple Bottom Line*

TGV: *Trem à Grande Vitesse*

UE: União Europeia

UNDP: *United Nations Development Programme*

UNEP: *United Nations Environment Programme*

Lista de gráficos

Gráfico 1: Produção global de plásticos na Europa (Plastics Europe, 2024); Fonte: Relatório The Circular Economy for Plastics: A European Analysis 23

Gráfico 2: Produção global anual de polímeros, 1950-2015 (Morten W. Ryberg, 2018); Fonte: Relatório Mapping of global plastics value chain and plastics losses to the environment: With a particular focus on marine environment 29

Gráfico 3: Distribuição da conversão de plásticos por setor de aplicação na Europa em 2022 (Plastics – the fast Facts 2023); (Retirado de: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-fast-facts-2023/>) 29

Gráfico 4: Análise percentual da geração de resíduos nos diferentes setores económicos (Eurostat, 2024); (Retirado de: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics) 31

Gráfico 5: Distribuição de plásticos por tipo de polímero e setor (Plastics Europe, 2015); (Retirado de: <https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/10/2015-Plastics-the-facts.pdf>) 38

Gráfico 6: Evolução da gestão de resíduos plásticos entre 2006-2022 (Plastics Europe, 2024); Fonte: Relatório The Circular Economy for Plastics: A European Analysis 39

Gráfico 7: Gestão de resíduos em Portugal-2022 (Plastics Europe, 2024); Fonte: Relatório The Circular Economy for Plastics: A European Analysis 42

Lista de tabelas

Tabela 1: Caracterização dos resíduos de purga, no contexto da empresa Nautilus (Elaborado pela autora) 81

Tabela 2: Quantidade de purgas plásticas coletadas por local de recolha (Elaborado pela autora) 89

Tabela 3: Síntese da caracterização e dos resultados obtidos nas cinco amostras (Elaborado pela autora) 109

Tabela 4: Análise de projetos de presas sustentáveis (Elaborado pela autora) 136

Lista de figuras

Figura 1: Resíduos plásticos descartados (Fonte da autora)	28
Figura 2: Processo de classificação de resíduos (Agência Portuguesa do Ambiente, 2020); (Fonte: Guia de Classificação de Resíduos-Agência Portuguesa do Ambiente)	32
Figura 3: Logotipo Codil (Codil, s.d.); (Retirado de: https://codil.pt/)	35
Figura 4: Logotipo <i>Unilever</i> (Unilever, s.d.); (Retirado de: https://www.unilever-fima.com/)	36
Figura 5: Três pilares da sustentabilidade, representados de três formas distintas. (Purvis, Mao, & Robinson, 2018); (Fonte: Artigo Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins)	49
Figura 6: 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Global Compact Network Portugal, s.d.); (Retirado de: https://globalcompact.pt/index.php/pt/un-global-compact/agenda-2030)	50
Figura 7: Diagrama da borboleta: Representação do ciclo biológico e técnico (Ellen Macarthur Foundation, 2021); (Retirado de: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/o-diagrama-de-borboleta)	55
Figura 8: Resíduos de purgas plásticas empilhadas em palete (Scrap Life Project, s.d.); (Retirado de: https://scraplifeproject.com/about)	60
Figura 9: Processo de produção dos assentos (Scrap Life Project, s.d.); (Retirado de: https://scraplifeproject.com/about)	61
Figura 10: Conjunto de assentos criados (Scrap Life Project, s.d.); (Retirado de: https://scraplifeproject.com/about)	61
Figura 11: <i>Ombak Seater Coral Green</i> (Sungai Design, s.d.); (Retirado de: https://sungaidesign.com/products/ombak-seater-coral-green)	61
Figura 12: Detalhe da peça (Sungai Design, s.d.); (Retirado de: https://sungaidesign.com/products/ombak-seater-coral-green)	62
Figura 13: Coleção de cadeiras <i>Ombak</i> em diferentes cores (Sungai Design, s.d.); (Retirado de: https://designforlife.pt/2024/04/24/design-e-sustentabilidade-de-cadeiras-de-lixo-de-plastico-recolhido-dos-rios-da-indonesia/)	62
Figura 14: Abertura de molde de injeção, da produção dos <i>souvenirs</i> (SUPER LOCAL, s.d.); (Retirado de: https://www.super-local.com/copy-of-bugesera-collection)	62
Figura 15: Representação dos picos mais emblemáticos das montanhas (SUPER LOCAL, s.d.); (Retirado de: https://www.super-local.com/copy-of-bugesera-collection)	63
Figura 16: Coleção <i>From the Himalayas</i> (SUPER LOCAL, s.d.); (Retirado de: https://www.super-local.com/copy-of-bugesera-collection)	63
Figura 17: Resíduos de purgas plásticas industriais (Studio Thier & van Daalen, s.d.); (Retirado de: https://www.thiervandaalen-webshop.com/a-99801057/colour-shelves/yellow-no-06-2025/)	63
Figura 18: Conjunto de mesas laterais (Studio Thier & van Daalen, s.d.); (Retirado de: https://www.thiervandaalen-webshop.com/a-81625046/carved-side-tables/carved-side-table-black-white-with-light-blue-legs/)	64

Figura 19: Prateleira colorida (Studio Thier & van Daalen, s.d.); (Retirado de: https://www.thiervandaalen-webshop.com/a-99801057/colour-shelves/yellow-no-06-2025/)	64
Figura 20: Pormenor dos resíduos do setor da construção, aplicados numa mesa (FIVE MILE RADIUS, s.d.); (Retirado de: https://www.fivemileradius.org/collections/new-arrivals/products/copy-of-waste-terrazzo-table-ceramic-tile)	64
Figura 21: <i>Coffee Table, Waste Terrazzo</i> (FIVE MILE RADIUS, s.d.); (Retirado de: https://www.fivemileradius.org/collections/new-arrivals/products/copy-of-waste-terrazzo-table-ceramic-tile)	61
Figura 22: <i>Blue Purge Painting</i> 2005 (John Dahlsen, s.d.); (Retirado de: https://johndahlsen.com/purge-paintings-2/blue-purge-painting-2005/)	66
Figura 23: <i>“Yellow Plastic Purge 1”</i> 2005 (John Dahlsen, s.d.); (Retirado de: https://johndahlsen.com/plastic-purge-environmental-sculptures/yellow-plastic-purge-1-2005/)	66
Figura 24: <i>Blue Purge and Encaustic Wax Installation</i> (John Dahlsen, s.d.); (Retirado de: https://johndahlsen.com/plastic-purge-installations/blue-purge-and-encaustic-wax-installation/)	66
Figura 25: <i>Red Purge on Paper</i> (John Dahlsen, s.d.); (Retirado de: https://johndahlsen.com/purges-on-paper/red-purge-on-paper/)	66
Figura 26: <i>“Black Purges On Encaustic 1”</i> 2005 (John Dahlsen, s.d.); (Retirado de: https://johndahlsen.com/plastic-purges-on-encaustic-wax/black-purges-on-encaustic-1-2005/)	66
Figura 27: Tampas recolhidas (Fonte da autora)	69
Figura 28: Lavagem manual das tampas recolhidas (Fonte da autora)	69
Figura 29: Tampas separadas por tipo de plástico (Fonte da autora)	70
Figura 30: Picadora de cozinha (Fonte da autora)	70
Figura 31: Plástico triturado, separado por cores e tipo de composição (Fonte da autora)	70
Figura 32: Produtos da Codil feitos com plástico reciclado (Fonte da autora)	70
Figura 33: Plástico granulado (Fonte da autora)	71
Figura 34: Purgas armazenadas para posterior trituração (Fonte da autora)	71
Figura 35: Jitos com configurações distintas (Fonte da autora)	71
Figura 36: Uma das amostras de purga disponibilizadas pela empresa (Fonte da autora)	71
Figura 37: Plástico triturado_Codil (Fonte da autora)	72
Figura 38: Desperdícios de purga_Codil (Fonte da autora)	72
Figura 39: Purgas em PP, geradas pela limpeza de máquina de injeção (Fonte da autora)	73
Figura 40: Representação de máquina de moldagem por injeção (Fried, 2014); Fonte: Livro Polymer Science & Technology 3ª ed.	75
Figura 41: Representação de máquina de moldagem por extrusão de parafuso único (Fried, 2014); Fonte: Livro Polymer Science & Technology 3ª ed.	76
Figura 42: Representação do processo de extrusão-sopro na produção de garrafas (Fried, 2014); Fonte: Livro Polymer Science & Technology 3ª ed.	77
Figura 43: Processo de trituração de purgas industriais (Weima, s.d.); (Retirado de: https://weima.com/en/shredding-plastic-lumps/)	80

Figura 44: Textura de purga, originada pelo processo de extrusão (Fonte da autora)	83
Figura 45: Purga em PP, gerada pela limpeza de máquina de injeção da codil (Fonte da autora)	86
Figura 46: Corte transversal da purga_divisão do material em duas metades (Fonte da autora)	86
Figura 47: Laminação da purga no laboratório do Departamento de Engenharia Mecânica da FEUP (Fonte da autora)	86
Figura 48: Resultados obtidos pela laminação da purga em diferentes espessuras (Fonte da autora)	87
Figura 49: Corte do plástico em serra de fita (Fonte da autora)	91
Figura 50: Lixadeira de disco (Fonte da autora)	91
Figura 51: Resultado obtido após corte do material (Fonte da autora)	91
Figura 52: Lixo acumulado no espaço de trabalho (Fonte da autora)	92
Figura 53: Corte do material na serra de braço radial (Fonte da autora)	92
Figura 54: Lixadora de cinta (Fonte da autora)	92
Figura 55: Corte da amostra 3 em serra de fita (Fonte da autora)	93
Figura 56: Corte de ranhura na amostra, utilizando a serra circular de bancada (Fonte da autora)	93
Figura 57: Corte resultante da serra circular de bancada (Fonte da autora)	93
Figura 58: Uso do compasso para marcação da peça (Fonte da autora)	93
Figura 59: Amostra trabalhada no torno mecânico (Fonte da autora)	93
Figura 60: Amostra 3 (Fonte da autora)	93
Figura 61: Destaque para as formas orgânicas e padrões únicos (RON DIER DESIGN, s.d.); (Retirado de: https://www.rondierdesign.com/tables?pgid=jamrex-lh-4b68b791-016e-4055-a07a-ec17607fa6af)	98
Figura 62: Mesa produzida através do reaproveitamento de resíduos de construção (RADIUS, s.d.); (Retirado de: https://www.fivemileradius.org/products/waste-terrazzo-side-table?srsltid=AfmBOoqpWwpt3GZI16hCfJzgGjYS_Ny_mT-6GvBh_PpGq-j5dN8tgt7k5)	98
Figura 63: Mesa produzida através do reaproveitamento de resíduos de mármore que seriam descartados (Bonaguro, 2019); (Retirado de: https://matter-matters.com/products/joaquim-side-table)	98
Figura 64: Mesas produzidas com plástico reciclado (Cappello, s.d.); (Retirado de: https://www.dezeen.com/2023/06/27/superpop-tables-paolo-cappello-miniforms-dezeen-showroom/)	98
Figura 65: Estrutura de suporte do vidro, feita com abeto Douglas serrado com motosserra, conferindo um caráter único à peça (Mouser, s.d.); (Retirado de: https://www.yvonnemouser.com/tetherow/)	98
Figura 66: Destaque para o formato irregular da peça de apoio de objetos (Yun, s.d.); (Retirado de: https://leibal.com/furniture/around-object/?utm_source=pinterest&utm_medium=social)	98
Figura 67: Esboços preliminares (Fonte da autora)	99
Figura 68: Opção selecionada (Fonte da autora)	99
Figura 69: Molde experimental para analisar a quantidade de resina necessária para o tampo (Fonte da autora)	100

Figura 70: Preparação do espaço de trabalho (Fonte da autora)	101
Figura 71: Copo de medição graduado (Fonte da autora)	101
Figura 72: Areia e cimento utilizados para as misturas (Fonte da autora)	101
Figura 73: Processo de produção da amostra de referência (Fonte da autora)	103
Figura 74: Resultado da amostra de referência (Fonte da autora)	104
Figura 75: Processo de produção do teste de resistência e estabilidade (Experiência 2) (Fonte da autora)	105
Figura 76: Resultado das duas amostras dos testes de resistência e estabilidade (Fonte da autora)	106
Figura 77: Processo de produção do teste de densidade (Experiência 5) (Fonte da autora)	107
Figura 78: Resultados das duas amostras dos testes de densidade (Fonte da autora)	108
Figura 79: Cinco amostras resultantes da etapa de experimentação (Fonte da autora)	110
Figura 80: Esboços do tampo com formato circular (Fonte da autora)	112
Figura 81: Purgas selecionadas (Fonte da autora)	112
Figura 82: Corte da purga (Fonte da autora)	112
Figura 83: Serrotes utilizados (Fonte da autora)	113
Figura 84: Torno de bancada (Fonte da autora)	113
Figura 85: Molde de silicone (Fonte da autora)	113
Figura 86: Processo de trituração do EPS (Fonte da autora)	116
Figura 87: Pigmento preto (óxido de ferro) (Fonte da autora)	117
Figura 88: Pigmento preto aplicado na mistura (Fonte da autora)	117
Figura 89: Processo de produção do tampo da mesa (Fonte da autora)	118
Figura 90: Resina epoxi (Fonte da autora)	119
Figura 91: Preparação da resina para aplicação (Fonte da autora)	119
Figura 92: Aplicação da resina no tampo (1ª camada) (Fonte da autora)	119
Figura 93: Lixagem da superfície (1ª camada de resina) (Fonte da autora)	119
Figura 94: Aplicação da 2ª camada de resina (Fonte da autora)	120
Figura 95: Acabamento superficial liso e brilhante (Fonte da autora)	120
Figura 96: Aplicação total da resina (Fonte da autora)	120
Figura 97: Esboços de diferentes configurações da estrutura de suporte do tampo (Fonte da autora)	121
Figura 98: Estrutura trapezoidal selecionada (Fonte da autora)	121
Figura 99: Estrutura metálica de suporte do tampo da mesa (Fonte da autora)	122
Figura 100: Mesa de centro concluída (Fonte da autora)	124
Figura 101: Mesa de centro em espaço exterior (Fonte da autora)	125
Figura 102: Mesa de centro com destaque para o tampo circular (Fonte da autora)	126
Figura 103: Mesa de centro com tampo e estrutura metálica desmontadas (Fonte da autora)	127
Figura 104: Mesa de centro em contexto de utilização (Fonte da autora)	128
Figura 105: Detalhes da integração do cimento com as purgas plásticas, evidenciando as suas texturas irregulares (Fonte da autora)	130
Figura 106: Paredes do São Rock Climbing Indoor (Fonte da autora)	132

Figura 107: Espaço de trabalho Creme Climbing (Fonte da autora)	133
Figura 108: Diferentes mantas de fibra de vidro (Fonte da autora)	133
Figura 109: 1ª camada de resina e pigmento (Fonte da autora)	133
Figura 110: Moldes metálicos (Fonte da autora)	134
Figura 111: Rebarbas de fibra de vidro (Fonte da autora)	134
Figura 112: Diferentes configurações de moldes de presas (Fonte da autora)	134
Figura 113: Sistema de fixação das presas (Fonte da autora)	135
Figura 114: Diferentes configurações de presas de escalada (Fonte da autora)	135
Figura 115: Presas oferecidas pelo André (Fonte da autora)	135
Figura 116: Purgas transformadas em oficina (Fonte da autora)	137
Figura 117: Parafusos utilizados (Fonte da autora)	138
Figura 118: Broca metálica (Fonte da autora)	138
Figura 119: Berbequim de Percussão 710 W (Fonte da autora)	138
Figura 120: Tábua de madeira disponibilizada, com destaque para o defeito provocado por fita cola (Fonte da autora)	139
Figura 121: Três layouts distintos para a distribuição das purgas na parede (o último layout foi o selecionado para o desenvolvimento da parede final) (Fonte da autora)	140
Figura 122: Disposição das purgas sobre a tábua, considerando o layout definido anteriormente (Fonte da autora)	141
Figura 123: Processo de furação da tábua (Fonte da autora)	141
Figura 124: Posicionamento da tábua na vertical, com purgas pré-fixadas (Fonte da autora)	141
Figura 125: Fixação definitiva dos parafusos (Fonte da autora)	142
Figura 126: Porcas aplicadas na parte posterior da tábua (Fonte da autora)	142
Figura 127: Parede de escalada em contexto de utilização (Fonte da autora)	144
Figura 128: Purgas que constituem o conjunto de presas utilizadas na parede (Fonte da autora)	145
Figura 129: Testagem da funcionalidade das presas feitas com purgas reaproveitadas (Fonte da autora)	148
Figura 130: Zona de contacto das mãos com as presas (Fonte da autora)	150
Figura 131: Zona de contacto dos pés com as presas (Fonte da autora)	151
Figura 132: Testagem da funcionalidade das presas de purga, realizada pela 1ª participante. (Fonte da autora)	153
Figura 133: Testagem da funcionalidade das presas de purga, realizada pela 2ª participante. (Fonte da autora)	155
Figura 134: Cadeira da coleção <i>Ergos Special One</i> (Fonte da autora)	177
Figura 135: Estrutura metálica das cadeiras produzidas pela Nautilus (Fonte da autora)	177
Figura 136: Jitos de plástico (Fonte da autora)	177
Figura 137: Cadeiras empilhadas para transporte (Fonte da autora)	178
Figura 138: Purgas disponibilizadas (Fonte da autora)	178
Figura 139: Material separado por tipo de plástico e cor (Fonte da autora)	179
Figura 140: Peça produzida nos equipamentos <i>Precious Plastic</i> (Fonte da autora)	179
Figura 141: Amostras de peças produzidas no âmbito do projeto <i>Precious Plastic</i> (Fonte da autora)	179

Figura 142: Cadeira feita com plástico reciclado (Fonte da autora)	180
Figura 143: Impressão dos filmes plásticos flexíveis (Fonte da autora)	180
Figura 144: Plástico armazenado (Fonte da autora)	181
Figura 145: Embalagens produzidas pela Amcor (Fonte da autora)	181
Figura 146: Resíduos de purga (Fonte da autora)	184
Figura 147: Placas de plástico reciclado (Fonte da autora)	187
Figura 148: Produtos realizados no âmbito do projeto <i>Precious Plastic</i> (Fonte da autora)	187
Figura 149: Resíduos urbanos acumulados (Fonte da autora)	188
Figura 150: Resíduos plásticos (Fonte da autora)	189
Figura 151: Outras tipologias de resíduos (Fonte da autora)	189
Figura 152: Equipamento de separação de resíduos plásticos (Fonte da autora)	190
Figura 153: Resíduos plásticos armazenados em fardos compactados (Fonte da autora)	190
Figura 154: Purgas trituradas (Fonte da autora)	190
Figura 155: Purga do processo de injeção (Fonte da autora)	191
Figura 156: Processo de purga da máquina de injeção (Fonte da autora)	191
Figura 157: Purgas armazenadas no espaço exterior da fábrica (Fonte da autora)	191

ÍNDICE

Agradecimentos	3
Resumo	4
Abstract	5
Lista de abreviaturas e siglas	6
Lista de gráficos	7
Lista de tabelas	7
Lista de figuras	8

CAPÍTULO 1 | Introdução

1. Introdução	17
2. Motivações	18
3. Objetivos	19
4. Metodologia	20
5. Estrutura da dissertação	20

CAPÍTULO 2 | Enquadramento ao tema

1. Plástico	
1.1. Definição e características	23
1.2. Classificação dos polímeros	23
1.3. O ciclo de vida dos plásticos	24
1.4. Da ascensão do plástico na indústria à crise ambiental	27
	29
2. Resíduos Industriais	
2.1. Definição e classificação	31
2.2. Gestão de resíduos industriais em Portugal	31
2.2.1. Exemplos de boas práticas de gestão de resíduos	34
2.3. Resíduos plásticos	35
2.3.1. Principais métodos de gestão	38
	39

CAPÍTULO 3 | Design e Sustentabilidade

1. Contextualização histórica	
2. Relação do design com o consumismo	45
3. Dimensões da sustentabilidade	46
4. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	48
4.1. Environmental Action Programs (EAP)	50
5. Economia Linear vs. Economia Circular	53
6. Upcycling vs. Downcycling	53
7. Casos de estudo	59
	60

CAPÍTULO 4 | Redefinição e consolidação projetual

4.1. Abordagem Inicial	69
4.2. Análise Comparativa: tampas de plástico vs. purgas industriais	72
4.3. Purgas plásticas industriais	73
4.3.1. Definição e contextualização	73
4.3.2. Gestão atual de purgas industriais	79
4.3.3. Práticas empresariais de gestão e valorização de purgas_Nautilus	80
4.3.4. Potencial de valorização	82

CAPÍTULO 5 | Processo experimental

5.1. Experimentação inicial_FEUP	85
5.2. Visitas realizadas ao setor industrial	88
5.3. Recolha de material	88
5.4. Mapeamento e catalogação das purgas recolhidas	90
5.5. Técnicas de transformação das purgas_FBAUP	91

CAPÍTULO 6 | Desenvolvimento do produto

6.1. Exploração do potencial criativo das purgas	95
6.2. Proposta de aplicação	96
<u>Produto 1</u> : Mesa de centro	97
<u>Produto 2</u> : Presas de escalada	132

CAPÍTULO 7 | Considerações finais e perspetivas futuras

Bibliografia	160
Anexos	176



CAPÍTULO 1

Introdução

Introdução

A indústria do plástico é nitidamente reconhecida pelo seu impacto ambiental significativo, com efeitos devastadores nos ecossistemas terrestres e marinhos. A crescente poluição associada a esta indústria e provocada pela produção e descarte inapropriado de plásticos, contribui para a degradação ambiental, agravando a crise climática, que se destaca como sendo um dos maiores desafios globais da atualidade.

Desenvolvidos no final do século XIX, e popularizados ao longo do século XX, os plásticos vieram revolucionar drasticamente a forma como vivemos, produzimos e consumimos.

Conhecida como a “Era do plástico”, (Science Museum, 2019), esta matéria-prima tornou-se altamente valorizada pela indústria e consequentemente pelos consumidores, encontrando aplicações em praticamente todos os setores comerciais.

No entanto, o uso desenfreado e o descarte inadequado do plástico, provocaram efeitos preocupantes no meio ambiente, passando este material, de uma matéria-prima muito apreciada, para um problema normalizado numa sociedade cada vez mais consumista, onde o design ocupa um papel preponderante numa mudança de paradigma.

Símbolo de progresso e inovação industrial, o plástico é um dos materiais mais utilizados do século XXI. É urgente repensar a relação entre a indústria do plástico e meio ambiente. (Norman, 2023)

“(…) de acordo com um relatório da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), prevê-se que o consumo de plástico aumente de 460 milhões de toneladas em 2019 para 1.231 milhões em 2060, fazendo com que a quantidade de resíduos produzidos globalmente triplique nos próximos 38 anos.” (Plásticos: a maior ameaça dos oceanos , 2022).

Motivações

A crise ambiental que caracterizou o último século, contribuiu para uma forte consciencialização sobre a importância do design enquanto ferramenta de transformação social e ambiental.

Neste contexto, tornou-se particularmente relevante refletir sobre o papel do plástico no meio ambiente e na indústria, especialmente no que diz respeito à problemática que foi identificada no início desta investigação. Durante a visita à Codil, foi constatado a existência de um subproduto referente aos processos de transformação de plástico, identificado como purgas. No caso desta empresa, as purgas são reprocessadas através do método de trituração, integrando novamente no ciclo produtivo. Contudo ao analisar outras indústrias, constatei que em muitos casos, este tipo de excedentes produtivos não têm um destino definido, ou são geridos de forma incorreta pelas empresas, uma vez que a sua reciclagem exige equipamentos específicos que nem sempre estão ao alcance de todos.

O contacto com a Codil, foi o impulsionador para o desenvolvimento deste projeto, procurando atribuir um novo olhar sobre os resíduos de purga, maioritariamente vistos como lixo, propondo caminhos alternativos que evidenciem as suas potencialidades.

Tendo em conta a minha trajetória académica no âmbito do design, e todos os projetos desenvolvidos até ao momento, destaco a relevância deste projeto no sentido em que o design assume a responsabilidade de atuar de forma estratégica na valorização dos resíduos plásticos, promovendo práticas mais conscientes, direcionadas para o reaproveitamento, reciclagem e a reconfiguração dos materiais em fim de vida.

A pertinência deste tema, pretende agir em consonância com os desafios da atualidade, evitando a criação de mais resíduos, procurando soluções inovadoras, como uma resposta consciente à realidade atual.

Objetivos

A presente investigação, tem como principal objetivo, o estudo sobre o reaproveitamento de purgas plásticas recolhidas no âmbito industrial, em articulação com uma abordagem no design de produto. Purgas plásticas correspondem aos excedentes gerados pelo processo de limpeza das máquinas de injeção, extrusão e sopro, resultando numa massa solidificada com dimensões, durezas e propriedades distintas. Esta heterogeneidade que lhes é característica, apresenta-se como um entrave ao seu reprocessamento por métodos convencionais de reciclagem de plásticos.

Neste seguimento, o projeto propõe uma reinterpretação das purgas enquanto resíduo descartado, explorando as suas formas e características únicas, através da criação de um produto que valorize e transforme esta singularidade em qualidades positivas e benéficas no contexto do design e da sustentabilidade.

Assim, o projeto pretende unir a inovação e a consciência ambiental, aplicada à reinserção das purgas no ciclo de produção, promovendo uma estratégia de reaproveitamento que privilegie uma intervenção mínima no material. Esta abordagem pretende evitar processos de transformação que obriguem a um elevado gasto energético, como é o caso da trituração das purgas em contexto industrial através de equipamentos específicos.

Desta forma, através do produto criado, pretende-se validar uma abordagem alternativa para a reconfiguração destes resíduos, prolongando o seu ciclo e vida, atribuindo-lhe um novo valor aplicado a uma intervenção mais criativa, que contraria uma produção industrial.

Metodologia

O percurso metodológico desta dissertação foi estruturado em duas grandes etapas complementares.

Numa primeira fase, desenvolveu-se uma revisão da literatura com o objetivo de consolidar um enquadramento teórico sobre a problemática do plástico e da sua produção no contexto industrial.

Em seguida, realizou-se uma etapa de pesquisa de campo, que incluiu várias visitas a indústrias e contactos estabelecidos com vários profissionais da área. Esta aproximação com a realidade do setor industrial do plástico, permitiu analisar práticas associadas à produção dos plásticos e à geração das purgas, reconhecendo a dimensão da problemática em estudo.

A investigação incluiu uma fase de recolha de purgas plásticas e respetiva catalogação técnica, elaborando um método de identificação, que permitiu descrever as principais características intrínsecas de cada purga.

Posteriormente, realizou-se um processo experimental em contexto de oficina, no qual as purgas foram transformadas e analisadas. Os resultados obtidos, permitiram concluir que a mínima intervenção no material, seria a abordagem mais pertinente para explorar no desenvolvimento do produto final.

Por fim, o percurso metodológico, culminou na materialização de dois produtos distintos. Esta etapa envolveu uma análise de mercado, ideação criativa, experimentação do material, bem como a avaliação formal e funcional dos produtos criados.

Estrutura da dissertação

A organização estrutural desta dissertação, convida ao leitor, a percorrer de forma progressiva o desenvolvimento desta investigação, desde a fundamentação teórica até à componente prática. Esta organização permite compreender de forma clara e gradual, todas as etapas que culminaram no desenvolvimento de dois produtos distintos.

O **primeiro capítulo** refere-se a uma introdução desta investigação, abordando motivações que guiaram o desenvolvimento do projeto, bem como objetivos e metodologia aplicada no processo de investigação.

O **capítulo dois** introduz um enquadramento ao tema, referente aos plásticos e resíduos industriais. Primeiramente é feita uma contextualização sobre o impacto do uso e produção de plástico, analisando as suas características e ciclo

de vida, bem como a sua componente de aplicação na indústria. Após esta análise, a pesquisa é direcionada especificamente para os resíduos industriais, explorando o seu enquadramento e os diferentes métodos de gestão que lhes são aplicáveis.

O **capítulo três**, aborda a sustentabilidade aplicada ao contexto do design, explorando diversos conceitos que pretendem sustentar a criação de um produto com base no reaproveitamento de purgas plásticas. Para além disso, são apresentados seis casos de estudo, que integram a remática do reaproveitamento de materiais, incluindo exemplos práticos que utilizam purgas como elemento central do projeto. Com isto, possibilita-se uma compreensão mais clara do que já foi desenvolvido neste contexto.

O **capítulo quatro** começa por explicar os primeiros objetivos do projeto e descreve como o decorrer da investigação alterou o seu percurso após a visita a uma empresa. Com um novo foco, realizou-se uma análise mais pragmática e teórica aos resíduos de purga, contextualizando toda a envolvimento com o setor industrial, bem como a verificação das potencialidades de reaproveitamento do material. Adicionalmente estabeleceu-se o contacto direto com uma empresa, de forma a perceber a gestão das purgas numa perspetiva industrial aplicada a um caso real.

O **capítulo cinco**, inicia a uma abordagem mais prática e experimental das purgas, começando por descrever os vários contactos estabelecidos com empresas e profissionais que trabalham na temática do reaproveitamento e valorização de materiais. Para além disso, procede-se à recolha e posterior mapeamento e catalogação das purgas coletadas, que servirão de base para a realização de experiências futuras. Neste capítulo apresenta-se a diversidade de material recolhido, que contempla diferentes propriedades que servirão como critérios para a seleção e uso no desenvolvimento do produto final.

O **capítulo seis**, é dedicado ao desenvolvimento projetual dos dois produtos, iniciando por uma contextualização da proposta de aplicação. Seguidamente são apresentados de forma individual e autónoma todo o processo de desenvolvimento de cada uma das peças, que envolvem uma primeira fase análise de mercado, e seguidamente uma explicação detalhada sobre as diferentes etapas até à concretização dos produtos.

Por último, é realizada uma reflexão sobre todo o processo de desenvolvimento desta investigação, que contemplou diferentes etapas, enfrentou obstáculos ao longo do caminho e concluiu com a realização de dois produtos distintos, onde as purgas pretendem ser assumir um papel de protagonistas. Esta etapa incluiu também a definição de perspetivas futuras sobre o desenvolvimento destas duas peças.

Seguidamente apresentam-se os dados referentes à bibliografia e às informações adicionais incluídas nos anexos do documento.



CAPÍTULO 2

Enquadramento ao tema

1. Plástico

1.1. Definição e caracterísiticas

Ao longo do último século, os plásticos ganharam grande destaque no panorama industrial. A sua versatilidade, baixo custo e eficiência de utilização permitiram a sua aplicação em inúmeros produtos do nosso quotidiano, inserindo-se em diversos setores como o automóvel, aeroespacial e marítimo. (Johnson, 2014) No entanto, a maioria dos plásticos desenvolvidos, deriva de matérias-primas fósseis, o que tem gerado grande preocupação ambiental, sobretudo devido ao impacto da sua produção e descarte. (Plastics Europe: Association of Plastics Manufacturers)

Para perceber melhor esta problemática, é importante recuar até à Revolução Industrial do século XVIII, um período marcado por grandes transformações nos hábitos de consumo, impulsionado pela industrialização da produção e consequentemente pelo aumento da oferta de produtos a nível comercial. Neste contexto, os materiais tradicionais, provenientes de fontes biológicas, como a madeira e a pedra, e até mesmo materiais como o metal, foram rapidamente substituídos por plásticos, que têm a capacidade de serem facilmente moldados e possibilitam uma produção em série, tornando o plástico imprescindível na sociedade atual. (Marques & Marques, Um estudo sobre o plástico, 2024)

Esta transformação intensificou-se a partir da década de 1950, um período marcado pelo aumento significativo da produção de plástico. O fácil acesso ao material, devido ao seu baixo custo e à sua maleabilidade, levou ao desenvolvimento massivo de produtos descartáveis com baixa qualidade. Isto originou uma má perceção associada ao material, ainda que a fácil moldagem, permitisse criar formas mais complexas, que de outro modo, seriam realizadas por processos de fabrico mais caros. (Johnson, 2014)

A produção anual global de plásticos derivados de combustíveis fósseis, apresentou um crescimento significativo nas últimas décadas. Em 1950 a produção era de aproximadamente 2 milhões de toneladas, atingindo cerca de 438 milhões de toneladas em 2017. (Drowning in plastics-Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics, 2021) Contudo, ao contrário da tendência global, a Europa, tem vindo reduzir progressivamente a produção de plástico nos últimos anos, conforme é ilustrado no gráfico 1. (Plastics Europe, 2024)

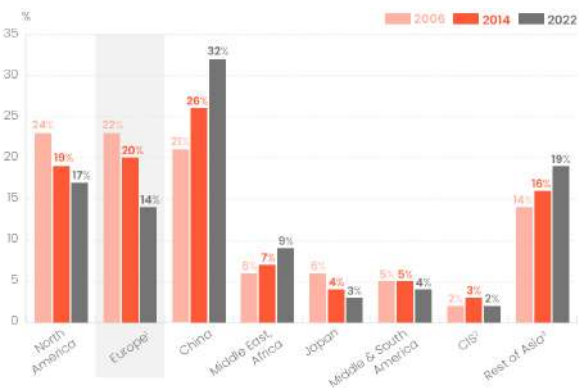


Gráfico 1. Produção global de plásticos na Europa (Plastics Europe, 2024)

Os plásticos, enquanto materiais poliméricos amplamente utilizados no nosso cotidiano, têm vindo a sofrer alterações na sua composição, sendo cada vez mais comum, que estes deixem de ser puros, passando a apresentar composições modificadas, com o objetivo de melhorar as suas propriedades. Estas modificações são realizadas com o intuito de adaptar os plásticos a diferentes aplicações, correspondendo assim às exigências de cada utilização. (Desidery & Lanotte, 2022)

Contudo, à medida que a sociedade evoluiu, também a percepção sobre o plástico começou a transformar-se. A sua durabilidade que antes era vista como uma característica vantajosa, agora é vista como um dos seus principais problemas, devido à sua permanência no meio ambiente, e à dificuldade da sua degradação natural. (Roland Geyer, 2017)

Neste sentido, apesar de nos referirmos ao plástico como um material único, este apresenta uma extensa variedade de composições, que resultam em diferentes tipos de polímeros. (Plastics – the Facts 2019) Assim, surgiu a necessidade de identificar e distinguir os diferentes tipos de plástico, de forma a facilitar a sua separação e reciclagem. Para isso, foi desenvolvido um sistema de identificação de resinas, criado pela *Society of the Plastics Industry, Inc (SPI)*, em 1988, formalizando-se mais tarde, através da norma ASTM D7611/D7611M-21, que estabelece um conjunto de códigos numéricos padronizados, - *Resin Identification Code (RIC Code)* - que têm por objetivo a identificação específica dos diferentes tipos de plásticos, consoante a sua composição. Estes códigos, são representativos por meio de um símbolo composto por um triângulo de setas, correspondente ao símbolo da reciclagem, contendo no seu interior, um número que varia entre 1 e 7 respetivamente. Os números estão associados aos seguintes tipos de plástico: 1-PET; 2-PEAD; 3-PVC; 4-PEBD; 5-PP; 6-PS; 7-OUTROS (ASTM INTERNATIONAL, 2022); (ASTM INTERNATIONAL)

A implementação destes códigos, veio facilitar a gestão dos resíduos plásticos durante o processo de reciclagem, contribuindo significativamente para o reconhecimento dos diferentes componentes do material, permitindo assim uma melhor e mais eficaz reutilização dos produtos.

Compreender a diversidade dos plásticos que fazem parte do nosso dia a dia, é essencial para promover uma utilização mais responsável e um descarte mais consciente, contribuindo para a gestão dos resíduos de forma mais eficiente e sustentável.

1.2. Classificação dos polímeros

Etimologicamente, o termo plástico deriva do latim *plasticus*, que significa “*fit for molding, capable of being molded into various forms; pertaining to molding*” (Etymonline, s.d.)

Esta definição destaca as principais características dos plásticos, nomeadamente a sua maleabilidade, baixo peso e versatilidade de aplicações, o que lhes permite assumir diferentes formas quando submetidos a calor ou pressão sobre o material.

O plástico é classificado como polímero, e um polímero é composto por cadeias de macromoléculas, formadas pela repetição de unidades estruturais denominados de monômeros, ligados entre si por ligações covalentes. (Strobl, 2007)

Neste contexto, existem inúmeras formas de classificação dos polímeros, sendo que a presente investigação analisará as classificações organizadas segundo as suas propriedades e aplicações. (Bower, 2002) Posto isto, os polímeros podem ser classificados em dois grandes grupos, de acordo com a origem da sua composição: naturais e sintéticos.

Os polímeros naturais são elementos derivados da natureza, mais concretamente de plantas e animais, como é o caso da madeira, lã, algodão, celulose e seda, representando uma alternativa biológica aos polímeros sintéticos.

Por outro lado, com o fim da segunda guerra mundial, o aumento da procura por materiais com elevado desempenho, e a percepção de que a natureza, não conseguia acompanhar as exigências industriais, levou à intensificação do desenvolvimento de polímeros sintéticos, com características versáteis, a baixo custo e com propriedades relativamente superiores aos polímeros naturais. (William D. Callister & Rethwisch)

Contrariamente aos polímeros naturais, os sintéticos apresentam-se com características inteiramente artificiais, com manipulação da sua composição, através da modificação química e adição de aditivos que têm o objetivo de modificar as propriedades do material, tornando-os adaptáveis a diferentes aplicações e requisitos projetuais.

Neste sentido, entre os polímeros sintéticos, destaca-se a classificação quanto ao seu comportamento térmico e mecânico, que os agrupa em três categorias: termoplásticos, termoendurecíveis e elastómeros. (Rosato, Rosato, & Rosato)

O comportamento térmico, é uma das propriedades mais relevantes dos polímeros, influenciando diretamente a sua aplicabilidade e possibilidade de ser reciclado e reprocessado. (Desidery & Lanotte, 2022) Para além disso, a forma como estes reagem quando submetidos a forças mecânicas a elevadas temperaturas, depende diretamente da sua organização molecular. (William D. Callister & Rethwisch)

A relação entre a estrutura molecular e o comportamento térmico, torna-se evidente no caso dos termoplásticos, que apresentam cadeias moleculares longas e com ramificações pontuais ao longo da estrutura. Esta caracterização permite que estes polímeros sejam facilmente moldados, uma vez que, quando aquecidos sofrem alterações na sua forma, através do amolecimento, deformação ou mesmo fusão do plástico. Quando arrefecem, endurecem e retornam ao seu

estado sólido, sendo este um processo reversível que pode ser aplicado repetidas vezes no material, sem comprometer a sua estrutura química. Esta característica torna os termoplásticos, amplamente versáteis e ideais para serem aplicados em projetos onde a reciclagem e a reutilização do material são fatores essenciais a considerar. (Desidery & Lanotte, 2022); (Silva, 2024)

Para além disso, os termoplásticos podem apresentar-se sob duas formas de organização da cadeia molecular: amorfos ou semi-cristalinos. Os polímeros amorfos caracterizam-se pela sua aparência transparente, apresentando baixa resistência química e geralmente possuem uma menor resistência mecânica. Enquanto isso, os polímeros semi-cristalinos, refletem uma aparência translúcida ou opaca, caracterizando-se por uma excelente resistência química e, de modo geral, uma superior resistência mecânica. (Johnson, 2014)

Entre os diversos tipos de termoplásticos, destacam-se os seguintes: polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), Policloreto de vinila (PVC) e Polietileno tereftalato (PET) (Ed Cook, 2018)

Os polímeros termoendurecíveis apresentam uma estrutura reticulada, que resulta da formação de ligações covalentes entre as cadeias moleculares, ocorridas durante o processo de polimerização, tratamento químico ou térmico. (Fried, 2014) Estas redes moleculares densas, permitem que o polímero após a cura (alteração das propriedades físicas do material, através de agentes químicos, transformando um material maleável, em um material rígido), não possa ser reprocessado por aquecimento, apresentando uma elevada rigidez, e significativa resistência térmica e mecânica. Devido à incapacidade de reprocessamento do material, este torna-se ideal para aplicações em revestimentos, adesivos, compósitos e componentes sujeitos a elevadas temperaturas, onde o desempenho térmico do material é crucial para a sua eficácia. Contudo, as suas propriedades irreversíveis, limitam a sua reciclagem, tornando-se um desafio para muitos projetos. (Fried, 2014); (Bower, 2002).

Entre os vários tipos de plásticos termoendurecíveis, destaco, o Poliuretano (PU), a Resina Epóxi (EP) e Melamina-formaldeído (MF). (Ed Cook, 2018)

Os elastómeros pertencem à terceira categoria dos polímeros sintéticos, sendo caracterizados por longas cadeias moleculares com ligações covalentes pontuais. Esta estrutura molecular, confere-lhes propriedades de elevada elasticidade, permitindo que retornem à sua forma original após serem deformados. A capacidade de recuperação da sua forma, após a deformação do material, é das principais características dos elastómeros, para além de apresentarem uma excelente resistência a elevadas temperaturas, a abrasão e a produtos químicos. Isto torna os elastómeros, amplamente versáteis para diversas aplicações do nosso quotidiano, como pneus de automóveis, luvas, calçado, mangueiras, entre outras, para além de desempenharem um papel crucial no setor biomédico, devido à sua biocompatibilidade e capacidade de adaptação ao corpo humano. (William D. Callister & Rethwisch); (Strobl, 2007)

Se por um lado, os polímeros naturais oferecem alternativas de aplicações bio-

lógicas, por outro, os sintéticos, permitem a alteração das suas propriedades através de alterações químicas na sua composição. A classificação dos polímeros sintéticos em termoplásticos, termoendurecíveis e elastómeros, permite uma melhor compreensão sobre a sua estrutura molecular e comportamento físico, facilitando assim a escolha do material mais adequado para cada tipo de aplicação, optando por alternativas mais sustentáveis.

1.3. O ciclo de vida dos plásticos

O ciclo de vida dos plásticos inclui todas as fases, desde a extração da matéria-prima, até ao final da sua vida útil, passando pela etapa de design e produção, distribuição do produto, utilização e manutenção, e por fim o seu descarte, reciclagem ou recuperação.

Industrialmente, os plásticos e a gestão do seu final de vida útil são abordados por estratégias distintas, que incluem o reprocessamento do material através da sua transformação em pellets ou flocos de plástico, que são reintegrados na linha de produção como matéria-prima de origem reciclada. No entanto, ainda prevalecem métodos tradicionais de descarte, como o depósito em aterros, contaminando os solos e as águas do subsolo; o descarte dos resíduos no meio ambiente; ou mesmo a incineração, que resulta na perda total dos recursos, uma vez que a recuperação da energia durante a queima é limitada. Para além disso, a incineração, é muitas vezes utilizada para o tratamento de resíduos plásticos que não podem ser reciclados, libertando gases tóxicos para a atmosfera. Dados indicam que desde 1950, apenas cerca de 10% dos plásticos tenham sido verdadeiramente reciclados ou reutilizados, prolongando assim a sua vida útil. (Drowning in plastics-Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics, 2021)

Apesar das várias iniciativas relacionadas com a gestão de resíduos industriais, muitas empresas continuam a optar pelo descarte dos resíduos plásticos gerados durante a produção, em vez de investirem na reciclagem. A principal causa desta escolha, prende-se com a perspetiva económica sendo o custo, um fator decisivo na priorização de questões financeiras em detrimento do processo de reciclagem. Do ponto de vista económico, o processo de reciclagem ainda é visto como uma atividade pouco vantajosa para muitas empresas, não gerando retornos financeiros significativos. (Paoli, 2005)

Um dos principais problemas associados a diversas fases do ciclo de vida dos plásticos é a formação de microplásticos. Estes são formados principalmente na etapa de descarte dos produtos, uma vez que a sua gestão inadequada, resulta na formação e disseminação de microplásticos em ambientes terrestre e aquático. (Borrelle, 2020)

Microplásticos, entendem-se por pequenos fragmentos de plásticos com di-

menções menores do que 5 milímetros. A sua presença torna-se cada vez mais comum nos oceanos, no solo, no ar, e até mesmo nos alimentos que consumimos diariamente. (GESAMP, 2016)

A sua estrutura é classificada em dois tipos (Courtney Arthur, 2009): os microplásticos primários e os secundários. Os microplásticos primários são matérias-primas projetadas para serem incorporadas durante a produção de produtos plásticos. No entanto durante o seu manuseio, existe a probabilidade de perda de material.

Já os microplásticos secundários são originados pelo desgaste e fragmentação de plásticos de maiores dimensões. Estes são os mais comuns no meio ambiente, sendo facilmente transportados do solo para os oceanos por meio do vento. A sua formação ocorre por diversas razões, nomeadamente pelo desgaste dos plásticos devido à radiação UV, que os torna mais frágeis, assim como a perda de material durante a produção industrial. (Hann, et al., 2018); (GESAMP, 2015). Outro fator diretamente ligado à formação de microplásticos é o uso de produtos plásticos pela indústria pesqueira, que é responsável por cerca de 1 milhão de toneladas de resíduos depositados nos oceanos anualmente. (Siegle, 2018)

Uma vez formados em terra, estes microplásticos são facilmente transportados para a água, comprometendo a qualidade do ar, da água e dos solos. Este processo afeta não só o meio ambiente, mas também impacta diretamente a saúde humana e dos animais marinhos, uma vez que estes plásticos são frequentemente ingeridos por diversas espécies aquáticas. (Stephanie L. Wright, 2013)

O ciclo de vida dos plásticos, desde a sua produção até ao descarte, apresenta grandes desafios, especialmente no que diz respeito à perda de material durante o processo e à má gestão dos resíduos no final da sua vida útil. Neste sentido é fundamental repensar o seu desenvolvimento e consequentemente o seu descarte, promovendo práticas mais sustentáveis e conscientes, de forma a reduzir o impacto ambiental dos plásticos no nosso planeta.



Figura 1. Resíduos plásticos descartados

1.4. Da ascensão do plástico na indústria à crise ambiental

A indústria do plástico desempenha um papel fundamental no desenvolvimento económico e tecnológico das sociedades modernas, apresentando diversas soluções versáteis para uma ampla variedade de aplicações. Desde 1950, que a produção de plástico tem vindo a aumentar de forma significativa, registando uma taxa média anual de aproximadamente 9%. (Gráfico 2) (Morten W. Ryberg, 2018)

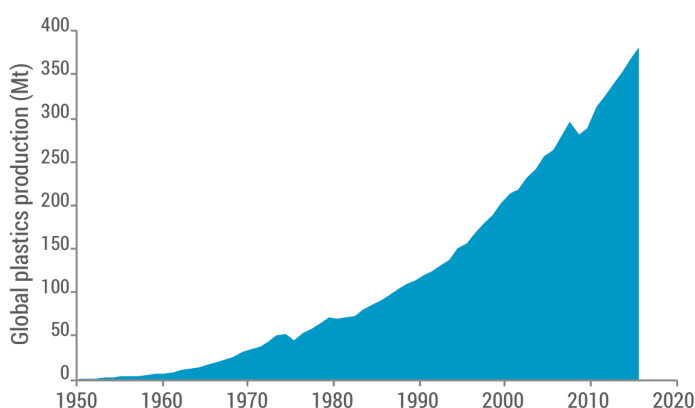


Gráfico 2. Produção global anual de polímeros, 1950-2015 (Morten W. Ryberg, 2018)

Apesar da sua versatilidade, baixo custo e ampla variedade de aplicações em diversos setores, os plásticos têm levantado graves preocupações ambientais. A maioria dos plásticos comuns, deriva de matérias-primas fósseis, como o carvão e o petróleo, implicando que a sua extração e processamento contribuam para o aumento das emissões de CO₂. (Plastics Europe: Association of Plastics Manufacturers)

De acordo com a *Plastic Europe*, em 2018, estima-se que a produção global de plástico, tenha atingido valores correspondentes a 360 milhões de toneladas. No mesmo período, a produção na Europa, foi responsável por 62 milhões de toneladas. (Plastics – the Facts 2019) Estes números ilustram não só a dimensão da indústria do plástico, mas também o seu impacto económico e ambiental a nível global.

Para além do volume expressivo de produção, é importante compreender de que forma é que este material é distribuído nos diferentes setores.



Gráfico 3. Distribuição da conversão de plásticos por setor de aplicação na Europa em 2022 (Plastics – the fast Facts 2023)

Como podemos constatar no seguinte gráfico (Gráfico 3) os setores predominantes na conversão de plásticos na Europa em 2022, foram o de embalagens, representando 39% do total de plástico, seguido pela construção civil com 23% e pelo setor automóvel com 8%. (Plastics – the fast Facts 2023)

Neste sentido, entre os produtos mais produzidos destacam-se as embalagens feitas em LDPE, (como sacos plásticos e películas para embalagens alimentares), HDPE (embalagens de leite e champô), e PET (garrafas de água), que são grande responsável pela poluição ambiental. Estima-se que só em 2018 tenham sido comercializadas cerca de 481,6 bilhões de garrafas. Em conjunto, estes produtos são responsáveis por aproximadamente 36% do consumo mundial de plástico, muitos com carácter de utilização única, e por isso de fácil descarte. (Drowning in plastics-Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics, 2021)

Segundo dados do Parlamento Europeu, em 2021 a União Europeia foi responsável por 36,1 kg de resíduos de embalagens de plástico por habitante, num total de 16,13 milhões de toneladas geradas. Destes resíduos, apenas 6,56 milhões de tonelada foram efetivamente recicladas. (Parlamento Europeu, 2024)

As embalagens de plástico, rapidamente substituíram materiais tradicionais como o papel o vidro e o metal, devido à sua praticidade de utilização e o seu baixo custo associado. (Geyer, 2020) No entanto, a facilidade com que estes materiais são descartados, contribui significativamente para a poluição ambiental, principalmente a poluição aquática, uma vez que estes resíduos representam cerca de 15.9% do lixo nos oceanos e 74.5% nos rios. (A.E. Schwarz, 2019) Entre os principais produtos plásticos encontrados em áreas costeiras, destacam-se as embalagens de alimentos, as garrafas de bebidas, as tampas das respetivas garrafas, os sacos plásticos, e copos e pratos descartáveis. (Schutes, 2019)

Por outro lado, setores como a construção e os transportes, logo após as embalagens, representam uma das maiores percentagens de utilização do plástico, embora neste caso, o material é frequentemente utilizado durante um maior período de tempo. (Ed Cook, 2018)

Apesar da notória presença dos plásticos em diversos setores industriais, e da evidente necessidade de uma abordagem mais sustentável, a reciclagem surge como uma estratégia para minimizar os impactos ambientais causados. Contudo, a reutilização do plástico, é um processo complexo que envolve desafios técnicos significativos, com barreiras à sua concretização.

Entre os principais desafios enfrentados destaca-se a combinação de materiais, que dificulta a separação dos diferentes resíduos ou dos diferentes tipos de plástico; a contaminação de resíduos plásticos, que exige processos adicionais de limpeza e higienização do material; para além do facto de que economicamente não é uma atividade altamente lucrativa, sendo que o preço a que é comercializado, bem como a qualidade dos materiais virgens, prevalecem sob os materiais reciclados, sendo uma opção pouco explorada pelos consumidores. (Parlamento Europeu, 2024); (Emma Strömberg, 2024)

Deste modo, as taxas globais de reciclagem de plástico são cada vez mais baixas, uma vez que, quando não reciclados, os resíduos plásticos são maioritariamente incinerados, depositados em aterros sanitários ou descartados diretamente no meio ambiente. (Geyer, 2020)

2. Resíduos Industriais

2.1. Definição e caracterísiticas

No contexto industrial, os resíduos originados durante a produção, representam um dos maiores desafios ambientais e económicos, sobretudo os plásticos, devido à sua elevada durabilidade, que dificulta todo o processo de reciclagem e de gestão.

Segundo a definição do *Eurostat* (Eurostat, 2023), resíduos industriais são entendidos por materiais descartados produzidos no âmbito industrial, que dependendo da sua composição, podem ou não ser reciclados, independentemente de se apresentarem em estado líquido ou sólido.

A geração de resíduos é um processo inevitável no contexto de produção industrial, contudo o seu descarte é sinónimo da perda de recursos materiais e energéticos. Para além disso, a sua má gestão prejudica diretamente a saúde humana e o meio ambiente, causando danos que persistem por séculos, afetando a biodiversidade por meio da poluição da água, do ar e do solo.

Em 2022, estima-se que na União Europeia cerca de 2233 milhões de toneladas de resíduos foram gerados no âmbito das principais atividades económicas e agregados familiares. (Eurostat, 2024)

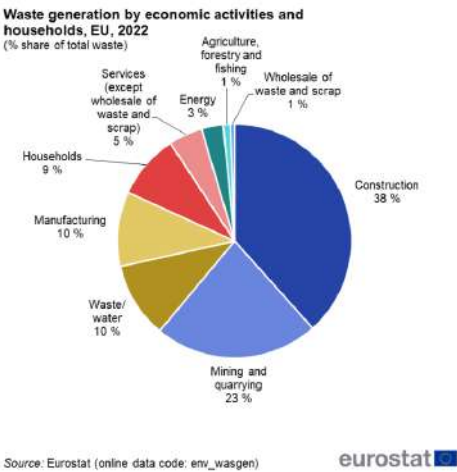


Gráfico 4. Análise percentual da geração de resíduos nos diferentes setores económicos (Eurostat, 2024)

Como podemos observar no gráfico 4, este apresenta de forma segmentada os diferentes setores económicos que contribuíram para a geração de resíduos. Neste contexto, destaca-se o setor industrial, responsável por 10% do total de resíduos gerados na UE. Entre estes, inserem-se as purgas plásticas, um subproduto da indústria de transformação de plásticos, que são geradas durante processos de limpeza dos equipamentos, nomeadamente na troca de material ou cor. Embora sejam frequentemente descartadas, a geração destas purgas obriga a uma exploração de novas abordagens para reaproveitamento e valorização do

material. O principal objetivo, é a minimização significativa dos impactos provocados pelo seu descarte, ou pela reciclagem através da sua transformação, que obriga a um elevado consumo energético.

Estima-se que em 2018, tenham sido geradas mais de 343 milhões de toneladas de resíduos plásticos. Deste total, aproximadamente 90% correspondem a resíduos pós-consumo, enquanto os 10% restantes referem-se a resíduos pré-consumo, originados durante o processo de produção. Nos resíduos pré-consumo inserem-se os resíduos plásticos (purgas), fruto da troca de material, cor ou erros de produção. (Geyer, 2020)

Assim sendo, um dos principais objetivos da União Europeia, é conseguir através das políticas de gestão de recursos, minimizar os danos causados no meio ambiente, reduzindo assim a geração de resíduos e incentivando a reciclagem e o descarte consciente, de forma a atenuar os impactos ambientais provocados. (Eurostat, 2024)

Para orientar uma gestão dos resíduos mais eficiente, a União Europeia, estabeleceu uma hierarquia que define prioridades claras, como: a prevenção e a redução da geração de resíduos, seguida pela reutilização, reciclagem, recuperação nas suas diversas formas e por fim a eliminação, que é o método de gestão menos desejável. (Drowning in plastics-Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics, 2021)

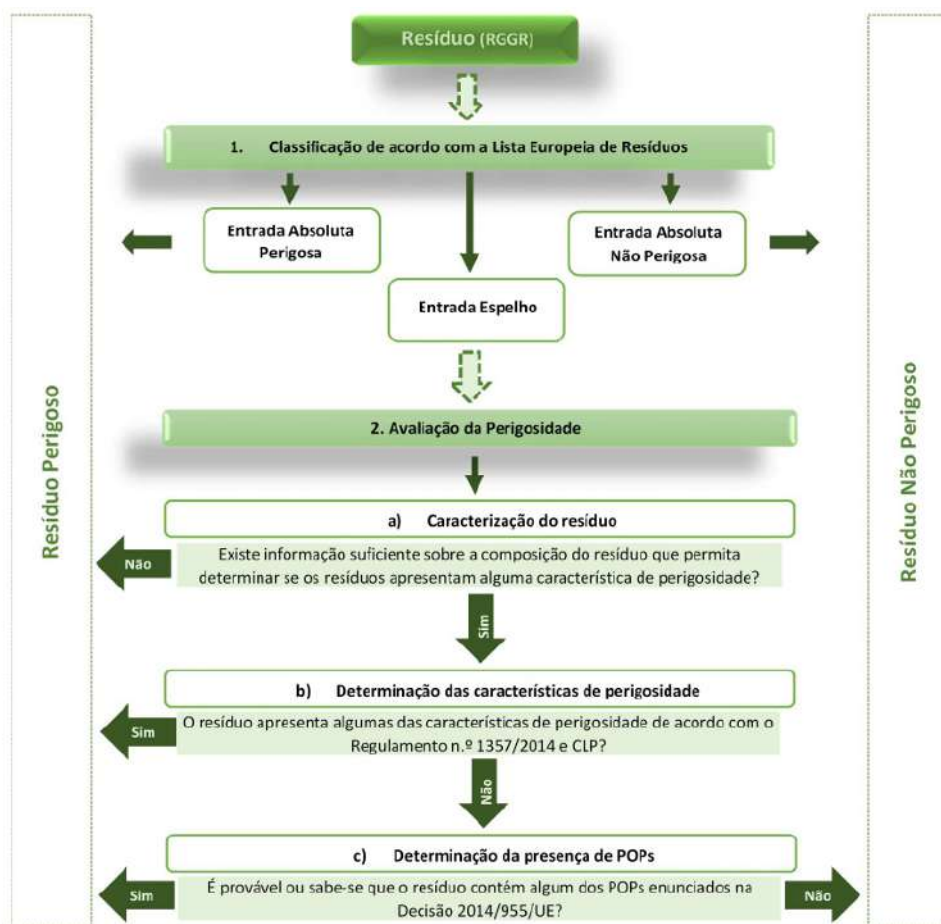


Figura 2. Processo de classificação de resíduos (Agência Portuguesa do Ambiente, 2020)

Neste sentido, foram criadas normas e diretrizes que regulamentam a classificação dos resíduos desde a sua origem até ao descarte.

A classificação dos resíduos segue normas específicas, que definem critérios para a sua identificação. De acordo com a Lista Europeia de Resíduos (LER), estabelecida na Diretiva 2008/98/CE, os resíduos são organizados segundo categorias que definem a sua composição e origem, como podemos contatar na (Figura 2). Esta lista definiu uma terminologia padronizada, de forma a classificar os resíduos de maneira igual em toda a UE. (Implementation of the Waste Framework Directive, s.d.); (Agência Portuguesa do Ambiente, 2020)

Em Portugal, esta diretiva foi aplicada através do Decreto-Lei n.º 102-D/2020, que estabelece o regime geral aplicável à gestão de resíduos, definindo princípios como a hierarquia dos resíduos, anteriormente abordada. (Diário da República, 2020)

Esta classificação ocorre através da atribuição de códigos de seis dígitos, sendo os dois primeiros referentes ao capítulo, os dois seguintes ao subcapítulo e os dois últimos identificam o resíduo específico. (Agência Portuguesa do Ambiente, 2020) Um exemplo desses códigos LER, são os resíduos plásticos provenientes de embalagens, identificados pelo código 15 01 02.

Dentro das diversas categorias de resíduos, encontramos os resíduos industriais que incluem todos os materiais resultantes de atividades industriais, nomeadamente os resíduos classificados como perigosos ou não perigosos.

Na UE em 2022, cerca de 119,0 milhões de toneladas de resíduos, foram identificados como materiais perigosos. Estes apresentam elevados riscos para a saúde humana e para o ambiente, sendo caracterizados pela sua toxicidade, inflamabilidade, corrosividade, exigindo um tratamento específico mais rigoroso, para o seu manuseamento e eliminação. (Eurostat, 2024)

Por outro lado, os resíduos classificados como não perigosos, como a madeira e alguns plásticos industriais, como é o caso de certas purgas, não apresentam riscos diretos para a saúde humana e para o meio ambiente, sendo estes mais fáceis de reutilizar, ou até mesmo transformar de forma a valorizar o material. Porém a gestão inadequada destes resíduos pode levar à contaminação dos solos, recursos hídricos e da qualidade do ar. (Raut, Raut, Bhanvase, R.Randive, & J.Dhoble, 2023)

2.2. Gestão de resíduos industriais em Portugal

A intensificação da produção industrial, e o consequente aumento de resíduos gerados, provocou uma pressão significativa na forma como estes são tratados, ultrapassando em muitos casos a capacidade da sociedade os gerir adequadamente no final do seu ciclo de vida. (Ed Cook, 2018)

Esta realidade tem impactado consideravelmente os ecossistemas. Neste sentido, a União Europeia implementou diversas políticas centradas na gestão de resíduos, com o objetivo de reduzir significativamente os impactos ambientais provocados pela indústria. (Veleva, 2022) Neste contexto, surgiu o Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos Industriais (PESGRI), como uma ferramenta para orientar a recolha e o tratamento de resíduos a nível nacional, promovendo a redução da produção de resíduos e incentivando a reutilização e reciclagem. O PESGRI tem como premissa, o alinhamento das práticas industriais, com as metas estabelecidas pela União Europeia. (Agência Portuguesa do Ambiente, 2021) Neste contexto, foi criado um Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais (PNAPRI), que consiste numa estratégia voltada para a minimização da produção e da perigosidade dos resíduos industriais, alinhada com o princípio poluidor-pagador, ao incentivar os setores empresariais a adotarem práticas mais sustentáveis dentro das próprias instituições. Para isso, foi desenvolvida uma hierarquia de prioridades para a gestão ambiental, tendo como principal foco o desenvolvimento sustentável, onde as empresas são incorporadas nos conceitos de “prevenção da poluição” e “produção mais limpa”.

A produção mais limpa surge como uma estratégia preventiva aplicada aos métodos de produção e consequentemente aos produtos criados. Neste sentido promove-se a eficiência na utilização dos recursos, a substituição ou minimização do uso de substâncias perigosas e a diminuição do impacto ambiental que os produtos provocam durante todo o seu ciclo de vida.

Por outro lado, a prevenção da poluição, adota uma abordagem centrada na redução do uso de substâncias perigosas ou contaminantes ao longo dos processos produtivos, de forma a minimizar os impactos negativos no meio ambiente e na saúde humana. Para alcançar estes objetivos, são propostas alterações tanto nos equipamentos utilizados, como nos métodos de produção. Além disso, é fundamental repensar a fase de design do produto, promovendo a substituição de matérias-primas perigosas por alternativas menos agressivas e incentivando práticas como a manutenção preventiva dos produtos, de forma a prolongar a sua vida útil.

Como referido anteriormente, o princípio poluidor-pagador tem por objetivo responsabilizar os produtores pelos impactos ambientais dos seus produtos no final da sua vida útil. Para além das principais vantagens a nível ambiental, esta abordagem revela-se bastante benéfica do ponto de vista empresarial. Entre os principais benefícios, destacam-se a redução do consumo de matérias-primas virgens, a diminuição dos custos associados ao tratamento de resíduos, seja pela sua transformação, transporte ou depósito em aterros. Ao adotar práticas

ambientalmente responsáveis, as empresas adquirem um estatuto de responsabilidade socioambiental, o que fortalece a sua imagem no mercado, possibilitando atingir novos clientes ligados à temática da sustentabilidade. (INETI, 2001)

2.2.1. Exemplos de boas práticas de gestão de resíduos



Figura 3. Logotipo Codil (Codil, s.d.)

Panorama nacional: Codil

A Codil é uma empresa portuguesa, sediada em Fajões, que se distingue pelo seu compromisso com a sustentabilidade, adotando práticas conscientes na produção e no desenvolvimento de produtos plásticos. Com mais de 40 anos de experiência na indústria, a Codil é uma referência na produção de artigos plástico para uso doméstico.

A sua missão passa por uma produção mais consciente e inovadora, onde os recursos são reincorporados no ciclo produtivo para criação de novos produtos, uma vez que estes são concebidos com foco na durabilidade e na reciclabilidade no final da sua vida útil. Um dos principais objetivos desta empresa é dar uma nova vida aos resíduos desperdiçados, de forma a atender as necessidades atuais do mercado e do ecossistema, ao mesmo tempo que promove um modelo de produção e consumo, com impacto positivo a longo prazo.

Neste sentido, direcionados para uma abordagem mais sustentável, a Codil, criou linhas de produção que integram resíduos destinados ao descarte, permitindo a sua reintegração no processo produtivo, e consequentemente em novos produtos. Para isso, a empresa investiu em equipamentos especializados, que permitem a reciclagem interna desses resíduos.

Esta estratégia assegura a circularidade total da matéria-prima, ao transformar os desperdícios resultantes de pós-produção, em material reaproveitado e reintegrado no ciclo de fabricação. Assim elimina-se a geração de resíduos e reduz-se a necessidade de utilização de matéria-prima virgem.

Durante a idealização dos seus artigos, um dos principais cuidados é a coerência na escolha dos materiais. Sempre que possível, a Codil cria produtos que sejam fabricados a partir de um único tipo de material, facilitando o processo de reciclagem. Para além disso, a empresa tem como prioridade, a incorporação de material reciclado no maior número possível de produtos.

Como não só a produção e o descarte têm impactos significativos no meio ambiente, a Codil repensou também a forma como os produtos são transportados e distribuídos. Assim foram criadas soluções empilháveis, que permitem otimizar o espaço de armazenamento e reduzir a pegada ecológica.

Adicionalmente, foram realizadas melhorias tecnológicas com impacto na eficiência energética, nomeadamente com a substituição das máquinas de injeção por equipamentos elétricos, para além da instalação de painéis fotovoltaicos, que reduz a dependência de recursos energéticos limitados.

Um exemplo concreto deste compromisso com a sustentabilidade, é o projeto *“Stuff WC Coffee Grounds”*, que reflete o esforço da

empresa para integrar práticas mais conscientes e inovadoras no desenvolvimento de novos produtos. Este projeto consiste na utilização de resíduos orgânicos, como é o caso das borras de café, para a criação de peças de mobiliário, aliando a funcionalidade inerente ao produto, à responsabilidade ambiental, através da valorização de resíduos, que para muitos seriam descartados como lixo. (Codil, s.d.)

Desta forma, a Codil evidencia a sua consciência ambiental, através da adesão em iniciativas como o Pacto Português para os Plásticos, a Sociedade Ponto Verde, e a SEDEX aliada às certificações ISO 9001 e ISO 14001, que funcionam como selos de garantia do desempenho da empresa em termos de responsabilidade ambiental e gestão de qualidade.

Panorama internacional: Unilever

A Unilever, uma multinacional de referência no setor de bens de consumo, com mais de um século de história, tem vindo a destacar-se pelo seu compromisso com a sustentabilidade, em particular na transição para uma economia circular, no que diz respeito a resíduos plásticos.

Consciente do impacto ambiental gerado pelo uso de plástico nas suas embalagens, a *Unilever* repensou a sua forma de agir, procurando por métodos e soluções mais sustentáveis. O design das embalagens continua a cumprir critérios rigorosos nomeadamente no que diz respeito à segurança, mas com uma maior preocupação no impacto ambiental inerente ao seu desenvolvimento.

Neste sentido, a empresa propõe métodos de mudança centrados em três pilares fundamentais: redução, circulação e colaboração. Estes princípios promovem a transformação das embalagens, desde a conceção até ao descarte, tendo em conta todo o seu ciclo de vida.

Um dos principais desafios enfrentados, é a utilização de embalagens de plástico flexíveis, cujo processo de reciclagem é bastante complexo. Neste sentido, a Unilever investiu no desenvolvimento de alternativas que sejam igualmente práticas de utilizar, mas que possam ser recicláveis ou compostáveis. Uma das soluções encontradas é a substituição do plástico, por embalagens de papel.

Neste contexto, foram definidas metas específicas:

- Reduzir a utilização de plástico virgem, incorporando soluções que privilegiem o uso de plástico reciclado.
- Garantir que as embalagens plásticas, possam ser reutilizáveis, recicláveis ou compostáveis.
- Criar uma rede de recolha e transformação de embalagens plásticas usadas.



Figura 4. Logotipo *Unilever* (Unilever, s.d.)

Com estas medidas, os resultados começaram a surgir. Em 2019, a utilização de plástico virgem foi reduzida em 23% e 57% das embalagens permitem ser recicladas, reutilizadas ou compostadas. Para além disso 21% das embalagens comercializadas continham plástico reciclado na sua composição.

Entre as diversas transformações desenvolvidas, destaca-se a alteração de formatos de embalagens, que permitem criar soluções reutilizáveis e recarregáveis, prolongando assim a vida útil do produto e reduzem a necessidade de descarte imediato. A introdução de sistemas de recarga é um exemplo concreto dessa transformação, que permitem o consumidor reutilizar a embalagem original inúmeras vezes.

Um ponto central na estratégia da *Unilever*, é a colaboração com diversas entidades. Uma das parcerias sonantes é a *Fundação Ellen MacArthur*, cujo objetivo é a divulgação de novos modelos de embalagens baseados em métodos de reutilização. Para além disso, a adesão da *Unilever* ao Compromisso Global, promovido pela *Fundação Ellen MacArthur* e pela ONU, envolvem metas e diretrizes objetivas, para a redução do impacto do plástico no meio ambiente.

Para garantir a eficácia da reciclagem, é fundamental investir na criação de métodos de recolha e separação de resíduos, que permitam uma gestão adequada dos materiais, garantindo que cada tipo de resíduo será encaminhado para o processo de reciclagem mais apropriado. Este processo requer o envolvimento de diversos intervenientes, nomeadamente governos, e organizações não governamentais (ONG), até consumidores individuais. Esta colaboração tem como intuito, acelerar a transição para um sistema mais sustentável, através de investimentos na criação de novas regulamentações e infraestruturas adequadas. (Unilever, s.d.)

2.3. Resíduos plásticos

O plástico é um dos principais recursos da sociedade moderna, que está amplamente presente em quase tudo o que nos rodeia.

No setor industrial, os resíduos plásticos não se limitam apenas a excedentes produtivos, incluindo também produtos defeituosos, materiais gerados durante a limpeza do equipamento, troca de cor ou de material, e sobras da própria produção. A gestão destes resíduos obriga à criação de várias estratégias, onde o principal objetivo é minimizar os impactos negativos, e simultaneamente, otimizar o seu valor. (Hahladakis, Gerasimidou, & Iacovidou, 2020);

Como observado no gráfico 5, a utilização dos plásticos observa-se com maior intensidade no setor das embalagens, com destaque para materiais como PE-LD, PE-LLD, PE-HD, PP e PET. Estes dados reforçam a forte presença dos plásticos em aplicações de curta utilização, tornando-se um desafio em termos de gestão ambiental de resíduos. (Kim Ragaert, 2017)

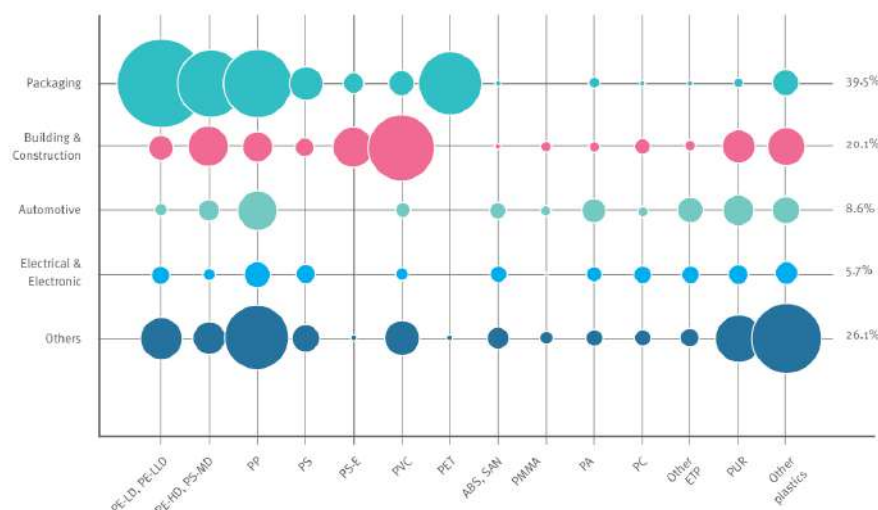


Gráfico 5. Distribuição de plásticos por tipo de polímero e setor (Plastics Europe, 2015)

Devido à sua forte utilização, a UE tem implementado diversas políticas governamentais, com o objetivo de restringir o uso de embalagens descartáveis, de forma a reduzir os impactos ambientais associados. (Veleva, 2022)

Neste sentido, as características dos plásticos têm contribuído de forma significativa para o crescimento acelerado da gestão de resíduos, o que ressalta a necessidade de intervenção por meio da consciencialização pública por parte das instituições governamentais e órgãos políticos, promovendo hábitos de consumo e descarte mais responsáveis. (Plabani Roy, 2024)

Assim, considerando a hierarquia dos resíduos, é essencial avaliar os seus diferentes métodos de tratamento, salientando que o modo como estes são geridos

no final do seu ciclo de vida, impacta diretamente a sustentabilidade ambiental. (Drowning in plastics-Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics, 2021)

Na última década, registou-se um aumento contínuo nas taxas de reciclagem e recuperação de energia, o que contribuiu de forma significativa para a redução do volume de resíduos depositados em aterros sanitários. (Gráfico 6)

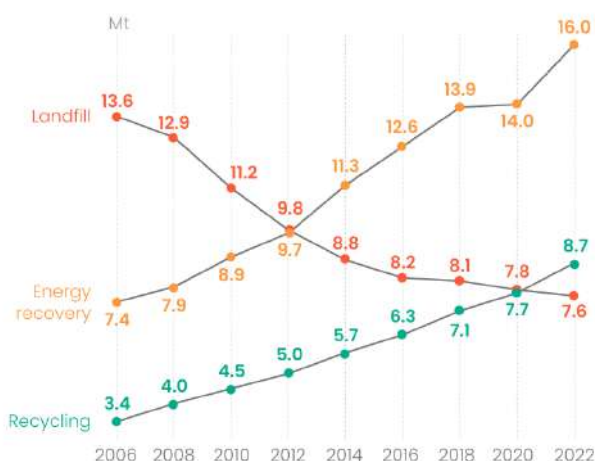


Gráfico 6. Evolução da gestão de resíduos plásticos entre 2006-2022 (Plastics Europe, 2024)

Neste sentido, para que estas taxas continuem a aumentar, é necessário investir em equipamentos e tecnologias que melhorem a eficiência dos processos, de forma a aumentar a capacidade de triagem, com o objetivo de garantir uma boa qualidade dos materiais reciclados. (Plastics Europe, 2024)

2.3.1. Principais métodos de gestão

Reciclagem mecânica

A reciclagem mecânica é um dos métodos mais utilizados na reciclagem de plásticos, representando em torno de 16% dos resíduos plásticos reciclados em 2016. (Drowning in plastics-Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics, 2021) Este processo é aplicado principalmente a termoplásticos, incluindo diversas etapas que se iniciam com a separação dos diferentes tipos de plástico, tendo em conta o seu tamanho, cor ou composição química, seguida pela limpeza, de forma a eliminar qualquer tipo de contaminantes. Logo depois o material é triturado e submetido a um processo de secagem, de forma a remover toda a humidade e permitir que este possa ser derretido posteriormente. Após estas etapas, realiza-se a extrusão, que geralmente acontece com a forma de filamentos, onde o material é cortado em pequenos pellets, que podem ser utilizados na produção de novos produtos, substituindo assim o uso de materiais virgens. (Kim Ragaert, 2017)

No entanto, apesar da sua eficácia, a reciclagem mecânica enfrenta alguns desafios. Entre eles destaca-se a presença de plásticos mistos (compostos por dois ou mais tipos de polímeros), bem como a elevada contaminação dos materiais plásticos, que dificulta a eficiência dos processos de reciclagem. (Utracki & Wilkie, 2014). Para além disso, após vários ciclos de reciclagem, o plástico começa a degradar-se, limitando assim a sua reutilização. (Plastics Europe)

Como resultado, estes plásticos apresentam pouco interesse para a indústria da reciclagem, uma vez que a complexidade da sua gestão, não justifica os custos associados. Assim, a preferência recai sobre plásticos com maior valor comercial e de fácil reprocessamento, nomeadamente os produtos compostos por um único tipo de plástico. (Drowning in plastics-Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics, 2021)

Reciclagem química

A reciclagem química, ao contrário do método tradicional de reciclagem mecânica, consiste num processo de decomposição do plástico em moléculas menores (monómeros ou substâncias químicas). Esta transformação acontece por meio de diferentes reações químicas, nomeadamente despolimerização, pirólise, gaseificação e hidrocrackeamento. Este processo ocorre principalmente na reciclagem de plásticos mistos, contaminados, ou termofixos, uma vez que a reutilização destes por meio da reciclagem mecânica, era bastante limitada. (Plabani Roy, 2024);

Este método de reciclagem é essencial para impulsionar a economia circular, desvinculando modelos tradicionais baseados em processos lineares. Através deste processo é possível obter plástico reciclado de elevada qualidade, permitindo a sua aplicação em produtos com altos padrões de segurança, nomeadamente ligados ao setor alimentar. (Plastics Europe)

Incineração

A incineração, é um processo de tratamento térmico, que consiste na combustão de resíduos a elevadas temperaturas, permitindo uma redução significativa do seu volume. Este método é frequentemente utilizado para resíduos que são difíceis de reciclar por processos mecânicos ou químicos. Em 2016, aproximadamente 25% dos resíduos plásticos produzidos, foram eliminados recorrendo ao processo de incineração (Drowning in plastics-Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics, 2021)

Apesar dos evidentes problemas associados às emissões atmosféricas poluentes, a incineração permite em certas situações a recuperação de energia, sendo considerada a opção mais eficiente para o tratamento de plásticos mistos. (Hopewell, Dvorak, & Kosior, Plastics Recycling: Challenges and Opportunities, 2009) Esta recuperação energética, para que ocorra de forma correta, geralmente é necessário utilizar equipamentos especializados, nomeadamente usinas de

incineração e fornos de cimento. O uso destes equipamentos exige especial atenção à filtragem das emissões atmosféricas, de modo a evitar a contaminação do ecossistema. (Drowning in plastics-Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics, 2021)

No entanto, embora a incineração seja uma solução eficaz para a eliminação definitiva de resíduos plásticos, mesmo quando é acompanhada por sistemas de controlo de poluição, continua a representar sérios problemas ambientais e riscos para a saúde pública, devido à emissão de poluentes atmosféricos nocivos. (Roland Geyer, 2017)

Aterro

Aterros sanitários são áreas destinadas ao descarte de resíduos, dispostos à superfície, ou enterrados no solo. Embora possam ter um carácter temporário ou permanente, os aterros são geralmente vistos como a última opção e a menos vantajosa para a eliminação de resíduos plásticos. (Eurostat, s.d.) Ainda assim, é o método mais comum de descarte em diversos países. Um dos principais problemas associados a este tipo de gestão é a abordagem linear adotada, onde os resíduos são eliminados no final da sua vida útil, sem a possibilidade de reaproveitamento ou recuperação, contrariando assim os princípios da economia circular. Para além disso, a degradação ambiental torna-se cada vez mais evidente através da contaminação do ar, dos solos e das águas subterrâneas. A elevada durabilidade dos plásticos, faz com que estes permaneçam no ambiente, mesmo após a sua degradação e fragmentação, dando origem aos microplásticos, que se caracterizam por partículas de pequena dimensão, e com grande capacidade de dispersão, por meio fenómenos meteorológicos. (Hopewell, Dvorak, & Kosior, 2009)

No panorama industrial, tem-se verificado uma redução na quantidade de resíduos descartados em aterros, muito por causa dos incentivos e exigências legais, que regulam a gestão sustentável dos resíduos, bem como responsabilizam os produtores pelo seu descarte inadequado. Neste sentido, a UE impôs algumas restrições relativamente à gestão de resíduos, estabelecendo critérios ambientais rigorosos com o objetivo de controlar o que é depositado em aterro. Com estas medidas, pretende-se minimizar os efeitos negativos no meio ambiente e na saúde pública. (United Nations Environment Programme, 2021); (Kim Ragaerta, 2017)

Dados referentes ao ano de 2022, indicam uma tendência crescente na reciclagem de resíduos plásticos, com uma redução progressiva do seu depósito em aterros sanitários, representando em torno de 26.9% de resíduos processados.

Contudo, apesar do aumento das taxas de reciclagem, os aterros sanitários ainda recebem 11% dos resíduos gerados. A contínua utilização destes locais para o descarte de resíduos, provoca uma acumulação excessiva de lixo, que em casos de sobrelotação aumenta o risco de desabamento. (Drowning in plastics-Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics, 2021); (Plastics Europe, 2024)

Ao analisar os diferentes métodos de gestão de resíduos, observa-se que a prevenção é a estratégia mais eficaz a adotar. No entanto, dada a vasta utilização de plásticos em diversos setores industriais, a reciclagem e a reutilização, surgem como abordagens mais sustentáveis, permitindo reduzir significativamente o volume de resíduos descartados. (John N. Hahladakis, 2020)

Neste sentido, a reciclagem de plásticos desempenha um papel fundamental na prevenção da perda de recursos. Em contraste com outros métodos de gestão de resíduos, como a incineração ou o depósito em aterros sanitários existe uma perda substancial de matéria-prima que de outro modo, poderia ser aproveitada na fabricação de novos produtos ou geração de energia. (Kim Ragaert, 2017); (Plastics Europe, 2024);

Embora a produção de resíduos seja inevitável, é essencial perceber e controlar a forma como estes são descartados, minimizando os seus efeitos ambientais, promovendo opções de gestão mais conscientes. (Drowning in plastics-Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics, 2021) Assim, a reciclagem deve ser sempre priorizada em alternativa à incineração e ao aterro.

Neste contexto, dados da *Plastics Europe*, indicam uma tendência crescente do uso de plástico reciclado na fabricação de novos produtos, registando um aumento de aproximadamente 70% em 2022, comparativamente com o ano de 2018.

Em Portugal, os dados do gráfico 7 demonstram que a gestão de resíduos é maioritariamente orientada para a recuperação energética, seguida pelo depósito em aterro e por fim a reciclagem com menos destaque. (Plastics Europe, 2024);

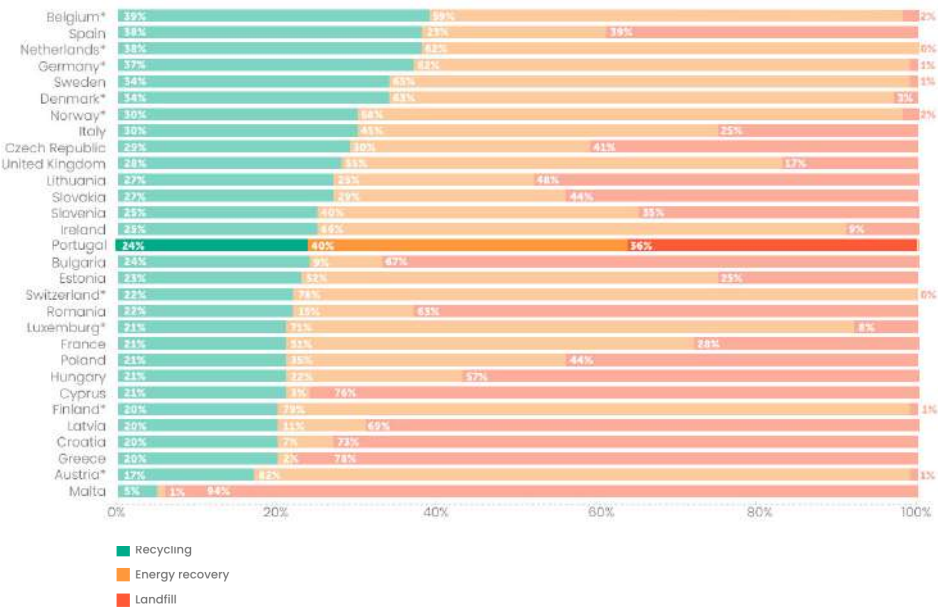


Gráfico 7. Gestão de resíduos em Portugal-2022 (Plastics Europe, 2024)



CAPÍTULO 3

Design e sustentabilidade

1. Contextualização histórica

Historicamente a Revolução industrial iniciada no século XVIII, representou um ponto de viragem nos sistemas de produção e consumo, impulsionando a expansão financeira e o desenvolvimento económico. (Ganzala, 2018)

A abundância de recursos naturais aliada à produção em massa a baixo custo, fez da Inglaterra o berço da Revolução Industrial. Este fenómeno para além de promover as disparidades económicas entre ricos e pobres, também desencadeou um impacto ambiental significativo, marcado pela industrialização e exploração excessiva dos recursos, levando a uma produção exagerada onde produtos eram tão facilmente concebidos quanto descartados.

Com a Revolução Industrial, surgiram novos avanços tecnológicos que contribuíram para a exploração de materiais com características que favorecem a produção em massa e consequentemente o descarte imediato. Produtos projetados para uma vida útil reduzida, passaram a ser fabricados em larga escala, nomeadamente aqueles que eram produzidos em plástico ou papel, como pratos e talheres, desenvolvidos com o propósito de serem utilizados uma única vez e depois rapidamente descartados. Esta abordagem facilitou a vida a grande parte da população, sendo bastante prático a utilização destes produtos, não necessitando de serem lavados ou armazenados. No entanto, este modo de pensar e utilizar os materiais descartáveis, levou a um desastre ambiental com repercussões gravíssimas, que se tornam cada vez mais evidentes em pleno século XXI. (Norman, Design For a Better World: Meaningful, Sustainable, Humanity Centered, 2023)

Montanhas de lixo sem destino acumulados em aterros sanitários superlotados, foram o resultado desta produção massiva e descarte facilitado, sendo que o design surge como um aliado ao setor industrial, ocupando um lugar de destaque na inovação, e tendo um papel crucial no desenvolvimento de produtos com foco na sustentabilidade. (Chick & Micklethwaite, 2011); (Norman, Design For a Better World: Meaningful, Sustainable, Humanity Centered, 2023)

De acordo com o relatório de *Brundtland*, sustentabilidade é definida como “atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades” (Brundtland, 1987)

O conceito de Sustentabilidade Ambiental emergiu na década de 1970, um período marcado por grandes transformações ao nível da consciencialização ambiental e pelos danos provocados pela rápida industrialização.

Neste seguimento, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, realizada em 1972, em Estocolmo, foi a primeira conferência a nível mundial, a evidenciar o meio ambiente como premissa fundamental para o equilíbrio do desenvolvimento sustentável. (United Nations, s.d.) Como resultado, surgiu a Declaração de Estocolmo, que reúne 26 princípios que têm como objetivo comum auxiliar na gestão ambiental, evidenciando a sinergia entre a qualidade

ambiental e os direitos humanos, assegurando que todos tenham o direito de viver num ambiente que preserve a sua dignidade e promova a sua saúde.

De igual modo, esta declaração reivindica a cooperação internacional, como meio para atingir as metas estabelecidas no âmbito do desenvolvimento sustentável, salientando a expansão económica como um fator crucial para o progresso social e ambiental.

Neste sentido, a Declaração foi fundamental na criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que se destaca como um referencial na implementação de estratégias e ações sustentáveis nos países em desenvolvimento. (Racer, 2024)

Através desta declaração, várias foram as iniciativas ambientais desenvolvidas, sendo amplamente reconhecida a necessidade de rápida intervenção no meio ambiente.

2. Relação do design com o consumismo

A crescente consciencialização sobre o estado atual da crise ambiental e da escassez de recursos naturais tem impulsionado o design a promover mudanças substanciais na conceção e desenvolvimento de produtos, dada a insustentabilidade dos modelos atuais. (Vezzoli, 2018)

“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.” (Norman, Design for a Better World: Meaningful, Sustainable, Humanity Centered, 2023)

Num mundo em constante transformação, os designers são desafiados a repensar o seu papel na sociedade, aliando a sua responsabilidade perante o consumismo, à sustentabilidade.

Neste contexto, o design requer uma abordagem multidisciplinar na procura por soluções que minimizem o impacto ambiental dos produtos criados, conciliando a estética e a função, com a sustentabilidade como princípio fundamental de qualquer projeto.

Atualmente o impulso pela novidade constante e o incentivo para o consumo desmedido, tornaram-se num problema complexo com consequências devastadoras para o meio ambiente e para os seres humanos. O design surge como disciplina paradoxal, sendo em parte responsável por este modelo de produção e consumo, uma vez que, muitas das escolhas realizadas durante o processo criativo, que engloba a seleção de materiais e processos de fabrico, negligenciam os impactos futuros da sua utilização. (Ganiho, 2019) Victor Papanek defende

que os designers devem criar soluções que respondam às reais necessidades humanas e ambientais, em vez de motivarem para a lógica da obsolescência programada. (Papanek, 1985)

Tal como aponta *Don Norman*, o design tem sido cúmplice de um modelo de consumo insustentável, ao criar produtos de curta duração, facilmente descartáveis e alinhados às breves tendências de mercado. Assim, o papel do design deve ser reavaliado, de forma a que o principal objetivo não seja criar mais produtos, mas de repensar os que já existem. Quando a sua criação for inevitável, é fundamental desenhar produtos que possibilitem a sua reutilização ou reparo, garantindo uma maior durabilidade por meio de práticas alinhadas com os princípios da economia circular. (Norman, *Design for a Better World: Meaningful, Sustainable, Humanity Centered*, 2023)

Neste sentido, a forte consciencialização ambiental, provocou um enorme questionamento sobre a forma como o design tem atuado no desenvolvimento de produtos. O propósito do design, não é mais estimular o consumo, mas desenhar soluções que promovam uma reeducação da sociedade, através da criação de peças que respeitem os limites ecológicos do planeta e prevejam todo o ciclo de vida do produto e os seus impactos futuros. (Margolin, 2004)

Contudo, apesar desta consciencialização, reverter práticas tão enraizadas na sociedade e na forma como se projeta em design, ainda é um desafio que poucos querem enfrentar.

Se por um lado, designers são educados para criar produtos focados na sustentabilidade e na circularidade dos mesmos, por outro não têm capacidade de influência suficiente para romper com modelos de negócio empresariais, que estão focados na produção em série e na rentabilização do seu negócio.

A transição para métodos de produção mais sustentáveis, mesmo nas empresas comprometidas com uma abordagem focada no impacto ambiental dos seus produtos, exige uma reestruturação profunda nos sistemas produtivos, bem como na formação profissional de trabalhadores que estão habitualmente acostumados a trabalhar com métodos tradicionais que privilegiam a eficácia a curto prazo. (Norman, *Design for a Better World: Meaningful, Sustainable, Humanity Centered*, 2023)

Assim, a relação entre o design e o consumismo é complexa e desafiadora. Embora historicamente o design seja reconhecido como um meio de inovação e criatividade, atualmente destaca-se como sendo um meio de transformação, que necessita de reavaliar as suas práticas, com o objetivo de promover um desenvolvimento produtivo mais consciente e responsável, colocando a sustentabilidade no centro das decisões projetuais.

3. Dimensões da sustentabilidade

Num mundo cada vez mais conectado e atento aos desafios globais, a sustentabilidade emerge como um paradigma central para o desenvolvimento humano. O conceito moderno de sustentabilidade surgiu através do Relatório de Brundtland (Brundtland, 1987), cujo principal objetivo passa pelo equilíbrio entre os três pilares da sustentabilidade: social, económico e ambiental.

Esta abordagem foi posteriormente consolidada pelo conceito “*Triple Bottom Line (TBL)*” de John Elkington (Elkington, 1997), que enfatiza a necessidade de articular três aspetos fundamentais (pessoas, planeta, lucro), desenvolvendo uma perspetiva para a sustentabilidade nas empresas, na qual o sucesso advém do equilíbrio entre o crescimento económico, a igualdade social e a responsabilidade ambiental.

Desse ponto de vista, a sustentabilidade embora seja o foco de muitos debates, ainda é um conceito aberto, suscetível a diversas interpretações. (Purvis, Mao, & Robinson, 2018)

Assim, ao analisar os três pilares da sustentabilidade, é essencial compreender as suas inter-relações e a sua influência nas estratégias para o desenvolvimento sustentável.

Embora não haja um entendimento comum para as três dimensões da sustentabilidade, esta pesquisa analisará a perspetiva de Vezzoli, (Vezzoli, 2018) que apresenta uma abordagem centrada numa mudança sistémica que destaca a inovação e a mudança de paradigma, onde o design pode agregar valor social e ambiental através das suas criações, para além do principal valor económico.

- **Dimensão ambiental (Planeta):** Refere-se à preservação dos recursos naturais, respeitando os limites de resiliência da biosfera e da geosfera, salvaguardando a sua capacidade de absorver perturbações antropogénicas. Esta abordagem evita a degradação ambiental e promove a estabilidade dos ecossistemas.
- **Dimensão Sócio-ética (Pessoas):** Assegurar que as próximas gerações possam usufruir de oportunidades iguais, promovendo a igualdade social e a redistribuição equitativa dos recursos. A erradicação da pobreza, a promoção da igualdade de género e o acesso à educação e à saúde são pilares fundamentais para a construção de uma sociedade justa, inclusiva e sustentável.
- **Dimensão económica (Lucro):** Criação de um sistema económico que promova a prosperidade para todos. A dimensão económica destaca a importância de criar uma abordagem holística, onde a inovação, competitividade e ecoeficiência, convergem num crescente desenvolvimento económico para além do melhoramento dos padrões de vida dos cidadãos.

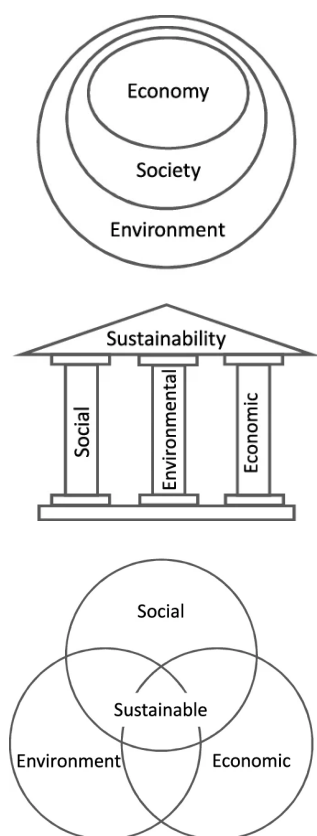


Figura 5. Três pilares da sustentabilidade, representados de três formas distintas. (Purvis, Mao, & Robinson, 2018)

O diagrama seguinte (figura 5) reforça a ideia da importância da conexão entre os três pilares da sustentabilidade, que funcionam como categorias para metas a cumprir. (Purvis, Mao, & Robinson, 2018) Embora existam diferentes representações para este esquema, o objetivo entre eles é comum: garantir a harmonia entre todas as dimensões da sustentabilidade. Este equilíbrio entre os três pilares, garante um desenvolvimento sustentável a longo prazo, cumprindo assim as necessidades da sociedade atual, sem comprometer os recursos para as gerações futuras

As três dimensões da sustentabilidade estão interligadas e influenciam-se mutuamente.

Um exemplo prático e recente, é a construção da linha TGV, que liga as cidades do Porto e Lisboa num curto espaço de tempo. Do ponto de vista **económico**, este projeto promete facilitar a deslocação entre cidades, promovendo o turismo e atraindo novas pessoas para a utilização de transportes ferroviários. (Infraestruturas de Portugal, s.d.)

A nível **ambiental**, a rede ferroviária de alta velocidade é uma forma mais prática e ambientalmente mais equilibrada, comparando com outras alternativas de transporte. Para além disso, o seu impacto carbónico, é consideravelmente menor quando comparado com transportes com taxas de ocupação mais baixas, como automóveis ou mesmo o avião.

Contudo, apesar dos seus benefícios, esta construção, influencia bastante as pessoas e o seu modo de vida, bem como o próprio meio ambiente que as rodeia.

Quanto à dimensão **social**, a construção da linha, obriga inevitavelmente à destruição da paisagem e dos habitats naturais de várias espécies do ecossistema, para além de colocar em risco a habitação de muitas famílias.

Este tipo de intervenções em grande escala, acaba por prejudicar diversas pessoas, que vêm as suas casas destruídas, e com um futuro incerto. (Infraestruturas de Portugal, s.d.)

Embora os benefícios da criação desta alternativa de transporte sejam evidentes, acabam por não ser percecionados da mesma forma por todos os cidadãos, que vêm as suas vidas comprometidas.

Posto isto, a linha TGV, é sem dúvida um exemplo claro, de que para se atingir a sustentabilidade plena, é necessário equilibrar os três pilares fundamentais da sustentabilidade, sendo que para além do desenvolvimento económico e ambiental, não se pode negligenciar os impactos sociais.

4. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

A poluição plástica apresenta-se como um dos mais complexos desafios ambientais do século XXI, exigindo obrigatoriamente uma abordagem inovadora para a gestão de resíduos. Neste contexto, o design industrial surge como uma ferramenta eficaz para modificar esta realidade, transformando resíduos plásticos em produtos inovadores de alto valor acrescentado, contribuindo diretamente para a concretização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Os ODS estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015 surgiram como um compromisso global para enfrentar desafios sociais, económicos e ambientais. (United Nations, s.d.)

Integrados na Agenda 2030, os ODS, consistem em 17 objetivos que refletem as principais necessidades globais, e ambições futuras, que pretendem ser alcançados através da colaboração entre “os países-desenvolvidos e em desenvolvimento” (BCSD_PORTUGAL, s.d.). Estes objetivos ressaltam as principais áreas essenciais para a humanidade, combatendo as desigualdades sociais e promovendo o equilíbrio ambiental e económico, organizando-se num conjunto de 5 princípios: Parcerias, Paz, Pessoas, Planeta e Prosperidade. (BCSD_PORTUGAL, s.d.)

“Os ODS definem as prioridades e aspirações globais para 2030 em áreas que afetam a qualidade de vida de todos os cidadãos do mundo e daqueles que ainda estão para vir.” (BCSD_PORTUGAL, s.d.).

O atual cenário de crise ambiental marcado pelo aumento da poluição plástica, encontra-se em total desacordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Segundo os dados das Nações Unidas, a produção mundial de plástico, atingiu cerca de 430 milhões de toneladas anuais. A este ritmo produtivo, será inevitável observar um aumento expressivo de resíduos gerados até 2060, caso nada seja feito para mitigar este impacto ambiental.

O plástico surge como um dos principais vilões da crise ecológica, com uma contribuição alarmante de 85% da poluição marinha. Para além disso, cerca de 46% destes resíduos acabam descartados em aterros sanitários, onde 17% são incinerados, 22% tornam-se lixo, enquanto que apenas 15% são reciclados. (United Nations, 2023)

Segundo o relatório das Nações Unidas, é essencial propor uma transição sistémica em detrimento da abordagem tradicional de tratamento de resíduos, priorizando a redução do uso deste material, que é massivamente utilizado sem necessidade. Para isso, o redesenho de produtos deve ser o principal incentivo desta indústria, intervindo com soluções inovadoras e coerentes para a circularidade dos plásticos. Isso pode ser viabilizado por meio da melhoria de três mudanças centrais – “reorient and diversify, reuse, and recycle” (UNEP, 2023)

A adoção destas medidas, permite a redução significativa de plástico descartado, ao mesmo tempo que promove a criação de soluções que evidenciam o ciclo produtivo e de uso deste material, repensando a sua vida útil, e impulsionando uma economia circular mais eficiente. (United Nations Environment Programme, 2023)

SUSTAINABLE
DEVELOPMENT GOALS



Figura 6. 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Global Compact Network Portugal, s.d.)

Neste contexto, o presente projeto, pretende contribuir para a valorização de resíduos plásticos industriais, alinhando-se diretamente com os seguintes ODS:



ODS 9_Indústria, Inovação e Infraestruturas

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 9, tem como premissa a construção de infraestruturas sólidas e resilientes, promovendo uma industrialização acessível e ambientalmente responsável, ao mesmo tempo que potencializa a inovação, e impulsiona o desenvolvimento económico.

De acordo com dados referentes ao Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional (IPCTN), do ano de 2023, Portugal investiu 4.5 milhões de euros em Investigação e Desenvolvimento, registando um aumento de 10% em relação ao ano de 2022. Contudo, apesar deste crescimento, Portugal ainda não atingiu a meta de 3% do PIB em I&D, até 2030. Estes resultados, evidenciam o papel crucial das empresas, no investimento da inovação e industrialização sustentável. (Global, 2024)

No contexto desta investigação, centrada no reaproveitamento e valorização de purgas da indústria plástica, o ODS 9 assume grande relevância quando enquadrado com o tema central do projeto.

A proposta de transformação de resíduos industriais, baseia-se no desenvolvimento de soluções inovadoras que promovem a reutilização eficiente de resíduos plásticos industrialmente desvalorizados. O objetivo passa pela minimização dos impactos ambientais, provocados pelo reprocessamento das purgas, que normalmente seriam descartadas ou reaproveitadas internamente nas empresas, exigindo um elevado consumo energético e o uso de equipamentos especializados para o seu reprocessamento. Esta abordagem permite inserir as purgas em novas cadeias de valor, através da criação de novos produtos, prolongando assim a sua vida útil.

Neste contexto, o design industrial assume um papel fundamental na criação de soluções criativas e eficientes, de modo a valorizar as purgas plásticas a partir das suas propriedades e características únicas, resultando numa intervenção mais criativa e alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. (Unites Nations, s.d.)



ODS 12 _Produção e Consumo Sustentáveis

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12, pretende assegurar padrões de consumo e produção, mais conscientes e sustentáveis, promovendo o uso responsável e cauteloso dos recursos naturais. (Unites Nations, s.d.)

De acordo com os princípios promovidos pela UNDP no âmbito do ODS 12, práticas como a transformação de resíduos plásticos em novos produtos, contribui de forma significativa para a redução da quantidade de materiais descartados a nível industrial.

Esta abordagem permite excluir modelos de economia linear, apoiando a transição para a economia circular, que valoriza a reutilização, reciclagem e a reintegração dos materiais em ciclos produtivos, prolongando a sua vida útil e diminuindo a necessidade de utilização de matéria-prima virgem. (United Nations Development Programme, s.d.)

Entre os indicadores associados ao setor industrial, destaca-se o Indicador 12.5, que estabelece como meta, a diminuição da produção de resíduos até 2030, através de ações voltadas para a prevenção, redução, reciclagem e reutilização dos materiais. Por sua vez, o Indicador 12.6, foca-se na intervenção junto das empresas, promovendo comportamentos mais responsáveis, ao incentivar a integração de práticas sustentáveis nos processos de fabrico e nas decisões empresariais. (United Nations, s.d.)



ODS 13_Ação Climática

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13, focado na Ação Climática, visa implementar medidas imediatas de forma a combater as alterações climáticas e consequentemente os efeitos negativos provocados.

Cada vez mais se observa uma intensificação dos fenómenos climáticos à escala global, impactando de forma alarmante a sociedade e

o meio ambiente.

Se por um lado, as atividades humanas e os seus hábitos diários são um grande potencializador das mudanças climáticas, por outro, a indústria do plástico agrava consideravelmente esta condição.

Dados referentes ao ano de 2017, indicam que as atividades humanas provocaram um aumento de aproximadamente 1,0 °C na temperatura média global. Em resposta a este cenário perspetiva-se que cerca de 18 milhões de empregos sejam criados no setor energético até 2030, direcionando-se para a fontes renováveis e soluções mais sustentáveis.

A reintegração do plástico proveniente da trituração das purgas em novos produtos, como matéria-prima reciclada, apesar de ser uma forma de reduzir o desperdício e diminuir a extração de recursos, apresenta alguns desafios no que diz respeito à emissão de gases de efeito de estufa para a atmosfera, provocados durante a trituração do material.

Assim, a valorização do material por meio de soluções criativas e inovadoras que prolonguem a sua vida útil através da reutilização, sem necessitar de muita intervenção para a sua transformação, é fundamental para reduzir o impacto ambiental associado ao descarte do plástico. (Unites Nations, s.d.)



ODS 15_Vida Terrestre

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 15, destaca-se pela proteção dos ecossistemas terrestres, por meio do uso sustentável das florestas, do combate à desertificação, da recuperação dos solos desgastados e da prevenção da biodiversidade.

A reestruturação dos ecossistemas, exige um esforço coletivo, através do reconhecimento de que os ecossistemas terrestres são cruciais

para o equilíbrio do planeta, fornecendo recursos naturais essenciais à vida. Para isso a sua conservação é fundamental para garantir a sustentabilidade das atividades humanas a longo prazo.

Neste sentido, o projeto em desenvolvimento, alinha-se diretamente com as metas do ODS 15, ao propor a valorização das purgas plásticas industriais, que de uma outra forma seriam reprocessadas para criar nova matéria-prima reciclada, ou seriam descartadas possivelmente de forma inadequada, afetando consideravelmente a degradação dos ecossistemas terrestres. Através da transformação destes resíduos em produtos com elevado valor funcional e estético, com a mínima intervenção, o projeto contribui para a proteção dos solos, ao impedir os resíduos industriais de contaminarem o meio ambiente.

A degradação ambiental provocada por atividades industriais e pelo descarte inadequado dos resíduos, compromete diretamente a integridade dos ecossistemas. Ao incentivar a reutilização criativa das purgas plásticas, reduz-se a pressão sobre a exploração dos recursos naturais, promovendo alternativas mais sustentáveis para a gestão dos resíduos. Esta abordagem contribui de forma significativa para a redução das emissões de CO₂, apoiando os esforços globais para o combate às alterações climáticas de modo a alcançar as metas de sustentabilidade para 2030. (United Nations Development Programme, s.d.); (United Nations, s.d.)

4.1. Environmental Action Programs (EAP)

Após a análise dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, é necessário perceber de que modo é que estes são concretizáveis, através das estratégias estabelecidas nos Programas de Ação Ambiental.

Na União Europeia, vários Programas de Ação Ambiental têm sido desenvolvidos desde a década de 70, contando até ao momento com 8 Programas desenvolvidos. O programa mais recente, em vigor desde 2 de maio de 2022, estabelece metas concretas e políticas ambientais por um período até 2030.

O principal objetivo deste programa, é por um lado impulsionar a realização dos 17 ODS, e por outro impulsionar uma rápida transição para a economia circular, neutra em carbono e eficiente nos recursos utilizados. (Yougova, 2024)

Este programa reforça objetivos a longo prazo para o ano de 2050, contudo a sua prioridade recai sobre as metas a curto prazo, definidas até 2030. (European Commission, s.d.); (Europeia, 2022)

5. Economia Linear vs. Economia Circular

Nas últimas décadas, testemunhamos um avanço significativo no setor industrial acompanhado por uma intensificação nos padrões de consumo da sociedade. Este cenário reflete-se na predominância dos modelos atuais de economia linear, um modelo historicamente baseado num frágil sistema unidirecional, baseado no processo de extrair-produzir-desperdiçar. (Birkeland, 2002)

A Revolução Industrial, veio impulsionar este sistema, promovendo a produção em massa e o consumo excessivo de recursos naturais, através da adoção de tecnologias inovadoras, onde *“industrialised countries became societies of abundance, the world population soared, and many millions were pulled out of poverty.”* (Ellen MacArthur Foundation, 2023). O modelo linear baseia-se na extração desmedida de recursos, para fabricação de produtos que após o seu uso e desgaste, são descartados em aterros, e posteriormente incinerados. Da matéria-prima ao descarte, este método de gestão de resíduos, tornou-se insustentável a longo prazo.

Com o avanço do desenvolvimento global, os impactos negativos causados no ecossistema após a extração intensiva dos recursos finitos, tornaram-se cada vez mais evidentes. Neste sentido, os fatores económicos, acabaram por prevalecer sobre a preservação ambiental, causando danos sem precedentes, cujas consequências se fizeram sentir até aos dias de hoje, desde a perda da biodiversidade, até à intensificação da crise climática. (Ellen MacArthur Foundation, 2023).

Tal como defende *Victor Papanek*, o design deve ser "(...) *ecologically responsible and socially responsive, must be revolutionary and radical in the truest sense.*" (Papanek, 1971). Neste sentido, a economia circular surge como alternativa ao modelo linear, promovendo um sistema regenerativo, baseado em três princípios fundamentais:

1. Eliminar resíduos e poluição

A solução está na criação. É no design que a conceção de produtos, deve contemplar o seu ciclo de vida e consequentemente o seu impacto ambiental. A obsolescência programada, um conceito criado no início do século XX, tem como principal objetivo limitar a vida útil de um produto, incentivando os consumidores a adquirirem novos exemplares e assim aumentar o fluxo de vendas.

Durante décadas, o design impulsionou esta estratégia, contribuindo para a criação de novos produtos. Para além disso, através de técnicas de propaganda e marketing, muitos produtos tornam-se obsoletos, não pelo seu desgaste ou falhas técnicas, mas pelo facto de saírem de moda, e se tornarem desatualizados aos olhos dos consumidores. Um exemplo claro deste comportamento são os telemóveis, que sofrem constantes atualizações e frequentemente apresentam novos modelos com mudanças significativas tanto em termos funcionais, quanto estéticos, convencendo os consumidores a substituírem os seus equipamentos por modelos mais recentes e tecnologicamente mais avançados. Além disso, muitos dos novos modelos apresentam funcionalidades incompatíveis com versões anteriores do mesmo produto. Outro fator que contribui para esta substituição forçada, é a indisponibilidade de peças para reposição em caso de danos técnicos, o que obriga o consumidor a adquirir um novo produto, contribuindo para a geração de lixo eletrónico.

Desta forma, a criação de novos produtos acompanhada de atualizações constantes, impulsionam o consumo, intensificando a exploração dos recursos naturais, a poluição e consequentemente o desperdício gerado. Este processo, para além de agravar os impactos negativos no meio ambiente, também promove um ciclo vicioso de obsolescência programada, que alimenta a busca incessante por novidades, incentivando o consumo desenfreado e a produção de lixo. (International Council Of Design, s.d.).

Posto isto, o design surge como principal interveniente nesta problemática. As decisões tomadas durante o processo de design, devem contemplar uma abordagem interventiva, que contemple todo o ciclo de vida do produto, priorizando o final da sua vida útil.

Uma estratégia eficaz para impulsionar esta mudança reside na seleção criteriosa de materiais, garantindo que eles possam retornar o ciclo produtivo após o fim da sua vida útil. Além disso, existem cada vez mais estratégias desenvolvidas para aumentar a durabilidade dos produtos, desde a reutilização, reparação, recondiçãoamento, partilha e em última instância a reciclagem.

Já os materiais biológicos não contaminados, podem ser reintegrados ao meio ambiente, nutrindo os solos e promovendo um ciclo de produção saudável de alimentos e materiais. (Ellen Macarthur Foundation, 2022)

2. Circular produtos e materiais

O segundo princípio da economia circular prevê uma otimização do ciclo de vida dos materiais, mantendo-os em uso pelo maior tempo possível, seja na forma de produtos ou quando estes não atenderem mais às suas funções originais, possam ser reintegrados como matéria-prima, preservando assim o valor inerente aos materiais, evitando desta forma a geração de resíduos.

Para uma melhor compreensão de como os produtos e materiais podem ser mantidos em circulação, é essencial analisar dois ciclos principais: ciclo biológico e ciclo técnico.

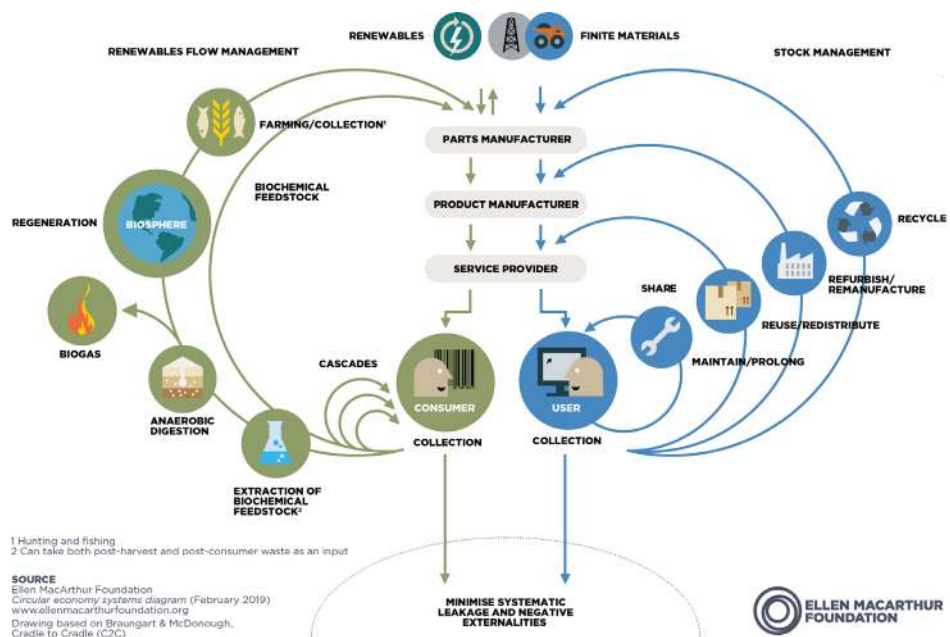


Figura 7. Diagrama da borboleta: Representação do ciclo biológico e técnico (Ellen MacArthur Foundation, 2021)

O diagrama da borboleta, criado pela *Fundação Ellen MacArthur*, pretende ilustrar o funcionamento da economia circular, representado por dois ciclos principais: o técnico e o biológico.

Ciclo técnico

O ciclo técnico, tem como objetivo, reintegrar produtos e materiais ao processo produtivo, evitando o seu descarte e a extração de novas matérias-primas. Para viabilizar esta reintegração, são adotadas estratégias, como a reutilização, remanufatura, a reparação de produtos danificados e a reciclagem.

A melhor forma de preservar o valor dos produtos, é prolongar ao máximo a sua vida útil, garantindo a sua conservação e reutilização. Os produtos mantêm o seu valor mais elevado, enquanto permanecem íntegros, uma vez que a separação dos seus componentes pode comprometer o valor do produto como um todo, reduzindo-o drasticamente.

Atualmente, observa-se um crescimento significativo nos modelos de negócio direcionados para a sustentabilidade e para a forma como os produtos impactam o meio ambiente. Neste sentido, a revenda de produtos usados, surge como uma tendência promissora, sendo uma alternativa viável para prolongar a vida útil dos produtos e desta forma reduzir o desperdício.

Para além disso, cada vez mais pessoas optam por reparar produtos danificados, restaurando-os e agregando-lhes maior valor.

Apesar de todas estas iniciativas, ainda existem produtos que devido às suas condições não podem ser aproveitados. Nesses casos, a desmontagem e separação dos seus componentes, torna-se fundamental para viabilizar a reciclagem, ainda que este seja a última opção, pois o tratamento dos resíduos afeta a perda do valor original do material.

Ciclo biológico

No ciclo biológico, a decomposição de materiais biodegradáveis ocorre através da compostagem e digestão anaeróbia, por meio da ação de bactérias e fungos. Esse processo reintegra os materiais à terra de forma a completar o ciclo, para além de nutrirem os solos e permitirem o cultivo de alimentos e materiais renováveis.

Para assegurar a eficiência na circulação dos produtos, é fundamental considerar esse aspeto desde a sua fase de conceção. Nesse contexto, o design desempenha um papel essencial na minimização do impacto ambiental dos produtos desenvolvidos.

Atualmente ainda existem produtos que, devido ao seu processo de desenvolvimento, apresentam mistura de materiais provenientes de diferentes ciclos. Isso impede a sua circulação, tanto no ciclo técnico quanto no biológico, originando resíduos complexos que contribuem para o aumento da poluição e para o desperdício de recursos.

Assim, no momento da idealização de um produto, é fundamental antecipar em qual dos ciclos produtivos ele se encaixará após o seu fim de vida. (Ellen Macarthur Foundation, 2022)

3. Regenerar a natureza

O terceiro princípio da economia circular, concentra-se na regeneração dos sistemas naturais, evitando a extração de recursos virgens. Através da exploração de novas abordagens de gestão de recursos agrícolas, é possível reconstruir os

solos, promover a biodiversidade e reincorporar a matéria orgânica na terra, restabelecendo o equilíbrio ecológico e impulsionando um ciclo contínuo de regeneração natural. Assim, a natureza regenera-se de forma espontânea, sendo que o desperdício e a poluição são uma consequência da intervenção humana. Ao dissociar a economia da extração de recursos, mantendo-os em circulação, reduz-se a dependência de materiais finitos, favorecendo a regeneração natural e saudável os solos

A transição para fontes de energia renovável é um passo fundamental, mas não é por si só, uma solução completamente eficaz para a crise climática.

Embora esta transição seja capaz de resolver cerca de 55% das emissões globais de gases de efeito estufa, é através da forma como criamos, usamos e distribuímos os produtos que conseguimos diminuir drasticamente a nossa pegada de carbono no planeta. (Ellen Macarthur Foundation, 2022)

Em convergência com o modelo atual de gestão de resíduos, a economia circular, prevê a utilização de energias e materiais de fontes renováveis, e ao contrário da economia linear, desvincula-se de fatores económicos associados ao consumo de recursos limitados. (Ellen Macarthur Foundation, s.d.)

Enquanto paradigma emergente, diversas metodologias foram desenvolvidas para promover um sistema produtivo mais eficiente e ecológico. Entre as principais escolas de pensamento, destacam-se a economia do desempenho, do berço ao berço, a biomimética, a ecologia industrial, o design regenerativo e a economia azul. Dentre estas abordagens, destaca-se o conceito *Cradle to Cradle* (do berço ao berço), desenvolvido por dois pioneiros do design sustentável, o arquiteto William McDonough e o químico Michael Braungart, no início do século XXI. (Ellen Macarthur Foundation, 2023)

O conceito *Cradle to Cradle*, propõe uma abordagem regenerativa para o design dos produtos, orientada para a eliminação do conceito de desperdício. Nesta perspetiva, todos os materiais gerados devem ser possíveis de serem reintegrados em novos ciclos produtivos, podendo assumir formas e funções distintas da original.

Ao contrário de outras abordagens inspiradas nos princípios da economia circular, que visam minimizar os impactos negativos provocados por atividades humanas e industriais, o *Cradle to Cradle* propõe, uma abordagem direcionada para a fabricação de produtos pensados para gerar benefícios ambientais, económicos e sociais ao longo de todo o seu ciclo de vida. (McDonough, s.d.)

Neste sentido, os produtos devem ser desenhados para poderem retornar à natureza ou à indústria de forma segura, por meio dos ciclos biológicos ou técnicos.

Esta perspetiva de conceção dos produtos, está diretamente ligada com as ideias defendidas por *Walter Stahel*, um dos precursores da economia circular e do conceito "*Cradle to Cradle*". Foi no final da década de 1970, que *Stahel*, criou

o conceito de “economia do desempenho”, que visa prolongar a vida útil dos produtos, através da venda de serviços, ou seja, o consumidor paga pelo uso do produto e não pela sua posse. Este modelo de economia, incentiva à reutilização dos produtos, e consequentemente à redução do desperdício. (Ellen Macarthur Foundation, 2023); (Stahel, 2010)

Na obra *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Thing*, (Michael Braungart, 2002), os autores apresentam uma crítica ao modelo tradicional de gestão de resíduos, que classificam como “*Cradle to grave*” (do berço ao túmulo). Este modelo caracteriza-se por um sistema linear, que consiste no descarte de resíduos após o final do seu ciclo de vida útil, provocando graves impactos ambientais, nomeadamente a poluição desmedida e a escassez dos recursos naturais. Em contraste, o *Cradle to Cradle*, propõe um modelo circular regenerativo, onde o fim de vida de um produto deixa de existir, sendo substituído pela continuidade dos materiais através da reciclagem cíclica. (Fry, 2009)

Neste contexto, surgiu em 2005, pela MBDC, o certificado *Cradle to Cradle*, que mais tarde em 2010, passou a ser gerido pela *Cradle to Cradle Products Innovation Institute*, que tem como objetivo avaliar produtos e materiais segundo cinco categorias (saúde material, circularidade o produto, ar limpo e proteção climática, administração de água e solo, justiça social). Estes critérios permitem reconhecer o seu compromisso com os princípios de um design circular e sustentável. O certificado é utilizado globalmente e visa incentivar as empresas a criarem produtos que promovam um design mais consciente do seu impacto ambiental, contribuindo para uma economia circular regenerativa. (Cradle to Cradle Certified®, s.d.)

Mais recentemente surgiu o Certificado *Cradle to Cradle*® Versão 4.1, implementado a 1 de julho de 2024, que representa uma atualização ao modelo anteriormente descrito. Esta versão contribui para um avanço significativo no que diz respeito à promoção de uma produção mais consciente e alinhada com os princípios da economia circular. (Institute, 2024)

Apesar dos benefícios evidentes do modelo *Cradle to Cradle*, a sua implementação enfrenta alguns desafios nomeadamente no que diz respeito aos custos associados. Promover uma mudança neste sentido, requer investimentos a nível de tempo e recursos. (Norman, Design for a Better World: Meaningful, Sustainable, Humanity Centered, 2023)

No entanto, cada vez mais as empresas estão conscientes da sua responsabilidade no momento da criação dos produtos, desenvolvendo soluções alinhadas com os princípios da economia circular e do conceito *Cradle to Cradle*. (Elkington, Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business)

6. Upcycling vs. Downcycling

No âmbito da reciclagem de materiais, é possível identificar diferentes abordagens para o seu tratamento, entre elas o *Upcycling* e o *Downcycling*, que se distinguem essencialmente pelo valor atribuído ao material após a sua transformação.

O conceito de *Upcycling* surge em resposta à crise ambiental e ao consumismo exacerbado do século XXI. Opondo-se ao método tradicional de reciclagem, que implica a perda de qualidade do material, o *Upcycling* propõe a valorização dos materiais, potencializando as suas virtudes e prolongando a sua vida útil. Neste contexto, o *Upcycling* destaca-se como uma estratégia inovadora, associada à reconfiguração dos materiais ou produtos desperdiçados.

Assim sendo, este conceito é muito mais do que uma simples reciclagem, trata-se de uma reciclagem criativa, na qual os produtos ou materiais são transformados, adquirindo novas funções ou valor estético distinto, ao mesmo tempo que evita a extração de matéria-prima virgem para o fabrico de novos produtos.

O *Upcycling* baseia-se nos princípios da economia circular, reintegrando produtos e materiais descartados, novamente no ciclo de consumo. De acordo com *William McDonough* e *Michael Braungart*, (McDonough M. B., 2002); é essencial repensar os produtos de forma a que eles sejam valorizados enquanto recurso valioso, mantendo ou elevando a sua qualidade e prolongando o seu ciclo de vida. Esta abordagem reforça a perspectiva de *Stahel* (Stahel, 2010), que sublinha a importância de aumentar durabilidade dos produtos e materiais, diminuindo a necessidade de utilizar recursos virgens. (This is Distributed Design: Making a new local & global design paradigm, 2021)

Por outro lado, o conceito de *Downcycling* representa uma abordagem oposta ao *Upcycling*, na qual os materiais ou produtos assumem um menor valor comparativamente com a do original. Aplicado ao contexto desta investigação, os materiais plásticos após o seu reprocessamento, perdem propriedades significativas, como a resistência, durabilidade ou até mesmo características estéticas.

Adicionalmente, a mistura de matérias-primas compromete não só a qualidade do material, resultando na incapacidade de uma posterior reciclagem, como também torna todo o processo de transformação mais poluente e com um elevado impacto ambiental.(McDonough M. B., 2002);

Neste sentido, o *Upcycling* caracteriza-se por uma abordagem sustentável aplicada à valorização dos resíduos, prolongando o seu ciclo de vida de acordo com os princípios da economia circular.

Por outro lado, o *Downcycling*, traduz-se numa abordagem que apesar de reintegrar os materiais no ciclo de consumo, resulta numa perda de qualidade ou funcionalidade do material de origem, tendo um impacto negativo na transição para a economia circular.

7. Casos de estudo

De forma a sustentar a abordagem desenvolvida nesta investigação, centrada no *Upcycling* de resíduos de purgas plásticas industriais, foi realizada uma análise crítica a projetos, que exploram diferentes estratégias de design aplicadas ao reaproveitamento e à reciclagem de materiais. A seleção destes projetos, teve como critério a utilização de materiais descartados ou em fase de fim de vida, que após uma posterior intervenção do design, foram valorizados pela sua forma ou função, adquirindo um novo valor, em novas aplicações.

Assim, foram identificadas diversas propostas que realçam diferentes abordagens na forma de trabalhar os resíduos, privilegiando métodos que retiram materiais do fluxo da economia linear, quer do meio ambiente, ou mesmo do contexto industrial.

A análise realizada permitiu uma melhor compreensão sobre o que já foi desenvolvido na área do design associado ao aproveitamento de purgas plásticas industriais, bem como na valorização de outros resíduos. Com isto, foi possível identificar práticas comuns nos diversos projetos, onde a sustentabilidade se destaca como um fator chave de atuação. Os casos de estudo selecionados, constituem uma ponte entre a revisão teórica realizada anteriormente, que enquadra a problemática da má gestão dos resíduos plásticos, com a perceção prática de aplicação destes conceitos.

Neste contexto, o estudo permitiu construir uma base sólida de informação, para refletir sobre a forma como deveria atuar na valorização dos resíduos de purga, considerando o que já foi desenvolvido até então.

7.1. SCRAP LIFE PROJECT

Grischa Erbe, Moritz Jähde, Clemens Lauer, Max Guderian | 2018

Após uma viagem pelo norte de Itália, que incluiu uma visita a uma fábrica de moldagem por injeção, especializada na fabricação de cadeiras de plástico, para marcas como a *FLÖTOTTO* e a *Magis*, os designers alemães *Grischa Erbe, Moritz Jähde, Clemens Lauer, Max Guderian*, encontraram nos arredores da empresa, a inspiração perfeita para criar um novo produto, ecologicamente responsável. A excelência produtiva da empresa, contrastava com a gestão inadequada dos resíduos plásticos descartados. *Containers* repletos de excedentes de produção, com formatos irregulares e cores diversas, revelaram um enorme potencial para criação de peças únicas e irrepetíveis, com a utilização destes resíduos. Após quatro anos da recolha deste material, os designers retomaram o projeto, transformando-o com pouca intervenção, de forma a preservar a sua identidade e valorizar a essência original, garantindo assim que a sua beleza, não se perdesse na conceção de um novo produto.



Figura 8. Resíduos de purgas plásticas empilhadas em palete (Scrap Life Project, s.d.)



Figura 9. Processo de produção dos assentos (Scrap Life Project, s.d.)



Figura 10. Conjunto de assentos criados (Scrap Life Project, s.d.)

Através da adição de quatro tubos de aço aquecidos à base destas placas de plástico, foi possível criar inúmeros acentos, totalmente únicos, com um design inovador, resistente e adaptável a diferentes ambientes.

Apresentado na Ambiente Fair 2018, na Alemanha, este projeto, “*SCRAP LIFE PROJECT*” combina estética e sustentabilidade, transformando resíduos descartados, em verdadeiras peças de design que valorizam a economia circular e a reutilização de materiais.

Enquanto o processo de moldagem por injeção prioriza a produção em série de peças uniformes, a criação destes bancos, feitos a partir de placas de plástico descartadas, promove a economia circular, através do reaproveitamento de excedentes resultantes de mudanças de cor, ou material dos processos de produção.

A mistura aleatória de materiais, resulta em assentos únicos, cada um com uma identidade própria. No entanto, a incerteza quanto à composição de material de cada placa, leva a que estas sejam preferivelmente descartadas e incineradas. Ao contrário da padronização da produção em série, esta abordagem inovadora, evita não só o descarte e a queima do material, como também, lhe confere uma segunda vida, gerando um produto único, que alia a estética e funcionalidade, reduzindo o seu impacto ambiental.(Scrap Life Project, s.d.); (Morris, 2018)

7.2. Cadeira Ombak

SUNGAI DESIGN | 2024

“More than 80% of plastic pollution in the ocean comes from rivers and streams.” (Rivers, s.d.)



Figura 11. Ombak Seater Coral Green (Sungai Design, s.d.)

A cadeira *Ombak*, projetada pelo estúdio *Sungai Design* em colaboração com o designer *Mike Russek*, contempla uma produção focada no reaproveitamento de plástico descartado nos rios de Bali, na Indonésia. A *Sungai Watch*, uma organização sem fins lucrativos, dedicada à limpeza dos oceanos, deu vida à cadeira *Ombak*. Criada a partir de 2 mil sacos plásticos recolhidos, esta peça representa um avanço significativo no combate à poluição plástica, transformando um problema ambiental, em uma solução inovadora e ecologicamente responsável.

Primeiramente, os sacos plásticos utilizados, são submetidos a um processo de limpeza, de forma a remover qualquer resíduo que possa comprometer a qualidade do material durante o processo de transformação. Em seguida, são triturados e submetidos a um processo de prensagem a quente, formando placas compactas. Estas placas são usinadas em uma máquina CNC de alta precisão, onde ferramentas de corte removem o material excedente, e dão origem a cada

uma das peças que compõem a cadeira. Após o corte, as placas são unidas por uma estrutura metálica, que facilita a montagem e confere à peça uma aparência leve e delicada. A cadeira foi desenhada com duas versões, com e sem braços.

Através de um inovador sistema de barreiras flutuantes, desenvolvido pela *Sungai Watch*, mais de 2,3 milhões de quilos de plástico já foram retirados dos oceanos. A instalação de 300 estruturas flutuantes, permitiu perceber que 36% dessa coleta, são sacos plásticos. Com este método de recolha de lixo oceânico, verificou-se que sacos plásticos, são os objetos mais encontrados, mas também são os que despertam menos interesse de reutilização. Neste sentido, a equipa *Sungai Design* utilizou estes sacos, para dar vida a novos produtos, através do desenvolvimento de uma coleção de mobiliário, que incluem a cadeira *Ombak*, disponível em três cores distintas (*Granite Black*, *Ocean Blue* e *Concrete White*). Devido ao próprio processo de reciclagem podem ocorrer variações de tonalidades, conferindo a cada cadeira um caráter único e exclusivo.

Com um impacto promissor, a *Sungai Design* atua diretamente na raiz do problema, instalando barreiras fluviais que impedem a entrada de lixo nos oceanos. Através de uma coleção de produtos focada na reutilização de sacos plásticos, cada peça criada evita que entre 11-30 kg de plástico permaneçam nos oceanos. Toda a receita gerada pelos produtos vendidos, revertem a favor da limpeza dos rios e da instalação de barreiras fluviais, financiando o trabalho exercido pela *Sungai Watch* na preservação dos oceanos. (Griffiths, 2024); (Sungai Design, s.d.) (Impact, s.d.)

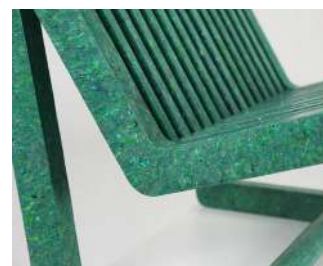


Figura 12. Detalhe da peça (Sungai Design, s.d.)



Figura 13. Coleção de cadeiras *Ombak* em diferentes cores (Sungai Design, s.d.)

7.3. From the Himalayas

SUPERLOCAL | 2022

A beleza característica do Monte *Everest*, atrai atualmente mais de 80.000 visitantes, que vislumbram as belas paisagens naturais da região. Esta repercussão tornou-se ambígua, sendo que os benefícios socioeconômicos não compensam a degradação ambiental, que resulta em quantidades exorbitantes de lixo desperdiçado por toda a montanha, ameaçando a biodiversidade única da região.

A empresa Super Local, em parceria com a *Sagarmatha Next*, criou o programa “*Carry me back*”, com o objetivo de desenvolver soluções inovadoras e sustentáveis, para a remoção, processamento e transformação de resíduos descartados na região do *Everest*.

Na época mais movimentada de atividades turísticas, cerca de 1 tonelada de lixo, é deixada diariamente nos diversos trilhos da montanha. A elevada altitude, dificulta os métodos de recolha e posterior reciclagem, sendo que majoritariamente este lixo é queimado, contaminando o solo, as águas e o ar envolvente.



Figura 14. Abertura de molde de injeção, da produção dos *souvenirs* (SUPER LOCAL, s.d.)



Figura 15. Representação dos picos mais emblemáticos das montanhas (SUPER LOCAL, s.d.)

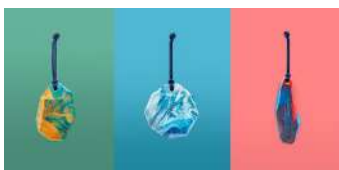


Figura 16. Coleção *From the Himalayas* (SUPER LOCAL, s.d.)

O programa “*Carry me back*”, funciona através da colaboração de comunidades locais e turistas, que viajam para regiões mais baixas e auxiliam na recolha e no transporte do lixo, em sacos próprios “*Carry me back*”, com capacidade para 1kg, adaptáveis para serem presos às mochilas dos visitantes. Após isto, o lixo é transportado até ao aeroporto local, onde centros de reciclagem recolhem e procedem à separação, trituração e embalagem dos diferentes materiais.

Neste sentido, foi desafiado à Super Local, a criação de um produto destinando aos turistas, com a reutilização de tampas de garrafas HDPE, de forma a reaproveitar o lixo descartado, e a financiar o trabalho desenvolvido pela organização. Posto isto, foi criada a coleção *From the Himalayas*, um conjunto de três “*souvenirs*”, com diferentes formatos, e uma representação dos picos mais emblemáticos das montanhas. Estas pedras, são produzidas através da utilização de máquinas de moldagem por injeção, da *Precious Plastic* de *Dave Hakkens*. Com um design versátil, elas podem ser usadas como colar, ou como porta-chaves, tonando-se uma excelente lembrança de aventuras e caminhadas realizadas nos maiores picos do mundo. (SUPER LOCAL, s.d.); (Frearson, 2023)

7.4. THE PLASTIC MINE

SUPERLOCAL | 2022

“Most of the time there is a hidden beauty within regarded 'waste', therefore we see it as a new 'raw' material, as a starting point where we can create new designs to keep the conversation going and most importantly show the beauty of regarded industrial waste .(...)–Iris van Daalen (Daalen, s.d.)



Figura 17. Resíduos de purgas plásticas industriais (Studio Thier & van Daalen, s.d.)

Os resíduos excedentes de produção da indústria plástica, transformaram-se num recurso valioso para a criação de novos produtos, inseridos em uma política de sustentabilidade aliada à economia circular.

A coleção “*The Plastic Mine*”, criada pelos designers *Iris van Daalen* e *Ruben Thier*, é um excelente exemplo de como se pode re-imaginar o plástico, e criar peças de caráter único que combinam inovação, estética e sustentabilidade.

Coletados do chão das fábricas, estes pedaços de plástico irregulares, deram forma a peças originais, que resultaram em prateleiras, candeeiros, mesas, vasos, suporte para livros e espelhos, feitos com purgas de polietileno, com cores vibrantes e superfícies extremamente texturizadas.

A produção destas purgas ocorre durante a limpeza das máquinas, no momento de alteração de materiais ou cores utilizadas, formando blocos com características únicas, distintas entre si.

Uma das premissas deste projeto, é a utilização dos resíduos plásticos na sua forma mais pura, não havendo alteração no formato ou na cor do material, garantindo assim o seu baixo impacto ambiental, bem como a preservação da essência do material nas peças desenvolvidas.

A criação dos novos produtos a partir de resíduos plásticos, inicia-se com uma separação categórica por cores e formatos do material, permitindo uma melhor organização dos blocos e idealização dos produtos.

Após esta etapa, recorre-se ao corte do material, numa máquina CNC ou através de uma serra, onde estes são divididos em duas metades, de forma a perceber os padrões marmorizados no seu interior e garantir assim uma superfície plana, para servir ao seu propósito de funcionalidade. Estes padrões únicos, visíveis no interior dos blocos, resultam do processo de extrusão, onde o material é depositado numa base, formando dobras, e adquirindo assim o seu formato final visível nestas peças.

Após o corte dos blocos, e dependendo das suas dimensões, são adicionadas as peças correspondentes à montagem do produto, como as pernas das mesas, ou acessórios de fixação das prateleiras na parede.

Através destas criações inovadoras, *Iris van Daalen* e *Ruben Thier*, conseguiram transformar um material considerado lixo industrial, em um produto novo e valioso. Sem esta intervenção, estes resíduos, seriam descartados, não permitindo dar continuidade ao ciclo de vida desta matéria-prima. (Winston, 2020); (Studio Thier & van Daalen, 2022); (Carved side table, s.d.) (Rainbow Bookends, s.d.); (the Plastic Mine, s.d.)



Figura 18. Conjunto de mesas laterais (Studio Thier & van Daalen, s.d.)



Figura 19. Prateleira colorida (Studio Thier & van Daalen, s.d.)

7.5. Coffee Table, Waste Terrazzo

FIVE MILE RADIUS | 2016

A *Five Mile Radius*, um estúdio de design e arquitetura sediado na Austrália, tem vindo a destacar-se pelo seu percurso marcado pelo compromisso com a sustentabilidade e a valorização de materiais em fim de vida, nomeadamente resíduos do setor da construção. Cada projeto pretende resignificar o desperdício, utilizando resíduos locais reaproveitados nas suas criações, conciliando a estética e a funcionalidade com a consciência ambiental dos produtos desenvolvidos.

Com uma abordagem de produção artesanal, a *Five Mile Radius* procura criar uma relação entre a criação e a fabricação dos produtos, incorporando práticas alinhadas com os princípios da economia circular. Neste processo, os resíduos são incorporados como o elemento central e diferenciador das peças.



Figura 20. Pormenor dos resíduos do setor da construção, aplicados numa mesa (FIVE MILE RADIUS, s.d.)



Figura 21. *Coffee Table, Waste Terrazzo* (FIVE MILE RADIUS, s.d.)

A peça de mobiliário “*Coffee Table, Waste Terrazzo*”, é um dos vários projetos que evidenciam o compromisso da Five Mile Radius, com a economia circular e uma produção mais consciente.

Concebida inteiramente com resíduos de construção, este modelo integra uma linha de produtos que explora materiais como o cimento e a madeira de demolição, frequentemente descartados em elevadas quantidades neste setor. Cada peça é desenvolvida, com o intuito de ter um carácter intemporal, resistindo à passagem do tempo, reduzindo a necessidade de utilizar matérias-primas virgens.

A produção desta mesa resulta da combinação de cimento com resíduos cerâmicos provenientes do reaproveitamento de demolições. Esta mistura é posteriormente vertida em moldes reutilizáveis, permitindo a reprodução das peças inúmeras vezes. Após a cura do material, a peça é lixada de forma manual, tornando a superfície lisa e uniforme, simultaneamente que evidencia os fragmentos cerâmicos incorporados.

O tampo é depois colocado sobre uma estrutura em aço reciclado, que assegura a estabilidade necessária para o suporte da peça. A fusão da estética brutalista com o uso de materiais reaproveitados, cria uma harmonia entre a elegância e o equilíbrio das formas, conferindo à mesa uma identidade única. Para além disso, este produto permite uma utilização versátil, adaptando-se tanto a ambientes interiores, quanto exteriores.

Assim, a dimensão funcional aliada à componente estética dos produtos criados, evidencia a transparência de todo o processo, desde a recolha do material, até à sua transformação. A escolha por materiais em fim de vida, contribui para a redução do impacto ambiental das peças, evitando não só o depósito em aterros, bem como a extração de novos recursos.

Neste sentido, o projeto destacado pretende demonstrar como o design pode resignificar resíduos em fim de vida, valorizando-os em novas aplicações. Com este tipo de intervenção, o estúdio já recuperou mais de 85 toneladas de resíduos de construção destinados a aterro, evidenciando o seu compromisso com a sustentabilidade e demonstrando o poder do design na criação de estratégias que promovem a mudança de práticas de produção e consumo. (*Coffee Table, Waste Terrazzo*, s.d.) (FIVE MILE RADIUS, s.d.)

7.6. Purge Series

John Dahlsen | 2005-2006

John Dahlsen é um artista australiano reconhecido pelo seu trabalho na área ambiental, mais propriamente na exploração estética e simbólica do valor dos resíduos. A sua obra centrada na problemática da poluição, pretende desafiar o espectador a uma reflexão crítica sobre o impacto do lixo plástico no meio ambiente, questionando não só a sua perceção sobre o plástico, mas também o seu potencial de reaproveitamento.

A série “*Purge*”, é um exemplo prático desta abordagem. Constituída por pinturas, esculturas, trabalhos em papel, instalações artísticas, e obras em cera encáustica, destaca as purgas, (um subproduto resultante das máquinas de produção industrial de peças plásticas), como elemento central das suas obras.

Com uma abordagem ativista, *John Dahlsen*, explora os resíduos plásticos, tanto numa perspetiva bidimensional, através da sua representação em pinturas, como numa abordagem tridimensional, onde evidencia a plasticidade do material e lhe atribui um carácter escultórico. Desta forma o artista resignifica um resíduo que habitualmente é destinado ao aterro, atribuindo-lhe um novo valor estético e conceptual.

Para além disso, *John Dahlsen* desafia o público a refletir sobre o ciclo de vida do plástico, evidenciando a contradição existente, no facto de que este material percorre um longo percurso desde a extração do petróleo até à sua transformação em um produto, para que no final, estes resíduos terminem descartados como subprodutos sem nenhuma função aparente.

Embora reconheça que o desperdício é inevitável na produção industrial *Dahlsen*, promove uma reflexão sobre a reciclagem, a economia circular e a responsabilidade ambiental, perante o impacto dos resíduos plástico no meio ambiente.

Do ponto de vista do design, as obras de *Dahlsen*, assumem um carácter abstrato e reflexivo, com um forte impacto na valorização de purgas industriais. Ao representar um material visto como “não objeto”, por não ter nenhuma função, o artista atribuiu-lhes um novo significado, demonstrando que resíduos que são considerados lixo, também podem ser integrados num contexto artístico de forma criativa. (John Dahlsen, s.d.) (Artist Statement – The Purge Series (2004), s.d.)



Figura 26. “Black Purges On Encaustic 1” 2005 (John Dahlsen, s.d.)



Figura 25. Red Purge on Paper (John Dahlsen, s.d.)



Figura 22. Blue Purge Painting 2005 (John Dahlsen, s.d.)



Figura 23. “Yellow Plastic Purge 1” 2005 (John Dahlsen, s.d.)



Figura 24. Blue Purge and Encaustic Wax Installation (John Dahlsen, s.d.)



CAPÍTULO 4

Redefinição e consolidação projetual

Neste capítulo será apresentada uma análise ao plástico reciclado em diferentes contextos, partindo de uma abordagem experimental focada no reaproveitamento de tampas de plástico até ao contacto direto com a indústria de transformação de polímeros, que posteriormente veio a redefinir o foco e os objetivos do projeto.

Serão descritas todas as etapas deste percurso, desde a escolha inicial da matéria-prima, as metodologias adotadas para a sua transformação, até às principais limitações e novas possibilidades identificadas para a valorização de resíduos plásticos, que originou numa mudança significativa na direção do projeto



Figura 27. Tampas recolhidas



Figura 28. Lavagem manual das tampas recolhidas

4.1. Abordagem inicial

O presente projeto iniciou-se com a proposta de explorar o potencial do plástico reciclado, através do reaproveitamento de tampas plásticas recolhidas como matéria-prima. Esta escolha justifica-se pelo facto de ser um material amplamente disponível e que é frequentemente descartado de forma inadequada, sendo comum encontrá-lo em espaços públicos, o que contribui significativamente para a poluição ambiental. Nos últimos anos, têm sido implementadas medidas com o objetivo de solucionar esta problemática, entre elas destaca-se a obrigatoriedade de manter as tampas presas às garrafas de plástico. Esta medida visa reduzir o descarte inadequado das tampas, que para além de impactarem diretamente o meio ambiente, também representam um risco para os animais, uma vez que, devido ao seu tamanho reduzido podem ser facilmente ingeridos por várias espécies.

Inicialmente uma das principais inspirações foi o projeto *Precious Plastic*, que apesar de ser relativamente recente, já apresenta um impacto significativo a nível global.

Este é um projeto *Open Source*, que se destaca pela sua versatilidade de partilha de informações, permitindo a divulgação de recursos, projetos e soluções acessíveis para a construção destes equipamentos em qualquer parte do mundo. Criado em 2013, por *Dave Hakkens*, o *Precious Plastic* tem como objetivo a redução do desperdício de plástico através de práticas de design sustentável e fabricação de produtos com redes de apoio locais. Neste contexto, a chave do projeto são as pessoas, sendo estas o elemento essencial para a partilha de informações entre comunidades locais, tendo como objetivo comum a resolução da problemática provocada pelo plástico.

Num primeiro momento, o foco do projeto estava centrado na recolha de tampas (figura 27) e na sua posterior transformação, onde o objetivo era perceber a viabilidade da reutilização deste tipo de resíduos. Nesta fase foram recolhidas tampas de diversos produtos, de forma a obter uma ampla variedade de tipos de plástico. Após a recolha, todas as tampas foram devidamente lavadas, (Figura 28) para garantir a sua higienização e qualidade do material durante o processo de conformação em moldes. Concluída a limpeza, e a secagem das

tampas, procedi à separação por tipo de plástico e cor. (Figura 29) De seguida o material foi triturado com recurso a uma picadora de alimentos de cozinha, que atribuiu uma textura granulada ao plástico. (Figura 30) Este processo foi repetido até que todo o material estivesse totalmente preparado para a realização de pequenas experiências em contexto doméstico. (Figura 31)



Figura 29. Tampas separadas por tipo de plástico



Figura 31. Plástico triturado, separado por cores e tipo de composição

Contudo, apesar do potencial criativo deste material, percebi a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre o plástico reciclado e os seus processos de transformação em contexto industrial. Neste sentido, ao estabelecer contacto com a empresa Codil, surgiu a oportunidade de realizar uma visita às suas instalações, guiada pelo Dr. José Amorim, responsável pelo Departamento de Sustentabilidade da empresa.

A visita ocorreu no dia 5 de novembro de 2024, e iniciou-se com uma breve conversa na qual foram apresentados os objetivos concretos desta investigação. A partir dessa contextualização a visita foi orientada para corresponder a esses objetivos específicos.

Neste sentido, o Dr. José começou por explicar o funcionamento da unidade de produção da Codil, recorrendo a amostras de produtos fabricados com plástico reciclado, evidenciando que cada vez mais, o canal de comunicação entre o design e a produção sustentável deve ser repensada de uma forma mais consciente.

Segundo o Dr. José, mais do que usar materiais reciclados, é essencial pensar na durabilidade dos produtos desenvolvidos, sendo este um fator crucial na seleção dos materiais a utilizar na sua composição.



Figura 30. Picadora de cozinha



Figura 32. Produtos da Codil feitos com plástico reciclado



Figura 33. Plástico granulado



Figura 34. Purgas armazenadas para posterior trituração



Figura 35. Jitos com configurações distintas



Figura 36. Uma das amostras de purga disponibilizadas pela empresa

Para além disso, durante a visita foram-me explicadas as problemáticas associadas ao uso do plástico reciclado a nível industrial, problemas esses que englobam custos de produção, necessidade de manutenção regular dos equipamentos e as dificuldades associadas à separação do plástico por cores, que torna todo o processo pouco rentável e ineficaz neste contexto.

Seguidamente dirigimo-nos à área de produção, de modo a observar de forma prática todos os conteúdos explicados anteriormente.

Durante a visita, foi possível constatar a acumulação de resíduos plásticos com formatos irregulares e dimensões variadas, em contentores específicos destinados ao seu descarte. Ao questionar o Dr. José sobre a origem destes resíduos, ele explicou que se tratava de subprodutos resultantes da limpeza das máquinas de processamento de plástico, nomeadamente máquinas de injeção e extrusão. Denominados como purgas, estes excedentes são uma das problemáticas associadas a este setor industrial, uma vez que são formados por diferentes tipos de plástico fundido, daí apresentarem uma elevada dureza, com formatos e cores distintas. Estas características tornam a sua trituração inviável em equipamentos tradicionais, e difíceis de serem reintegrados na fabricação de novos produtos, devido à sua composição heterogénea.

No caso da Codil, as purgas são depositadas em contentores específicos, de forma a armazená-las temporariamente até serem trituradas. Este processo de trituração acontece em equipamentos específicos que nem todas as empresas têm. Por esse motivo, muitas optam por depositar as purgas diretamente em aterros ou encaminhá-las para centros de reciclagem, uma vez que o elevado custo dos equipamentos necessários para a sua trituração, bem como do elevado consumo energético associado ao processo, acaba por tornar esta prática economicamente inviável para muitas empresas.

De forma comparativa, o Dr. José apresentou uma outra tipologia de resíduos, denominados como jitos. Estes excedentes resultam dos canais de distribuição do plástico injetado no interior dos moldes, utilizados para preencher completamente todas as cavidades. No momento de desmolde da peça, os canais de distribuição permanecem compostos por plástico, o que gera estes resíduos excedentes. No caso da Codil, por apresentarem dimensões reduzidas e serem constituídos por monomaterial, são facilmente triturados e reintegrados no processo de produção industrial. (figura 35)

No final da visita, o Dr. José Amorim disponibilizou duas amostras de purga, lançando o desafio de explorar o potencial deste material e o seu destino final, com o objetivo de investigar soluções que possibilitem a sua valorização e prolongamento do seu ciclo de vida.

4.2. Análise comparativa

Tampas de plástico vs. Purgas Industriais

“Recognizing the need is the primary condition for design.”
Charles Eames

A fase inicial do projeto focou-se na reutilização de tampas plásticas, devido à facilidade de recolha do material, bem como ao impacto ambiental associado ao seu descarte inadequado. No entanto, após o contacto com uma empresa do ramo industrial de processamento de plásticos, tornou-se evidente a dificuldade no gerenciamento de purgas plásticas por parte de muitas empresas, devido à sua composição e dureza. Apesar destas características que são um entrave ao seu reprocessamento por métodos tradicionais, as purgas têm um potencial único para o desenvolvimento de soluções inovadoras e criativas num contexto de design aliado à sustentabilidade.

Para além disso, o contacto estabelecido com a indústria permitiu constatar que a trituração de resíduos plásticos, já era uma prática recorrente nos processos de reciclagem industrial. Neste contexto, analisando de uma forma crítica o meu contributo nesta investigação, percebi que estudar a trituração de resíduos plásticos, como as tampas, não teria um impacto tão significativo, uma vez que esses métodos de reciclagem já são amplamente utilizados na indústria.

Assim sendo, houve uma mudança de foco no projeto, que resultou da evolução natural da pesquisa, adaptando-se às informações recolhidas e à percepção de que a investigação deveria abordar uma temática menos explorada, com maior capacidade de investigação no contexto do design. Neste sentido, o projeto passou a focar-se no reaproveitamento e valorização de purgas plásticas industriais, aproveitando a problemática identificada neste setor da indústria plástica.



Figura 37. Plástico triturado_Codil



Figura 38. Desperdícios de purga_Codil

4.3. Purgas plásticas industriais

4.3.1. Definição e contextualização

A indústria do plástico desempenha um papel crucial na fabricação de inúmeros produtos do nosso quotidiano. No entanto, a produção em série cria inevitavelmente um acumular de resíduos indesejados no interior das máquinas, o que pode comprometer a eficácia dos processos produtivos caso estes não sejam removidos de forma adequada. (Chem Trend, s.d.)

Neste sentido, para assegurar a continuidade da produção com elevados padrões de qualidade e eficiência, recorrendo à diversidade de materiais e cores características da produção industrial, é fundamental recorrer ao processo de purga. (TELKO, 2024)

O que são purgas?



Figura 39. Purgas em PP, geradas pela limpeza de máquina de injeção

Na indústria de transformação do plástico, o termo purga, refere-se aos resíduos plásticos resultantes da limpeza das máquinas de injeção, extrusão e sopro. Estas purgas apresentam-se sob a forma de blocos irregulares com composições que geralmente incluem a mistura de polímeros, tornando a sua reciclagem mais complexa.

Por se tratar de um subproduto proveniente da higienização dos equipamentos, as purgas apresentam volumes densos, cuja dimensão depende da quantidade de peças que foram produzidas anteriormente. Para além disso, adquirem as cores dos pigmentos utilizados em produções anteriores, assumindo formatos e variações cromáticas únicas e imprevisíveis.

As purgas distinguem-se de outros subprodutos da indústria, como refugos¹ ou aparas, pelo facto de não apresentarem uma forma padronizada e uniforme. Enquanto estes resíduos podem ser facilmente reincorporados no ciclo produtivo, a irregularidade formal e a heterogeneidade das purgas, dificulta significativamente o seu reprocessamento. (Miguel Carrasco, 2023); (Ma. Guadalupe Plaza, 2024)

¹ De acordo com o dicionário Priberam da Língua Portuguesa, o conceito de refugo, caracteriza-se por algo que é rejeitado por ser considerado de pouca qualidade, com defeitos ou de pouco valor. (Refugo, s.d.)

No contexto industrial, o refugo refere-se aos resíduos provenientes dos processos produtivos, que por diversos motivos não correspondem aos padrões de qualidade estabelecidos pela empresa. Neste sentido, por não apresentarem condições para serem reprocessados, estes são geralmente descartados de forma a não comprometer produções futuras. (Guimarães, 2024)

Processo de limpeza dos equipamentos

No âmbito da produção industrial de plásticos, a manutenção regular dos equipamentos de produção, é essencial para garantir o bom funcionamento e a eficácia das máquinas, bem como a qualidade das peças produzidas. Este processo é realizado em diversos equipamentos deste setor industrial, nomeadamente nas máquinas de injeção, extrusão e sopro. (Chem Trend, s.d.)

Neste sentido, o processo de purga, consiste na limpeza interna dos equipamentos, através do uso de agentes de limpeza, que atuam para remover e expulsar os resíduos que ficaram armazenados no interior da máquina de produções anteriores. O material é forçado a percorrer a rosca e o cilindro até ao bico da máquina, onde será extraído, arrastando consigo os resíduos acumulados para o exterior. Ao saírem da máquina, estes solidificam e formam as chamadas purgas plásticas. (Purge Right, s.d.)

Durante o processo de purga, o material removido dos equipamentos pode atingir temperaturas que variam entre os 150°C e os 320°C, consoante o tipo de plástico utilizado. (plasticsinfomart, 2021)

Estas temperaturas elevadas são essenciais para fundir os resíduos encrustados, permitindo que sejam removidos de forma eficiente, sem comprometer a integridade dos equipamentos.

O principal objetivo deste processo de limpeza é aumentar a eficiência produtiva dos equipamentos, uma vez que este procedimento gera uma grande quantidade de plásticos que depois são considerados lixo. Para além disso, durante este processo, quando a máquina está a ser limpa, a produção é necessariamente interrompida. (Rosato, Rosato, & Rosato)

A realização regular deste processo, é essencial para garantir que a produção das peças decorra como previsto pelo fabricante, evitando longos períodos de inatividade das máquinas, bem como o desgaste dos componentes internos do equipamento.

O excesso de material acumulado de produções anteriores influencia o tempo de aquecimento do material virgem, o que pode afetar na qualidade dos produtos desenvolvidos. Como consequência, esta situação pode resultar na contaminação das superfícies e, consequentemente na integridade da peça final, o que, em certos casos, determina o seu descarte. (IMCD, s.d.)

A limpeza é realizada especialmente após a troca de cor ou de tipo de material processado, garantindo a eliminação completa de vestígios de material antigo, que possa comprometer a qualidade dos produtos. Este procedimento também pode ser realizado como forma de manutenção preventiva, evitando o desperdício de material, e prevenindo erros de produção. (ASACLEAN, s.d.) (Nonô, 2021)

No contexto industrial, a implementação deste processo de limpeza, reduz significativamente o desperdício de material contaminado, aumentando a eficiência dos equipamentos e a qualidade dos produtos desenvolvidos.

Principais equipamentos submetidos ao processo de purga

Máquina de injeção

O processo de injeção de plásticos é um dos métodos mais utilizados na produção de peças termoplásticas, sendo aplicado também na produção de materiais termoendurecíveis. Este processo inicia-se pela plastificação do material², recorrendo ao auxílio do parafuso, que através de movimentos rotativos, injeta o material a alta pressão no interior do molde previamente fechado. O plástico fundido é uniformemente espalhado pelos canais de distribuição, garantindo o preenchimento homogêneo de todas as cavidades do molde. Segue-se a etapa de arrefecimento, que termina quando a peça atinge o estado sólido, permitindo a sua desmoldagem, através da abertura do molde e da extração da peça. (Fried, 2014) (Nunes, 2018)

O processo de purga de uma máquina de injeção, é fulcral para assegurar o bom funcionamento dos equipamentos. Esta etapa permite a remoção de quaisquer resíduos poliméricos incompatíveis com próximas produções, bem como cores indesejadas, até resinas não reprocessadas, prevenindo assim a contaminação da produção seguinte.

Para iniciar o processo de purga, é essencial garantir que a unidade de injeção se encontra retraída, e que o parafuso e o cilindro estejam completamente vazios.

Em seguida, procede-se à limpeza do funil e de todos os componentes que entram em contacto direto com o novo material ou cor de produção. No alimentador, são introduzidos os produtos de limpeza correspondentes às quantidades necessárias, tendo em conta as especificações do equipamento e da resina que irá ser purgada. Nesta etapa, o parafuso deve ser posicionado na parte frontal, aumentando a compressão, e permitindo a extração do material, até se obter uma tonalidade esbranquiçada ou de preferência transparente. O material resultante desta extração, constitui as purgas plásticas, que representam o foco desta investigação.

Para finalizar o processo de purga, reduz-se a contrapressão, retrai-se o parafuso e procede-se à realização de injeções curtas e rápidas.

Este processo deve ser repetido até garantir a total limpeza do equipamento.

Concluído este processo de limpeza, o equipamento está preparado para receber a nova matéria-prima. (Plastics News, 2020) (Purge Right, s.d.)

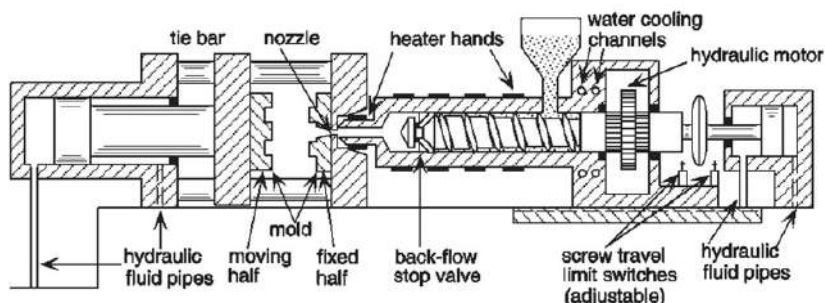


Figura 40. Representação de máquina de moldagem por injeção (Fried, 2014)

² Plastificação do material: Processo correspondente ao aquecimento e amolecimento do plástico até a sua fusão, atingindo a viscosidade adequada para que este possa ser moldado de forma eficaz. (Rosato, Rosato, & Rosato).

Máquina de extrusão

Entre os diversos métodos de processamento de termoplásticos, a extrusão destaca-se por ser o que permite atingir os maiores volumes de termoplásticos processados. (Baird & Collias, 2014)

Este método de produção, é amplamente utilizado no fabrico de peças como tubos, chapas, perfis, entre tantos outros diversos produtos.

A máquina de extrusão é composta por uma tremonha, onde o material é armazenado em forma de pallets ou pó, e um cilindro extrusor. Este cilindro, em termos conceituais pode ser segmentado em 3 zonas principais, dependendo da sua função: alimentação, compressão e dosagem.

Na zona da alimentação, o material é transportado para a zona de compressão, por meio de um parafuso rotativo. Nesta etapa o material começa a fundir-se, adquirindo a consistência necessária para o seu processamento. Já na zona da dosagem, a ação de cisalhamento gerada entre o parafuso e a superfície interna do cilindro, força o material a sair da máquina atravessando uma matriz, que lhe confere a forma final do produto extrudido. (Fried, 2014)

O processo de purga de uma máquina de extrusão deve acontecer de forma regular e periódica, de forma a evitar imprevistos durante a produção. A elevada densidade de produtos fabricados, pode provocar uma maior quantidade de re-fugo gerado, uma vez que é necessário interromper a produção de forma mais recorrente, para proceder à troca de materiais.

Para iniciar o processo de purga numa extrusora, é fundamental verificar antecipadamente o tipo de composto que irá ser utilizado, de forma a ajustar a temperatura dos componentes da máquina de acordo com as instruções do fabricante. Assim sendo, inicia-se este processo com o tambor da extrusora vazio, bem como a tremonha e a zona de alimentação completamente limpos. Em seguida retiram-se os pacotes de tela, prevenindo possíveis obstruções.

Após estas etapas, começa-se a purgar, introduzindo as quantidades adequadas de material, de acordo com a capacidade do cilindro e as especificações do equipamento. Nesta fase, a rotação da rosca deve começar de forma lenta, aumentando progressivamente à medida que o material começa a ser extraído. O processo estará concluído, quando o material extrudido começar a sair branco, sem contaminações visíveis, garantindo que não restam resíduos da produção anterior.

Por fim procede-se à limpeza da matriz, bem como à colocação de um novo conjunto de tela, garantindo que o equipamento está pronto para as próximas produções, de forma prática e segura. (Plastics News, 2020); (Purge Right, s.d.)

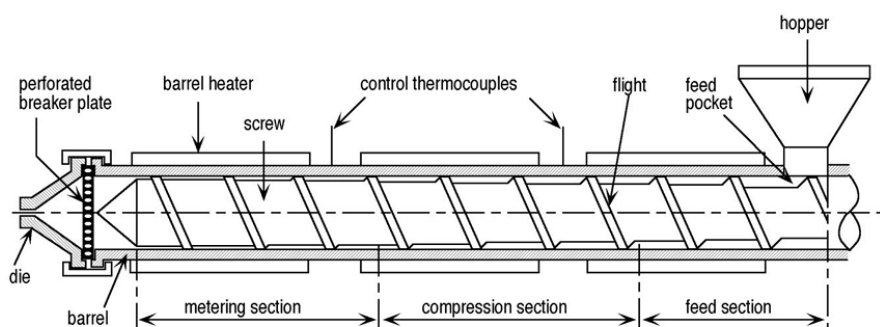


Figura 41. Representação de máquina de moldagem por extrusão de parafuso único (Fried, 2014)

Máquina de sopro

O processo de moldagem por sopro, é amplamente utilizado na produção de peças ocas plásticas. Este processo consiste na introdução de um gás no interior de uma pré-forma previamente aquecida, que provoca a expansão do material, fazendo com que este se ajuste às paredes do molde, adaptando-se com precisão às diferentes configurações pretendidas.

Este processo envolve dois métodos distintos de moldagem: injeção-sopro e extrusão-sopro.

- Na moldagem por injeção-sopro, destinada sobretudo à fabricação de garrafas, a pré-forma em tubo de plástico é inicialmente obtida por injeção, sendo moldada em torno de uma haste central. Depois essa pré-forma é conduzida para a cavidade de sopro, onde é expandida pela insuflação de ar, até adquirir o formato final da garrafa.
- A moldagem por extrusão-sopro, é preferencialmente utilizada para a produção de peças de maiores dimensões. Neste processo o plástico é primeiro extrudido sob a forma de um tubo e depois posicionado entre as duas metades de um molde. Em seguida um pino de sopro, é inserido na pré-forma e após o fecho do molde, o ar é insuflado para o seu interior, fazendo com que o plástico se adapte integralmente às paredes do molde. (Fried, 2014)

Relativamente ao processo de purga nas máquinas de sopro, este inicia-se com o aumento da temperatura para valores entre os 35°F - 55°F, seguida pela extração de todo o plástico acumulado. Depois procede-se à limpeza da zona de alimentação e do funil, bem como a substituição da tela e da matriz, caso o equipamento apresente elevada contaminação.

Após esta etapa, o composto de purga é introduzido no funil. A limpeza inicia-se com o parafuso a uma velocidade baixa, que é progressivamente aumentada à medida que o material é extraído. Assim que termina este processo, é importante parar o parafuso, deixando o composto de purga atuar no interior do equipamento. Passado o tempo adequado, aumenta-se novamente a velocidade do parafuso até a máquina estar totalmente limpa, concluindo assim o processo de limpeza de forma eficaz. (Plastics News, 2020); (Purge Right, s.d.)

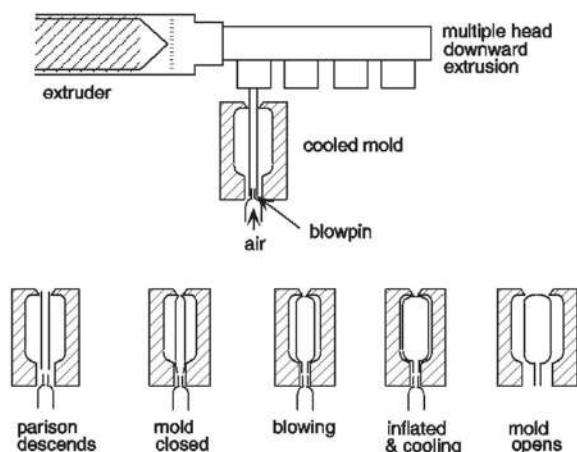


Figura 42. Representação do processo de extrusão-sopro na produção de garrafas (Fried, 2014)

Tipos de compostos de purga

Atualmente existe uma enorme variedade de produtos específicos para a limpeza de máquinas de produção plástica, contudo nem sempre foi assim. A preferência pela utilização de materiais virgens da própria produção, seja com a adição de um agente de limpeza ou apenas utilizando matéria-prima virgem, pode provocar transtornos tanto a nível económico quanto operacional, aumentando os custos e prolongando o tempo necessário para a limpeza dos equipamentos.

Deste modo, ao optar por uma solução mais eficiente, como a utilização de compostos de purga, especificamente desenvolvidos para a limpeza de equipamentos de transformação de plásticos, e dos seus componentes internos, (parafusos, cilindros matrizes, bicos, entre outros) torna-se possível assegurar uma maior qualidade dos produtos gerados, ao mesmo tempo que se reduz de forma significativa o desperdício de matéria-prima. A utilização destes compostos, otimiza o tempo de produção, para além de reduzir os custos associados e a necessidade de utilização de matérias-primas virgens. Esta torna-se uma abordagem que alia eficiência económica e operacional, com os princípios da sustentabilidade e a minimização do impacto ambiental. (Unicleanplus, s.d.)

Neste sentido, considerando as diversas opções de compostos de purga disponíveis no mercado, cada um desenvolvido para responder a finalidades distintas, podemos classificá-los da seguinte forma:

a) Agentes de Purga Mecânicos Abrasivos

Este processo de limpeza consiste na remoção de resíduos através da ação mecânica de partículas abrasivas e rígidas, como é o caso da fibra de vidro. O atrito criado pelas partículas, permite a limpeza de componentes como a rosca, o cilindro e a matriz. Embora seja um método altamente eficaz e rápido na eliminação de materiais impregnados no interior da máquina, pode a longo prazo, provocar o desgaste do equipamento. Para além disso, os compostos utilizados, frequentemente apresentam dificuldades na sua remoção completa, tornando-se num processo relativamente dispendioso, comparativamente com outras técnicas de limpeza. (Chukwubuike, 2015); (Compostos, 2022); (Chem Trend)

b) Agentes de Purga Mecânicos Não Abrasivos

Em contraste com os agentes abrasivos, estes geralmente são os mais indicados para a higienização das máquinas, uma vez que não provoca um desgaste substancial nos equipamentos, não libertam odores, nem afetam o seu desempenho prático. Estes agentes de purga oferecem uma ampla variedade de compostos, que se adaptam a diversas aplicações, nomeadamente plásticos de engenharia, materiais transparentes, até resinas que funcionam a baixas temperaturas de processamento. Para além disso, existe um composto de purga com características universais, que permite ser usado em todos os plásticos, independentemente da sua temperatura de processamento. Um dos principais benefícios é a sua compatibilidade com câmaras quentes, para além de ser adaptável a máquinas de injeção, extrusão e sopro. (Compostos, 2022)

c) Agentes de Purga Química

O processo de limpeza por meio de agentes químicos, tal como o próprio nome indica, depende da reação química no interior dos equipamentos. Estes agentes de limpeza atuam sobre os resíduos poliméricos internos, promovendo a sua decomposição pela plastificação da resina, através do seu amolecimento. Adicionalmente podem atuar pela despolimerização dos resíduos plásticos, reduzindo o seu tamanho e a viscosidade dos materiais, facilitando assim o processo de limpeza e remoção dos resíduos. (Chukwubuike, 2015) Estes agentes de limpeza acabam por ser os mais seguros para as máquinas e consequentemente, os mais escolhidos no mercado, uma vez que são desenvolvidos especificamente para reagirem aos resíduos internos e removê-los de forma eficaz.

Contudo, este processo apresenta algumas limitações, nomeadamente durante a reação química, é inevitável a libertação de odores, que podem variar de intensidade consoante a composição dos resíduos. Para além disso, para que possa ocorrer este processo de limpeza, é necessário proceder à paragem temporária do equipamento, já que é necessário aguardar o tempo de reação dos agentes químicos, o que implica a interrupção da produção durante a limpeza da máquina.

Uma das problemáticas associadas à utilização de agentes químicos, é o potencial risco de danos provocados nos equipamentos, comprometendo a sua integridade, uma vez que estes químicos podem provocar corrosão ou o desgaste dos componentes internos. (Compostos, 2022); (Chem Trend)

d) Agentes de Purga Híbrido

Numa combinação entre as características dos agentes de purga mecânicos e químicos, surgiu o composto de purga híbrido. Este composto reúne as características de dois processos, embora seja o menos disponível no mercado. (Chem Trend)

Diante da vasta gama de agentes de purga, é necessário enquadrar as necessidades do equipamento, e do material a ser utilizado, com as características dos compostos de purga, de forma a otimizar todo o processo de limpeza das máquinas.

4.3.2. Gestão atual das purgas industriais

A gestão de purgas industriais ainda representa um desafio significativo para a indústria transformadora de plásticos. Como mencionado anteriormente nesta investigação, os principais métodos de gestão de resíduos plásticos, incluem a reciclagem mecânica e química, a incineração e o depósito em aterro.

Durante as visitas realizadas a empresas do setor, verificou-se que estes resíduos eram maioritariamente encaminhados para centros de reciclagem externos.

A reciclagem interna ocorre com menos frequência, uma vez que obriga à necessidade de aquisição de equipamentos específicos para a trituração das purgas e posterior reintegração parcial no processo produtivo. Contudo, a implementação deste método de reciclagem interna, apresenta vantagens económicas, uma vez que reduz a necessidade de descarte dos resíduos, gerando uma poupança dos custos associados. Entre as várias empresas visitadas, a Codil foi uma das que procedia à reutilização das purgas, já que dispunha do equipamento necessário, para a reutilização interna destes resíduos.

Neste contexto, os métodos mais comuns de gestão de purgas industriais, concentram-se na reciclagem externa, onde os resíduos são enviados para centros que procedem à sua transformação, enquanto a reciclagem interna decorre dentro da própria empresa. Outra opção menos favorável e com um maior impacto ambiental é o descarte destes resíduos em aterros.

Este sub-produto resultante da limpeza dos equipamentos de transformação de plásticos, caracteriza-se pelo seu formato irregular e propriedades heterogêneas, o que torna a sua reciclagem um desafio para as indústrias. A trituração deste resíduo é limitada por fatores como a elevada resistência, tamanho e densidade. Para que a reciclagem interna seja viável, é necessário reduzir as dimensões das purgas, de forma a permitir a sua trituração e posterior reintegração no ciclo produtivo. (Rosato, Rosato, & Rosato) Para além disso, a composição heterogênea das purgas, que muitas vezes apresenta misturas de diferentes materiais, com possíveis contaminantes e impurezas, dificulta a separação dos diferentes tipos de polímeros, tornando o processo tradicional de reciclagem, complexo e por vezes tecnicamente inviável.

Atualmente, existem cada vez mais alternativas eficientes de modelos de máquinas trituradoras, bem como equipamentos de granulação que permitem a reciclagem deste tipo de resíduo, de forma prática e automatizada. (Satrind Tech, s.d.)



Figura 43. Processo de trituração de purgas industriais (Weima, s.d.)

4.3.3. Práticas empresariais de gestão e valorização de purgas Nautilus

Para uma melhor compreensão do contexto de geração e tratamento de purgas plásticas, no contexto industrial, foi realizado uma análise e levantamento de informações junto da empresa Nautilus, especializada na produção de mobiliário escolar em plástico. Associada à fabricação destes produtos, as purgas são geradas como um subproduto inevitável nos processos de moldagem de plástico. Os dados recolhidos junto da empresa, foram essenciais para a caracterização destes resíduos, permitindo uma análise mais precisa e real, das suas propriedades, contexto de produção e armazenamento, bem como do fluxo de gestão interna.

Questões colocadas	Respostas
Temperatura de injeção do material	Aproximadamente 220°C
Método de reprocessamento	As purgas são trituradas, armazenadas em big bags e posteriormente inseridas no processo de injeção por moldação
Custos associados à trituração	Custos energéticos, uma vez que o processo é realizado internamente
Dificuldades e benefícios no reprocessamento das purgas	Benefícios: Permite um ciclo fechado de produção, onde os resíduos pré-consumo são reaproveitados como matéria-prima Constrangimentos: O tamanho das purgas obriga a proceder ao corte das mesmas em pedaços mais pequenos.
Tratamento das purgas pré-trituração	Não existe nenhum tratamento prévio antes da trituração
Regulamentações aplicáveis ao descarte ou reciclagem das purgas	Não existe regulamentação específica para purgas, contudo aplica-se a regulamentação ISO 14021, sobre as Autodeclarações ambientais relativas ao conteúdo reciclado pré e pós-consumo dos produtos.
Composição do material	PP Homopolímero e Copolímero, Carbonato de Cálcio e Masterbatch verde (RAL 6018).
Quantidade de purgas gerada anualmente	Cerca de 55.000 purgas
Destino das purgas e dos resíduos pré-consumo	São triturados em grânulos pequenos e reintegrados no processo produtivo, para a injeção de novas peças.
Armazenamento das purgas e tempo de permanência	Após saída da linha de injeção, as purgas são armazenadas em pequenos contentores e posteriormente enviadas para o triturador. Depois de triturados os grânulos são armazenados em “big bags”. O tempo que passa desde retirar a purga da máquina, passando pelo processo de trituração até ser reintegrada no processo produtivo varia entre 1 no máximo 5 dias.

Tabela 1. Caracterização dos resíduos de purga, no contexto da empresa Nautilus

Os dados recolhidos permitiram compreender a realidade industrial associada às purgas plásticas, identificando toda a contextualização do material, desde a sua origem, composição, volume de purgas geradas num determinado período, até ao seu destino final de reprocessamento e reintegração no processo produtivo.

4.3.4. Potencial de Valorização

Inseridas numa estratégia de economia circular e design sustentável, os resíduos de purga apresentam um elevado potencial de valorização, podendo ser reprocessados através de métodos de reciclagem, ou transformados com uma intervenção mais criativa explorando a sua identidade formal.

A reciclagem interna destes resíduos, para além de obrigar à aquisição de equipamentos específicos, implica que a trituração das purgas consuma um elevado gasto energético, com custos associados a este processo.

Neste contexto, a valorização desta tipologia de resíduos pretende atribuir-lhes uma nova vida, aumentando o seu valor funcional ou estético, comparativamente com o seu valor original. O *Upcycling* destas purgas, objetiva a exploração da sua estética naturalmente irregular, reinventando a sua aplicação em novas funções.

Comparativamente com outros resíduos gerados nesta indústria, as purgas destacam-se pelas suas características físicas com um carácter estético único. Ao contrário de outros resíduos como aparas, que podem ser facilmente reintegrados no ciclo de produção por métodos de reciclagem tradicional, as purgas apresentam um potencial de valorização que vai para além da sua reciclagem. A intervenção do design, permite explorar novas abordagens para a valorização deste sub-produto, evidenciando o seu formato irregular, rigidez, variação cromática, como elementos com elevado potencial simbólico, funcional e estético, ampliando o leque de aplicações, para soluções mais criativas, não estando restrito apenas ao contexto industrial.

Como foi mencionado anteriormente no capítulo 3, nos casos de estudo analisados, é possível observar exemplos concretos de projetos que utilizaram purgas industriais como elemento central, evidenciando diferentes estratégias de reaproveitamento e valorização destes resíduos.

Nestes projetos a abordagem adotada, utiliza a intervenção de design voltada para revalorização estética e funcional das purgas, explorando as suas características singulares, como elementos identitários, transformando o que era um resíduo, em soluções de design inovadoras. Estes projetos reforçam o potencial das purgas como matéria-prima altamente aplicável no contexto do design e valorização de materiais, inseridas numa abordagem de economia circular e desenvolvimento sustentável.



Figura 44. Textura de purga, originada pelo processo de extrusão



CAPÍTULO 5

Processo experimental

A necessidade de redução do impacto ambiental dos plásticos, conduziu esta investigação para uma análise centrada na sua produção industrial e na problemática associada ao comportamento das empresas sobre estes resíduos. Em Portugal, estima-se que cerca de 58% de resíduos plásticos sejam depositados em aterro, incluindo o próprio refugo gerado durante os processos de produção. No caso das purgas plásticas, grande parte destes resíduos são descartados, devido à sua composição, que geralmente é formada por diferentes tipos de plásticos e aditivos. Esta heterogeneidade da sua composição, é justificada pelas várias produções da empresa, que utiliza materiais distintos em diferentes processos industriais. Quando os resíduos são armazenados de forma aleatória, torna-se difícil identificar a sua composição exata. Por esta razão, existe uma notória dificuldade em reciclar estes resíduos e valorizá-los enquanto matéria-prima. (Lusa, 2021)

O impacto ambiental de um produto começa na sua fase de conceção. Deste modo, é essencial repensar a necessidade de criação de novos produtos, colmatando necessidades reais que contribuam para a redução do uso de recursos virgens. Neste sentido, a partir das amostras de resíduos de purgas plásticas fornecidas pela Codil, objetiva-se o desenvolvimento de um produto inovador e criativo, que incorpore estes resíduos na sua composição. O objetivo central passa pela transformação das características que inicialmente eram vistas como obstáculos ao seu reprocessamento- como o formato irregular, a elevada resistência e volume- transformando-as em qualidades únicas. Assim pretende-se criar elementos distintos de elevado valor estético e expressivo, valorizando uma matéria-prima que de outro modo, seria facilmente descartada como resíduo.

5.1. Experimentação inicial_FEUP

Com recurso ao laboratório do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (DEMec-FEUP), deu-se início à primeira fase de experimentação das purgas plásticas. Nesta etapa inicial, realizaram-se ensaios preliminares ao material, com o intuito de o analisar quanto às suas propriedades físicas.

A primeira abordagem consistiu na realização de um corte transversal da purga, recorrendo ao uso de um serrote manual. (figura 45) Após a abertura do bloco plástico, foi possível observar o seu interior, revelando uma composição interna única com um elevado potencial estético. (figura 46) Neste sentido, de forma a analisar mais profundamente a sua complexidade e irregularidade formal, a purga foi posteriormente laminada em secções de diferentes espessuras, (figura 47) permitindo uma observação mais pormenorizada das suas variações cromática, texturais e estruturais, revelando padrões internos e camadas que não são visíveis no seu formato original.



Figura 45. Purga em PP, gerada pela limpeza de máquina de injeção da codil



Figura 46. Corte transversal da purga_divisão do material em duas metades



Figura 47. Laminação da purga no laboratório do Departamento de Engenharia Mecânica da FEUP

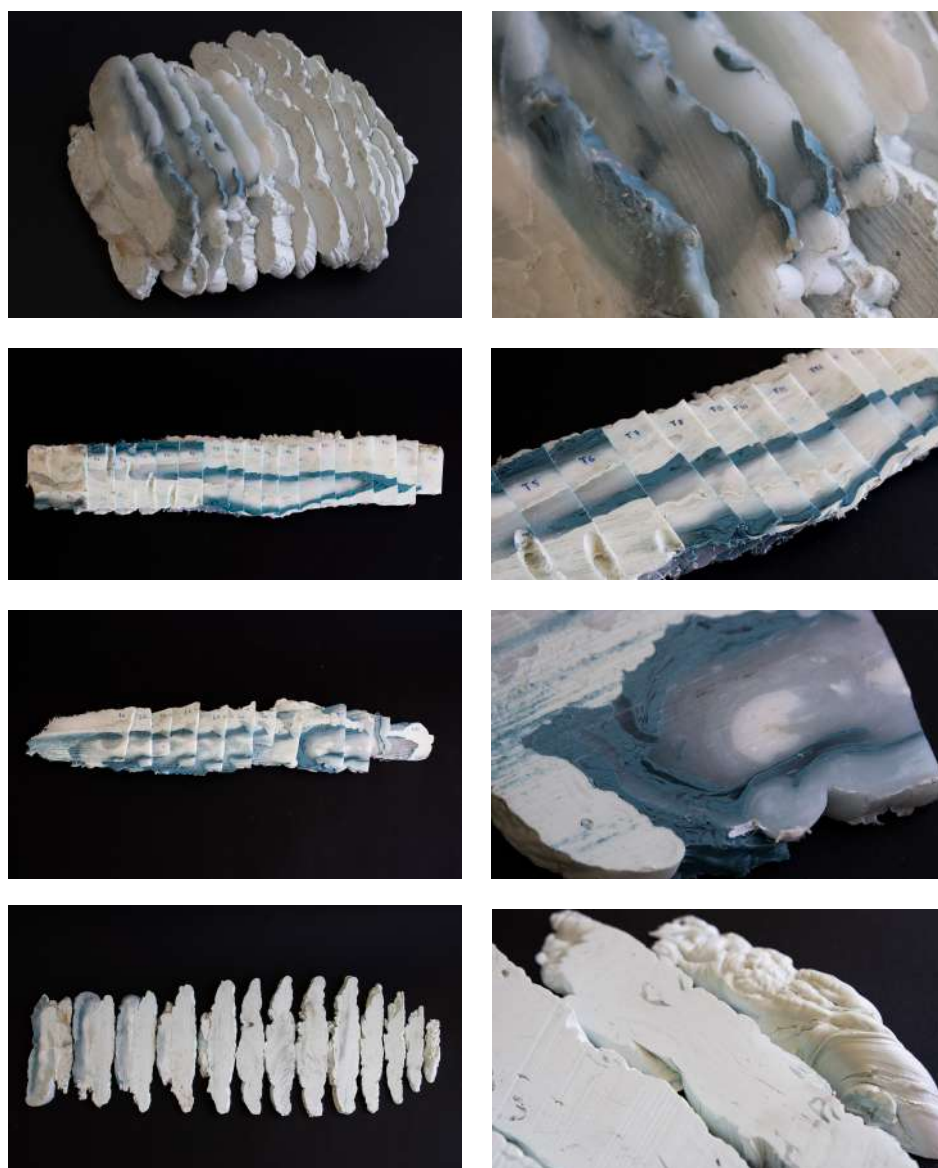


Figura 48. Resultados obtidos pela laminação da purga em diferentes espessuras

Após a laminação da purga, constatou-se que a sua estrutura interna apresentava nas diversas lâminas, um contraste visual entre zonas translúcidas e opacas, que aliadas à variação de tons, resultante da mistura de polímeros durante o processo de fabrico, confere ao material um carácter expressivo, capaz de criar produtos únicos e visualmente impactantes.

Esta primeira fase de experimentação, revelou-se fundamental para perceber o comportamento físico das purgas, quando submetido a ação mecânica. Neste sentido, aspetos como a dureza do material e a sua resistência ao corte, permitiram compreender as limitações e possibilidades para um posterior manuseamento em futuras aplicações. Um dos principais desafios observados durante o corte da purga, foi a fricção criada entre a lâmina e o plástico, que provocou um ligeiro derretimento do material, o que dificultou o corte de lâminas limpas e precisas.

Por outro lado, a irregularidade formal das purgas e a translucidez do material, revelaram-se aspetos particularmente interessantes do ponto de vista estético, uma vez que cada purga contempla uma composição única e imprevisível.

5.2. Visitas realizadas ao setor industrial

No decorrer deste projeto de investigação, foi essencial estabelecer contactos entre o meio académico e a indústria transformadora de plástico, com o objetivo de compreender toda a envolvente associada a este contexto industrial, e perceber de que forma é que os resíduos plásticos e em concreto as purgas, são geridas e reaproveitadas.

Para além disso contou-se com a colaboração de alguns profissionais de referência na área do design e da reciclagem de materiais, que se dedicam à realização de projetos focados na valorização, reutilização e reaproveitamento de resíduos de diferentes tipologias.

Estes contactos permitiram aprofundar o conhecimento técnico sobre as purgas plásticas, fornecendo perspetivas práticas sobre os desafios inerentes à sua reciclagem e à gestão destes resíduos pelas empresas, identificando potenciais oportunidades e desafios na sua valorização criativa. Paralelamente, o contacto com profissionais da área do design e da reciclagem de materiais, possibilitou testemunhar metodologias e abordagens inovadoras na transformação de diferentes resíduos em produtos de elevado valor, construindo uma base de inspiração para a incorporação de purgas plásticas em produtos de design.

As visitas realizadas às empresas e estúdios de design, encontram-se descritas nos anexos desta tese, incluindo as informações relativas à data de realização, local e objetivos específicos que motivaram cada contacto realizado. (Anexo A)

5.3. Recolha de material

A recolha de materiais constituiu uma etapa fundamental no desenvolvimento deste projeto. Com o objetivo de obter uma quantidade significativa de purgas plásticas para o desenvolvimento de experiências e posterior construção do protótipo final, foi necessário proceder à coleta de material, em diversos pontos de recolha previamente identificados ao longo da investigação. Para garantir a diversidade e a quantidade necessária de purgas, foi essencial estabelecer contactos com centros de gestão de resíduos, dos quais resultaram duas visitas, uma à Lipor e outra ao centro Daniel Morais. (detalhadas no Anexo A). Estes contactos permitiram conhecer toda a realidade que envolve o tratamento de resíduos, quer urbanos, quer resíduos industriais.

Apesar das visitas a ambos os centros, foi apenas no centro Daniel Morais que foi possível recolher material, uma vez que a Lipor não recolhe nem recebe este tipo específico de resíduos plásticos.

Adicionalmente, foram realizadas duas visitas a empresas da indústria plástica, nomeadamente a Fipla e a Nautilus, (detalhadas no Anexo A), que também

contribuíram para a recolha destes resíduos. Se por um lado, estas visitas foram essenciais para obter material na fonte de produção, por outro permitiram conhecer e compreender características técnicas associadas à produção destes resíduos, bem como observar os processos de fabrico dos produtos comercializados por cada uma das empresas mencionadas.

Tabela 2. Quantidade de purgas plásticas coletadas por local de recolha

Locais de recolha	Número de amostras	Quantidade (Kg)
<i>Codil</i>	2	11,40 Kg
<i>Nautilus</i>	4	4 Kg
<i>Fipla</i>	14	2,855 Kg
<i>Daniel Moraes</i>	36	129.94 Kg
Total	56	148,195 Kg

De acordo com a Tabela 2, destaca-se a recolha de purgas realizada no Centro Daniel Moraes, responsável pelo maior volume de material recolhido. Nesta recolha, predominaram resíduos de grandes dimensões e elevada densidade, para além de se verificar uma maior diversidade de amostras, quer pela quantidade, quanto pelos formatos e cores variadas.

Por outro lado, foi através da visita à empresa Codil, que foi identificada a problemática das purgas no contexto industrial. As duas amostras fornecidas foram essenciais para proceder à análise formal das características e propriedades do material, apresentando resultados fundamentais para uma melhor compreensão e entendimento de todo o material recolhido posteriormente, ao longo da investigação.

Na empresa Fipla, foram disponibilizadas amostras de dimensões mais reduzidas, mas com uma aparência variada. Já na Nautilus, as amostras apresentavam coerência cromática e formal entre elas, sendo todas brancas e com formatos visivelmente semelhantes.

Esta recolha diversificada foi essencial para o desenvolvimento da investigação, permitindo analisar as características de 56 amostras, correspondentes a um total de aproximadamente 148 kg, todas elas distintas entre si, seja pela cor, formato ou textura. Esta panóplia de resíduos permitiu a exploração estética e funcional das purgas, contribuindo de forma significativa para o desenvolvimento de um produto com potencial de reaproveitamento sustentável.

5.4. Mapeamento e catalogação das purgas recolhidas

A recolha de purgas em diferentes pontos industriais e centros de gestão de resíduos, obrigou à realização de uma análise e organização do material, composta por duas etapas complementares: o mapeamento visual das purgas, e a sua catalogação técnica.

O mapeamento das purgas, (Anexo B), teve como principal objetivo, o registo visual de cada uma das amostras, de forma a identificar padrões, formatos, texturas e variações cromáticas presentes nas purgas recolhidas. Para isso, realizou-se um registo fotográfico individual de cada amostra, optando por um primeiro registo na vista superior que evidencia a face principal da purga. Esta abordagem padronizada permitiu uma comparação coerente entre todas as amostras.

Paralelamente, foi realizada a catalogação técnica das amostras, através da realização de uma tabela com informações específicas sobre a sua caracterização e propriedades. (Anexo C) Para isso foram considerados critérios como a cor dominante, peso, dimensões, o processo de fabrico que gerou a purga, material que compõem o resíduo, a existência de mistura de materiais, bem como, o local e a data referente à recolha da amostra. A organização destas informações, permitiu construir uma base de dados sólida que serviu de suporte à análise comparativa entre amostras.

A conjugação destas duas abordagens, uma com um carácter mais visual e outra com uma dimensão mais técnica, permitiu analisar de uma forma criteriosa todas as amostras recolhidas nos diversos pontos de recolha. Esta análise permitiu realizar uma apreciação individual de cada amostra, bem como uma comparação entre grupos provenientes de diferentes locais de recolha.

5.5. Técnicas de transformação das purgas_FBAUP



Figura 49. Corte do plástico em serra de fita



Figura 50. Lixadeira de disco



Figura 51. Resultado obtido após corte do material

Com o objetivo de compreender as propriedades físicas e explorar a capacidade de reaproveitamento das purgas plásticas, foi realizada uma etapa experimental na oficina da Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto (FBAUP). Esta fase teve como intuito analisar o comportamento do material quando submetido a diferentes tipos de corte e acabamento, recorrendo aos equipamentos disponíveis na oficina.

Os testes foram acompanhados pelo técnico superior da oficina, Tiago Cruz, que orientou todo o processo experimental, garantindo que todos os equipamentos fossem manuseados de forma correta e segura.

Foram utilizadas diversas máquinas com o objetivo de testar diferentes formas de corte e acabamento no material. Inicialmente, recorreu-se à serra de fita para realizar cortes longitudinais em pequenas amostras de purga, de modo a explorar diferentes espessuras e avaliar a resistência do material. (figura 49) Seguidamente, utilizou-se uma lixadeira de disco para alisar as superfícies que foram cortadas e conferir um melhor acabamento. (figura 50)

Numa primeira análise, o material respondeu de forma positiva ao corte, sendo relativamente fácil de laminar a purga. (figura 51) Contudo, tanto o corte na serra de fita quanto o acabamento na lixadeira, geraram diversos resíduos que acabaram por se acumular no espaço de trabalho. (figura 52) Além disso, a fricção provocada durante o lixamento da peça gerou o sobreaquecimento do plástico, resultando no seu derretimento e, em algumas áreas, na aglomeração de material, conferindo à superfície um aspeto denso e irregular, com pequenas deformações que podem comprometer o acabamento final da peça.

Nesta sequência foi testado o corte de uma outra amostra da mesma purga, utilizando a serra de braço radial para remover as zonas curvas, deixando apenas uma parte central da amostra. (figura 53) Após este corte inicial, a amostra foi lixada na lixadeira de disco e posteriormente, na lixadora de cinta, (figura 54) de forma a perceber as diferenças provocadas pelos dois equipamentos. Como resultado, verificou-se que devido à maior área de contacto com a lixa, a lixadora de cinta conseguiu criar um acabamento mais liso e uniforme.

Uma terceira amostra foi testada com um processo semelhante, recorrendo à serra de fita para realizar um corte longitudinal na superfície, (figura 55) seguida da lixadora de cinta para dar um melhor acabamento. Posteriormente, foi realizado o corte das laterais na serra de braço radial e, por fim, utilizou-se a serra circular de bancada. (figura 56) Esta última serra, permitiu realizar uma ranhura ao longo do eixo mais comprido da peça, permitindo analisar o comportamento do material perante intervenções mais detalhadas, considerando que as superfícies das purgas são todas irregulares. (figura 57) Estes testes indicaram que o plástico da amostra mantinha a integridade da estrutura diante dos cortes realizados, não provocando quebras nem fissuras no material.

Avançando na experimentação, decidiu-se testar o corte curvo de uma nova amostra, utilizando novamente a serra de fita. Primeiramente, com o auxílio de um compasso, foi feita a marcação correspondente à área circular que se pretendia cortar, para garantir a maior precisão no processo. (figura 58)

Em seguida, a peça foi trabalhada no torno mecânico, (figura 59) com o objetivo de remover material de uma forma mais precisa, desbastando a peça e suavizando a superfície cilíndrica. Inicialmente, o material apresentou alguma resistência ao processo, com tendência a escapar devido à velocidade de rotação combinada com a força aplicada pelas ferramentas de desbaste. No entanto, após alguns ajustes, a fricção constante permitiu que o material se adaptasse melhor ao equipamento, realizando um desbaste mais estável na parte inferior da amostra, bem como uma ranhura central ao redor da mesma.

Com base nos quatro testes realizados, conclui-se que a amostra 3 (figura 60) apresentou um melhor desempenho quanto à sua maquinação, uma vez que, durante o processo não existiu sinais de degradação, demonstrando boa resistência mecânica e estabilidade estrutural.

Diante das experiências realizadas, concluiu-se que a transformação das purgas pode provocar algumas limitações, quanto à contaminação cruzada entre materiais, como a madeira e o plástico, uma vez que os testes foram realizados no âmbito da oficina de madeira da faculdade. Para além disso, a elevada quantidade de resíduos gerados durante o processo de corte e lixagem, levanta controvérsias quanto à sustentabilidade do processo.

Adicionalmente, constatou-se que, dependendo das dimensões e da irregularidade das purgas, a utilização destes equipamentos pode tornar-se inviável e pouco eficaz para procedimentos futuros.

Neste sentido, a etapa experimental foi essencial para compreender o comportamento das purgas plásticas quando submetidas a transformações mecânicas, bem como todas as limitações associadas ao processo. Os resultados obtidos permitiram orientar as próximas etapas do projeto, evidenciando a necessidade de adotar uma abordagem alternativa ao material, que implicasse uma menor intervenção na sua forma, reduzindo a geração de resíduos e valorizando as características originais das purgas.



Figura 52. Lixo acumulado no espaço de trabalho



Figura 53. Corte do material na serra de braço radial



Figura 54. Lixadora de cinta



Figura 55. Corte da amostra 3 em serra de fita



Figura 58. Uso do compasso para marcação da peça



Figura 56. Corte de ranhura na amostra, utilizando a serra circular de bancada



Figura 59. Amostra trabalhada no torno mecânico



Figura 57. Corte resultante da serra circular de bancada



Figura 60. Amostra 3



CAPÍTULO 6

Desenvolvimento do produto

6.1. Exploração do potencial criativo das purgas

As purgas industriais são resíduos inevitáveis em processos de transformação de plásticos, sendo frequentemente descartados como subprodutos sem valor comercial. Durante as visitas realizadas às diversas indústrias de plástico, foi possível constatar que este material era um excedente produtivo, e que por vezes a sua gestão representava um desafio para as empresas. Neste sentido, as purgas eram frequentemente encaminhadas para centros de reciclagem que procediam ao seu reprocessamento ou depositadas em aterros sanitários. Desta forma, foi crucial analisar toda a matéria-prima recolhida, mas também todo o contexto onde os resíduos são gerados, desde a sua origem na limpeza dos equipamentos, até aos procedimentos de descarte, reciclagem ou valorização do material.

As amostras recolhidas (Anexo B) apresentam características únicas, tanto no seu formato e volume, como também ao nível das variações cromáticas e texturas, que evidenciam um elevado potencial criativo. Tendo isto em consideração, em vez de encarar a notória diferença destes resíduos como uma limitação, a investigação pretende adotar uma abordagem que valorize a diferença das purgas como um elemento identitário, exaltando a singularidade de cada purga, como uma virtude diferenciadora.

Assim, este projeto orienta-se segundo os princípios da economia circular, promovendo uma abordagem orientada para o *Upcycling* das purgas industriais, de forma a potencializar a sua integração em novas aplicações no design, explorando simultaneamente o seu valor estético e funcional como elementos distintivos.

³Enquanto o capítulo 4 explorou o potencial de valorização das purgas a partir de uma perspetiva teórica, este capítulo foca-se no seu potencial criativo, a partir da análise das amostras recolhidas anteriormente.

6.2. Proposta de aplicação

Segundo *Ezio Manzini*, na existência de novos problemas, os seres humanos utilizam a criatividade como elemento-chave para a sua resolução. (Manzini, 2015)

A presente investigação explora a problemática dos resíduos de purgas plásticas, produzidos em grande escala no contexto industrial, acabando muitas vezes como resíduos descartados em aterros, provocando um impacto ambiental significativo. Neste contexto, a definição do produto a desenvolver, revelou-se um processo extenso e complexo. Ao longo do projeto, surgiram diversas propostas preliminares, que embora fossem relevantes do ponto de vista funcional e até estético, não avançaram por não estarem devidamente alinhados com os objetivos definidos anteriormente. A criação de um produto deveria contemplar uma estratégia que ressignificasse a maior quantidade de purgas possíveis, tendo impacto significativo na valorização destes resíduos. O objetivo era prolongar o ciclo de vida das purgas plásticas, explorando o seu potencial com o mínimo de intervenção possível.

Posto isto, a presente investigação propõe o desenvolvimento de duas peças distintas que aliam a função à estética, incorporando as purgas como um elemento central e diferenciador: uma mesa de centro e presas de escalada.

Ambos os produtos, foram idealizados numa perspetiva de valorização das características intrínsecas do material, procurando ressaltar o potencial das purgas plásticas como matéria-prima alternativa, com elevada capacidade de criação de novos produtos de design. A singularidade formal destes resíduos, marcada pelas cores e texturas únicas, é evidenciada como elemento identitário, atribuindo um carácter original e exclusivo, a cada peça desenvolvida.

Desta forma, tanto a mesa de centro quanto as presas de escalada, enquadram-se no conceito de *Upcycling*, ao atribuírem um novo valor funcional e estético às purgas plásticas, repensando a reintegração destes resíduos industriais na cadeia de valor comercial. Esta abordagem visa prolongar o ciclo de vida destes resíduos, contribuindo para a redução do desperdício associado ao descarte destes materiais.

Neste sentido, considerando que a investigação resultou no desenvolvimento de dois produtos distintos, optou-se por organizar o documento em duas fases, descrevendo de forma autónoma todo o processo de criação de cada peça. Esta organização pretende assegurar uma maior clareza e profundidade na análise de cada projeto isoladamente.

Adicionalmente, a sequência de apresentação dos produtos, foi definida com base na quantidade de material utilizado em cada um dos projetos, refletindo o volume de purgas que foram redirecionadas, evitando o seu descarte em aterros. A organização segue uma lógica progressiva, iniciando-se pelo projeto com menor impacto ambiental e culmina no que apresenta maior impacto, que por sua vez, corresponde à maior quantidade de material reutilizado.

Produto 1: Mesa de centro

1. Análise de mercado

O mercado global de produtos sustentáveis tem apresentado um crescimento significativo nos últimos anos, impulsionado pela maior consciencialização sobre os impactos ambientais causados pelos produtos que utilizamos diariamente, e consequentemente, pelo aumento da procura de alternativas mais sustentáveis e amigas do ambiente.

Cada vez mais, a responsabilidade ecológica, aliada a um design inovador, tem sido a premissa central para o desenvolvimento de novos produtos. Neste segmento de mercado observa-se um crescimento exponencial de peças criadas com este foco na sustentabilidade. Contudo ainda são poucos os projetos que exploram a problemática dos resíduos industriais, especificamente o reaproveitamento de purgas plásticas, associada à sua reconfiguração, enquanto produto de design.

Esta lacuna, revelou-se uma oportunidade de intervenção concreta, orientada para um público-alvo que valoriza a exclusividade e autenticidade dos objetos que adquire.

Neste sentido, o público-alvo que melhor se identifica com a mesa de centro em desenvolvimento, privilegia peças que abdicam da produção em massa, em prol de produtos únicos, com uma forte componente artística e simbólica associada à singularidade de cada peça.

1.1. Análise da concorrência (direta e indireta)

Cada vez mais o design de produto, focado na criação de peças de mobiliário, ultrapassa a sua mera função prática. A escolha de uma peça de mobiliário, como uma mesa de centro, não revela apenas o gosto pessoal ou a personalidade do consumidor, mas reflete também muito do seu estilo de vida e dos seus hábitos de consumo. Neste contexto, é essencial desenvolver uma peça que cumpra com a sua função prática, mas que incorpore toda uma narrativa associada ao conceito de sustentabilidade e reaproveitamento de resíduos, enquanto pilares desta investigação.

No mercado atual, observa-se um crescimento de marcas que incorporam práticas e materiais sustentáveis na criação de mobiliário, privilegiando a singularidade de cada peça, e alinhando os seus produtos a valores cada vez mais relevantes no panorama da sociedade contemporânea, como a consciência ambiental e a responsabilidade social no âmbito da produção e do consumo.

Seguidamente, apresento alguns exemplos de projetos que utilizam materiais reciclados na sua composição, incluindo mesas de centro que se destacam pela sua singularidade com uma forte identidade visual, assim como peças que privilegiam a funcionalidade em detrimento da estética.



61



62



63



64



65



66

Figura 61. Destaque para as formas orgânicas e padrões únicos (RON DIER DESIGN, s.d.)

Figura 62. Mesa produzida através do reaproveitamento de resíduos de construção (RADIUS, s.d.)

Figura 63. Mesa produzida através do reaproveitamento de resíduos de mármore que seriam descartados (Bonaguro, 2019)

Figura 64. Mesas produzidas com plástico reciclado (Cappello, s.d.)

Figura 65. Estrutura de suporte do vidro, feita com abeto Douglas serrado com motosserra, conferindo um caráter único à peça (Mouser, s.d.)

Figura 66. Destaque para o formato irregular da peça de apoio de objetos (Yun, s.d.)

2. Experimentação de forma e material

A análise de mercado foi essencial para ter uma maior consciência dos produtos já desenvolvidos no âmbito de uma produção mais sustentável e direcionada a um público-alvo específico, permitindo identificar as tendências atuais, assim como as oportunidades e limitações que poderiam orientar a minha investigação. Com base nesta recolha, foram elaborados alguns esboços preliminares, com o objetivo de explorar diferentes alternativas para a valorização das purgas plásticas, considerando a sua integração no contexto do mobiliário. (figura 67)



Figura 67. Esboços preliminares



Figura 68. Opção selecionada

Entre várias alternativas, selecionou-se a opção que pretendia desenvolver o tampo da mesa com formato circular, utilizando resina epóxi como material principal para incorporar as purgas no seu interior. (figura 68) Esta proposta pretende realçar os formatos, texturas e cores únicas das purgas, submersas numa superfície transparente, assegurando não só a funcionalidade do tampo, como também atribui à peça um elevado valor estético, assumindo um carácter único e destinto.

Contudo, apesar do potencial funcional e estético desta proposta, surgiram alguns contratempos que afetaram a sua viabilidade. Ao iniciar a fase de experimentação, foi necessário adquirir os materiais essenciais para a execução do tampo, começando pela resina epóxi, uma vez que era o componente em maior quantidade. Ao verificar os custos associados a este material, tentou-se obter financiamento do projeto junto da FEUP.

Com base em outros exemplares disponíveis no mercado, definiram-se as dimensões do tampo, correspondentes a 80 cm de diâmetro e 10 cm de espessura. Assim, considerando estas dimensões, estimou-se que seriam necessários aproximadamente 50 L de resina, ainda sem incluir o volume correspondente às purgas.

Neste sentido, ao verificar a elevada quantidade de resina necessária, foi construído manualmente um molde experimental, que cumprisse as dimensões anteriormente estipuladas. (figura 69) Para isso, utilizou-se materiais disponíveis

sem uso, como placas de plástico para a base circular, sobras de placas de kapaline que foram moldadas para lhes conferir a curvatura necessária, e fixadas com cola quente e fita cola, junto à base.



Figura 69. Molde experimental para analisar a quantidade de resina necessária para o tampo

O principal objetivo deste teste foi preencher o molde com água, incluindo as purgas, para conseguir estimar de uma forma mais precisa a quantidade de resina necessária para a peça final. Para isso utilizou-se um garrafão de 5 litros, como medida de referência.

Como resultado, verificou-se que a presença das purgas no interior do molde, reduziu significativamente a quantidade de resina necessária. No entanto, continuava a ser elevada face ao custo associado ao material, estimando-se aproximadamente 35 L de resina necessária. Neste sentido, como já tinha realizado um primeiro contacto com o professor e engenheiro Jorge Lino, docente no Departamento de Engenharia Mecânica da Feup, retornei ao seu contacto, explicando o objetivo do projeto, bem como a realização deste teste que permitiu recalcular a quantidade necessária de resina para a execução da mesa.

O professor mostrou-se totalmente disponível para me auxiliar no projeto, no entanto, após avaliar a quantidade de material envolvido, não foi possível ajudar, devido ao elevado volume necessário. Assim sendo, por motivos orçamentais, tornou-se fundamental redefinir a tipologia da mesa de centro, optando por um material economicamente viável, mantendo os objetivos do projeto.

Após uma pesquisa aprofundada sobre materiais aplicáveis a mobiliário sustentável, com foco na combinação com purgas plásticas, foi selecionado o cimento, como alternativa à resina epóxi. Com características evidentemente distintas, nomeadamente a perda de transparência e brilho, o cimento, apresentou a vantagem de ser mais económico, acessível e fácil de manusear. Para além disso, oferece uma elevada resistência que harmoniza com o aspeto bruto das purgas plásticas, estabelecendo uma coerência formal e estética ao produto final.

Posto isto, com a seleção do cimento como material aglutinante, surgiu a necessidade de realizar uma etapa de experimentação do material, uma vez que nunca tinha utilizado cimento no contexto de produto. Esta etapa teve como principal foco, a exploração das características do material em diferentes condições, bem como perceber o seu comportamento quando misturado com purgas. Foram analisados aspetos como a preparação da mistura, tempo de cura de cada amostra, bem como a desmoldagem e outros aspetos inerentes ao processo.



Figura 70. Preparação do espaço de trabalho



Figura 71. Copo de medição graduado



Figura 72. Areia e cimento utilizados para as misturas

2.1. Desenvolvimento de experiências

Para dar início à etapa experimental, foi necessário comprar os materiais para a produção das diferentes amostras. Estes materiais incluíram cimento, areia, um rolo de malha metálica rígida, bem como os respectivos moldes de silicone para garantir a padronização das formas e a fácil desmoldagem das peças após a cura do material. Estes materiais serviram de base para a realização dos testes, permitindo a execução de análises comparativas, entre as amostras.

Neste sentido, foram produzidas cinco amostras distintas, cada uma com objetivos específicos, de forma a avaliar as propriedades físicas e estéticas do material.

A) Processo base:

Para a fase experimental, foi definido um processo base, que serviu de orientação metodológica para todas as experiências realizadas, garantindo consistência e conexão entre todas as amostras.

Primeiramente, procedeu-se à preparação do espaço de trabalho, realizado em ambiente exterior ao ar livre, bem como à organização dos materiais necessários (moldes de silicone, recipientes para mistura, copo de medição graduado, colher, bem como os respectivos materiais que compõem as experiências). (figura 70)

Neste seguimento, realizou-se a seleção das purgas com dimensões compatíveis com os moldes que iam ser utilizados para as experiências, bem como a pesagem dos respectivos materiais que compõem cada teste. As proporções das misturas foram estabelecidas tendo por base a capacidade dos moldes adquiridos (dois moldes circulares de silicone, com 23,5 cm de diâmetro e volume de 1,3 L.). Para criar proporções controladas de cimento e areia, mantendo a coerência em todos os testes, utilizou-se como unidade de medida base, um copo de medição graduado tendo como referência os 250 ml, como medida para definir as respetivas partes de cada material (cimento e areia). (figura 71)

A preparação das misturas seguiu uma sequência progressiva, com a adição dos diferentes materiais por uma ordem específica, utilizando o copo medidor para garantir a precisão das dosagens.

Entre os diversos materiais utilizados, o cimento Portland de calcário (CEM II/B-L 32,5 N), a areia Siliciosa (*silica sand for construction*) (figura 72) e a água utilizada como elemento de ligação entre os materiais secos, foram utilizados de forma sistemática em todos os ensaios, assegurando parâmetros de referência constantes. Após a mistura destes três materiais, são adicionados os componentes específicos de cada experiência, conferindo a cada uma, características distintas.

A mistura resultante, é vertida para um molde de silicone previamente untado com óleo vegetal em toda a sua superfície, facilitando o processo de desmoldagem da peça, após a cura. Em alguns testes, foi incorporada uma malha metálica estrutural, com o objetivo de reforçar a estabilidade das peças, evitando quebras e fissuras após a cura. Seguidamente, as purgas são incorporadas diretamente à mistura ainda fresca, garantindo que ficam completamente submersas e distribuídas de forma equilibrada por toda a peça, assegurando a sua uniformidade estética e estrutural.

Após esta etapa, as peças são deixadas a curar, em local devidamente ventilado, cobertas com película transparente, que auxilia no controlo da humidade durante a secagem da peça, bem como protege a superfície de poeiras indesejadas.

Após a cura total das peças, procede-se ao seu desmolde, e posteriormente a uma etapa de acabamento, onde cada amostra é lixada recorrendo a uma lixa de granulometria média, conferindo um melhor acabamento superficial, tanto do ponto de vista estético, quanto tátil.

B) Teste de referência

Inicialmente, foi desenvolvido um teste básico, utilizando apenas cimento, areia e água na sua composição. O principal objetivo passa por compreender o comportamento do material quer na fase de mistura dos componentes, quer no resultado obtido após a cura. Este teste permitiu analisar a consistência da mistura, avaliando a sua trabalhabilidade para próximas experiências. A combinação proporcional destes três materiais, resultou numa massa ligeiramente pastosa, que se mostrou fácil de manusear ao longo de todo o processo.

Adicionalmente, a incorporação de uma malha rígida, demonstrou que a peça pós-cura, apresenta uma superfície uniforme, sem fissuras nem quebras, conferindo uma maior estabilidade à peça.

Este teste inicial, foi essencial para compreender o comportamento da mistura base, que irá servir de referência para as experiências futuras.



Figura 73. Processo de produção da amostra de referência

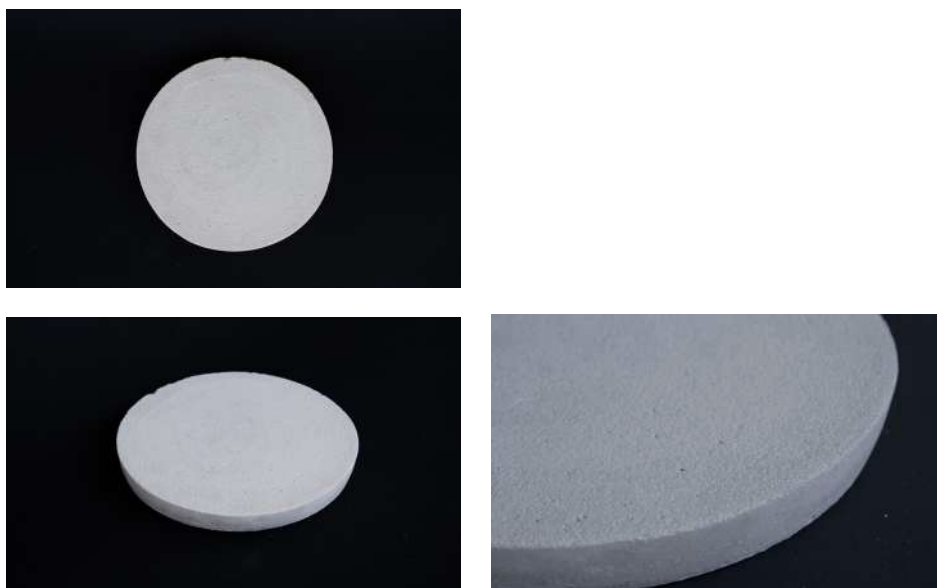


Figura 74. Resultado da amostra de referência

C) Teste de resistência e estabilidade

Após o teste preliminar de referência, realizaram-se duas experiências com o objetivo principal de explorar a influência da quantidade de água na mistura, bem como o efeito provocado pela inclusão de uma malha metálica rígida, submersa na composição como reforço estrutural. Em ambas as experiências, foram utilizadas as mesmas quantidades de cimento, areia e purgas, variando apenas a quantidade de água na composição.

O primeiro teste (Experiência 2), que utilizou menos água na preparação, tinha por objetivo, analisar a consistência da mistura e posteriormente, a aderência das purgas. Para uma composição mais densa como esta, sem reforço estrutural, a incorporação das purgas poderia tornar-se mais complexa, aumentando o risco de falhas na superfície pós-secagem.

No segundo teste (Experiência 3), a proporção de água foi ligeiramente aumentada, obtendo uma mistura mais fluida e homogênea. Contrariamente à experiência anterior, nesta amostra foi incluído um reforço estrutural através da malha submersa, fortalecendo a consistência da mistura.

Comparativamente, a realização destas duas experiências, indicou que tanto as variações na quantidade de água, quanto a adição do reforço interno, não provocaram diferenças significativas na resistência das amostras, bem como na aderência das purgas. Estas mantiveram-se estáveis na posição de aplicação, até ao final do processo de cura, sem comprometer a integridade geral da peça após a secagem. Embora a inclusão de um reforço estrutural não tenha provocado alterações significativas na resistência ou na aderência das purgas, a sua presença, pode ser determinante na prevenção de fissuras e deformações ao longo do tempo, contribuindo para uma maior estabilidade e durabilidade da peça.



Figura 75. Processo de produção do teste de resistência e estabilidade (Experiência 2)



Figura 76. Resultado das duas amostras dos testes de resistência e estabilidade

D) Teste de densidade

Após os testes anteriores, foram realizadas duas experiências adicionais, com o objetivo de analisar a densidade das amostras produzidas, e reduzir o peso pós-cura. Para tal, incorporou-se Poliestireno expandido (EPS) à mistura de cimento, areia e água. O EPS utilizado, foi reaproveitado de enchimentos de embalagens de eletrodomésticos, sendo necessário triturá-lo previamente, para permitir a sua integração na mistura.

No primeiro teste (Experiência 4) utilizou-se um ralador de alimentos para granular o EPS. Contudo, verificou-se que este método era pouco eficiente, pois exigia demasiado tempo para a sua execução. Neste sentido, face à quantidade de material que era necessário, optou-se por recorrer a uma outra abordagem.

No segundo teste (Experiência 5), optei por utilizar uma picadora de alimentos de cozinha, que permitiu triturar o EPS de uma forma mais rápida e prática, conferindo ao material dimensões das suas partículas mais reduzidas e uniformes, facilitando a sua incorporação na mistura.

A adição de EPS atribuiu à mistura uma textura visivelmente porosa, mesmo antes do início do processo de cura da peça. Após a secagem da amostra, verificou-se que o EPS auxiliava na retenção de humidade, acelerando a cura da peça em comparação com as amostras dos testes de resistência e estabilidade. No entanto, a superfície apresentava grãos evidentes de EPS, resultando numa textura irregular e rugosa. Enquanto a experiência 4 se concentrou na leveza das amostras após a cura, a experiência 5, teve como objetivo observar a disposição das purgas, criando uma superfície mais estável, adequada à funcionalidade da peça final.

Simultaneamente, adicionou-se um corante de cor preta (óxido de ferro preto) para uniformizar a cor entre as purgas incorporadas e a superfície de cimento da amostra.

O resultado, contemplou o equilíbrio entre a leveza da composição e a estética irregular da superfície, evidenciando a funcionalidade da amostra mais leve, em consonância com a harmonia cromática do conjunto.



Figura 77. Processo de produção do teste de densidade (Experiência 5)

*A primeira imagem representa o método de granulação do EPS, relativa à experiência 4



Figura 78. Resultados das duas amostras dos testes de densidade

Como resultado, a análise comparativa das cinco amostras, evidenciou que a mistura básica de cimento, areia e água, complementada com a adição de EPS, conferiu às misturas, e consequentemente às peças finais, uma estrutura mais leve e igualmente resistente às amostras que apresentavam variações nas quantidades do material, mas cuja composição regia pelos materiais base do teste de referência.

No entanto, verificou que as amostras com EPS, resultaram em superfícies mais irregulares e rugosas, devido às saliências das partículas ao longo da peça.

Outro aspeto observado nas amostras, foi a aderência das purgas às composições de mistura. Analisando os quatro ensaios que incorporaram purgas posicionadas de diferentes maneiras, foi possível explorar diversos objetivos, entre os quais, a estabilidade das purgas em relação às superfícies das amostras, testar a utilização de purgas com partes ocas, partidas ou com pouca texturização, de forma a perceber como estas características formais, influenciam o seu comportamento quando aplicadas às misturas. De um modo geral, constatou-se que as purgas permaneceram intactas após a secagem das peças, sem alterações significativas na sua disposição.

Adicionalmente, a aplicação de um pigmento na experiência 5, demonstrou ser fácil de incorporar na mistura, uma vez que apresenta uma elevada intensidade de pigmentação. Contudo, para obter um aspeto visual mais próximo do mármore, é necessário aplicar uma menor quantidade de pigmento na superfície, e distribuí-lo de uma forma mais minuciosa e controlada ao longo da mistura.

Em síntese, o desenvolvimento destas amostras foi fundamental para compreender de forma prática, o comportamento do cimento, enquanto material aglutinante no processo de criação do produto final. Os resultados, evidenciaram diferenças significativas entre as amostras, tanto em termos de densidade e resistência, como também no seu aspeto visual. Deste modo, conclui que os testes relativos à densidade das misturas, permitiram desenvolver amostras que conciliam a resistência estrutural necessária à funcionalidade da peça, com a leveza desejada, estabelecendo esta composição de materiais, como a base para o desenvolvimento da peça final.

Amostras	Objetivo do teste	Proporções dos materiais	Tempo de cura	Resultado pós-cura
	Analisar a composição básica de cimento, areia e água, de forma a perceber o seu comportamento para o desenvolvimento dos testes seguintes.	Cimento: 500 ml Areia: 1000 ml Água: 300 ml	63 horas	Estrutura rígida, sem fissuras na superfície Peso final: 2,2 kg
 	Analisar como a variação da quantidade de água e a aplicação de uma malha rígida, afetaria o resultado estrutural das amostras.	Cimento: 500 ml Areia: 1500 ml Água: 300 ml Purgas: 4 amostras	64 horas	Acabamento uniforme com contraste cromático as purgas Peso final: 3,1 kg
		Cimento: 500 ml Areia: 1500 ml Água: 500 ml Purgas: 4 amostras	60 horas	Superfície áspera, com boa integração das purgas Peso final: 2,9 kg
	Analisar a densidade das amostras, deixando-as mais leves após o processo de cura.	Cimento: 500 ml Areia: 1000 ml Água: 450 ml EPS: 1500 ml Purgas: 4 amostras	45 horas	Superfície porosa com partículas de EPS visíveis Peso final: 2,6 kg
		Cimento: 500 ml Areia: 1000 ml Água: 400 ml EPS: 1000 ml Pigmento preto: ≈3 gr Purgas: 4 amostras	40 horas	Estrutura leve e boa incorporação do pigmento Peso final: 2,2 kg

Tabela 3. Síntese da caracterização e dos resultados obtidos nas cinco amostras



Figura 79. Cinco amostras resultantes da etapa de experimentação

3. Desenvolvimento da peça final

Com base nas experiências realizadas anteriormente, que orientaram as decisões relativas ao desenvolvimento da peça final, e considerando as diferentes tipologias das amostras criadas, avançou-se para o desenvolvimento da mesa de centro, tendo por base a metodologia de produção dos testes de densidade. Esta decisão fundamenta-se na relação entre o peso final da amostra e a sua resistência estrutural. A aplicação de EPS na mistura, demonstrou o seu impacto nos resultados obtidos, uma vez que reduziu de forma significativa a densidade das amostras. Este aspeto foi decisivo para a seleção da mistura a utilizar na peça final, uma vez que a mesa de centro terá dimensões maiores do que as amostras de teste. Adicionalmente, a incorporação de purgas plásticas na mistura, que por si só, alguns destes resíduos já apresentam um peso considerável, impôs a necessidade de equilibrar a estabilidade e a resistência, simultaneamente com a máxima leveza possível, garantindo o desempenho eficaz da estrutura no uso diário da mesa.

Deste modo, o desenvolvimento da peça final, resulta da análise crítica dos testes realizados na fase exploratória, materializando o processo que melhor se adequa às características pretendidas para a mesa de centro.

Fase 1: Ideação criativa da peça

Diante da mudança de material originalmente previsto, de resina para cimento, tornou-se necessário repensar a estrutura do tampo, considerando as propriedades e características do novo material. Para tal, foram realizados esboços e estudos preliminares que permitiram considerar diferentes alternativas na otimização da forma, com foco para a integração das purgas plásticas como elementos funcionais e estéticos da superfície. Estes esboços, mantiveram a tipologia circular do tampo, contudo repensando o uso do cimento como aglutinante e das purgas como elemento central, criando soluções que combinassem a inovação das purgas aplicadas ao contexto de mobiliário, com a coerência formal da peça nas suas condições de usabilidade. (figura 80)

Os resultados obtidos contemplaram a estética e funcionalidade, privilegiando pela solução que valoriza a superfície mais lisa das purgas para utilizar como área de apoio da mesa. Esta opção garante a estabilidade e usabilidade do tampo, bem como a segurança na disposição de objetos sobre ele. Ao mesmo tempo, esta proposta, evidencia o carácter estético da peça, destacando a textura, as formas e cores, promovendo assim a valorização visual do material reaproveitado.



Figura 80. Esboços do tampo com formato circular

Fase 2: Preparação do material

Numa primeira etapa, procedeu-se à seleção das purgas que iriam ser aplicadas no tampo da mesa. Para tal, analisou-se o material recolhido previamente nos diferentes contextos industriais, avaliando características como a forma, cor, densidade e textura. (Anexo C)

De um total de 56 purgas recolhidas, definiu-se como critério de seleção, purgas com superfícies estáveis, capazes de permitir a criação de um tampo que conjugasse um carácter visual harmonioso, com a funcionalidade necessária para a sua utilização prática. Para além disso, optou-se por purgas com diferentes dimensões formais, e variações cromáticas dentro do espectro monocromático. (figura 81) Esta escolha deu-se pelo objetivo de criar uma composição harmoniosa entre todos os materiais, valorizando a singularidade das purgas, sem comprometer a coerência estética do tampo.

Ao analisar as purgas selecionadas, identificou-se que a amostra de maiores dimensões, de cor preta, continha uma estrutura orgânica muito densa, o que poderia vir a comprometer a sua integração na mistura. Para contornar esta limitação, procedeu-se à divisão desta purga em duas partes, uma delas foi destinada ao tampo da mesa, enquanto a outra foi reintegrada ao conjunto de purgas utilizadas na produção do segundo produto feito no âmbito desta dissertação. (figura 82)

O corte foi realizado de forma manual, utilizando três tipos de serrotes diferentes, (figura 83) e um torno de bancada para imobilizar a peça, (figura 84) garantindo uma maior estabilidade ao corte. Este processo revelou-se mais complexo do que esperado, devido à elevada resistência do material, que obri-



Figura 81. Purgas selecionadas



Figura 82. Corte da purga



Figura 83. Serrotes utilizados



Figura 84. Torno de bancada



Figura 85. Molde de silicone

gou a prolongar o corte por vários dias, utilizando diferentes ferramentas para conseguir dividir o material. Durante o corte, aplicou-se um líquido lubrificante para reduzir o aquecimento da lâmina e facilitar a passagem da serra por entre as duas metades da purga.

Após a divisão, a densidade da purga foi reavaliada, e juntamente com as restantes purgas selecionadas para a mesa, totalizou-se cerca de 5kg de resíduos. Em seguida, as purgas foram higienizadas com um detergente para remover resíduos de gordura e posteriormente deixadas a secar ao ar livre, até estarem completamente secas.

Simultaneamente, adquiriu-se o molde para a realização do tampo. (figura 85) A escolha deveu-se essencialmente ao seu material de silicone que facilita a desmoldagem da peça e às suas dimensões compatíveis com o tamanho idealizado para o tampo da mesa, considerando as peças apresentadas na análise de mercado realizada previamente.

Com as purgas devidamente escolhidas e o molde já adquirido, procedeu-se à definição das proporções dos restantes materiais necessários para a produção da mistura de cimento. Como mencionado anteriormente, utilizou-se a mistura base de cimento, areia, água e EPS, para criar a matriz estrutural do tampo, conciliando resistência e leveza na mesma peça. Para isso, foi necessário calcular quantidades exatas de cada material, considerando as dimensões do molde de silicone, bem como o peso total das purgas selecionadas.

Informações técnicas:

Molde de silicone circular:

- Diâmetro: 60 cm
- Altura: 6 cm

Peso total das purgas: 5 KG

Cálculos realizados: ⁴

1. Volume do molde de silicone:

$$V = \pi \times R^2 \times H$$

$$= \pi \times (30 \text{ cm})^2 \times 6 \text{ cm} = 16964 \text{ cm}^3 = 16,964 \text{ L}$$

2. Volume ocupado pelas purgas

$$V_{\text{purgas}} = \frac{5 \text{ kg}}{920 \text{ kg/m}^3} = 0,00543 \text{ m}^3 = 5434 \text{ cm}^3 = 5,434 \text{ L}$$

* representa uma estimativa da densidade das purgas plásticas selecionadas, considerando as variações da sua composição. As purgas que compõem a mesa são compostas maioritariamente por (Polietileno (PE): 920–960 kg/m³ e Polipropileno (PP): 900–910 kg/m³), neste sentido, estimou-se um valor intermédio. (Alvaro, 2022)

⁴ Para auxiliar a definição das quantidades de material, foram utilizadas ferramentas de inteligência artificial generativa, como recurso de apoio aos cálculos e análise do conjunto de dados obtidos, sendo todas as conclusões interpretadas pelo autor.

3. Volume a preencher no molde = (volume total-volume das purgas)

$$16,964 \text{ L} - 5,434 \text{ L} = 11,530 \text{ L} = 11530 \text{ cm}^3$$

4. Margem de 10% para perdas e desperdícios no processo de mistura

$$V = 11,530 \text{ L} \times 1,10 = 12,683 \text{ L} = 12683 \text{ cm}^3$$

A composição proposta para o tampo, privilegia uma mistura rica em cimento e areia, assegurando a resistência estrutural do tampo. No entanto, para reduzir o peso final da peça, substituiu-se 30% do volume de areia por EPS.

Para o cálculo das quantidades exatas de materiais, foram considerados valores intermédios de densidade, estabelecidos a partir de referências técnicas e propriedades físicas dos materiais. Para além disso, estes valores foram previamente discutidos com profissionais que trabalham regularmente com estes materiais e processos de produção, de forma a garantir que os parâmetros definidos estejam adequados ao tipo de peça que se irá desenvolver.

Densidades utilizadas:

- Cimento: 1440 kg/m³
- Areia: 1600 kg/m³
- EPS: 20 kg/m³
- Água: 1000 kg/m³

Cálculo dos volumes por proporções:

1. Total de partes por volume

- Cimento: 1 parte
 - Areia: 0.7 partes
 - EPS: 0.3 partes
- Total:** 2 partes

As proporções definidas, pretendem assegurar por um lado a resistência do tampo, atribuindo a dureza necessária para evitar a quebra da estrutura, e, por outro, ajustar as proporções relativas à areia e ao EPS de modo a reduzir o peso do tampo. Desta forma, a combinação dos materiais, pretendeu equilibrar a resistência estrutural à leveza do EPS, resultando num tampo, sólido e robusto, mas sem se tornar excessivamente pesado.

1. Volume de 1 parte

$$\frac{*a \quad 0.012683 \text{ m}^3}{*b \quad 2} \approx 0.0063415 \text{ m}^3$$

*^a (volume total do tampo - volume ocupado pelas purgas plásticas= volume que os materiais de cimento, areia e eps, necessitam preencher no molde, incluindo a margem de segurança, destinada a eventuais desperdícios)

- (16,964 L – 5,434 L =11.530 L)
- 11,530 L x 1,10 L (representa os 10% de perdas e desperdícios) =
=12,683 L= 0,012683 m³

*^b Total de partes (1+0,7+0,3=2)

Volume de cada parte

Cimento: $V_c = 1 \times V_{\text{parte}}$
 $= 1 \times 0.0063415$
 $= 0.0063415 \text{ m}^3$

Areia: $V_A = 0.7 \times V_{\text{parte}}$
 $= 0.7 \times 0.0063415$
 $= 0.00443905 \text{ m}^3$

EPS: $V_{\text{EPS}} = 0.3 \times V_{\text{parte}}$
 $= 0.3 \times 0.0063415$
 $= 0.00190245 \text{ m}^3$

Conversão para massas (Volume X densidade)

- Cimento: 0.0063415 m³ X 1440 kg/m³=9.13176 kg
- Areia: 0.00443905m³ X 1600 kg/m³=7.10248 kg
- EPS: 0.00190245 m³ X 20 kg/m³=0.038049 kg
- Água: a quantidade de água não foi determinada no mesmo sentido de “partes por volume”, mas pela relação da água/cimento, descrita em massa. Para isso, teve-se em conta a massa de cimento previamente calculada (9.13 kg) e seguindo a relação água/cimento=0.45 (que representa a proporção de água em relação à quantidade de cimento). O resultado obteve uma massa de água de 4.11 kg (0.45 x 9.13 kg), o equivalente a 4.11 L

Resultado

- Cimento: 9,1 kg
- Areia: 7,1 kg
- Água: 4,11 L
- EPS: 1,8 L (0,04 kg)
- Purgas plásticas: 5,0 kg (volume 5,43 L)

Após a definição das quantidades de material necessário para a produção da mesa, procedeu-se à pesagem individual de cada componente. Para este processo, recorreu-se a uma balança digital de cozinha, que permitiu obter valores precisos de cada material.

No caso do EPS, como é um material de baixa densidade, optou-se por medir o material em volume, recorrendo a um copo graduado de cozinha. Para isso, foi necessário triturar o EPS que sobrou dos testes de densidade, com apoio de uma picadora de alimentos, reduzindo-o a pequenos grãos. (figura 86) Paralelamente, foi-se controlando o volume correspondente à quantidade necessária para a mistura, através do copo graduado de medição.

Com todos os materiais devidamente pesados, estes foram organizados segundo a ordem de incorporação na mistura, de forma a facilitar a etapa seguinte do desenvolvimento da peça.

Fase 3: Realização da mistura

A segunda etapa do processo, consistiu na realização da mistura dos materiais anteriormente definidos e quantificados. Como se pode ver na figura 89, é representado todas as etapas que envolveram a produção do tampo. Inicialmente, recorreu-se a um recipiente com aproximadamente 30 litros de capacidade, garantindo espaço suficiente para a emulsão adequada de todos os componentes. A mistura foi realizada seguindo os parâmetros previamente estabelecidos, respeitando as proporções e a sequência de adição dos materiais: cimento, areia, EPS e água.

Este processo foi realizado manualmente, sem auxílio de equipamentos para a mistura de todos os componentes, revelando-se uma etapa um pouco complexa, dado o volume significativo de cada material. Para garantir a uniformidade da composição, foi necessário mexer a mistura de forma contínua, levando cerca de 20 minutos até atingir a consistência pretendida.

Após obter uma mistura pastosa e homogênea, procedeu-se ao corte da malha metálica rígida, de acordo com as dimensões e o formato circular do molde de silicone.

Considerando que a malha é composta por uma estrutura quadrangular, foi necessário ajustar as suas extremidades, para que não comprometessem a integridade do molde, evitando furos ou deslocamentos durante a execução da peça, no momento em que o material é vertido sobre a malha.

Logo depois, o molde de silicone foi ligeiramente untado com um óleo desmoldante, prevenindo a aderência da peça e possíveis quebras ou fissuras na sua superfície durante a desmoldagem. Após este processo a mistura foi vertida



Figura 86. Processo de trituração do EPS



Figura 87. Pigmento preto (óxido de ferro)



Figura 88. Pigmento preto aplicado na mistura

para o interior do molde, cobrindo integralmente a malha metálica. Para garantir que a mistura fosse distribuída uniformemente, o molde foi cuidadosamente agitado, de forma a evitar a formação de bolhas ou falhas de material no interior da mistura.

De seguida, com a mistura homogênea no molde, incorporaram-se as purgas previamente selecionadas e limpas. Para o seu posicionamento, optou-se por colocar a superfície mais lisa e estável para cima, pressionando-as suavemente contra a base, de modo a integrá-las completamente ao cimento e a mantê-las niveladas com a superfície da mistura.

Posteriormente, adicionou-se o pigmento preto (óxido de ferro) (figura 87) à superfície, criando uma textura marmorizada no cimento. Para isso, distribuiu-se pequenas quantidades de pigmento de forma dispersa, mas controlada para evitar manchas muito intensas, e, com o auxílio de um palito, foram realizados movimentos irregulares que simulavam as veias naturais da pedra. (figura 88) Esta técnica permitiu criar um efeito estético orgânico, combinando a tonalidade das purgas com a mistura dos restantes materiais. Como resultado, obteve-se uma composição visualmente equilibrada, que valoriza as purgas como elemento central da mesa, integrando-as de forma harmoniosa com os restantes componentes.

Após a incorporação das purgas e do pigmento, a mistura foi deixada a secar, dando início ao processo de cura da peça. Este processo decorreu em ambiente controlado, de modo a evitar a exposição direta ao sol, que poderia influenciar na secagem da mistura, e provocar fissuras na superfície. Durante 48 horas a mistura permaneceu em completo repouso até atingir a consistência adequada para possibilitar a desmoldagem sem comprometer a integridade da peça. A inclusão de granulado de EPS na composição, contribuiu para a redução da densidade total da mistura, favorecendo um processo de cura mais homogêneo. Considerando que a etapa seguinte envolveria a realização de um processo adicional de acabamento, optei por manter o tampo no interior do molde por um período prolongado, de forma a auxiliar o desenvolvimento da próxima etapa.



Figura 89. Processo de produção do tampo da mesa



Figura 90. Resina epoxi



Figura 91. Preparação da resina para aplicação



Figura 92. Aplicação da resina no tampo (1ª camada)



Figura 93. Lixagem da superfície (1ª camada de resina)

Fase 4: Acabamento

Concluída a etapa de cura, a peça apresentou uma superfície rugosa devido à utilização do cimento junto com os grãos de EPS, provocando ligeiras irregularidades no nivelamento entre as purgas e a mistura de cimento. Diante disto, optou-se pela aplicação de um acabamento, que aumentasse a estabilidade estrutural do tampo, garantindo que para além do seu carácter estético, este pudesse cumprir plenamente a sua função, assegurando a estabilidade dos objetos apoiados sobre a superfície.

Neste sentido, optou-se pela utilização de resina epóxi, tendo em conta que previamente já tinham sido adquiridos 1500 ml do material (750 ml de resina + 750 ml de endurecedor) para a realização de testes preliminares. (figura 90) Contudo, estes testes não chegaram a ser realizados, uma vez que por motivos logísticos, explicados anteriormente nesta investigação, a resina foi substituída pelo cimento, permanecendo assim este material sem utilização.

Seguidamente, procedeu-se à aplicação da resina epóxi, em duas etapas distintas.

A primeira camada, correspondente a 500 ml (250 ml de resina + 250 ml de endurecedor), teve como objetivo, selar a superfície, de forma a preencher os poros do cimento e evitar a formação de bolhas de ar na segunda camada. Antes da aplicação, foi importante fazer a limpeza do tampo, removendo resíduos e poeiras provenientes da mistura de cimento, de modo a evitar que estes ficassem incorporados à resina, o que poderia comprometer o acabamento final da peça.

Inicialmente, foi necessário verter a resina e o endurecedor para um recipiente, misturando por aproximadamente 5 minutos, até que a consciência da mistura estivesse bem homogénea. (figura 91)

De seguida, esta foi vertida na zona central da peça, permitindo que se espalhasse de forma natural. (figura 92) Contudo devido à texturização irregular das purgas, foi necessário recorrer a uma espátula de silicone para auxiliar na distribuição da resina, garantindo que todos os espaços eram devidamente preenchidos.

Seguidamente, a peça foi deixada a curar por aproximadamente 12 horas, de modo que a primeira camada permanecesse ligeiramente pegajosa, facilitando a adesão da segunda camada e assegurando uma boa ligação entre as duas.

No entanto, ao final das 12 horas, verificou-se que a resina tinha endurecido por completo, perdendo a consistência pegajosa como era o esperado. Para contornar esta situação, foi necessário lixar a primeira camada, com uma lixa de grão 220, de forma a texturizar a superfície para promover a aderência entre a primeira e a segunda camada. (figura 93) Após o lixamento, a superfície foi devidamente limpa, para remover todo o pó resultante do processo. Com isto, adquiriu um aspeto opaco, ideal para a aplicação da segunda camada.

Em seguida aplicou-se a nova camada, correspondente aos restantes 1000 ml (500ml de resina + 500ml de endurecedor). Esta foi preparada seguindo o mesmo procedimento da mistura inicial, e depois aplicada sobre a primeira camada previamente lixada. No momento em que a mistura foi vertida, o aspeto opaco foi rapidamente substituído por uma superfície brilhante, conforme o efeito visual pretendido. (figura 94) Neste seguimento, a peça foi deixada a curar por um período de 7 dias, garantindo a máxima resistência e durabilidade.

Como resultado, o acabamento de resina permitiu homogeneizar a superfície irregular e rugosa provocada pelo cimento, conferindo uma camada protetora ao tampo. Para além disso, a utilização de resina, valorizou o carácter estético das purgas, realçando as suas cores e texturas distintas, ao mesmo tempo que atribuiu impermeabilidade à superfície. Esta característica, torna a mesa funcional e prática em diferentes contextos, tanto em ambientes interiores quanto exteriores, facilitando a sua limpeza e manutenção.

Por fim, o contraste entre o acabamento liso e brilhante da resina, e as texturas irregulares e rugosas das purgas e do cimento, reforçou o valor estético da peça, ao mesmo tempo que assegurou a sua estabilidade e funcionalidade, para o apoio de objetos na superfície. (figura 95)



Figura 94. Aplicação da 2ª camada de resina



Figura 95. Acabamento superficial liso e brilhante

Figura 96. Aplicação total da resina

Fase 5: Estrutura de suporte do tampo

Nesta etapa do projeto, foi desenvolvida a estrutura de suporte do tampo, um elemento essencial para garantir a sua estabilidade e assegurar a funcionalidade da mesa. Para isso, foram exploradas diferentes configurações relativas ao desenho das pernas, considerando opções como pernas retas, inclinadas, em formato de estrutura trapezoidal ou cruzado. (figura 97) Para cada proposta foi analisado as diferentes implicações funcionais e estéticas, com o objetivo de identificar a solução mais adequada para o tipo de tampo desenvolvido.

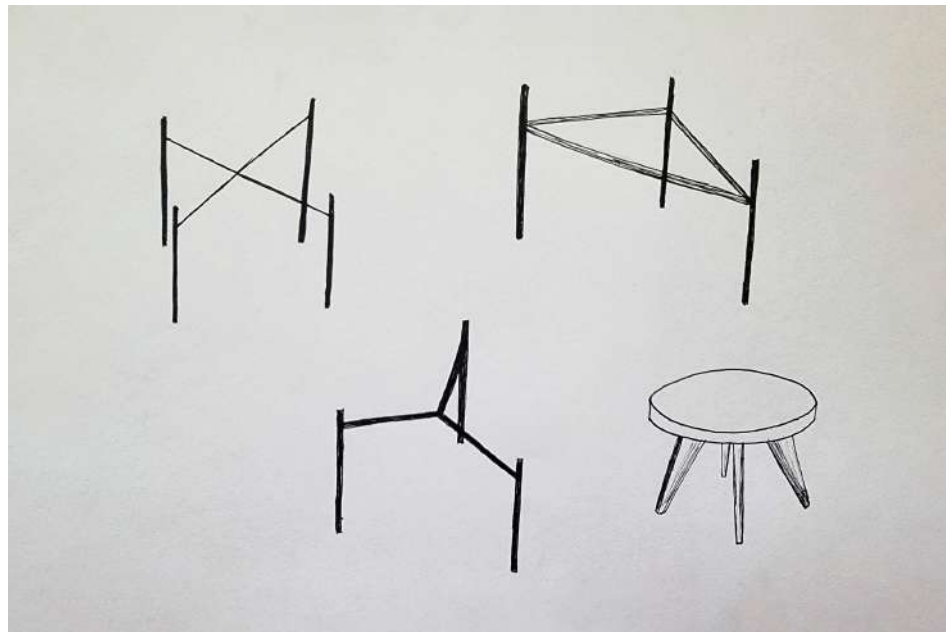


Figura 97. Esboços de diferentes configurações da estrutura de suporte do tampo

Neste sentido, optei por uma estrutura trapezoidal, uma vez que esta configuração permite uma boa distribuição do peso do tampo pelos três pés da estrutura, ao mesmo tempo que confere ao conjunto, o equilíbrio e elegância necessários para contrastar com a robustez do tampo. (figura 98)

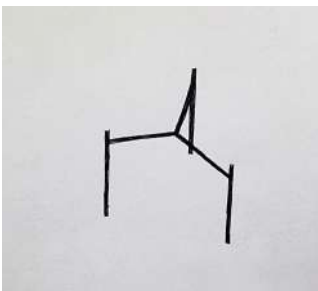


Figura 98. Estrutura trapezoidal selecionada

Para a produção da estrutura, foi necessário recorrer a uma serralharia local (MC Mendonça, Serralharia Lda.) para a fabricação da peça. Para isso, foi necessário definir previamente as dimensões pretendidas, considerando as medidas do tampo já feito, que inclui 60 cm de diâmetro por 5 cm de espessura. Para além disso, tendo em conta a usabilidade da peça, como mesa de apoio, definiu-se a altura das pernas em 40 cm, contemplando uma proporção que garanta a sua versatilidade na utilização da mesa em diferentes contextos e ambientes.

Após a discussão do projeto e dos objetivos de aplicação da estrutura com os serralheiros, foi-me sugerida a utilização de alumínio, devido à sua leveza e resistência à corrosão, que é uma característica fundamental, para que a mesa possa ser utilizada tanto em ambientes interiores quanto exteriores, resistindo às variações atmosféricas.

Inicialmente, a ideia passava pela utilização de tubos metálicos em toda a estrutura, contudo, após a análise de diferentes alternativas de perfis, optou-se pela combinação de metade de um tubo metálico em alumínio para as pernas da mesa, e perfis retangulares para a estrutura de três eixos, conferindo à estrutura uma maior elegância e leveza visual. Para além disso, de forma a equilibrar visualmente a composição estética entre o tampo com purgas, e cimento com o padrão marmoreado, foi escolhida a cor preta para o acabamento da estrutura, reforçando assim a harmonia formal no conjunto da peça.

O resultado final foi uma estrutura com apenas 3kg de peso total, suficientemente leve para o seu manuseio, mas estruturalmente resistente para conseguir suportar o tampo com 19kg. (figura 99)

Para garantir a estabilidade e segurança da mesa, foram colocadas borrachas nos pés da estrutura, que estão em permanente contacto com o chão. Isso ajuda a prevenir o risco de desgaste e garante a utilização segura da peça em diferentes ambientes e condições.

A estrutura criada, assegura a funcionalidade e estabilidade da mesa em diferentes espaços, conferindo uma coerência formal entre a estrutura, o tampo de cimento e as purgas, equilibradas de forma harmoniosa sobre os três pés.

Em seguida, apresenta-se de forma esquemática a representação da estrutura metálica da mesa, com a indicação detalhada das suas principais dimensões.

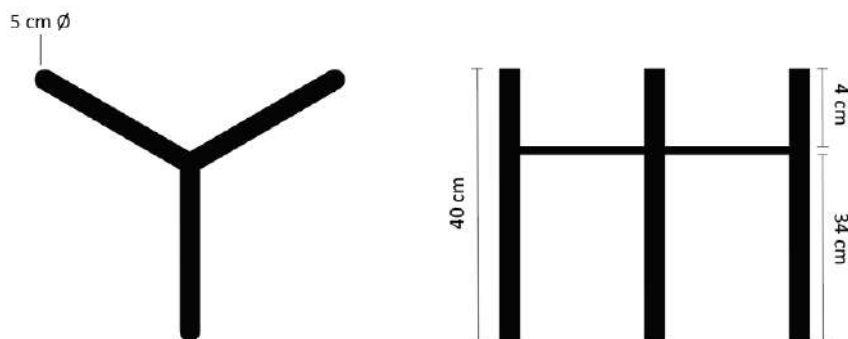


Figura 99. Estrutura metálica de suporte do tampo da mesa

Fase 6: Desmoldagem e montagem do produto

Concluído o processo de cura da superfície de acabamento do tampo, procedeu-se à desmoldagem da peça. Esta etapa foi realizada com extremo cuidado e minúcia, de modo a evitar provocar alguma quebra ou arranhão na superfície. As consideráveis dimensões e peso do tampo, tornaram este processo ligeiramente complexo.

No momento em que a peça foi retirada do molde, realizou-se uma análise detalhada a toda a superfície. Assim, verificou-se a necessidade de realizar pequenas correções, nomeadamente nas laterais do tampo, onde o acabamento de resina, resultou em bordas ligeiramente afiadas, o que poderia provocar arranhões durante o seu uso.

Após a desmoldagem e acabamento da peça, realizou-se a montagem do produto. Esta fase consistiu na integração do tampo com a estrutura metálica de suporte anteriormente desenvolvida. Durante a montagem, verificou-se os pontos de contacto entre o tampo e a estrutura em alumínio, garantindo que não existiam folgas ou desequilíbrios na estabilidade da peça, de forma a tornar a mesa segura e eficiente para o seu uso.

Fase 7: Produto final

A mesa desenvolvida, conseguiu unir a função à estética numa envolvente criativa na aplicação das purgas. A mesa de centro, nasce da transformação de purgas plásticas industriais, dando uma nova vida a um material que no contexto industrial, seria possivelmente descartado como resíduo de pós-produção. Neste projeto, o que antes era visto como descartável, transforma-se num produto funcional e visualmente envolvente e distinto.

As formas irregulares e texturas imprevisíveis das purgas, foram destacadas como elementos distintivos, atribuindo à peça um padrão visual único e uma identidade exclusiva.

Características como a dureza, as dimensões, a irregularidade formal, bem como a heterogeneidade do material, que dificultam o seu processo de reciclagem, tornam-se neste projeto, qualidades que transformam a imperfeição em valor estético. O que era considerado defeito, passa a ser apreciado e valorizado, como um aspeto de singularidade e autenticidade.

Do ponto de vista funcional, a mesa oferece uma superfície resistente e estável, de fácil manutenção ao mesmo tempo que a sua estética contemporânea permite a sua integração em diversos ambientes. A combinação da robustez do

tampo, que apresenta uma estrutura pesada, aliada à integração das purgas visivelmente distintas entre si, evidencia uma composição visualmente impactante, que contrasta com a delicadeza e subtileza da estrutura metálica.

Mais do que a função e a estética, a peça reflete uma abordagem distinta de intervir no design de mobiliário, com uma componente sustentável de utilização de resíduos para a criação de novos produtos.

O que foi recolhido como desperdício industrial, deu lugar à criatividade com a integração das purgas numa mistura de cimento, que equilibra a robustez dos dois materiais, enquanto a resina e a estrutura metálica acrescentam leveza e delicadeza à peça, realçando as texturas, formatos e cores das purgas, como elementos centrais e diferenciadores.

Desta forma, a mesa pretende reforçar a pertinência desta investigação no contexto de uma produção consciente e responsável, ao demonstrar que resíduos da indústria de transformação do plástico, podem ser transformados em peças de design únicas, refletindo a ligação entre a indústria, o ambiente e a produção artística. A mesa demonstra que a imperfeição dos resíduos, pode ser protagonista no design, tornando cada peça única com uma identidade própria.



Figura 100. Mesa de centro concluída



Figura 101. Mesa de centro em espaço exterior



Figura 102. Mesa de centro com destaque para o tampo circular



Figura 103. Mesa de centro com tampo e estrutura metálica desmontadas



Figura 104. Mesa de centro em contexto de utilização





Figura 105. Detalhes da integração do cimento com as purgas plásticas, evidenciando as suas texturas irregulares



Produto 2: Presas de escalada

1. Análise de mercado

Nos últimos anos, a prática de escalada tem vindo a registar um aumento significativo, tanto como modalidade desportiva, quanto atividade lúdica. Um dos principais fatores que impulsionaram este crescimento, foi a integração da escalada nos Jogos Olímpicos de Tóquio em 2020, realizados posteriormente em 2021 devido à pandemia COVID-19. (Tokyo 2020 Summer Olympics, s.d.); (Sport Climbing, s.d.)

Toda a visibilidade proporcionada por este evento, contribuiu para o aumento da popularidade da modalidade, despertando a curiosidade das pessoas para experimentá-la. O seu carácter desafiador e divertido, aliado à componente física que exige a aplicação de força e coordenação de movimentos, atraiu novos participantes, com idades variadas e diferentes níveis de experiência.

Atualmente, existem cada vez mais espaços dedicados à prática de escalada, que combinam a adrenalina e a emoção da experiência, com as condições de segurança necessárias. Estes locais permitem ser utilizados, tanto por iniciantes, quanto por praticantes experientes, promovendo a progressão técnica e física no decorrer da prática.

Para além disso, a escalada pode ser praticada em ambientes *indoor* ou *outdoor*, cada um com diferentes níveis de exigência e desafios. Se por um lado, as paredes de escalada indoor, criam uma envolvente mais segura e acessível, ideal para quem está a iniciar este desporto, por outro, o ambiente outdoor, proporciona um contacto direto com a natureza, exigindo uma maior adaptação às condições imprevisíveis do espaço. Apesar do menor controlo sobre os movimentos, o nível de exigência nestes ambientes pode ser relativamente maior.

Neste sentido, o mercado referente a este tipo de produtos e experiências, tem vindo a consolidar-se progressivamente ao longo do tempo, refletindo a maior procura por este tipo de desporto. Tendo em conta o foco desta investigação, optei por direcionar a análise para o contexto de paredes indoor, explorando as suas potencialidades em termos de segurança e exigência.

Deste modo, considerando as purgas plásticas previamente recolhidas, a proposta centra-se no desenvolvimento de presas de escalada, produzidas a partir de purgas plásticas industriais, apresentando uma alternativa mais sustentável e com menor impacto ambiental.

Assim sendo, com o objetivo de aprofundar o meu conhecimento sobre este desporto e todo o contexto associado à produção e utilização de presas de escalada, foi realizada uma visita ao São Rock Climbing Indoor. (figura 106) Esta visita teve como objetivo observar diretamente a prática de escalada, bem como analisar toda a envolvente do espaço, analisando as presas utilizadas e as suas principais características.



Figura 106. Paredes do São Rock Climbing Indoor



Figura 107. Espaço de trabalho Creme Climbing



Figura 108. Diferentes mantas de fibra de vidro



Figura 109. 1ª camada de resina e pigmento

1.1. Análise da concorrência (direta e indireta)

Visita São Rock Climbing Indoor | Creme Climbing

A visita ao São Rock Climbing Indoor, decorreu durante a manhã, o que impactou a afluência de praticantes no espaço. Ainda assim, foi possível observar alguns utilizadores, com idades compreendidas entre os 15 e os 20 anos. Pude observar diferentes técnicas na forma como se agarra as presas, os saltos entre elas e a sua organização estratégica, posicionadas para criar percursos variados, cada um com exigências específicas.

A visita foi acompanhada por uma praticante de escalada e responsável pelo espaço, que se mostrou totalmente disponível para me auxiliar. Após apresentar o objetivo do meu projeto, encaminhou-me para a oficina do escalador André, responsável pela produção das presas que estão aplicadas nas paredes do São Rock, através da sua marca Creme Climbing. Neste sentido, o André disponibilizou-se para fazer uma visita guiada ao seu espaço de trabalho, (figura 107) proporcionando-se uma observação mais detalhada sobre o processo de fabrico das presas.

Inicialmente, comecei por apresentar o objetivo da minha investigação, que consiste no desenvolvimento de presas de escalada com uma abordagem mais sustentável, através da utilização de purgas plásticas reaproveitadas da indústria. Perante esta explicação, o André mostrou-se bastante recetivo à proposta, explicando que em teoria é possível fazer presas de escalada com quase tudo o que se possa imaginar.

O processo de produção das presas Creme Climbing, combina a utilização de fibra de vidro com resina como aglutinante, oferecendo um acabamento brilhante após a cura da peça.

Para isso utilizam-se diferentes tipos de manta de fibra de vidro, cujas funções e densidades variam entre si, determinando a sua aplicação. (figura 108) As malhas mais densas fornecem uma maior resistência e suportam cargas mais elevadas, enquanto que as malhas mais finas são utilizadas para a produção de presas mais leves ou com maior complexidade nos detalhes.

O André procedeu a uma explicação mais detalhada sobre o método de fabricação das presas, mencionando que este processo se inicia com a aplicação de um desmoldante no molde metálico, de forma a facilitar a remoção da peça após a cura. Em seguida, procede-se ao corte da manta de fibra de vidro, de acordo com as dimensões e resistência pretendidas, combinando diferentes espessuras para o reforço estrutural. Aplica-se uma primeira camada de resina líquida e pigmento que irá dar a cor à presa, seguida pela manta de fibra de vidro embebida em resina. (figura 109) Repete-se este processo, até obter a espessura da presa desejada. Após esta etapa, a peça é deixada a curar, até que a resina endureça e esta esteja pronta a ser desmoldada. Seguidamente inicia-se a etapa de acabamento, com a remoção das rebarbas, (figura 111) lixagem

e texturização da presa, de forma a garantir uma melhor aderência à pega. Esta textura consiste na mistura de resina e areia, aplicada com recurso a uma pistola pulverizadora. Para peças de menores dimensões, esta textura é aplicada através do molde de silicone.

Por último é realizada a furação da peça para fixação na parede, distribuindo os parafusos, pelas zonas de maior pressão.

O André explicou que a utilização de plástico reciclado para a fabricação de presas, não era o ideal, principalmente por questões orçamentais, uma vez que os moldes seriam demasiado dispendiosos. Para além disso, a aplicação de textura, impossibilitaria a posterior reciclagem do material. Para a realização de presas com plástico reciclado, seria necessário recorrer a outro método de produção, como a termoformagem, que implicaria mais acabamentos nas peças, comparativamente com o método de produção do Creme Climbing.

Durante a visita, foi possível perceber a complexidade da criação destas presas, que devem ser seguras e ergonómicas, simultaneamente que proporcionam uma estrutura desafiante para os utilizadores.

As presas em fibra de vidro, têm a vantagens de poderem ser restauradas de forma segura, uma vez que o custo associado à utilização de fibra é relativamente elevado.

Quando questionado sobre a durabilidade média de uma presa de escalada, o André explicou-me que é expectável que as presas se mantenham em boas condições por um período de 2 anos. Contudo este fator depende muito da frequência de utilização, ou seja, num ginásio muito frequentado, talvez as presas tenham de ser trocadas após 1 ano, quando a textura começar a desaparecer, mas se for em espaços com menos afluência, espera-se que as presas durem entre 5 e 7 anos.

Normalmente as zonas de maior fragilidade de uma presa, são as fixações e as arestas. Em caso de queda, estes são os pontos imediatamente afetados, que podem provocar quebras ou fissuras. Deste modo, tanto a textura, quando os locais de fixação, são os elementos decisivos para a substituição das presas, que em caso de degradação pode comprometer a segurança dos escaladores.

No decorrer da visita, o André destacou a importância de analisar as normas europeias relativas à segurança e métodos de testagem das presas, com destaque para a **EN 12572-3: 2017** (CEN- European Committee for Standardization, 2017). Embora a minha investigação siga uma abordagem centrada na exploração criativa das purgas, foi sublinhado que certos critérios mais técnicos, deveriam ser considerados no desenvolvimento destas presas. Destaca-se a necessidade de garantir que cada presa deveria suportar a carga mínima exigida, e que a superfície em contacto com a parede seja preferencialmente lisa, de forma a assegurar a estabilidade estrutural e o conforto e segurança dos utilizadores.

Posteriormente, dirigimo-nos ao local onde estavam armazenadas presas anti-



Figura 110. Moldes metálicos



Figura 111. Rebarbas de fibra de vidro



Figura 112. Diferentes configurações de moldes de presas



Figura 113. Sistema de fixação das presas



Figura 114. Diferentes configurações de presas de escalada



Figura 115. Presas oferecidas pelo André

gas, fora de utilização, produzidas tanto pelo Creme Climbing, como por outras marcas. (figura 114) Nesta sequência, foi possível observar diferentes formas, cores e materiais utilizados. As diferenças de formatos estão ligados a fatores ergonômicos, nomeadamente à exigência criada durante a escalada. Presas mais pequenas, exigem maior precisão e força na forma de agarrar, enquanto presas maiores oferecem uma maior estabilidade e suportes mais seguros, facilitando a escalada e possibilitando momentos de descanso durante a subida da parede.

Relativamente à variação de cores, não são uma escolha meramente estética, mas desempenham uma função prática, ao definirem percursos com diferentes níveis de dificuldade. Para além disso, a combinação de diferentes cores e tamanhos das presas, permite ao escalador, ainda no chão, planejar de forma antecipada, o percurso que pretende escalar.

No final da visita, o André ofereceu-me duas presas pequenas de poliuretano, (Figura 115) o que me possibilitou analisar de perto, as características físicas e ergonômicas destas peças, incluindo a textura, peso, detalhes de fixação e a forma como estas presas se adaptam à mão do utilizador.

A oportunidade de ter realizado esta visita, foi extremamente enriquecedora para a minha investigação, permitindo-me compreender de forma prática e aprofundada, toda a envolvimento ligada à prática deste desporto, bem como a todo o processo de produção das presas. A conversa com o André, veio reforçar a pertinência do meu projeto, evidenciando que existe espaço para inovar, através da criação de alternativas mais sustentáveis, para um produto inserido num desporto em notório crescimento. Para além disso, existem poucas alternativas de presas, que utilizem materiais reciclados na sua composição.

A exploração de materiais alternativos como as purgas plásticas, pode tornar-se num diferencial competitivo neste mercado de produtos, sendo uma opção mais consciente e responsável do ponto de vista ambiental. A utilização de purgas industriais, como presas, pretende realçar as suas características intrínsecas, adaptando-se às exigências da prática da escalada. As formas texturizadas, a durabilidade e a elevada resistência que eram considerados obstáculos à sua reciclagem, são agora características únicas e vantajosas, que se adaptam à prática desta modalidade, transformando uma limitação em uma oportunidade criativa.

Deste modo, a visita reforçou a importância de aliar a inovação à sustentabilidade na abordagem adotada para o reaproveitamento de purgas plásticas industriais, assegurando as exigências de segurança e funcionalidade, essenciais à prática deste desporto. Este projeto pretende explorar as características próprias das purgas, atribuindo à parede uma identidade visual distinta, reforçando a singularidade do produto, com uma abordagem ligada ao design sustentável.

Após a realização desta visita, identifiquei alguns projetos que exploram o uso de materiais sustentáveis na produção de presas de escalada. Na tabela seguinte, apresento uma análise comparativa entre os projetos selecionados

Projeto	Local	Material utilizado	Aspetos positivos	Aspetos negativos
Ghold (Ghold, s.d.)	França	Termoplástico reciclável	• Produção em escala industrial • Material 100% reciclável e reciclado • Material inquebrável • Reciclável até 10 vezes	• Logística de recolha e tratamento das presas pode-se tornar um processo dispendioso. • Perda de propriedades do plástico após reprocessamento
Greenholds (Greenholds, s.d.)	Holanda	Nylon reciclado	• 100% recicláveis • Fácil higienização • Estrutura leve e resistente	• Custo relativamente elevado comparado com opções tradicionais
MAD (Silver, 2025)	Alemanha	Micélio	• Biodegradável • Redução da pegada de carbono • Redução do impacto ambiental • Diferenciação no mercado	• Processo artesanal, com escala reduzida • Produção experimental • Possível desconfiança inicial, por parte dos escaladores
Friendly Climbing Co (Friendly Climbing, s.d.)	Reino Unido	Polycarbonato reciclado	• Formatos e padrões exclusivos • Material que proporciona elevada resistência	• Custos mais elevados para a produção das presas, comparativamente com uso do material virgem

Tabela 4. Análise de projetos de presas sustentáveis

A análise comparativa apresentada nesta tabela, evidencia diferentes projetos que exploram alternativas mais sustentáveis na produção de presas de escalada. Todos os projetos se destacam pela preocupação com o impacto ambiental associado à fabricação das suas presas, que apesar de utilizarem diferentes métodos de produção, partilham o objetivo comum de minimizar este impacto. Embora existam algumas alternativas a nível internacional, a tabela evidencia a oportunidade de desenvolver as presas de escalada utilizado purgas industriais, uma vez que são poucas as soluções criadas neste contexto desportivo a nível nacional com uma abordagem sustentável.

2. Desenvolvimento da peça final



Figura 116. Purgas transformadas em oficina

A investigação realizada anteriormente sobre o mercado de produtos concorrentes, permitiu ter um melhor entendimento sobre a prática de escalada, assim como todo o contexto associado à produção de presas. Esta análise possibilitou a identificação de oportunidades e desafios relacionados com esta área, servindo de base para o desenvolvimento deste projeto.

O processo de criação da parede de escalada, iniciou-se com a análise e seleção das purgas plásticas, que melhor se enquadravam à aplicação na parede. Para isso foram analisadas as 56 amostras de purgas recolhidas anteriormente. (ANEXO C) Parte do material selecionado, resultou das experiências feitas nas oficinas da Feup e da Fbaup, de forma a otimizar a reutilização de resíduos já intervencionados. (figura 116) Por este motivo, algumas purgas apresentam estruturas parcialmente alteradas, sendo partes integrantes de uma purga maior que foi trabalhada no âmbito das oficinas.

Entre as várias purgas disponíveis, optei por selecionar as que apresentavam maior resistência e durabilidade, bem como aquelas cuja textura era mais confortável e que proporcionasse uma boa aderência na sua utilização. Para além disso, priorizei as purgas com as superfícies mais lisas para o contacto direto com a parede, garantindo uma maior estabilidade estrutural entre a purga e a parede.

Concluída esta seleção, iniciou-se a fase de materialização do projeto.

Fase 1: Preparação do material

Após a triagem inicial do material, procedeu-se à higienização das purgas plásticas. Este processo tornou-se indispensável, uma vez que a recolha destes resíduos, ocorreu maioritariamente em centros de reciclagem e empresas, onde as superfícies de armazenamento, estavam em permanente contacto com óleos, poeiras e até resíduos de outras produções. Neste sentido, a limpeza das purgas foi essencial para garantir a integridade do material quando aplicado na parede de escalada.

A higienização foi realizada de uma forma manual recorrendo a um detergente específico para a remoção de gorduras. Cada peça foi limpa com recurso a um elemento abrasivo, aplicado de forma controlada, de modo a garantir a eliminação completa de partículas superficiais, sem danificar a sua estrutura. Posteriormente, as purgas foram deixadas a secar ao ar livre, com exposição solar direta, de onde só foram retiradas após a sua secagem completa. Desta forma, garantiu-se que não existia retenção de humidade que pudesse comprometer a sua aderência durante a utilização ou provocar deformações do material no momento da instalação na parede.

Concluído o processo de limpeza, procedeu-se à furação das purgas. Para isso, foi necessário definir previamente o tipo de parafusos que se iria utilizar, assegurando a compatibilidade entre o furo e o sistema de fixação. Neste sentido, foi realizada uma visita à loja de ferragens Rocha & Leitão Lda., levando uma das maiores purgas selecionadas para a parede, como uma referência para contextualizar a aplicação dos parafusos. Depois da análise do material, o funcionário forneceu algumas orientações técnicas, aconselhando-me a utilizar parafusos de aço zincado com cabeça cilíndrica abaloada, com 10 cm para as purgas mais espessas e 6 mm para as mais finas, (figura 117) assegurando a coerência entre a dimensão da purga e o sistema de fixação escolhido.

Após a seleção dos parafusos, tornou-se mais fácil selecionar a broca correspondente ao seu diâmetro. Optei por usar uma broca com 9 cm de comprimento e 0.5 cm de diâmetro, (figura 118) ideal para materiais plásticos de diferentes espessuras, o que facilita a perfuração da purga e reduz o risco de quebra da peça ou da própria ferramenta.

Concluída esta etapa logística indispensável para o projeto, iniciou-se a furação das purgas com recurso a um berbequim doméstico. Este processo começou pelas purgas de menor dimensão, deixando as mais complexas para o final. No entanto à medida que o trabalho evoluía, surgiram alguns percalços, nomeadamente no que diz respeito ao equipamento que se estava a utilizar. O berbequim, já com vários anos de uso, acabou por avariar, devido ao esforço exigido para furar as purgas de maior volume. Apesar de a perfuração ser acompanhada pela lubrificação da zona de contacto entre a broca e o plástico, evitando o derretimento do material devido à fricção, o equipamento acabou por sobreaquecer, impossibilitando a execução da tarefa.

Esta situação obrigou à aquisição de um novo berbequim, capaz de realizar tanto a furação das purgas, quanto o posterior aperto dos parafusos. Neste sentido, foi adquirido o modelo de Berbequim de Percussão 710 W, (figura 119) mais robusto do que o equipamento anterior, e mais adequado para trabalhos prolongados. Assim foi possível dar continuidade ao processo de forma eficaz, concluindo a furação de todas as purgas.

Fase 2: Aquisição de material

Dada a impossibilidade de aplicar as presas de purga diretamente numa parede fixa, por questões logísticas associadas à falta de infraestruturas disponíveis que permitissem a sua perfuração definitiva, optou-se pela utilização de uma tábua de madeira como superfície de aplicação.

Esta escolha justifica-se pela visita anteriormente realizada ao São Rock Climbing Indoor, onde as paredes eram revestidas por madeira, tornando esta solu-



Figura 117. Parafusos utilizados



Figura 118. Broca metálica



Figura 119. Berbequim de Percussão 710 W



Figura 120. Tábua de madeira disponibilizada, com destaque para o defeito provocado por fita cola

ção, mais próxima da realidade encontrada nestas estruturas de escalada. Para além disso, a madeira foi a alternativa de material mais prática e acessível, que permitiu a sua adaptação ao contexto de utilização com a fixação de purgas plásticas na sua superfície.

Tendo em consideração que o projeto se enquadra numa perspetiva de reutilização de resíduos, nada melhor do que seguir essa mesma abordagem para a aquisição da tábua de madeira. Para isso, foi estabelecido contacto com uma carpintaria local, Carpintaria da Lavandeira, localizada em Vila Nova de Gaia, mais propriamente, em grijó. Comecei por explicar o propósito desta investigação e a intenção de utilizar madeira para a aplicação de presas de escalada. Após uma visita ao espaço, foi possível analisar diferentes opções de madeira, de forma a seleccionar a que melhor se adequaria para a aplicação de purgas com dimensões e pesos distintos. Neste processo, foi-me disponibilizada uma tábua de madeira de MDF, com defeito meramente estético, resultante de marcas de fita cola na superfície. (figura 120)

Esta característica é particularmente relevante, sendo que, apesar desta imperfeição visual, a tábua mantinha-se estruturalmente íntegra, deixando de ser comercializada apenas por motivos estéticos.

Assim, a seleção desta tábua de madeira, cumpre a função estrutural necessária, pela capacidade de suportar as presas, mas também por reforçar a fundamentação teórica do projeto, relativa à valorização e reaproveitamento de materiais, que de uma outra forma, seriam descartados.

A tábua de madeira utilizada conta com uma superfície com dimensões de 122 cm x 245 cm x 2 cm (largura x comprimento x espessura).

Fase 3: Layout da parede de escalada

Esta etapa consistiu na organização prática do layout das purgas na parede, assegurando, por um lado, a segurança e a diversidade de movimentos, e, por outro, a valorização estética do material aliada à progressão do nível de exigência da escalada.

Considerando as dimensões da tábua de madeira, e o objetivo de criar uma estrutura uniforme e organizada, foram estudados diversos layouts, com diferentes posições das purgas, simulando percursos com variados níveis de exigência. (figura 121)

A definição do layout, teve por base os testes realizados anteriormente relativos à disposição das purgas, bem como nas conclusões retiradas da visita ao São Rock e a lojas de desporto como a *Decathlon*. A interação com profissionais da área foi crucial para auxiliar a etapa de organização das purgas, fornecendo

informações técnicas úteis, sobre as distâncias e ângulos ideais entre as presas, permitindo uma disposição segura e desafiadora para o escalador.

Após a análise de diferentes combinações de disposição, selecionou-se o layout que privilegia percursos variados, organizando as purgas de acordo com as suas dimensões e considerando a progressão gradual do nível de exigência. As purgas mais volumas, com maior superfície de apoio, foram posicionadas na parte inferior da parede, proporcionando uma base mais segura para a escalada inicial. As purgas de tamanho médio foram distribuídas pela zona intermédia, criando uma transição gradual entre os diferentes níveis. Por fim, as purgas mais pequenas foram colocadas no topo da parede, tornando a escalada mais desafiadora, uma vez que exigem uma maior precisão e destreza para serem agarradas. (figura 121)

Adicionalmente, considerou-se também o formato das suas texturas, aproveitando a estrutura orgânica característica de cada peça, para potenciar as zonas com melhor aderência. A posição escolhida realça a zona com a textura mais confortável e ergonómica para agarrar.

Iniciando a distribuição das purgas de acordo com a organização descrita anteriormente (grandes/médias/pequenas), procurou-se por um equilíbrio estético, combinando cores, formatos e texturas do material.

Desta forma, o posicionamento das purgas resultou em percursos dinâmicos, evitando zonas vazias na parede, e ao mesmo tempo que se utilizou uma quantidade significativa de resíduos. (figura 1) Esta abordagem garante a valorização do material, reintroduzindo o maior numero possível de purgas no ciclo produtivo e promovendo um impacto positivo no meio ambiente.



Figura 121. Três layouts distintos para a distribuição das purgas na parede (o último layout foi o selecionado para o desenvolvimento da parede final)

Fase 4: Montagem da parede



Figura 122. Disposição das purgas sobre a tábua, considerando o layout definido anteriormente



Figura 123. Processo de furação da tábua



Figura 124. Posicionamento da tábua na vertical, com purgas pré-fixadas

Após a definição do layout das purgas na parede de escalada, iniciou-se a fase de montagem da parede. Inicialmente a tábua de madeira foi colocada horizontalmente sobre o chão, de modo a garantir a máxima estabilidade da estrutura. Em seguida, as purgas previamente selecionadas e furadas, foram dispostas em cima da tábua, na posição definida pelo layout. (figura 122)

Cada purga foi preparada para fixação, seguindo a ordem estipulada no layout.

Para isso, foi necessário furar a tábua nos pontos correspondentes ao local definido de cada purga, garantindo o correto alinhamento e encaixe das peças. (figura 123)

Paralelamente à realização dos furos na madeira, ia-se colocando as purgas ligeiramente fixadas com os respectivos parafusos, de forma a confirmar o posicionamento correto e a estabilidade provisória de cada presa.

Após todas as purgas estarem devidamente posicionadas e pré-fixadas, procedeu-se ao levantamento da tábua, apoiando-a verticalmente contra uma parede, com uma inclinação que permitisse a colocação das porcas na parte posterior, assegurando a fixação completa dos parafusos. (figura 124)

Com a tábua posicionada na vertical, os parafusos foram devidamente apertados e as porcas fixadas na parte posterior de cada um, de modo a reforçar a fixação. (figuras 125 e 126) Este procedimento, garantiu que cada purga permanecesse bem presa à tábua, assegurando que no seu conjunto, as presas, mantivessem a estabilidade e segurança necessárias durante a utilização.

Por fim foi realizada uma verificação minuciosa à superfície da tábua, às presas e ao sistema de fixação, de forma a perceber e corrigir eventuais irregularidades, concluindo assim, a montagem da parede de escalada, com a instalação das purgas como presas.



Figura 126. Porcas aplicadas na parte posterior da tábua



Figura 125. Fixação definitiva dos parafusos

Fase 5: Produto final

Na superfície desta parede, as purgas plásticas ganharam uma nova vida. As suas superfícies naturalmente irregulares e únicas, foram transformadas em presas de escalada ergonómicas, seguras e visualmente atrativas. Cada presa feita a partir de purgas plásticas industriais, representa não só uma solução funcional, mas também um produto diferenciador no mercado, como uma alternativa mais sustentável na produção de presas de escalada.

Esta parede, posiciona-se num mercado de nicho, que valoriza a articulação entre o desporto, o design e a responsabilidade ambiental.

Escalar com consciência ambiental, deve ser cada vez mais, uma preocupação para os praticantes desta modalidade, procurado por soluções com menor impacto no meio ambiente.

Ao serem utilizadas numa nova aplicação, as purgas adquirem um novo valor no mercado, contribuindo para uma abordagem mais sustentável, ao prolongar a vida útil de um resíduo que iria ser descartado ou reciclado através da sua trituração.

Esta solução pretende evidenciar as propriedades intrínsecas das purgas que eram vistas como um obstáculo ao seu reprocessamento, como a textura irregular, a elevada dureza e os formatos orgânicos com variações cromáticas distintas e imprevisíveis, transformando-as em qualidades únicas e vantajosas, perfeitamente adequadas à sua aplicação. Ao potencializar estas características, alia-se a funcionalidade à dimensão estética, conferindo à parede uma identidade única, onde os resíduos e as suas especificidades se tornam protagonistas durante a experiência de escalada.



Figura 127. Parede de escalada em contexto de utilização



Figura 128. Purgas que constituem o conjunto de presas utilizadas na parede



Fase 6: Testagem do produto

Testagem pessoal

Por fim, foi realizada uma testagem à parede de escalada, com o objetivo de avaliar a segurança, resistência e funcionalidade das presas desenvolvidas, a partir de purgas plásticas industriais.

Estes testes permitiram analisar a capacidade de suporte de peso das presas, garantindo que não ocorresse nenhuma quebra durante a sua utilização.

Para a simulação da parede, utilizou-se a tábua de madeira para recriar a superfície de fixação das presas. Para a execução destes testes, escalei a parede utilizando o meu peso corporal de 60 kg como referência. Durante a subida, para além de analisar a resistência e a segurança das presas, foi possível observar o conforto e a aderência proporcionada pelas texturas orgânicas do material.

A texturização natural destes resíduos revelou-se confortável, com uma superfície de elevada aderência. As suas irregularidades, criaram uma superfície adaptável, adequada aos diferentes percursos e níveis de exigência.

Durante a escalada foi possível observar a forma como as mãos e pés se ajustavam às irregularidades das presas. As purgas ao apresentarem saliências e reentrâncias favoreciam a adaptação do corpo à agarra. As mãos moldavam-se naturalmente às suas formas, enquanto os dedos se ajustavam às zonas de cavidades e relevos, para garantir uma pega mais firme. (figura 130)

No contacto dos pés com as presas, tendo em conta que calço o número 38, verifiquei que o tamanho do meu pé se adaptava bem às diferentes dimensões e formas das purgas. Contudo, nas mais pequenas notei uma maior dificuldade de ajustar o pé, uma vez que a superfície de apoio era também ela menor, aumentando o nível de exigência da escalada. Ainda assim, as irregularidades formais tão presentes nas purgas, permitiram que os pés encontrassem diferentes pontos de apoio, ajustando-se na melhor posição, de forma estável e confortável durante os movimentos. (figura 131)

A notória texturização do material, permitiu uma utilização das presas ergonómica, sendo que as mãos e os pés não escorregaram durante a subida e descida da parede. Para além disso, o peso corporal e a pressão exercida sobre as presas, era distribuído de uma forma mais equilibrada, permitindo o alcance entre presas, potenciando a força necessária para subir. As purgas de maiores dimensões, ofereciam uma superfície mais cómoda e um apoio mais estável à base do pé, enquanto as mãos se adaptavam melhor às purgas de tamanho intermédio. Já as com menores dimensões, exigiam uma maior destreza, que ia de acordo com as exigências normais de escalada.

Durante esta experiência, percebi que tanto as mãos como os pés, se adaptavam melhor e encontravam maior conforto e segurança, quando apoiadas em

purgas com texturas mais salientes. As superfícies mais lisas eram menos eficazes, por não oferecerem tanta aderência e consequentemente exigirem um maior esforço físico para manter a estabilidade.

Neste sentido, também foi possível avaliar a dificuldade dos diferentes percursos possíveis de executar, considerando que eu não tinha nenhuma prática de escalada, tendo experimentado uma única vez, durante a visita ao espaço São Rock Climbing Indoor. Esta falta de experiência, permitiu testar a parede de uma perspectiva de iniciante, onde pude constatar os diferentes níveis de exigência, que dependiam sobretudo das dimensões e forma das purgas. No momento de escalada, pude testar a durabilidade das purgas, uma vez que, quando submetidas à pressão exercida pelo peso do corpo e à força necessária impulsionar a subida, o material não apresentou nenhuma deformação nem quebras estruturais. Estes resultados reforçam a elevada resistência mecânica das purgas e consequentemente a sua viabilidade de aplicação como presas de escalada.

O teste teve a duração de aproximadamente 45 minutos, que envolveram várias subidas e descidas, de forma a observar o comportamento do material ao longo do tempo, não verificando nenhuma alteração na estrutura e funcionalidade das presas.

Esta etapa de testagem, para além de cumprir com o seu propósito de validação técnica do produto, também se tornou numa experiência divertida, permitindo perceber de forma prática, a ergonomia, resistência e aderência das presas. Assim, destaca-se o potencial de utilização de purgas plásticas em aplicação alternativas, atribuindo-lhes uma nova função e promovendo o desenvolvimento de peças de escalada distintas e sustentáveis.



Figura 129. Testagem da funcionalidade das presas feitas com purgas reaproveitadas

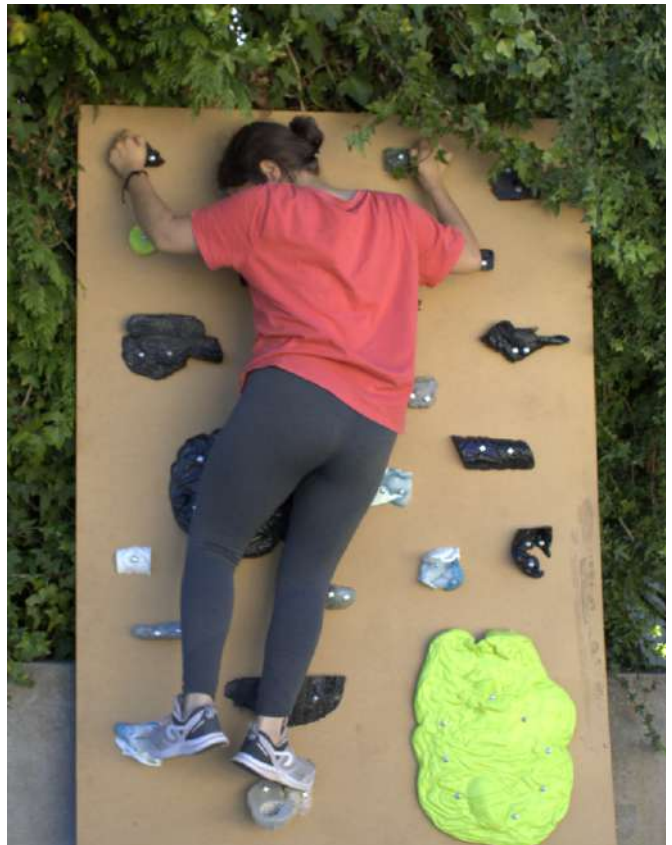
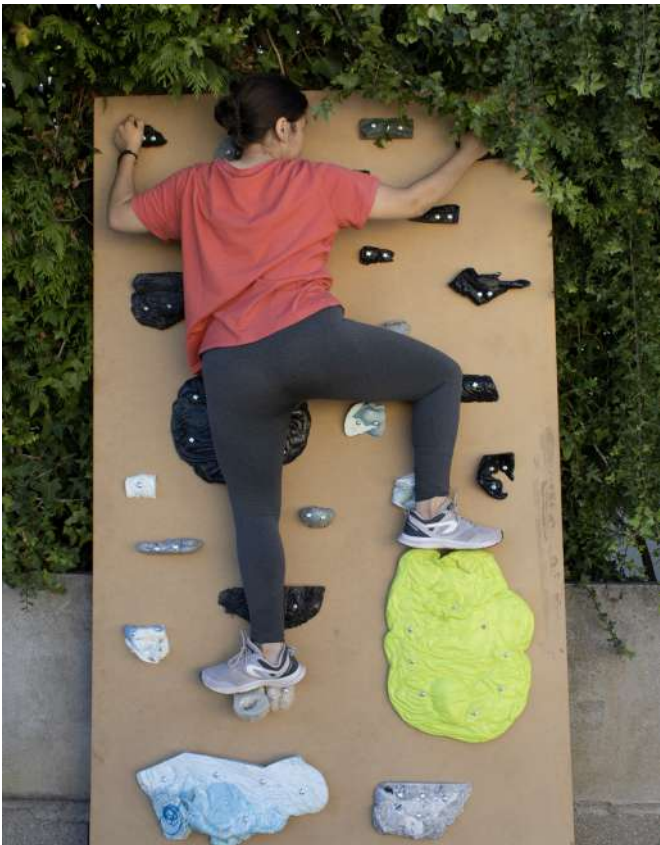
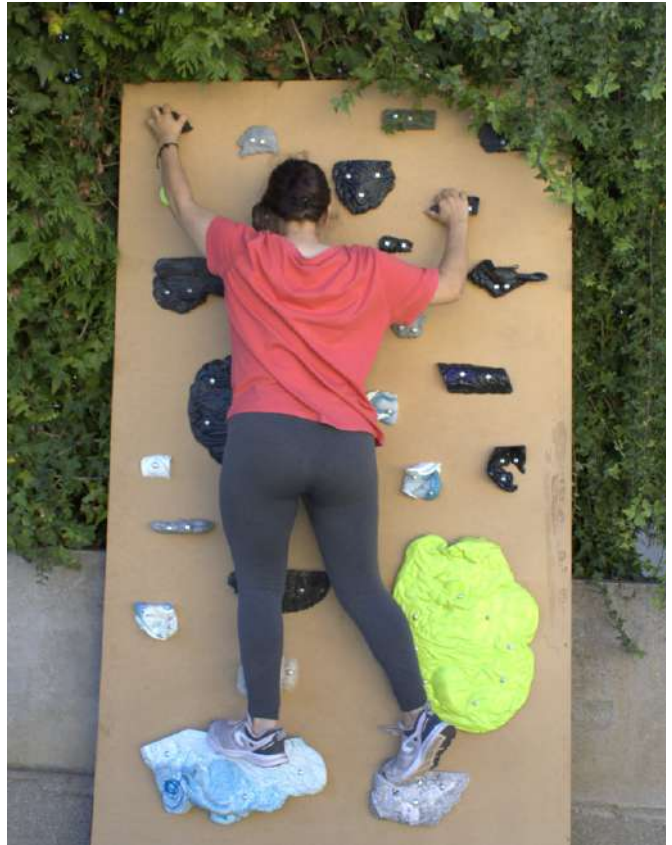




Figura 130. Zona de contacto das mãos com as presas



Figura 131. Zona de contacto dos pés com as presas

Feedback de utilizadores

Uma vez realizada a visita ao São Rock Climbing Indoor | Creme Climbing, o objetivo desta etapa, seria contactar o escalador André, para uma possível avaliação ao produto criado, nomeadamente à testagem da parede, tendo em conta a sua prática diária deste desporto. Dadas as dimensões e o peso da parede, não foi possível proceder ao seu transporte por falta de meios adequados, e neste sentido, optou-se por lhe enviar uma descrição do projeto acompanhado com registos fotográficos. Este material possibilita-lhe uma perceção formal do produto criado, contudo limitada pela ausência de experimentação.

Por motivos de ordem logística, não foi obtida uma resposta por parte do André, contudo permanece o objetivo futuro de estabelecer contacto direto, de modo a promover a aplicação da parede em contexto real, possibilitando a sua utilização por parte de outros escaladores.

Neste sentido, por falta de feedback especializado, e reconhecendo a importância da etapa de validação do produto por parte dos utilizadores, recorreu-se ao apoio de duas pessoas para a testagem prática da parede.

1ª participante

Nome: Daniela Silva

Idade: 26 anos

Peso: 71 kg

Altura: 1,68 m

Observações: Pratica escalada como hobby nos seus tempos livres

Descrição da experiência: Como praticamente regular de escalada, a Daniela demonstrou confiança ao subir a parede, revelando boas capacidades físicas e de destreza. Ela experimentou a parede durante 10 minutos, testando diferentes movimentos e alcance de todas as presas. Durante a atividade, comentou que as texturas das purgas davam bastante aderência tanto às mãos como aos pés, enquanto as presas mais lisas eram mais escorregadias e difíceis de se posicionar. Um outro ponto que destacou foi relativamente à segurança que sentiu ao fazer força nas purgas para subir, no entanto mencionou que a tábua de madeira era um pouco instável em certos movimentos de maior alcance, devido ao facto de esta não estar fixa de forma definitiva numa parede.

Relativamente à parte estética do produto, referiu que era interessante e divertido que as purgas tivesse todas cores e formas diferentes.

Comparando com paredes de escala convencionais que está habituada a utilizar, a Daniela considerou que a parede tinha um conceito forte, ligado ao uso de resíduos industriais para fazer as presas e que em termos de funcionalidade,

respondia de forma eficaz ao objetivo do produto. No entanto, referiu que por a tábua ter um tamanho limitado, restringiu os seus movimentos pela área definida, não permitindo alcances muito amplos, o que exigiu uma maior precisão no momento de agarrar as presas. Apesar disso, destacou que a elevada texturização do material, se adaptava muito bem ao propósito de utilização.

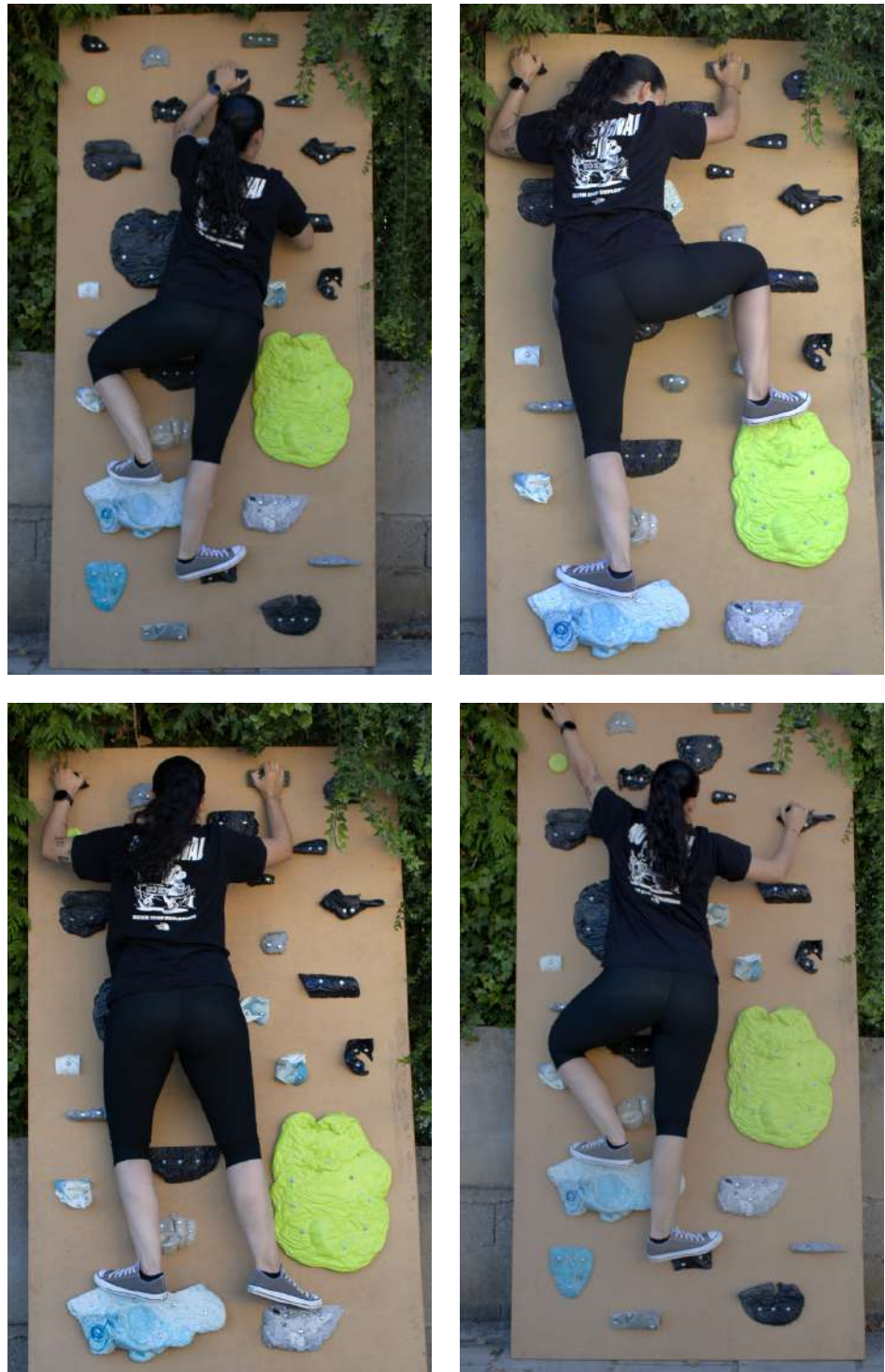


Figura 132. Testagem da funcionalidade das presas de purga, realizada pela 1ª participante.

2ª participante

Nome: Margarida Gomes

Idade: 47 anos

Peso: 83 kg

Altura: 1,60 m

Observações: Nunca praticou escalada

Descrição da experiência: A Margarida participou nesta testagem do produto, com algum receio, uma vez que não pratica atividade física regular e por esse motivo estava preocupada, questionando se teria força suficiente para subir aos diferentes níveis, para além de que a altura que poderia atingir, causava-lhe uma certa insegurança.

Começou por fazer movimentos mais curtos e ponderados de forma progressiva até ganhar mais confiança para subir. A experiência decorreu durante cerca de 20 minutos, uma vez que no início demonstrou um algum tempo a adaptar-se. Com o decorrer da experiência, a Margarida foi ganhando segurança e comentando que era uma atividade divertida e relativamente acessível mesmo para quem nunca tinha escalado antes.

No final, referiu que apesar de não ter experiência, que achou a escalada divertida, mas ligeiramente exigente ao nível da força e coordenação de movimento para saber posicionar os pés e as mãos de forma simultânea e correta para criar o impulso de subida.

Destacou que as texturas das purgas permitiram que as mãos agarrassem bem as diferentes presas e que os pés se adaptavam facilmente às diversas formas das purgas. Para além disso, referiu que as purgas mais pequenas eram mais difíceis de segurar, preferindo as maiores por proporcionarem um maior conforto e estabilidade.

Por fim, concluiu que foi uma experiência nova e divertida e que apesar do receio inicial, a parede ofereceu a segurança suficiente para se sentir confortável ao subir.

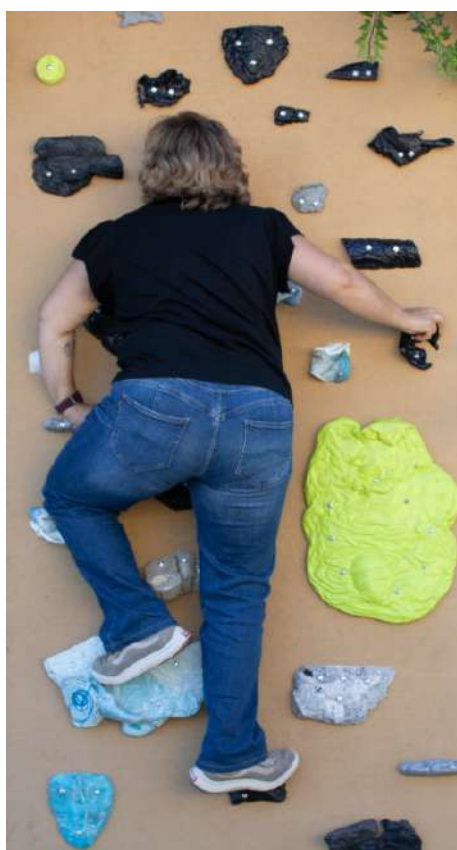
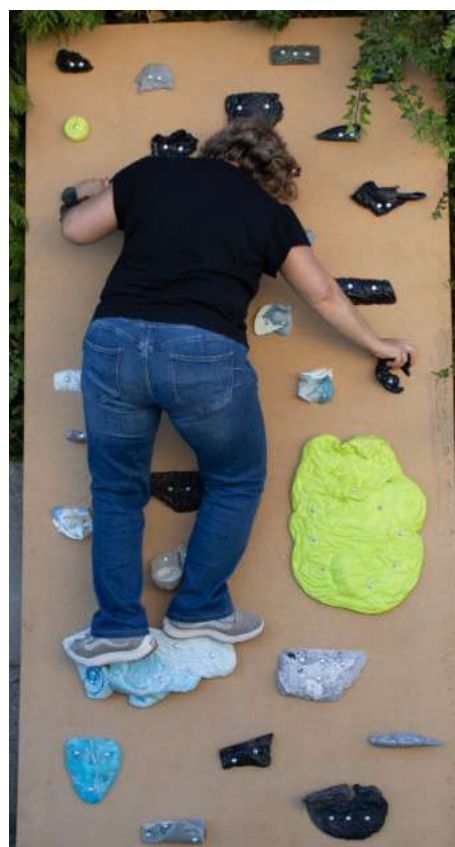


Figura 133. Testagem da funcionalidade das presas de purga, realizada pela 2ª participante.

The background of the page is a complex marbled paper pattern. It features swirling, organic shapes in various shades of grey, brown, and black, with some lighter, almost white, areas. The pattern is dense and fluid, resembling liquid paint or ink that has been manipulated. On the left side of the page, there is a solid black circle. The text is positioned to the right of this circle.

CAPÍTULO 7

Considerações finais e perspectivas futuras

7.1. Considerações finais

O projeto desenvolvido no âmbito desta dissertação, consistiu na exploração do potencial de valorização de purgas plásticas industriais, através da intervenção do design numa perspetiva de sustentabilidade e inovação. Neste sentido, a investigação permitiu redirecionar a trajetória das purgas recolhidas nos diferentes contextos industriais, transformando um resíduo de baixo valor, em um elemento funcional aplicado a dois produtos distintos: uma mesa de centro e presas de escalada.

A pesquisa aprofundada realizada no início desta dissertação sobre os plásticos na indústria, focado no estudo das purgas, possibilitou compreender as suas características, limitações e oportunidades de intervenção e reaproveitamento.

Diante dos objetivos definidos anteriormente, constata-se que foi possível criar não um, mas dois produtos distintos, que exploram abordagens diferentes na aplicação das purgas. Por um lado, a mesa de centro, constituiu uma materialização mais focada no uso das purgas como elemento estético e visual, que permitiu o reaproveitamento de 5 kg de resíduos. Por outro lado, as presas de escalada, resultaram numa abordagem mais ligada à funcionalidade do produto, onde as características como a dureza, dimensões, e composição heterogénea, normalmente vistas como um obstáculo à sua reciclagem, neste caso, constituem um elemento benéfico que auxilia na nova função atribuída às purgas.

Foi interessante perceber que a irregularidade formal das purgas, se aproxima das características naturais e irregulares das paredes de escalada outdoor, uma vez que a imprevisibilidade da natureza, se assemelham à imprevisibilidade formal das purgas.

Com esta intervenção, as presas de escalada incorporam 18 kg de material reaproveitado, o que corresponde a um total de 23 kg de resíduos desviados do aterro, para a criação dos dois produtos. Estes projetos apresentam uma abordagem diferenciadora, aliada a uma componente criativa, onde os resíduos passam a ser entendidos como recurso e não como lixo, oferecendo um novo olhar sobre as purgas descartadas pela indústria.

Do ponto de vista metodológico, esta investigação validou a pertinência do projeto através de um trabalho colaborativo, assente na realização de várias visitas a empresas do setor do plástico, e em conversas com designers e arquitetos, que reforçavam a ideia de que o design deve intervir em problemáticas reais, sobretudo por reconhecerem que o design já contribuiu para a produção de grandes quantidades de resíduos.

Assim, este projeto permitiu criar uma alternativa aos métodos de reprocessamento mais comuns das purgas, nomeadamente a trituração, um processo que implica um significativo impacto económico e ambiental devido aos elevados gastos energéticos associados ao processo. Neste sentido, as propostas dos dois produtos, demonstraram que com uma intervenção mínima no material,

é possível valorizar as purgas, aproveitando as suas características originais tal como se apresentam, criando produtos singulares, funcionais e esteticamente diferenciados.

Assim sendo, tanto a mesa de centro, como as presas de escalada, representam mais do que simples produtos, são um culminar de um percurso de investigação, experimentação, obstáculos e dedicação. Cada purga utilizada carrega a memória do processo, das falhas, descobertas e tempo investido na recolha e transformação de um subproduto industrial descartável, em dois produtos únicos, onde a imprevisibilidade formal das purgas foi reinterpretada como uma mais-valia estética e funcional, permitindo recuperar 23 kg de purgas, que de outro modo, seriam possivelmente descartados em aterro.

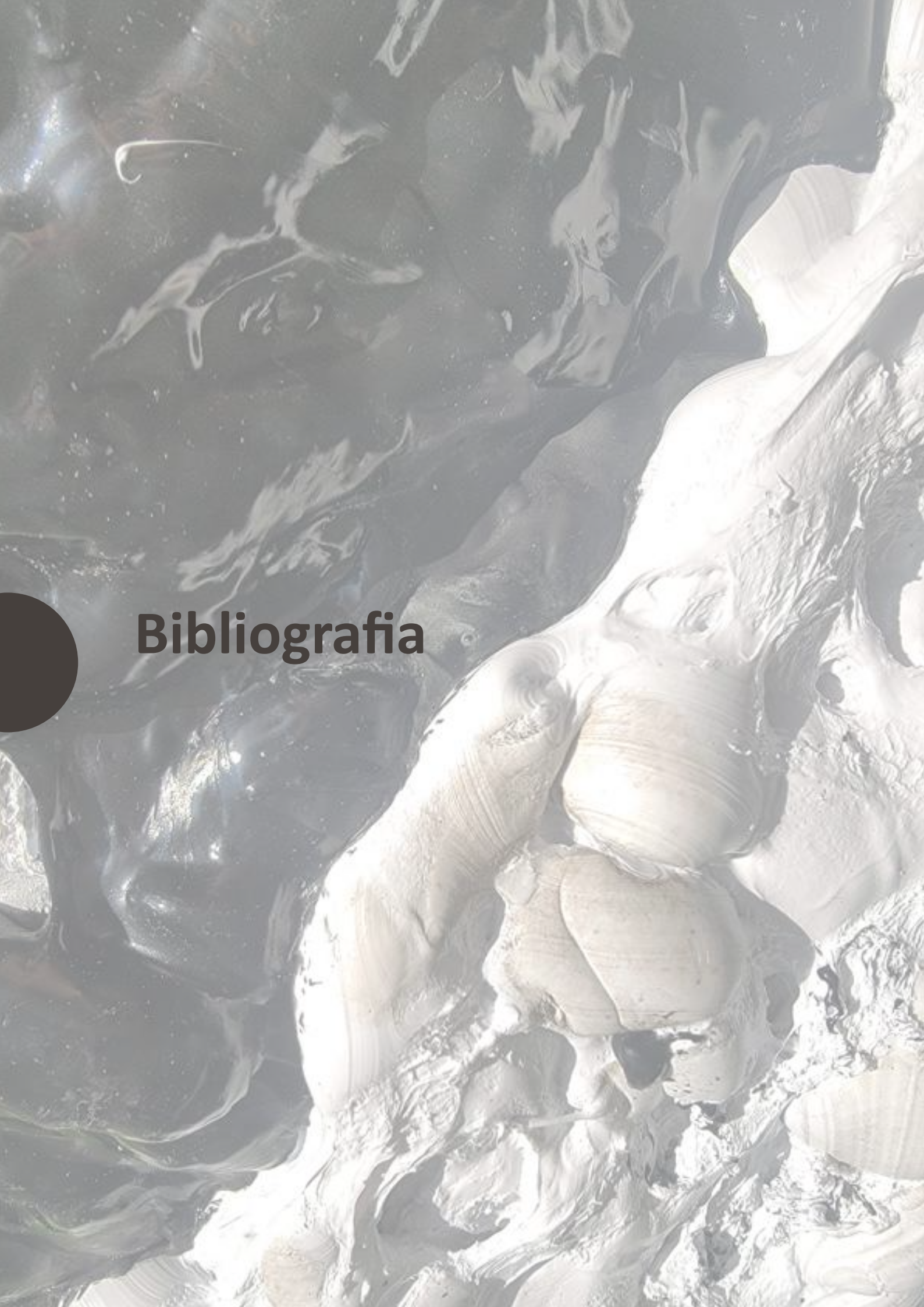
7.2. Perspetivas futuras

Dado a pouca utilização de purgas plásticas industriais como matéria-prima reaproveitada para a criação de novos produtos, o presente projeto, oferece uma vantagem diferenciadora no mercado, através da exploração estética e funcional deste resíduo.

Futuramente, pretende-se promover e divulgar os dois produtos em diferentes contextos.

Relativamente à mesa, a divulgação será feita através de meios de comunicação digital, como o Instagram, potencializando a visibilidade do projeto por um público diversificado. Paralelamente, pretende-se realizar uma coleção de mesas, com a mesma abordagem projetual da mesa de centro criada no âmbito desta investigação, utilizando as restantes purgas recolhidas, de forma a explorar diferentes configurações estruturais, produzindo peças únicas e exclusivas.

Quanto às presas de escalada, reconhece-se a necessidade de as testar em espaços adequados à prática segura deste desporto. Após o contacto com o André, produtor das presas de escalada do São Rock Climbing Indoor, aguarda-se resposta relativamente à análise crítica do projeto desenvolvido. Posteriormente, objetiva-se uma possível aplicação das presas de purga, nas paredes do São Rock Climbing Indoor, permitindo uma avaliação fidedigna da resistência e usabilidade destes resíduos, por um maior período de tempo, e com diversos utilizadores. Para além disso, a sua aplicação numa parede própria para escalada, possibilitará a criação de percursos mais diversificados, aumentando o nível de exigência da prática da escalada.

The background of the slide is a complex marbled paper pattern. It features swirling, organic shapes in shades of dark grey, black, and white. On the right side, there are more defined, layered patterns in light beige and cream colors, resembling the texture of a seashell or a piece of aged parchment. A solid black circle is positioned on the left side of the slide, partially overlapping the text.

Bibliografia

- (s.d.). Obtido de SCRAP LIFE PROJECT: <https://scraplifeproject.com/about>
- (s.d.). Obtido em 27 de Maio de 2025, de <https://www.undp.org/sustainable-development-goals/life-on-land>
- (s.d.). Obtido de <https://www.thiervandaalen-webshop.com/c-5580486/the-plastic-mine/>
- :Emma Strömberg, K. G. (2024). *Design for recycling of products containing plastics: Pre-study: Towards a global standard which contributes to plastics circularity*. Swedish Environmental Research Institute. Obtido em 23 de Abril de 2025
- ‘Turn the tide on plastic’ urges UN, as microplastics in the seas now outnumber stars in our galaxy. (23 de Fevereiro de 2017). Obtido de United Nations: <https://news.un.org/en/story/2017/02/552052-turn-tide-plastic-urges-un-microplastics-seas-now-outnumber-stars-our-galaxy>
- 6 curiosidades sobre os plásticos. (26 de Junho de 2024). Obtido de NATIONAL GEOGRAPHIC PORTUGAL: https://www.national-geographic.pt/meio-ambiente/plastico-6-curiosidades_5031
- A.E. Schwarz, T. L. (2019). Sources, transport, and accumulation of different types of plastic litter in aquatic environments: A review study. *Marine Pollution Bulletin*. Obtido em 27 de Abril de 2025
- Agência Portuguesa do Ambiente. (Janeiro de 2020). *Guia de Classificação de Resíduos*. Obtido em 31 de Março de 2025, de Agência Portuguesa do Ambiente.
- Agência Portuguesa do Ambiente. (31 de Agosto de 2021). *Antecedentes (PESGRI, PNAPRI, PERH)*. Obtido em 02 de Maio de 2025, de Agência Portuguesa do Ambiente: <https://apambiente.pt/residuos/antecedentes-pesgri-pnapri-perh>
- Alvaro, J. (22 de Julho de 2022). *Tudo sobre densidade do plástico*. Obtido de Plástico Moderno: <https://www.plastico.com.br/tudo-sobre-densidade-do-plastico/>
- APOLINARIO, R. H., & SOUZA, M. T. (Novembro de 2021). INTRODUÇÃO. *REVISÃO TEÓRICA SOBRE MODELOS DE ECONOMIA CIRCULAR*, pp. 1-16.
- ASACLEAN. (s.d.). 02. *What Do Purging Compounds Do?* Obtido de ASACLEAN: <https://www.asaclean.com/ultimate-guide-to-purge-compounds>
- ASTM INTERNATIONAL. (4 de January de 2022). *Standard Practice for Coding Plastic Manufactured Articles for Resin Identification*. Obtido em 18 de Abril de 2025, de Advancing Standards Transforming Markets: https://store.astm.org/d7611_d7611m-21.html
- ASTM INTERNATIONAL. (s.d.). *Standard Practice for Coding Plastic Manufactured Articles for Resin Identification*. Obtido em 18 de Abril de 2025, de <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/111484/2114d0d-7519d48ab97336dded888183b/ASTM-D7611-D7611M-21.pdf>
- Baird, D. G., & Collias, D. I. (2014). *Polymer Processing: Principles and Design 2ª ed*. Wiley.
- BakkerJo. (s.d.). *Climbing Holds From Milk Jug Recycling*. Obtido em 10 de Agosto de 2025, de Instructables: <https://www.instructables.com/Make-a-Climbing-Wall-From-Milk-Jugs-and-Other-Junk/>
- BCSD_PORTUGAL. (s.d.). *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Obtido em 1 de Março de 2025, de BCSD_PORTUGAL: <https://ods.pt/ods/>

- Birkeland, J. (2002). *Design for sustainability: a sourcebook of integrated*. Obtido em 14 de Fevereiro de 2025
- Birkeland, J. (3 de January de 2002). *Design for Sustainability: A Sourcebook of Integrated Ecological Solutions*. London: Earthscan Publications Ltd.
- Bonaguro, G. (2019). *Tacchini Joaquim Side Table*. Obtido de Matter-Matters: <https://mattermatters.com/products/joaquim-side-table>
- Borrelle, S. B. (18 de September de 2020). *Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution*. doi:10.1126/science.aba3656
- Bower, D. I. (2002). *An Introduction to Polymer Physics*. Cambridge: Cambridge University Press. Obtido em 12 de Abril de 2025
- Braungart, W. M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the way we make things*. Obtido em 03 de Junho de 2025
- Brundtland, G. H. (1987). *Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development*. Oxford University Press. Obtido em 15 de Março de 2025
- Cappello, P. (s.d.). *Superpop tables by Paolo Cappello for Miniforms*. Obtido de Dezeen Showroom: <https://www.dezeen.com/2023/06/27/superpop-tables-paolo-cappello-miniforms-dezeen-showroom/>
- CEN- European Committee for Standardization. (2017). *EN 12572-3:2017- Artificial climbing structures - Part 3: Safety requirements and test methods for climbing holds*.
- Chem Trend. (s.d.). *FAQs: Purging Compounds*. Obtido em 9 de Junho de 2025, de Chem Trend: <https://chemtrend.com/brochure/faqs-purging-compounds/>
- Chem Trend. (s.d.). *Purge Compounds for Thermoplastics*. Obtido em 20 de Junho de 2025, de Chem Trend: <https://chemtrend.com/solution/purging-compounds/>
- Chem Trend. (s.d.). *Soluções*. Obtido em 07 de Fevereiro de 2025, de Chem Trend: <https://chemtrend.com/solution/agentes-para-purga/?lang=pt-br>
- Chem Trend. (s.d.). *Solutions_Purging Compounds*. Obtido em 03 de Fevereiro de 2025, de Chem Trend: <https://chemtrend.com/solution/purging-compounds/>
- Chick, A., & Micklethwaite, P. (2011). *Design for Sustainable Change: How Design and Designers Can Drive the Sustainability Agenda*. AVA Publishing SA. Obtido em 15 de Março de 2025
- Chukwubuike, O. (2015). *Purging Mixture for Extruder*. Obtido em 06 de Junho de 2025
- Codil. (s.d.). *Sustentabilidade*. Obtido em 20 de Maio de 2025, de Codil: <https://codil.pt/sustentabilidade/>
- Compostos. (17 de Maio de 2022). *Otimização da limpeza de máquinas: melhorando o processo de purga*. Obtido em 3 de Abril de 2025, de Compostos: <https://www.compostos.com.br/blog/processo-de-purga>
- Compostos. (30 de Setembro de 2022). *Processo de purga: saiba como acelerar sua produção*. Obtido em 06 de Junho de 2025, de Compostos: <https://www.compostos.com.br/blog/processo-de-purga-saiba-como-acelerar-sua-producao>
- Costa, C. (16 de Dezembro de 2020). *Biodiversidade*. Obtido de Revista Sustentável: <https://www.revistasustentavel.pt/biodiversidade/como-a-poluicao-por-plastico->

- esta-a-afetar-as-especies-marinhas/
- Costa, C. (16 de Dezembro de 2020). *Desplastificação*. Obtido de Revista Sustentável: <https://www.revis-tasustentavel.pt/biodiversidade/como-a-poluicao-por-plastico-esta-a-afetar-as-especies-marinhas/>
- Costa, C. (16 de Dezembro de 2020). *Polição por plástico afeta 81 espécies marinhas*. Obtido de Revista Sustentável: <https://www.revis-tasustentavel.pt/biodiversidade/como-a-poluicao-por-plastico-esta-a-afetar-as-especies-marinhas/>
- Courtney Arthur, J. B. (2009). *Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris*. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Obtido em 26 de Abril de 2025
- Cradle to Cradle*. (s.d.). Obtido em 28 de Maio de 2025, de McDonough Innovation: <https://mcdonough.com/cradle-to-cradle/>
- Cradle to Cradle Certified®*. (s.d.). Obtido em 02 de Junho de 2025, de Cradle to Cradle Products Innovation Institute: <https://c2ccertified.org/the-standard>
- Daalen, I. v. (s.d.). *YUME YUME x studio Thier & van Daalen*. Obtido de Studio Thier & van Daalen: <https://thiervandaalen.com/yume-yume-x-studio-thier-van-daalen/>
- Desidery, L., & Lanotte, M. (2022). Polymers and plastics: Types, properties, and manufacturing. Em S. N. Filippo Giustozzi (Ed.), *Plastic Waste for Sustainable Asphalt Roads* (1st Edition ed.). Woodhead Publishing. doi:10.1016/B978-0-323-85789-5.00001-0
- DESIGN, R. D. (s.d.). *Nested Tri Foil table*. Obtido de RON DIER DESIGN: <https://www.rondierdesign.com/tables?pgid=jamrexlh-4b68b791-016e-4055-a07a-ec-17607fa6af>
- Diário da República. (10 de Dezembro de 2020). *Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro*. Obtido em 30 de Abril de 2025, de Diário da República: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/102-d-2020-150908012>
- (2021). *Drowning in plastics-Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics*. United Nations Environment Programme. Obtido em 21 de Abril de 2025
- (2021). *Drowning in plastics-Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics*. United Nations Environment Programme. Obtido em 12 de Maio de 2025
- (2021). *Drowning in plastics-Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics*. United Nations Environment Programme. Obtido em 15 de Maio de 2025
- Eames, C. (s.d.). *Design Process*. Obtido de Eames Office: <https://www.eamesoffice.com/about/design/>
- Ed Cook, E. B. (2018). *Eliminating avoidable plastic waste by 2042: a use-based approach to decision and policy making*. Resource Futures & Nextek. Obtido em 18 de Abril de 2025
- Ed Cook, E. B. (2018). *Eliminating avoidable plastic waste by 2042: a use-based approach to decision and policy making*. Resource Futures & Nextek. Obtido em 26 de Abril de 2025
- Ed Cook, E. B. (2018). *Eliminating avoidable plastic waste by 2042: a use-based approach to decision and policy making*. Obtido em 1 de Maio de 2025
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*. CAPSTONE.

- Obtido em 19 de Março de 2025
- Elkington, J. (s.d.). *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Obtido em 02 de Junho de 2025
- Ellen Macarthur Foundation. (5 de Novembro de 2021). *Regenerative ocean farming: GreenWave*. Obtido em 13 de Março de 2025, de Ellen Macarthur Foundation: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/regenerative-ocean-farming>
- Ellen Macarthur Foundation. (16 de February de 2022). *Circulate products and materials*. Obtido em 15 de Fevereiro de 2025, de Ellen Macarthur Foundation: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circulate-products-and-materials>
- Ellen Macarthur Foundation. (16 de February de 2022). *Eliminate waste and pollution*. Obtido em 15 de Fevereiro de 2025, de Ellen Macarthur Foundation: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/eliminate-waste-and-pollution>
- Ellen Macarthur Foundation. (16 de February de 2022). *Regenerate nature*. Obtido em 15 de Fevereiro de 2025, de Ellen Macarthur Foundation: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/regenerate-nature>
- Ellen Macarthur Foundation. (23 de Março de 2023). *Escolas de pensamento que inspiram a economia circular*. Obtido em 02 de Junho de 2025, de Ellen Macarthur Foundation: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/escolas-de-pensamento-que-inspiraram-a-economia-circular>
- Ellen Macarthur Foundation. (23 de Março de 2023). *Escolas de pensamento que inspiraram a economia circular*. Obtido em 24 de Fevereiro de 2025, de Ellen Macarthur Foundation: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/schools-of-thought-that-inspired-the-circular-economy>
- Ellen Macarthur Foundation. (10 de Fevereiro de 2023). *O que é a economia linear?* Obtido de ELLEN MACARTHUR FOUNDATION: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/o-que-e-economia-linear>
- Ellen MacArthur Foundation. (10 de Fevereiro de 2023). *What is the linear economy?* Obtido em 14 de Fevereiro de 2025, de Ellen Macarthur Foundation: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/o-que-e-economia-linear>
- Ellen Macarthur Foundation. (s.d.). *Circular economy introduction*. Obtido em 15 de Fevereiro de 2025, de Ellen Macarthur Foundation: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- Ellen Macarthur Foundation. (s.d.). *Visão Geral: O que é a economia circular?* Obtido de Ellen Macarthur Foundation: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/temas/economia-circular-introducao/visao-geral>
- Etymonline. (s.d.). *Origin and history of plastic*. Obtido em 7 de Abril de 2025, de Etymonline: <https://www.etymonline.com/word/plastic>
- European Commission. (s.d.). *Environment action programme to 2030*. Obtido em 03 de Junho de 2025, de European Commission: https://environment.ec.europa.eu/strategy/environment-action-programme-2030_en
- Europeia, C. d. (29 de Março de 2022). *Conselho adota o 8.º Programa de Ação em matéria de Ambiente*. Obtido em 03 de Junho de 2025, de Conselho da União Europeia: <https://www.consilium.europa.eu/pt/press/press-releases/2022/03/29/council-adopts>

- 8th-environmental-action-programme/
- Eurostat. (10 de August de 2023). *Glossary: Industrial waste*. Obtido em 29 de Março de 2025, de European Commission: Eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Industrial_waste
- Eurostat. (September de 2024). *Waste statistics*. Obtido em 29 de Março de 2025, de European Commission: Eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics
- Eurostat. (September de 2024). *Waste statistics*. Obtido em 30 de Abril de 2025, de Statistics Explained: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics
- Eurostat. (s.d.). *Glossary: Landfill*. Obtido em 28 de Maio de 2025, de Eurostat Statistics Explained: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Landfill>
- FIVE MILE RADIUS. (s.d.). *About*. Obtido de FIVE MILE RADIUS: <https://www.fivemileradius.org/pages/about>
- FIVE MILE RADIUS. (s.d.). *Coffee Table, Waste Terrazzo*. Obtido de FIVE MILE RADIUS: <https://www.fivemileradius.org/collections/new-arrivals/products/copy-of-waste-terrazzo-table-ceramic-tile>
- Frearson, A. (1 de Dezembro de 2023). *Super Local creates products that could eradicate litter in the Himalayas*. Obtido de dezeen: <https://www.dezeen.com/2023/12/01/from-the-himalayas-super-local/>
- Frearson, A. (1 de Dezembro de 2023). *Super Local cria produtos que podem erradicar o lixo no Himalaia*. Obtido de dezeen: <https://www.dezeen.com/2023/12/01/from-the-himalayas-super-local/>
- Freire, N. (26 de Junho de 2024). *6 curiosidades sobre os plásticos*. Obtido de NATIONAL GEOGRAPHIC PORTUGAL: https://www.nationalgeographic.pt/meio-ambiente/plastico-6-curiosidades_5031
- Freire, N. (26 de Junho de 2024). *6 curiosidades sobre os plásticos*. Obtido de NATIONAL GEOGRAPHIC PORTUGAL: https://www.nationalgeographic.pt/meio-ambiente/plastico-6-curiosidades_5031
- Freire, N. (27 de Novembro de 2024). *6 curiosidades sobre os plásticos*. Obtido em 13 de Março de 2025, de National Geographic Portugal: https://www.nationalgeographic.pt/meio-ambiente/6-curiosidades-plasticos_5031
- Freixa, F. D. (Setembro de 2016). *Introdução. Design de produtos com reciclagem PET. A problemática dos plásticos*, pp. 1-112.
- Fried, J. R. (2014). *Polymer Science & Technology 3ª ed.* Pearson Education.
- Fried, J. R. (2014). *POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY* (Third Edition ed.). Prentice Hall. Obtido em 15 de Abril de 2025
- Friendly Climbing. (s.d.). Obtido em 10 de Agosto de 2025, de Friendly Climbing: <https://friendlyclimbing.co.uk/>
- Fry, T. (2009). *Design Futuring: Sustainability, Ethics and New Practice*. Oxford, New York: Berg. Obtido em 31 de Maio de 2025
- Ganilho, E. J. (7 de Junho de 2019). *DESIGN INDUSTRIAL NO CONTEXTO DA SUSTENTABILIDADE*. Obtido em 14 de Março de 2025
- Ganzala, G. G. (2018). *A INDUSTRIALIZAÇÃO, IMPACTOS AMBIENTAIS E A NECESSIDADE DE DESENVOLVIMENTO DE POLÍTICAS AMBIENTAIS SUSTENTÁVEIS NO SÉCULO*

- XXI. Obtido em 14 de Março de 2025
- GESAMP. (2015). *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment*. INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. Obtido em 26 de Abril de 2025
- GESAMP. (2016). *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of a global assessment*. Obtido em 26 de Abril de 2025
- Geyer, R. (2020). Production, use, and fate of synthetic polymers. Em T. M. Letcher, *Plastic waste and recycling: Environmental Impact, Societal Issues, Prevention, and Solutions*. Academic Press. Obtido em 26 de Abril de 2025
- Geyer, R. (2020). Production, use, and fate of synthetic polymers. Em T. M. Letcher, *Plastic waste and recycling: Environmental Impact, Societal Issues, Prevention, and Solutions*. Academic Press. Obtido em 27 de Abril de 2025
- Ghold. (s.d.). *Ghold, producteur de prises recyclables*. Obtido em 10 de Agosto de 2025, de Ghold: <https://www.ghold.fr/prises-recyclables/>
- Global Compact Network Portugal. (s.d.). *A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Obtido de Global Compact Network Portugal: <https://globalcompact.pt/index.php/pt/un-global-compact/agenda-2030>
- Global, A. P. (24 de Julho de 2024). *Despesa em I&D atinge 4,5 mil milhões de euros em 2023*. Obtido em 24 de Maio de 2025, de <https://www.portugalglobal.pt/pt/noticias/2024/julho/despesa-em-i-d-atinge-4-5-mil-milhoes-de-euros-em-2023>
- Greenholds. (s.d.). *Sustainability*. Obtido em 10 de Agosto de 2025, de Greenholds: <https://www.greenholds.eu/pages/sustainability>
- Griffiths, A. (8 de Abril de 2024). Obtido de Dezeen: <https://www.dezeen.com/2024/04/08/sungai-watch-chair-design-ombak/>
- Griffiths, A. (8 de Abril de 2024). Obtido de Dezeen: <https://www.dezeen.com/2024/04/08/sungai-watch-chair-design-ombak/>
- Griffiths, A. (8 de Abril de 2024). *Ombak chair consists of 2,000 plastic bags salvaged from Bali's rivers*. Obtido de dezeen: <https://www.dezeen.com/2024/04/08/sungai-watch-chair-design-ombak/>
- Guimarães, L. (09 de Dezembro de 2024). *Refugo: Entenda o que é e a gestão na indústria*. Obtido em 07 de Julho de 2025, de Korp: <https://www.korp.com.br/refugo-entenda-o-que-e-e-a-gestao-na-industria/>
- Hahladakis, J. N., Gerasimidou, S., & Iacovidou, E. (2020). Plastic waste in a circular economy. doi:10.1016/B978-0-12-817880-5.00019-0
- Hann, S., Sherrington, C., Jamieson, O., Hickman, M., Kershaw, P., Bapa-sola, A., & Cole, G. (2018). *Investigating options for reducing releases in the aquatic environment of microplastics emitted by (but not intentionally added in) products: Final Report*. Obtido em 26 de Abril de 2025
- Hopewell, J., Dvorak, R., & Kosior, E. (27 de July de 2009). *Plastics Recycling: Challenges and Opportunities*. doi:doi:10.1098/rstb.2008.0311
- Hopewell, J., Dvorak, R., & Kosior, E. (27 de July de 2009). *Plastics Recycling: Challenges and Opportunities*. doi:doi:10.1098/rstb.2008.0311
- Ideias sustentáveis*. (15 de Outubro de 2019). Obtido de RECICLA: <https://recicla.pt/ideias-sustentaveis/economia-linear-vs-circular->

- descubra-as-diferencas/
- IMCD. (s.d.). Purging 101: A guide to what it is, how it works, and why it's important. Obtido em 20 de Junho de 2025, de IMCD: <https://www.imcd.de/our-knowledge/solutions/purging-101-a-guide-to-what-it-is-how-it-works-and-why-it-s-important-MCNK3LI2EINFDW-JNR3DPGNJATLG4?business-group=advanced-materials&market-segment=3d-printing&redirect=false>
- Implementation of the Waste Framework Directive.* (s.d.). Obtido em 1 de Abril de 2025, de European Commission: https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/implementation-waste-framework-directive_en
- INETI. (2001). *Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais (PNAPRI)*. Lisboa. Obtido em 02 de Maio de 2025
- Infraestruturas de Portugal. (s.d.). Obtido em 20 de Março de 2025, de Infraestruturas de Portugal: <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/pt-pt/rede-de-alta-velocidade/impacte-ambiental>
- Infraestruturas de Portugal. (s.d.). *Linha de Alta Velocidade Porto - Lisboa*. Obtido em 20 de Março de 2025, de Infraestruturas de Portugal: <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/pt-pt/principais-investimentos/linha-de-alta-velocidade-porto-lisboa>
- Institute, C. t. (2024). *Cradle to Cradle Certified® Product Standard, (Full Scope) Version 4.1*. Cradle to Cradle Products Innovation Institute. Obtido em 02 de Junho de 2025
- International Council Of Design. (s.d.). *have we designed our own obsolescence?* Obtido em 15 de Fevereiro de 2025, de International Council Of Design: <https://www.theicod.org/professional-design/polemics-archive/have-we-designed-our-own-obsolescence>
- International Olympic Committee. (s.d.). *Sport Climbing*. Obtido em 1 de Agosto de 2025, de Olympics: <https://www.olympics.com/en/sports/sport-climbing/>
- International Olympic Committee. (s.d.). *Tokyo 2020 Summer Olympics*. Obtido em 1 de Agosto de 2025, de Olympics: <https://www.olympics.com/en/olympic-games/tokyo-2020>
- INTRODUÇÃO . (s.d.). *REVISÃO TEÓRICA SOBRE MODELOS DE ECONOMIA CIRCULAR*, pp. 1-16.
- John Dahlsen. (s.d.). *“Black Purges On Encaustic 1” 2005*. Obtido de John Dahlsen Environmental Art: <https://johndahlsen.com/plastic-purges-on-encaustic-wax/black-purges-on-encaustic-1-2005/>
- John Dahlsen. (s.d.). *“Yellow Plastic Purge 1” 2005*. Obtido de John Dahlsen Environmental Art: <https://johndahlsen.com/plastic-purge-environmental-sculptures/yellow-plastic-purge-1-2005/>
- John Dahlsen. (s.d.). *Artist Statement – The Purge Series (2004)*. Obtido de John Dahlsen Environmental Art: <https://johndahlsen.com/artist-statements/artist-statement-the-purge-series-2004/>
- John Dahlsen. (s.d.). *Black Purge on Paper*. Obtido de John Dahlsen Environmental Art: <https://johndahlsen.com/purges-on-paper/black-purge-on-paper-2/>
- John Dahlsen. (s.d.). *Blue Purge and Encaustic Wax Installation*. Obtido de John Dahlsen Environmental Art: <https://johndahlsen.com/plastic-purge-installations/blue->

-purge-and-encaustic-wax-installation/

John Dahlsen. (s.d.). *Blue Purge Painting 2005*. Obtido de John Dahlsen Environmental Art: <https://john-dahlsen.com/purge-paintings-2/blue-purge-painting-2005/>

John Dahlsen. (s.d.). *Purge Series*. Obtido de John Dahlsen Environmental Art: <https://johndahlsen.com/purge-series/>

John Dahlsen. (s.d.). *Red Purge on Paper*. Obtido de John Dahlsen Environmental Art: <https://johndahlsen.com/purges-on-paper/red-purge-on-paper/>

John N. Hahladakis, E. I. (2020). Plastic waste in a circular economy. Em P. W. Recycling. Elsevier. doi:10.1016/B978-0-12-817880-5.00019-0

Johnson, M. A. (2014). *Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design* (Third Edition ed.). Butterworth-Heinemann. doi:<https://doi.org/10.1016/C2011-0-05518-7>

Kim Ragaert, L. D. (2017). Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste. *Waste Management*. Obtido em 09 de Maio de 2025

Kim Ragaert, L. D. (2017). Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste. *Waste Management*. Obtido em 19 de Maio de 2025

Kim Ragaerta, L. D. (2017). Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste. *Waste Management*. Obtido em 15 de Maio de 2025

Leão, J. M. (7 de Novembro de 2019). Introduction. *Personal Electric Transportation (P.E.T. Mini Skate) - Development of an Open Source, Recycled, Electric Skateboard.*, pp. 1-170.

Lusa, A. (06 de Novembro de 2021). *Portugal produz resíduos de plástico*

acima da média europeia, conclui estudo. Obtido em 7 de Julho de 2025, de VISÃO: https://visao.pt/visao_verde/ambiente/2021-11-06-portugal-produz-residuos-de-plastico-acima-da-media-europeia-estudo/

Ma. Guadalupe Plaza, M. L. (8 de Abril de 2024). Materials and Methods. *Polymer Waste Recycling of Injection Molding Purges with Softening for Cutting with Fresnel Solar Collector—A Real Problem Linked to Sustainability and the Circular Economy*.

Macarthur, E. (s.d.). *Visão geral*. Obtido de ellen macarthur foundation: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/temas/plastico/visao-geral>

Manzini, E. (2015). *Design, When Everybody Designs: An Introduction to Design for Social Innovation*. London: The MIT Press. Obtido em 05 de Agosto de 2025

Margolin, V. M. (2004). Um Modelo Social de Design: questões de prática e pesquisa. *Revista Design em Foco, I(1)*, 43-48. Brasil. Obtido em 14 de Março de 2025

Mario Fagnoli, M. D. (2013). *Design Management for Sustainability: An integrated approach for the development of sustainable products*. Obtido em 05 de Maio de 2025

Marques, A. F., & Marques, A. (2024). *Um estudo sobre o plástico*. doi:10.5281/zenodo.13997240

Marques, A. F., & Marques, A. d. (Outubro de 2024). *Um estudo sobre o plástico*. doi:10.5281/zenodo.13997240

McDonough, M. B. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the way we make things*. Obtido em 03 de Junho de 2025

McDonough, W. (s.d.). *Cradle to Cradle*. Obtido em 30 de Maio de 2025,

- de McDonough Innovation:
<https://mcdonough.com/cradle-to-cradle/>
- Michael Braungart, W. M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. Obtido em 30 de Maio de 2025
- Miguel Carrasco, J. G.-P.-C. (26 de January de 2023). Introduction. *Evaluation of Processing Conditions in the Performance of Purging Compounds for Polypropylene Injection Molding*, 7.
- Morris, A. (27 de Janeiro de 2018). *Plastic furniture made from old toys introduces kids to the circular economy*. Obtido de dezeen: https://www.dezeen.com/2018/01/27/ecobirdy-childrens-furniture-recycled-plastic-circular-economy-maison-objet/?s=-recycled%20&hPP=40&idx=vetg_livesearchable_posts&p=0&fR%5Bpost_type_label%5D%5B0%5D=&is_v=1
- Morris, A. (27 de Janeiro de 2018). *Plastic furniture made from old toys introduces kids to the circular economy*. Obtido de dezeen: https://www.dezeen.com/2018/01/27/ecobirdy-childrens-furniture-recycled-plastic-circular-economy-maison-objet/?s=-recycled%20&hPP=40&idx=vetg_livesearchable_posts&p=0&fR%5Bpost_type_label%5D%5B0%5D=&is_v=1
- Morris, A. (19 de Fevereiro de 2018). *Scrap Life Project transforms waste plastic from injection-moulding process into stools*. Obtido de dezeen: https://www.dezeen.com/2018/02/19/waste-plastic-injection-moulding-process-transformed-stools-scrap-life-project/?utm_medium=email&utm_campaign=Daily+Dezeen+Digest&utm_content=Daily+Dezeen+Digest+-CID_4aab1f8fde2087128c8df-9c5a3e8901d&utm_source=Dezeen+Mail
- Morten W. Ryberg, A. L. (2018). *Mapping of global plastics value chain and plastics losses to the environment: With a particular focus on marine environment*. United Nations Environment Programme. Obtido em 21 de Abril de 2025
- Mouser, Y. (s.d.). *Tetherow Table*. Obtido de yvonne mouser: <https://www.yvonnemouser.com/tetherow/>
- Neira, J. (21 de Janeiro de 2018). *design*. Obtido em 07 de Janeiro de 2025, de designboom: <https://www.designboom.com/design/ecobirdy-recycled-toys-furniture-01-21-2018/#>
- Neira, J. (21 de Janeiro de 2018). *eco-Birdy upcycles old and unused plastic toys into furniture*. Obtido de designboom: <https://www.designboom.com/design/ecobirdy-recycled-toys-furniture-01-21-2018/#>
- Nicolau, P. A. (s.d.). Material de aula não publicado. *Materiais poliméricos*.
- Nonô, R. (28 de Fevereiro de 2021). *Agentes de purga de última geração aumentam a produtividade*. Obtido em 04 de Fevereiro de 2025, de Plástico Moderno: <https://www.plastico.com.br/agentes-de-purga-de-ultima-geracao-aumentam-a-produtividade/>
- Norman, D. (2023). *Design for a Better World: Meaningful, Sustainable, Humanity Centered*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. Obtido em 25 de Março de 2025
- Norman, D. (2023). *Design for a Better World: Meaningful, Sustainable, Humanity Centered*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. Obtido em 02 de Junho de 2025
- Norman, D. (2023). *Design for a Better*

- World: Meaningful, Sustainable, Humanity Centered.* Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Norman, D. (2023). *Design For a Better World: Meaningful, Sustainable, Humanity Centered.* Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. Obtido em 15 de Março de 2025
- Nunes, H. (2018). *Materiais poliméricos. O que é a economia linear?* (10 de fevereiro de 2023). Obtido de Ellen MacArthur Foundation: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/o-que-e-economia-linear>
- Our Recycling Process.* (s.d.). Obtido de ecoBirdy: <https://www.ecobirdy.com/blogs/stories/recycling-process>
- Paoli, M. A. (2005). *A TECNOLOGIA DA RECICLAGEM DE POLÍMEROS*, 28(1). Obtido em 28 de Abril de 2025
- Papanek, V. (1971). *Design for the Real World.* Pantheon Books. Obtido em 14 de Fevereiro de 2025
- Papanek, V. (1985). *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change.* London. Obtido em 02 de Junho de 2025
- Parlamento Europeu. (21 de Março de 2024). *Economia circular. O impacto da produção e dos resíduos têxteis no ambiente (informações)*, pp. 3-8. Obtido em 16 de Fevereiro de 2025
- Parlamento Europeu. (21 de Março de 2024). *Resíduos de plástico e reciclagem na UE: factos e números.* Obtido em 23 de Abril de 2025
- PETRORESINAS. (5 de Novembro de 2024). *Purga industrial: seu uso em limpeza de máquinas injetoras e extrusoras.* Obtido de PETRORESINAS: [https://www.petroresinas.com.br/blog/purga-industrial/purga-industrial-seu-uso-em-limpeza-de-maquinas-](https://www.petroresinas.com.br/blog/purga-industrial/purga-industrial-seu-uso-em-limpeza-de-maquinas-injetoras-e-extrusoras/)
- [-injetoras-e-extrusoras/](https://www.petroresinas.com.br/blog/purga-industrial/purga-industrial-seu-uso-em-limpeza-de-maquinas-injetoras-e-extrusoras/)
- Plabani Roy, M. A. (August de 2024). *Plastic Purge: Transforming Urban Landscapes for Sustainable Futures*, 5. Obtido em 08 de Maio de 2025
- Plabani Roy, M. A. (August de 2024). *Plastic Purge: Transforming Urban Landscapes for Sustainable Futures.* Obtido em 13 de Maio de 2025
- Plástico no oceano.* (s.d.). Obtido de Iberdrola: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/poluicao-plastica-nos-oceanos>
- Plásticos: a maior ameaça dos oceanos*. (22 de Setembro de 2022). Obtido de EDP: <https://www.edp.com/pt-pt/historias-edp/plasticos-a-maior-ameaca-dos-oceanos>
- Plásticos: a maior ameaça dos oceanos.* (22 de Setembro de 2022). Obtido de EDP: <https://www.edp.com/pt-pt/historias-edp/plasticos-a-maior-ameaca-dos-oceanos>
- Plásticos: a maior ameaça dos oceanos.* (22 de Setembro de 2022). Obtido de EDP: <https://www.edp.com/pt-pt/historias-edp/plasticos-a-maior-ameaca-dos-oceanos>
- Plastics – the Facts 2019.* (s.d.). Obtido em 18 de Abril de 2025, de Plastics Europe: Enabling a sustainable future: <https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/10/2019-Plastics-the-facts.pdf>
- Plastics – the fast Facts 2023.* (s.d.). Obtido em 22 de Abril de 2025, de Plastics Europe: Enabling a sustainable future: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-fast-facts-2023/>
- Plastics Europe. (s.d.). *Chemical Recycling and the Role of Mass Balance-Explained.* Obtido em 14 de

- Maio de 2025, de <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/chemical-recycling-mass-balance-explained/>
- Plastics Europe. (2015). *Plastics – the Facts 2015: An analysis of European plastics production, demand and waste data*. Obtido em 14 de Maio de 2025, de Plastics Europe: <https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/10/2015-Plastics-the-facts.pdf>
- Plastics Europe. (2024). *The Circular Economy for Plastics: A European Analysis*. Obtido em 16 de Maio de 2025
- Plastics Europe: Association of Plastics Manufacturers. (2018). *Plastics-the Facts 2017: An analysis of European plastics production, demand and waste data*. Obtido em 14 de Maio de 2025, de Plastics Europe: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2017-2/>
- Plastics Europe: Association of Plastics Manufacturers. (s.d.). *Plastics-the facts 2017*. Obtido em 17 de Abril de 2025, de Plastics Europe: Enabling a sustainable future: <https://plasticseurope.org/es/wp-content/uploads/sites/4/2021/11/2017-Plastics-the-facts.pdf>
- Plastics News. (14 de May de 2020). *Purging extrusion blow molding machines*. Obtido de Plastics News: <https://www.plasticsnews.com/purging/purging-extrusion-blow-molding-machines>
- Plastics News. (14 de May de 2020). *Purging extrusion machinery*. Obtido de Plastics News: <https://www.plasticsnews.com/purging/purging-extrusion-machinery>
- Plastics News. (14 de May de 2020). *Purging: Key to injection molding*. Obtido de Plastics News: <https://www.plasticsnews.com/purging/purging-key-injection-molding>
- plasticsinformart. (22 de February de 2021). *Choosing the right purging agent*. Obtido em 30 de Julho de 2025, de Plastics Informart: <https://www.plasticsinformart.com/choosing-the-right-purging-agent/>
- Plastics-the Facts 2015: An analysis of European plastics production, demand and waste data*. (s.d.). Obtido em 11 de Maio de 2025, de PlasticsEurope: <https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/10/2015-Plastics-the-facts.pdf>
- Process*. (s.d.). Obtido de SUNGAI DESIGN: <https://sungaidesign.com/>
- Purge Right. (s.d.). *Purging Compound Procedures for Injection Molding*. Obtido de Purge Right: <https://purgeright.com/purging-procedures-injection-molding/>
- Purge Right. (s.d.). *Purging Procedures: Blow Molding*. Obtido de Purge Right: <https://purgeright.com/purging-procedures-blow-molding/>
- Purge Right. (s.d.). *Purging Procedures: Extrusion*. Obtido de Purge Right: <https://purgeright.com/purging-procedures-extrusion/>
- Purge Right. (s.d.). *What is a Purging Compound?* Obtido em 30 de Julho de 2025, de Purge Right: <https://purgeright.com/what-is-a-purging-compound/>
- Purvis, B., Mao, Y., & Robinson, D. (3 de September de 2018). *Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins*, p. 15. Obtido em 18 de Março de 2025
- Racer, C. F. (2024). *Stockholm Declaration*. Obtido em 24 de Março de 2025, de EBSCO: <https://www.ebsco.com/research-starters/politics-and-government/stockholm-declaration>

- RADIUS, F. M. (s.d.). *Side Table, Waste Terrazzo*. Obtido de FIVE MILE RADIUS : https://www.fivemileradius.org/products/waste=-terrazzo-side-table?srsltid-AfmBOoqpWpt3GZI16hCfJzgG-jYS_Ny_mT6GvBh_PpGq-j5dN8t-vt7k5
- Raut, N. A., Raut, D. M., Bhanvase, B. A., R.Randive, K., & J.Dhoble, S. (2023). *360-Degree Waste Management: Biomedical, Pharmaceutical, Industrial Waste, and Remediation* (Vol. 2). Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/C2020-0-03517-6>
- Refugo. (s.d.). Obtido em 07 de Julho de 2025, de Dicionário Priberam da Língua Portuguesa: <https://dicionario.priberam.org/refugo>
- Rivers. (s.d.). Obtido de Sungai Watch: <https://sungai.watch/pages/rivers>
- Roland Geyer, J. R. (19 de July de 2017). *Production, use, and fate of all plastics ever made*. doi:10.1126/sciadv.1700782
- Roland Geyer, J. R. (2017). PLASTICS. *Production, use, and fate of all plastics ever made*. doi:10.1126/sciadv.1700782
- Rosato, D. V., Rosato, D. V., & Rosato, M. G. (s.d.). *Injection Molding Handbook* (3rd edition ed.). Springer Science+Business Media, LLC . Obtido em 30 de Julho de 2025
- Satrind Tech. (s.d.). *Scraps and purge production waste*. Obtido de Satrind Tech: <https://satrindtech.com/en/scrap-shredding/>
- Schutes, A. (4 de September de 2019). *To the Beach and Beyond: Breaking Down the 2018 International Coastal Cleanup Results*. Obtido em 27 de Abril de 2025, de Ocean Conservancy: <https://oceanconservancy.org/blog/2019/09/04/beach-beyond-breaking-2018-international-coastal-cleanup-results/>
- Science Museum. (11 de October de 2019). *The Age of Plastic: From Parkesine to pollution*. Obtido em 13 de Março de 2025, de Science Museum: <https://www.sciencemuseum.org.uk/objects-and-stories/chemistry/age-plastic-parkesine-pollution>
- Scrap life project. (s.d.). *about*. Obtido de Scrap life project: <https://scraplifeproject.com/>
- Scrap Life Project. (s.d.). *About*. Obtido de Scrap Life Project: <https://scraplifeproject.com/about>
- Siegle, L. (2018). *Turning the Tide On Plastic: How Humanity (And You) Can Make Our Globe Clean Again*. Obtido em 26 de Abril de 2025
- Silva, R. J. (2024). *INTRODUÇÃO À CIÊNCIA E ENGENHARIA DOS MATERIAIS _TEORIA*. ENGEBOOK. Obtido em 14 de Abril de 2025
- Silver, M. (6 de agosto de 2025). *Tchau, plástico: estas novas agarras de escalada são feitas de cogumelos*. Obtido em 10 de Agosto de 2025, de Go Outside Brasil: <https://gooutside.com.br/agarras-de-escalada-feitas-de-cogumelos/>
- Stahel, W. R. (2010). *The Performance Economy*. Londres: Palgrave Macmillan. Obtido em 03 de Junho de 2025
- Stahel, W. R. (2010). *The Performance Economy; 2nd Edition*. Palgrave Macmillan. Obtido em 02 de Junho de 2025
- Stephanie L. Wright, R. C. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution*. Obtido em 28 de Abril de 2025
- Strobl, G. (2007). *The Physics of Polymers: Concepts for Understanding their Structures and Behavior* (Third Edition ed.). Springer. doi:10.1007/978-3-

- 540-68411-4
- Studio Thier & van Daalen. (3 de Março de 2022). *the Plastic mine – CARVED coffee tables*. Obtido de Studio Thier & van Daalen: <https://thiervandaalen.com/the-plastic-mine-carved-coffee-tables/>
- Studio Thier & van Daalen. (s.d.). *Carved side table*. Obtido de Studio Thier & van Daalen: <https://www.thiervandaalen-webshop.com/c-5588229/carved-side-tables/>
- Studio Thier & van Daalen. (s.d.). *Rainbow Bookends*. Obtido de Studio Thier & van Daalen: <https://www.thiervandaalen-webshop.com/c-5588236/rainbow-bookends/>
- Studio Thier & van Daalen. (s.d.). *the Plastic mine*. Obtido de Studio Thier & van Daalen: <https://www.thiervandaalen-webshop.com/a-81625046/carved-side-tables/carved-side-table-black-white-with-light-blue-legs/>
- Studio Thier & van Daalen. (s.d.). *the Plastic mine*. Obtido de Studio Thier & van Daalen: <https://www.thiervandaalen-webshop.com/a-99801057/colour-shelves/yellow-no-06-2025/>
- Studio Thier & van Daalen. (s.d.). *the Plastic Mine*. Obtido de Studio Thier & van Daalen: <https://www.thiervandaalen-webshop.com/c-5588180/colour-shelves/>
- Sungai Design. (s.d.). *Impact*. Obtido de Sungai Design: <https://sungaidesign.com/pages/impact>
- Sungai Design. (s.d.). *Process*. Obtido de Sungai Design: <https://sungaidesign.com/pages/process>
- Sungai Design. (s.d.). *Products*. Obtido de Sungai Design: <https://sungaidesign.com/products/ombak-sea-ter-coral-green>
- SUPER LOCAL. (s.d.). Obtido de SUPERLOCAL: <https://www.super-local.com/copy-of-bugesera-collection>
- TELKO. (11 de OCTOBER de 2024). *Why use purging compounds in extrusion and injection molding?* Obtido em 30 de Janeiro de 2025, de Telko: <https://www.telko.com/en/blog/why-use-purging-compounds-in-extrusion-and-injection-molding>
- The Age of Plastic: From Parkesine to pollution*. (11 de October de 2019). Obtido de SCIENCE MUSEUM: <https://www.sciencemuseum.org.uk/objects-and-stories/chemistry/age-plastic-parkesine-pollution>
- The case of plastics*. (s.d.). Obtido de Science History Institute: <https://www.sciencehistory.org/education/classroom-activities/role-playing-games/case-of-plastics/history-and-future-of-plastics/>
- This is Distributed Design: Making a new local & global design paradigm*. (2021). Distributed Design Platform. Obtido em 03 de Junho de 2025
- Tirolla, C. (17 de Maio de 2022). *Otimização da limpeza de máquinas: melhorando o processo de purga*. Obtido em 04 de Fevereiro de 2025, de Compostos do Brasil: <https://www.compostos.com.br/blog/processo-de-purga>
- Turning plastic toys into children furniture – Interview with ecoBirdy*. (s.d.). Obtido de designwanted: <https://designwanted.com/plastic-toys-children-furniture-interview-ecobirdy/>
- UNEP. (16 de May de 2023). *Turning off the Tap: How the world can end plastic pollution and create a circular economy*. Obtido em 11 de Março de 2025, de United Nations Environment Programme: <https://www.unep.org/resources/turning-off-tap-end-plastic-pollution-create-circular-economy>

- Unilever. (s.d.). *Purging Compound*. Obtido em 9 de Junho de 2025, de Unilever: <https://www.unilever.com/purging-compound/>
- Unilever. (s.d.). *Plastics*. Obtido em 22 de Maio de 2025, de Unilever: <https://www.unilever.com/sustainability/plastics/>
- United Nations. (25 de August de 2023). *Fast Facts – What is Plastic Pollution?* Obtido em 10 de Março de 2025, de Sustainable Development Goals: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2023/08/explainer-what-is-plastic-pollution/>
- United Nations Development Programme. (s.d.). *Goal 12: Responsible consumption and production*. Obtido em 26 de Maio de 2025, de United Nations Development Programme: <https://www.undp.org/sustainable-development-goals/responsible-consumption-and-production>
- United Nations Development Programme. (s.d.). *Goal 15: Life On Land*. Obtido em 27 de Maio de 2025, de United Nations Development Programme: <https://www.undp.org/sustainable-development-goals/life-on-land>
- United Nations Environment Programme. (2021). *From Pollution to Solution: A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution. Synthesis*. Nairobi. Obtido em 15 de Maio de 2025
- United Nations Environment Programme. (2023). *Turning off the Tap: How the world can end plastic pollution and create a circular economy*. Nairobi: Amanda Lawrence-Brown. Obtido em 10 de Março de 2025
- United Nations. (s.d.). *Goal 12: Ensure sustainable consumption and production patterns*. Obtido em 26 de Maio de 2025, de United Nations Sustainable Development Goals: https://sdgs.un.org/goals/goal12#targets_and_indicators
- United Nations. (s.d.). *Goal 15: Life On Land*. Obtido em 27 de Maio de 2025, de United Nations Sustainable Development Goals: <https://www.un.org/sustainable-development/biodiversity/>
- United Nations. (s.d.). *Stockholm 1972*. Obtido em 24 de Março de 2025, de United Nations Conference on the Human Environment, 5-16 June 1972, Stockholm: <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>
- United Nations. (s.d.). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Obtido em 1 de Março de 2025, de United Nations | Department of Economic and Social Affairs_Sustainable Development: <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- United Nations. (s.d.). *Goal 12: Ensure sustainable consumption and production patterns*. Obtido em 26 de Maio de 2025, de United Nations Sustainable Development Goals: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/>
- United Nations. (s.d.). *Goal 13: Take urgent action to combat climate change and its impacts*. Obtido em 26 de Maio de 2025, de United Nations Sustainable Development Goals: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-change/>
- United Nations. (s.d.). *Goal 9: Build resilient infrastructure, promote sustainable industrialization and foster innovation*. Obtido em 24 de Maio de 2025, de United Nations Sustainable Development Goals: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/infrastructure-industrialization/>

- Utracki, L. A., & Wilkie, C. A. (2014). *Polymer Blends Handbook*. Springer Science+Business Media Dordrecht. Obtido em 10 de Maio de 2025
- Veleva, V. R. (September de 2022). “Zero Waste” — Myth or Reality? Overview of the Concept, Its Current Application, Limitations, and Future Opportunities. Obtido em 02 de Maio de 2025
- Veleva, V. R. (September de 2022). “Zero Waste” — Myth or Reality? Overview of the Concept, Its Current Application, Limitations, and Future Opportunities. Obtido em 12 de Maio de 2025
- Vezzoli, C. (2018). *Design for Environmental Sustainability: Life Cycle Design of Products* (Second ed.). Springer. Obtido em 18 de Março de 2025
- Vieira, M. A. (2021). *PROJETO REPLAY, COLABORAÇÃO COM OPO’LAB: DESIGN DE BRINQUEDOS ATRAVÉS DA RECICLAGEM CRIATIVA*. Relatório de Estágio e Projeto, Escola Superior de Artes e Design, Matosinhos. Obtido em 21 de Junho de 2025
- Weima. (s.d.). *Shredding & Recycling Plastic Purge Lumps from Injection Molding & Extrusion*. Obtido de Weima: <https://weima.com/en/shredding-plastic-lumps/>
- Why ecoBirdy Recycles Plastic Toys. (s.d.). Obtido de ecoBirdy: <https://www.ecobirdy.com/blogs/stories/plastic-toys>
- William D. Callister, J., & Rethwisch, D. G. (s.d.). *Materials Science and Engineering: An Introduction* (9th Edition ed.). Wiley. Obtido em 11 de Abril de 2025
- Winston, A. (19 de Fevereiro de 2020). *Thier & van Daalen’s The Plastic Mine homeware reveals hidden patterns in factory waste*. Obtido de dezeen: <https://www.dezeen.com/2020/02/19/thier-van-daalen-the-plastic-mine-homeware/>
- Yougova, D. (2024). *8TH ENVIRONMENTAL ACTION PROGRAMME (2021-2030)*. Obtido em 03 de Junho de 2025
- Yun, J. (s.d.). *Around Object by Jinsik Yun*. Obtido de Leibal: https://leibal.com/furniture/around-object/?utm_source=pinterest&utm_medium=social



Anexos

This image shows a close-up of a placental dissection. A blue-stained fetal membrane, labeled 'Anexos', is visible, showing its characteristic folded and lobulated appearance. The surrounding tissue is a pale, fleshy color. A black circle is present on the left side of the image, partially overlapping the blue-stained area.

ANEXO A

Visitas realizadas ao setor industrial*

Nautilus

Data da visita: 27/09/2024

Localização: Castelo de Paiva, Aveiro, Portugal

Objetivo da visita: O contacto direto com a empresa Nautilus, teve como objetivo, conhecer de perto uma das indústrias que atua na produção de peças com plástico injetado.

Para além disso, procurava perceber de que forma é que uma empresa com a dimensão da Nautilus fazia a gestão dos seus resíduos, e qual a importância atribuída ao impacto ambiental associada à criação dos seus produtos.

Descrição da visita: Com mais de duas décadas de atividade, a Nautilus consagra-se como uma empresa pioneira no setor do mobiliário escolar. Após um período dedicado ao desenvolvimento de mobiliário doméstico, a empresa rapidamente direcionou a sua produção para o segmento educacional. O percurso na Nautilus tem sido marcado pela inovação e qualidade dos produtos criados, fatores que contribuíram para que atualmente, seja reconhecida como uma referência no setor do mobiliário escolar.

A visita iniciou-se com uma breve apresentação dos produtos expostos no showroom da empresa, composto maioritariamente por mobiliário escolar, como cadeiras e mesas. Estes produtos estão disponíveis em diferentes modelos, que variam sobretudo nas suas dimensões, de forma a adaptarem-se às necessidades específicas de cada público-alvo, e às diferentes faixas etárias.

Posteriormente, tive a possibilidade de conhecer o ambiente fabril, onde me foram apresentados alguns dos principais equipamentos e processos de fabrico mais utilizadas na produção das peças de mobiliário observadas anteriormente no showroom.

No decorrer desta visita, foi possível acompanhar o processo de fabrico dos tampos das mesas escolares, um processo automatizado, onde os tampos são revestidos em toda a sua extremidade por uma orla plástica que tem como objetivo, a proteção da madeira que constitui o interior do tampo. No entanto, ao observar este processo, deparei-me com excedentes de material provenientes do processo de injeção, que posteriormente são triturados internamente e reintegrados na produção.

Este procedimento evidenciou a preocupação da Nautilus com a sustentabilidade.



Figura 134. Cadeira da coleção *Ergos Special One*



Figura 135. Estrutura metálica das cadeiras produzidas pela Nautilus



Figura 136. Jitos de plástico

* As visitas realizadas estão organizadas por ordem cronológica de realização

de dos processos de fabrico, bem como com a minimização do desperdício de materiais. Neste sentido, a empresa desenvolveu a coleção *Ergos Special One*, composta por cadeiras produzidas em polipropileno, com uma mistura e cores única que lhes é bastante característica. (figura 134) Esta singularidade é conseguida pela transição entre cores no processo de injeção do plástico no molde, dando origem a peças verdadeiramente distintas e irrepetíveis. Esta coleção permitiu transformar o material excedente que iria dar origem a uma purga, e possivelmente seria descartado como resíduo de pós-processamento, em um novo produto de elevado valor acrescentado. Esta abordagem alinhada com os princípios da economia circular, substitui o modelo linear tradicional, por uma estratégia mais sustentável e regenerativa.

Principais contributos para o projeto: A visita à Nautilus, foi particularmente interessante, uma vez que tive a oportunidade de conhecer os produtos que fazem desta empresa, uma referência no setor. Para além disso, foi possível acompanhar todo o processo de fabrico das peças, observando as principais etapas de produção. Um dos aspetos mais relevantes, foi observar a forma como os resíduos excedentes de produção são transformados internamente, ressaltando uma preocupação real da empresa com o impacto ambiental de todas as fases que envolvem a produção das peças.

Destacou-se em especial, a coleção de cadeiras escolares, criada pela empresa, com o objetivo de colmatar os resíduos gerados durante a troca de cores das máquinas de injeção. Uma coleção única, exemplo de como os resíduos podem ser transformados em produtos com elevado valor estético, e funcional.

Esta abordagem, demonstra de uma forma inteligente, uma nova abordagem do reaproveitamento de materiais, evitando a geração de purgas e repensando a criação de novos produtos a partir de resíduos descartáveis.



Figura 137. Cadeiras empilhadas para transporte



Figura 138. Purgas disponibilizadas



Figura 139. Material separado por tipo de plástico e cor



Figura 140. Peça produzida nos equipamentos *Precious Plastic*



Figura 141. Amostras de peças produzidas no âmbito do projeto *Precious Plastic*

VivaLab

Data da visita: 03/10/2024

Localização: Boavista, Porto, Portugal

Objetivo da visita: A visita ao VivaLab, teve como objetivo, estabelecer um contacto direto com o designer João Leão, antigo estudante do presente mestrado em design industrial, onde também trabalhou o plástico como matéria-prima de eleição, promovendo a valorização deste resíduo. Com uma abordagem ligada ao projeto *Precious Plastic*, (do qual é co-fundador em Portugal), o designer desenvolveu para o seu projeto de mestrado, um skate elétrico feito a partir de plástico reciclado. Neste sentido, a visita tinha como propósito conhecer o seu testemunho e experiência na área, para além de ter uma perspetiva enquanto ex-estudante do mesmo mestrado.

Descrição da visita: O Vivalab, é um laboratório de fabricação digital, aberto a toda a comunidade, que tem como propósito promover a inovação através da materialização de ideias, com apoio de tecnologias acessíveis a todos. Neste sentido, toda a dinâmica envolvente do fab lab, incentiva à partilha de experiências e à colaboração entre diferentes áreas de conhecimento.

A visita iniciou-se com uma apresentação guiada ao espaço conduzida pelo designer João Leão, que fez uma breve apresentação a todos os equipamentos disponíveis, entre os quais se destaca uma impressora 3D de filamento, uma impressora 3D de resina, uma cortadora a laser e uma fresadora CNC.

Durante a conversa, o designer referiu que o VivaLab, promove diversas iniciativas abertas à comunidade, com o objetivo de dar a conhecer o espaço, e incentivar a utilização dos equipamentos para o desenvolvimento de projetos pessoais. O Vivalab, parte do princípio de que as pessoas são o elemento-chave para a transformação da problemática do plástico onde projeto *Precious Plastic* pode e deve funcionar como motor desta mudança. Entre várias iniciativas, destacam-se os *Workshops*, que assumem uma componente de consciencialização sobre os impactos associados à utilização do plástico no nosso quotidiano. Após a apresentação inicial, dirigimo-nos à área dedicada especificamente ao projeto *Precious Plastic*, onde se encontrava armazenado o plástico granulado, devidamente separado por tipo de material e cor, preparado para futuras produções. Atualmente o Vivalab funciona também como um ponto de recolha de resíduos plásticos, estando totalmente disponível para receber este material para uma posterior transformação. Para além disso, neste espaço estavam as respetivas máquinas do projeto, que foram redesenhadas de modo a se tornarem mais fáceis de utilizar, permitindo uma produção em pequena escala, por qualquer pessoa que esteja interessada em desenvolver objetos a partir de plástico reciclado.

Tal como foi feito anteriormente, o designer apresentou detalhadamente o funcionamento de cada uma destas máquinas, exemplificando com produtos feitos a partir dos diferentes processos. Desta forma, foi possível perceber alguns dos vários produtos produzidos no âmbito do projeto *Precious Plastic*.

No final da visita onde foi possível conhecer detalhadamente todas as máquinas e o seu funcionamento, apresentei o propósito da minha investigação. O designer mostrou-se totalmente disponível para auxiliar o seu desenvolvimento, realçando a importância de trabalhar na problemática do plástico, no contexto do design de produto.

Frisou ainda que enquanto designers, era urgente intervir nesta área, substituindo a produção baseada em plástico virgem por alternativas mais conscientes, utilizando plástico reciclado. Neste sentido, deu-me total liberdade para realizar experiências no espaço, utilizando as máquinas do Precious Plastic.

Principais contributos para o projeto: A visita ao Vivalab foi particularmente importante, porque me possibilitou o contacto direto com o designer João Leão, ex-aluno do mesmo mestrado. Para além do seu percurso académico, o João desenvolveu vários projetos relacionados com a problemática do plástico, de forma a mitigar o seu impacto ambiental. O seu testemunho enquanto antigo estudante e atual profissional na área, foi fundamental para compreender de forma crítica a sua perspetiva aplicada ao contexto do design. Assim sendo, a visita ao Vivalab, permitiu-me perceber os desafios e oportunidades associadas ao desenvolvimento de projetos académicos, com impacto ambiental associado ao plástico.



Figura 142. Cadeira feita com plástico reciclado

Amcor Flexibles Porto

Data da visita: 08/10/2024

Localização: Seixezelo, Vila Nova de Gaia, Portugal

Objetivo da visita: Esta visita realizou-se com o intuito de aprofundar o conhecimento sobre os processos de fabrico utilizados para a produção de embalagens flexíveis, e compreender as práticas de gestão e tratamento de resíduos gerados durante a própria produção.

Descrição da visita:

Amcor Flexibles Porto é uma empresa sediada em Vila Nova de Gaia, líder global na produção de embalagens flexíveis para setores como o da saúde, alimentar e de cuidados pessoais.

Esta visita iniciou-se com exploração das instalações da empresa, começando pela área de produção de embalagens alimentares, que constitui o principal foco da empresa. Nesta secção observou-se o processo de impressão dos filmes plásticos flexíveis, que utilizam equipamentos de elevada precisão, que garantem a fidelidade das cores e a nitidez das imagens impressas.

Seguidamente, foi apresentada a zona destinada ao armazenamento dos filmes plásticos, e explicado a complexidade envolvida na produção de embalagens destinadas ao setor alimentar, que obriga a um elevado rigor nos padrões de



Figura 143. Impressão dos filmes plásticos flexíveis



Figura 144. Plástico armazenado



Figura 145. Embalagens produzidas pela Amcor

controlo de qualidade, devido ao contacto direto com os alimentos.

Para além disso, foi abordado o compromisso da empresa com uma produção mais sustentável. Nos últimos anos, a Amcor tem vindo a adotar estratégias para minimizar o desperdício industrial, repensando os seus produtos e a forma como são produzidos, optando por soluções mais conscientes, que não comprometam a funcionalidade das embalagens.

No entanto, apesar de todos os esforços, as exigências do setor alimentar impõem algumas limitações quanto ao contacto direto com os alimentos, uma vez que qualquer defeito na embalagem, seja falhas na impressão, variações nas cores impressas ou até mesmo riscos na impressão, são imediatamente descartadas, porque não cumprem os critérios de qualidade exigidos. Por outro lado, embora a maioria dos excedentes seja decretada por questões de contaminação, as purgas geradas durante os processos de limpeza das máquinas, são reprocessadas num triturador industrial, permitindo que possam ser reutilizadas como matéria-prima reciclada.

No final, a visita terminou com um esclarecimento de dúvidas por parte do colaborador da empresa que me acompanhou em toda a visita, aprofundando questões mais técnicas relacionadas com os materiais e processos de fabrico utilizados pela empresa, e ainda algumas questões relacionadas com os próprios clientes e as suas preocupações relativamente à temática da sustentabilidade.

Principais contributos para o projeto:

A visita à empresa foi fundamental para o desenvolvimento do projeto, ao possibilitar o contacto direto com o contexto de produção industrial de embalagens flexíveis de plástico, permitindo perceber os desafios enfrentados pelo setor especialmente no que diz respeito à produção sustentável dos produtos. Para além disso, foi possível observar de que forma é que a empresa geria os resíduos de purga, e os conseguia reaproveitar através da sua trituração e posterior transformação em matéria-prima reciclada. Este processo veio reforçar a pertinência do projeto, ao demonstrar o potencial de valorização das purgas, de forma a que a redução do seu desperdício e a minimização do consumo energético associado à sua transformação, torne todo o processo de reaproveitamento da matéria-prima mais eficiente e sustentável.

Fipla

Data da visita: 21/11/2024

Localização: São Félix da Marinha, Vila Nova de Gaia, Portugal

Objetivo da visita: A visita teve como principal objetivo, a recolha de material, junto da indústria de produção de produtos plásticos.

Descrição da visita: Com uma vasta experiência na área de injeção de plásticos, e na produção e manutenção de moldes para a indústria, a Fipla, fundada em 1958, evidencia-se em vários setores produtivos, consolidando uma trajetória de referência marcada pela inovação dos seus produtos.

O primeiro contacto com a empresa, teve como principal foco, a recolha de purgas excedentes de produção, geradas após a fabricação dos produtos. Neste sentido, entrei em contacto com o Dr. Marco Silva, com o intuito de perceber o destino dado a estas purgas e a forma como a empresa geria os resíduos.

A visita à empresa iniciou-se por uma apresentação ao espaço fabril, onde se encontravam as diversas máquinas responsáveis pela produção industrial. Durante este percurso foi-se fornecida uma breve explicação sobre as principais funções de cada equipamento. Posteriormente foram-me entregues algumas amostras de purga, de pequenas dimensões, compatíveis com a escala dos produtos desenvolvidos pela empresa.

Com uma perceptível variação das dimensões das purgas fornecidas, foi-me explicado que o processo de purga é realizado fundamentalmente para limpeza da máquina, sempre que existe troca de cor ou do tipo de plástico que vai utilizar em produções futuras. Neste sentido, a quantidade de material resultante dessa limpeza varia de acordo com as dimensões dos produtos fabricados.

Quando questionados sobre o destino final destes excedentes de material, foi referido que as purgas são encaminhadas para um centro de reciclagem que procede ao reprocessamento do material através de um processo de trituração. Após este procedimento, o plástico adquire uma textura granulada, sendo posteriormente comercializado como plástico reciclado.

Principais contributos para o projeto: A visita à Fipla, permitiu aprofundar o conhecimento acerca dos resíduos de purga, desde as principais causas da geração destes resíduos, até todo o contexto envolvente do processo de produção. Para além disso, possibilitou a recolha de pequenas amostras de purga, compatíveis com a escala dos produtos desenvolvidos pela empresa. No decorrer da visita, questionei o Dr. Marco Silva sobre o destino final das purgas, ao qual me foi referido que estas eram encaminhadas para um centro de reciclagem que procedia à sua trituração e transformação em plástico granulado, para depois ser reutilizado. Neste sentido, recomendou-se visitar o Centro Daniel Morais, especializado na reciclagem e reaproveitamento de materiais plásticos, sendo um bom ponto de recolha de material, que por sua vez, veio a ser o centro onde recolhi a maior quantidade de amostras de purga.



Centro Daniel Morais

Data da visita: 1ª visita: 28/11/2024 ----- 2ª visita: 11/02/2025

Localização: Serzedo, Vila Nova de Gaia, Portugal

Objetivo da visita: Recolha de resíduos de purga.

Descrição da visita: O Centro de reciclagem Daniel Morais, fundado em 1982, conta com uma vasta experiência na área da reciclagem e reaproveitamento de materiais. Pioneiro no setor da gestão e valorização de resíduos plásticos, este centro destaca-se pelo seu compromisso com a sustentabilidade, aliado à tecnologia utilizada nos processos de produção.

A visita às instalações, foi conduzida pelo Dr. Daniel Morais, fundador da empresa, permitindo-me conhecer pessoalmente a história desta organização e o seu percurso ao longo mais de quatro décadas de atividade.

Inicialmente, comecei por explicar o projeto em desenvolvimento, e os objetivos da investigação, destacando a importância de conhecer de perto os métodos de gestão de resíduos industriais, em particular o processo de reciclagem das purgas e a forma como são reaproveitadas em contexto industrial.

Durante a visita à empresa, foram-me apresentados os diversos setores responsáveis pela separação e transformação dos materiais. Tive a oportunidade de observar a máquina responsável pela trituração das purgas e acompanhar o processo de arrefecimento do plástico granulado. As purgas recolhidas ou fornecidas centro, são armazenadas em sacos *bag-in-box*, onde permanecem acondicionadas até à sua transformação e posterior reciclagem.

O Dr. Daniel, salientou que no processo de reciclagem, a etapa da separação dos diferentes tipos de plástico, é fulcral para evitar a contaminação da matéria-prima gerada, preservando a qualidade do material reciclado.

Para além disso, constatei que a configuração dos resíduos plásticos que chegam ao centro, apresentavam formas distintas entre si, com configurações que variam consoante o tipo de produto de origem. Fios, tubos ou placas, são alguns dos exemplos de resíduos plásticos descartados pelas empresas e recuperados ou reciclados por este centro de reciclagem.

No final da visita às instalações da empresa, foram-me disponibilizadas algumas amostras de purgas plásticas, todas compostas por polipropileno. Estas amostras foram retiradas de um camião recém-chegado à empresa, após ter realizado a recolha de purgas em diversas unidades industriais, transportando aproximadamente cinco sacos *bag-in-box* repletos de purgas.

Após uma primeira visita ao centro, para conhecer as instalações e métodos de transformação dos resíduos, realizei uma segunda visita, focada especificamente na coleta de material. Tal como na visita anterior, o Dr. Daniel, mostrou-se totalmente disponível para facultar amostras deste resíduo, tendo com isso,

recolhido uma enorme variedade de purgas, abrangendo dimensões e configurações distintas entre si.

Principais contributos para o projeto: A visita ao centro de reciclagem, foi essencial para conhecer diretamente uma indústria focada no reaproveitamento e reciclagem de materiais plásticos. Durante a visita foi-me explicado detalhadamente todo o processo de gestão de resíduos, desde a etapa de separação, até à sua trituração e posterior reutilização. Par além disso, este centro destacou-se das demais vistas, pelo facto de ter disponibilizado a maior quantidade e variedade de resíduos, o que permitiu uma fase de experimentação do material mais coesa e alinhada com os objetivos do projeto.

Assim, ambas as visitas ao centro foram determinantes para o desenvolvimento do projeto, quer pela compreensão aprofundada sobre os métodos de gestão de resíduos, quer pela disponibilização de purgas industriais, essenciais para a testagem da matéria-prima.



Figura 146. Resíduos de purga

Arquiteto Vítor Varão

Data da visita: 05/12/2025

Localização: Leça da Palmeira, Matosinhos, Portugal

Objetivo da visita: O principal propósito desta visita, foi perceber junto do arquiteto Vítor, intervenções projetuais ligadas à reutilização e valorização de materiais com abordagens distintas e aplicações de maiores escalas como é o caso da arquitetura.

Descrição da visita: A visita realizou-se na ESAD, onde tive a oportunidade de reunir com o arquiteto Vítor Varão, docente na instituição, mantendo o contacto direto com projetos académicos, desenvolvidos em contexto de mestrado. A conversa iniciou-se com a apresentação do meu projeto, focando a intervenção, na temática do reaproveitamento e valorização de resíduos da indústria plástica.

No decorrer da conversa, o arquiteto destacou a importância de exaltar as diferenças inerentes aos resíduos como uma virtude e não como um defeito, tirando partido das suas características, como um critério de diferenciação, à semelhança do que ocorre na natureza, onde cada elemento é único.

Entre várias sugestões, referiu a possibilidade de transformar as purgas através da sua trituração, ao qual expliquei que esse processo é utilizado pelas empresas que procedem à reciclagem destes resíduos internamente, e que por esse motivo se tornaria difícil competir diretamente com a indústria.

No terminar da conversa, o arquiteto sublinhou a importância de desenvolver um produto capaz de se perpetuar no tempo, prolongando assim a vida útil das purgas. Tive ainda a possibilidade de conhecer alguns dos projetos que desen-

volveu no âmbito da reciclagem de materiais, nomeadamente de EPS, explorando diversas aplicações onde o material ganha uma nova configuração, seja para ser utilizado como cola ou mesmo como verniz.

Principais contributos para o projeto: A conversa estabelecida com o arquiteto Vítor Varão, permitiu conhecer o seu trabalho no âmbito da reciclagem e reconfiguração de materiais, com especial foco no uso de EPS. Para além disso, com a apresentação do meu projeto, o arquiteto forneceu várias sugestões relevantes, nomeadamente na valorização das diferenças próprias de cada purga, potenciando essas características como elemento identitário no produto final. A troca de informações e a partilha de experiências por parte do Arquiteto, foi fundamental para perceber as características associadas a projetos que têm por base a valorização de resíduos. Neste sentido, ficou evidente a importância de adotar uma abordagem criativa, de forma a explorar as potencialidades estruturais e estéticas das purgas.

Studio 8-Arquiteto Luís Lima

Data da visita: 06/12/2024

Localização: Porto, Portugal

Objetivo da visita: A realização desta visita, teve como principal objetivo, conhecer práticas sustentáveis no âmbito da arquitetura. Este contacto permitiu explorar metodologias de reaproveitamento de materiais de construção, que por sua vez, deu origem a um novo produto, de revestimentos sustentáveis.

Descrição da visita: O contacto com o arquiteto Luís Lima, ocorreu no espaço *CRU | Creative Hub*, e teve como principal objetivo, conhecer o seu trabalho desenvolvido no âmbito da arquitetura sustentável, mais concretamente, a reciclagem criativa de resíduos provenientes da construção.

Inicialmente, o arquiteto começou por apresentar o projeto *Matterpieces*, explicando que a ideia surgiu da necessidade de encontrar uma estratégia para o reaproveitamento dos resíduos provenientes das demolições de paredes. Simultaneamente, foi identificado a falta de materiais com uma componente sustentável no âmbito da arquitetura. A articulação destes dois fatores, motivou a exploração dos resíduos, dando origem a um novo produto, capaz de se integrar no contexto arquitetónico.

O desenvolvimento do projeto iniciou-se com a realização de várias experiências no material, com apoio interdisciplinar entre diversas faculdades e empresas, fundamentais para a testagem dos resíduos em laboratório, e cruzamento de informações imprescindíveis para o desenvolvimento do projeto.

O projeto baseou-se numa estratégia circular, dentro de um edifício, ou seja, os resíduos gerados durante as demolições na obra, (como vidro, tijolos, cimento, entre outros) eram triturados, reconfigurados e posteriormente transformados

em novos produtos que regressavam ao contexto arquitetónico, como revestimento de paredes, pisos, bancadas de cozinha ou tampos de móveis.

O principal objetivo era evitar que estes materiais fossem considerados lixo e acabassem depositados em aterro, ao mesmo tempo que se reduzia a extração de matérias-primas virgens para a construção.

Paralelamente, o arquiteto mencionou a importância de criar um modelo de negócio consistente, uma vez que se não houvesse a aceitação deste produto no mercado ou não fosse efetivamente comercializado, o projeto teria viabilidade económica para avançar.

Durante a visita, tive a possibilidade de ver algumas amostras dos últimos revestimentos que foram produzidos, onde o arquiteto explicou de forma detalhada toda a composição das amostras, destacando não só as vantagens estéticas e funcionais, como também as limitações e contratempos enfrentados durante a sua produção.

Este projeto, foi um excelente exemplo de Upcycling de resíduos de demolição, acrescentado valor ao material original através da sua transformação em produtos de elevado valor estético e funcional, reforçando os princípios da economia circular, em torno de todo o projeto.

Após a apresentação do seu projeto, tive a possibilidade de explicar a minha própria investigação, recebendo feedback e sugestões valiosas para o seu desenvolvimento futuro.

Principais contributos para o projeto: O contacto estabelecido com o arquiteto Luís Lima, foi fundamental para conhecer um exemplo prático de um projeto com uma abordagem significativa na valorização de resíduos, aplicando os princípios da economia circular. Este projeto demonstrou como um resíduo que para muitos é considerado lixo, pode ser transformado adquirindo um elevado valor estético e funcional.

Para além disso, a partilha de experiências e de todo o processo de trabalho, seja os aspetos positivos, quanto as limitações encontradas, foi essencial para antecipar e planear possíveis obstáculos que poderão surgir no decorrer da minha investigação.



Opo-Lab (Irena Übler)

Data da visita: 14/01/2025

Localização: Bomfim, Porto, Portugal

Objetivo da visita: O contacto estabelecido com a designer Irena Übler, para a visita do Opo-Lab, teve como propósito conhecer o espaço e todo o contexto envolvente do projeto “*Precious Plastic Portugal*”. Este projeto tem por base a reciclagem e a valorização de plásticos de pequena escala, através de processos colaborativos entre profissionais e a comunidade. Para além disso, um dos objetivos desta visita era conhecer os recursos técnicos disponíveis no Fab Lab, de forma a perceber a viabilidade de uma futura colaboração, para a prototipagem do produto final, caso existisse essa necessidade.

Descrição da visita: O Opo-Lab, reconhecido como o primeiro Fab Lab em Portugal, é um espaço totalmente equipado com ferramentas e equipamentos acessíveis a toda a comunidade. A sua missão passa pela disponibilização de um espaço de desenvolvimento de projetos aberto a todos, incentivando a partilha de conhecimento e experiências, sem barreiras geográficas.

Numa primeira interação com a designer, comecei por explicar o objetivo da minha investigação, de forma a orientar a visita, de acordo com as necessidades do projeto. Após esta breve apresentação, foi realizada uma visita guiada a todo o espaço do Opo-Lab, onde me foram apresentadas as máquinas do projeto *Precious Plastic*, responsáveis pela transformação dos resíduos plásticos. Entre os vários equipamentos disponíveis, destacam-se a trituradora, a máquina de injeção e extrusão e a máquina de compressão. À medida que observava cada equipamento, a designer explicou detalhadamente o seu funcionamento, mostrando exemplos concretos de produtos resultantes da sua utilização, o que permitiu perceber de uma forma mais clara a função prática de cada processo.

Para além disso, tive a possibilidade de ver a zona destinada à separação dos diferentes tipos de plástico, e do processo de lavagem das tampas de garrafas, de forma a evitar a contaminação do material no momento do seu processamento. Posteriormente, visitei o local de armazenamento do plástico granulado, devidamente separado de acordo com a sua tipologia. Neste momento observou-se alguns produtos desenvolvidos a partir deste material, desde peças mais complexas que necessitam de um molde para a sua fabricação, até placas simples, com diferentes configurações estéticas, que variam de acordo com a forma como o granulado é distribuído no molde, podendo depois serem trabalhadas através do corte a laser. Os projetos *Precious Plastic*, adquirem uma componente de personalização, que se torna um elemento diferenciador nas soluções desenvolvidas.

A par desta iniciativa, a Irena apresentou-me o projeto *Replay*, desenvolvido no âmbito do *Precious Plastic*, com o propósito de intervir na problemática associada ao descarte de brinquedos, quer danificados, ou mesmo aqueles sem utilização. O principal objetivo deste projeto, é sensibilizar para o acumular deste tipo de produtos em aterros, por motivos associados à presença de diferentes tipos



Figura 147. Placas de plástico reciclado



Figura 148. Produtos realizados no âmbito do projeto *Precious Plastic*

de materiais na sua composição, o que dificulta a sua reciclagem. Primeiramente é realizada a recolha dos brinquedos, apoiada pela comunidade, seguida da sua triagem e separação por diferentes tipos de materiais. O plástico em particular, é depois triturado e reintroduzido no ciclo produtivo, contribuindo para a redução do seu impacto ambiental.

Durante a apresentação do espaço e da área de *coworking*, a designer, partilhou um pouco da sua experiência em projetos dedicados à reciclagem de resíduos plásticos, fornecendo-me algumas referências de autores e projetos sonantes, que trabalham neste âmbito projetual.

Por fim, a Irena recomendou que era importante fazer o mapeamento de todas as purgas recolhidas durante a investigação, bem como verificar junto das empresas, a quantidade aproximada de resíduos de purgas que são gerados durante um determinado período.

Principais contributos para o projeto: A visita ao Opo-Lab e a conversa com a designer Irena Übler foram extremamente enriquecedoras, permitindo-me conhecer de uma forma mais aprofundada o projeto *Precious Plastic*. Embora este projeto trabalhe o plástico com abordagens e configurações distintas das da minha investigação, acabou por contribuir para o meu conhecimento sobre outros projetos que incidem na temática da reutilização e do reaproveitamento de resíduos plásticos.

Para além disso, tive a possibilidade de conhecer o percurso profissional da designer Irena, tanto no desenvolvimento de projetos relacionados com o plástico, como em intervenções com menor impacto ambiental, mas maior relevância social. Os conselhos sugeridos no final da visita, foram fundamentais para atribuir uma maior profundidade e um carácter mais completo à minha investigação e ao desenvolvimento de todo o projeto.

Lipor

Data da visita: 06/02/2025

Localização: Gondomar, Porto, Portugal

Objetivo da visita: O principal propósito desta visita foi compreender e observar o ciclo de vida dos resíduos plásticos ao chegarem à Lipor, assim como analisar as práticas utilizadas na sua gestão, desde processos de triagem, reciclagem, até à valorização dos resíduos tanto urbanos quanto industriais. Para além disso, foi importante perceber de que forma é que um centro de gestão de resíduos, aplica medidas de sustentabilidade e estratégias de valorização e recuperação destes materiais.



Figura 149. Resíduos urbanos acumulados



Figura 150. Resíduos plásticos



Figura 151. Outras tipologias de resíduos

Descrição da visita: A LIPOR (Associação de Municípios para a Gestão Sustentável de Resíduos do Grande Porto), é responsável pela gestão e tratamento de resíduos urbanos de diversos municípios da região. Comprometida com os princípios da economia circular focada nos resíduos plásticos, a LIPOR integra um grupo de mais de 250 organizações que assumiram este acordo promovido pela *Fundação Ellen MacArthur*.

A visita às instalações da Lipor, iniciou-se com por uma breve passagem pela unidade responsável pela recolha e armazenamento de resíduos e produtos mais específicos, como é o caso do cartão, esferovite, baterias, lâmpadas led, entre outros. Tendo em conta todo o contexto do projeto, percorremos a zona destinada ao armazenamento do plástico, onde questionei sobre a recolha de resíduos industriais, nomeadamente as purgas plásticas. Foi-me explicado que este tipo de resíduos não era recolhido pela Lipor, devido à sua complexidade tanto ao nível da composição, que habitualmente envolve mistura de diferentes tipos de plástico, como da sua densidade e volume, exigindo obrigatoriamente equipamentos muito específicos para o processo de reciclagem. Apesar da empresa possuir esses equipamentos para o tratamento de outros resíduos, opta por não reciclar as purgas plásticas, uma vez que o elevado desgaste que provoca nas máquinas, pode vir a comprometer a sua durabilidade a curto prazo, e a reciclagem de outros resíduos.

Ainda assim, os resíduos plásticos que podemos ver durante a visita, estavam organizados por tipo de material, e muitos deles em blocos aglomerados, de forma a facilitar a sua posterior reciclagem.

Dando seguimento à visita, passamos para uma zona exterior das instalações, onde estava armazenada a sucata e o vidro a céu aberto. Passámos também por uma nova área da Lipor, destinada à reciclagem de matéria-prima da indústria têxtil, onde podemos constatar a existência de um equipamento tecnologicamente mais avançado, que procede à separação automática dos diferentes resíduos têxteis, de forma a facilitar todo o processo de triagem e reciclagem desta matéria-prima.

Neste setor estava armazenado um dos resíduos mais complexos de reciclar, os eletrodomésticos, que apresentam dimensões muito variadas entre si. A zona destinada ao seu armazenamento estava repleta de resíduos, dispostos de uma forma aleatória, para uma posterior separação manual pelos colaboradores da Lipor. Os eletrodomésticos aqui depositados, apresentavam uma grande diversidade de materiais, o que exige processos de desmontagem e separação de componentes bastante exigentes e criteriosos.

Posteriormente, visitamos o local destinado ao armazenamento de lixo urbano indiferenciado. Este setor era bem mais automatizado, comparativamente com que vimos anteriormente, onde os resíduos eram encaminhados para equipamentos que realizavam uma primeira triagem automática, separando os materiais recicláveis, dos não recicláveis. Nesta secção também podemos observar o painel de controlo central das várias unidades de triagem de resíduos, a partir do qual um único operador regula o funcionamento de todos estes equipamentos.

Paralelamente a esta triagem automatizada, existe também um setor destinado a uma separação manual dos resíduos, onde são verificados os materiais que não foram corretamente separados pelas máquinas, realizado uma triagem complementar de forma a assegurar que todos os resíduos são corretamente separados.

Por fim, visitámos a secção onde os resíduos após a sua separação são armazenados em fardos compactados, de forma a facilitar o seu transporte, armazenamento e reciclagem. Entre estes fardos, destacavam-se materiais como o plástico, metal e cartão.

Principais contributos para o projeto: A visita permitiu compreender que o facto de as purgas plásticas não serem recicladas na Lipor, assim como em tantos outros centros de reciclagem, resulta numa baixa valorização deste tipo de resíduos em contexto industrial. A necessidade de equipamentos específicos para o seu reprocessamento representa uma limitação significativa, uma vez que nem todas as indústrias têm a possibilidade de assegurar a aquisição deste tipo de máquinas. Paralelamente foi possível observar a gestão de outros tipos de resíduos, o que permitiu uma melhor compreensão sobre toda a logística envolvente nos processos de reciclagem e transformação de materiais. Esta experiência permitiu observar de perto, a forma como os resíduos no quotidiano, são geridos, sempre sobre uma perspetiva alinhada com a economia circular.



Figura 152. Equipamento de separação de resíduos plásticos



Figura 153. Resíduos plásticos armazenados em fardos compactados

Simoldes

Data da visita: 13/02/2025

Localização: Oliveira de Azeméis, Aveiro, Portugal

Objetivo da visita: O principal objetivo da visita à empresa foi observar de forma direta a formação de uma purga plástica, nomeadamente como é gerada através do processo de injeção. Para além disso, a visita irá permitir observar todo o contexto de produção plástica envolvente, e analisar a forma como os resíduos, nomeadamente as purgas, são geridas e tratadas em contexto industrial.

Descrição da visita:

O grupo Simoldes é reconhecido internacionalmente como um dos principais produtores de moldes plásticos, com uma forte presença na produção de componentes para a indústria automóvel.

A visita às instalações da empresa iniciou-se com uma breve explicação do projeto em desenvolvimento, acentuando o meu interesse pela forma como os resíduos plásticos são geridos internamente. Neste sentido, foi-me sugerido iniciar a visita pela área da injeção de plásticos, onde também se encontra uma zona destinada ao armazenamento das purgas.



Figura 154. Purgas trituradas



Figura 155. Purga do processo de injeção



Figura 156. Processo de purga da máquina de injeção



Figura 157. Purgas armazenadas no espaço exterior da fábrica

Assim sendo, comecei por visitar a área de produção das estruturas internas das portas dos automóveis, que são fabricadas através do processo de injeção, com plástico virgem granulado.

Neste setor foi possível perceber que cada vez mais a nível industrial, se preza por uma produção altamente automatizada, onde os equipamentos otimizam o tempo de produção através do transporte das peças entre as várias fases de produção.

Durante a visita aos diferentes setores, foi possível observar o fluxo de produção, desde a injeção do material na máquina, até à fase final, onde as peças são inspecionadas, garantindo a elevada precisão e qualidade dos produtos fabricados.

Com foco na produção das purgas, os colaboradores conduziram-me até uma das máquinas de injeção que se preparava para iniciar o processo de limpeza. Neste momento, foi possível visualizar diretamente o método de como as purgas são geradas. Foi-me explicado que para iniciar o processo de higienização, era necessário introduzir um agente de limpeza no interior do equipamento, responsável por atuar sobre os resíduos acumulados. Este agente facilita a expulsão dos resíduos, garantindo que a máquina fica totalmente limpa e pronta para iniciar novas produções de forma eficaz.

Seguidamente visitei a área de armazenamento destes resíduos, onde me foi explicado que as purgas compostas por mais de um tipo de polímero são descartadas, enquanto aquelas formadas por um único tipo de material são reaproveitadas internamente. Na Simoldes este reaproveitamento ocorre por meio da trituração das purgas, que as transforma em lascas para que posteriormente sejam moídas e introduzidas numa extrusora, uma vez que no seu formato original, são demasiado volumosas para poderem ser reprocessadas por meio da extrusão.

O contacto direto com o ambiente fabril da Simoldes, permitiu obter dados técnicos mais precisos e realistas, revelando que a empresa com uma produção diária intensa, gera aproximadamente 70 purgas por dia, das quais cerca de 60% são reaproveitadas anualmente.

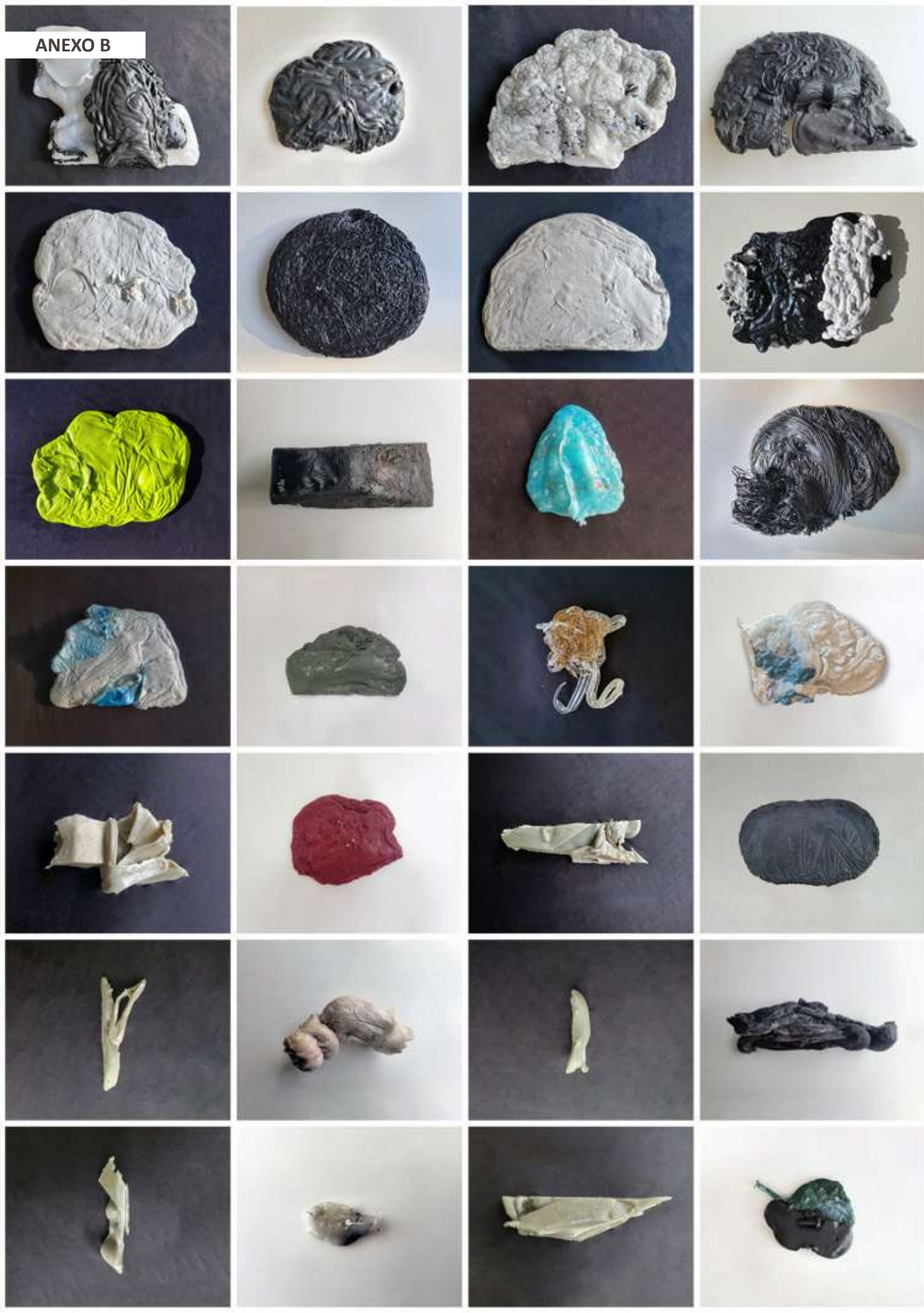
Com esta visita, foi possível perceber que a empresa está realmente sensibilizada para promover práticas mais sustentáveis, procurando reaproveitar o máximo de resíduos gerados durante o processo produtivo, através da sua reintegração no ciclo de produção, de forma a reduzir o desperdício e os impactos ambientais associados.

Principais contributos para o projeto:

A visita à Simoldes revelou-se extremamente enriquecedora uma vez que pude ver diretamente a geração de uma purga e perceber como acontece este processo de limpeza. Para além disso, visualizar este procedimento, permitiu-me perceber as oportunidades e limitações associadas ao reprocessamento e valorização das purgas, entendendo que a nível industrial, nem sempre é fácil reprocessar este tipo de resíduos.

Para além disso, toda a explicação sobre os métodos de produção das peças plásticas e a forma como as purgas são tratadas na empresa, contribuíram de forma significativa para a recolha de dados técnicos em contexto de realidade industrial.

ANEXO B





ANEXO C



Cor: Branco
Peso: 12.5 kg
Dimensões (C x L x A): 93 x 12 x 34 cm
Processo de fabrico: Extrusão

Material principal: PE (Polietileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Azul
Peso: 9.7 kg
Dimensões (C x L x A): 59 x 8 x 38 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Preto e Branco
Peso: 9.7 kg
Dimensões (C x L x A): 62 x 5 x 50 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Preto
Peso: 9.5 kg
Dimensões (C x L x A): 54 x 6 x 50 cm
Processo de fabrico: Extrusão

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Preto
Peso: 9.2 kg
Dimensões (C x L x A): 48 x 4 x 36 cm
Processo de fabrico: Extrusão

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Cor Translúcida
Peso: 8.9 kg
Dimensões (C x L x A): 63 x 3 x 60 cm
Processo de fabrico: Extrusão

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Azul e Branco
Peso: 7 kg
Dimensões (C x L x A): 50 x 6 x 48 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Verde e Branco
Peso: 6.2 kg
Dimensões (C x L x A): 34 x 11 x 24 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Codil
Data de recolha: 5/11/2024



Cor: Preto
Peso: 5.8 kg
Dimensões (C x L x A): 54 x 3 x 35 cm
Processo de fabrico: Extrusão

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 28/11/2024



Cor: Preto
Peso: 5.4 kg
Dimensões (C x L x A): 42 x 12 x 19 cm
Processo de fabrico: Não identificado

Material principal: Não identificado
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



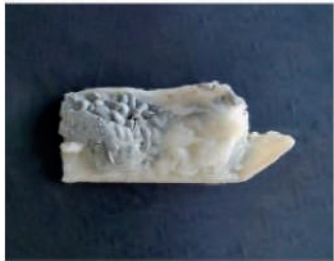
Cor: Cinzento
Peso: 5.3 kg
Dimensões (C x L x A): 53 x 4 x 38 cm
Processo de fabrico: Extrusão

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 28/11/2024



Cor: Branco e Azul
Peso: 5.2 kg
Dimensões (C x L x A): 40 x 9 x 26 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Codil
Data de recolha: 5/11/2024



Cor: Cinzento e cor translúcida
Peso: 5.1 kg
Dimensões (C x L x A): 60 x 5 x 26 cm
Processo de fabrico: Não identificado

Material principal: PE (Polietileno)
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Branco
Peso: 5 kg
Dimensões (C x L x A): 44 x 4 x 38 cm
Processo de fabrico: Extrusão

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Amarelo fluorescente
Peso: 4 kg
Dimensões (C x L x A): 50x 3 x 38 cm
Processo de fabrico: Extrusão

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 28/11/2024



Cor: Beje
Peso: 3.8 kg
Dimensões (C x L x A): 46 x 12 x 25 cm
Processo de fabrico: Não identificado

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Preto
Peso: 3.6 kg
Dimensões (C x L x A): 54 x 6 x 20 cm
Processo de fabrico: Extrusão

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Preto
Peso: 3.1 kg
Dimensões (C x L x A): 46 x 8 x 22 cm
Processo de fabrico: Extrusão

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Preto
Peso: 2.9 kg
Dimensões (C x L x A): 37 x 4 x 30 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 28/11/2024



Cor: Preto
Peso: 2.4 kg
Dimensões (C x L x A): 37 x 17 x 16 cm
Processo de fabrico: Não identificado

Material principal: Não identificado
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Verde
Peso: 2.2 kg
Dimensões (C x L x A): 50 x 1 x 40 cm
Processo de fabrico: Não identificado

Material principal: Não identificado
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Preto e Cor Translúcida
Peso: 2.2 kg
Dimensões (C x L x A): 34 x 2 x 32 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PE (Polietileno)
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Amarelo fluorescente
Peso: 1.8 kg
Dimensões (C x L x A): 30 x 4 x 35 cm
Processo de fabrico: Extrusão

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 28/11/2024



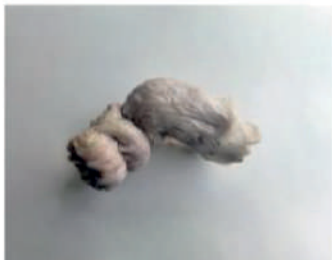
Cor: Beje
Peso: 1.6 kg
Dimensões (C x L x A): 46 x 12 x 15 cm
Processo de fabrico: Não identificado

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Preto
Peso: 1.5 kg
Dimensões (C x L x A): 39 x 8 x 13 cm
Processo de fabrico: Extrusão

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Beje
Peso: 1.45 kg
Dimensões (C x L x A): 28 x 9 x 14 cm
Processo de fabrico: Extrusão

Material principal: Não identificado
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Branco
Peso: 1.3 kg
Dimensões (C x L x A): 55 x 1 x 31 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Nautilus
Data de recolha: 19/02/2025



Cor: Beje
Peso: 1.3 kg
Dimensões (C x L x A): 40 x 3 x 23 cm
Processo de fabrico: Não identificado

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Branco
Peso: 1.1 kg
Dimensões (C x L x A): 46 x 1 x 28 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Nautilus
Data de recolha: 19/02/2025



Cor: Beje
Peso: 1.1 kg
Dimensões (C x L x A): 41 x 13 x 12 cm
Processo de fabrico: Não identificado

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Branco
Peso: 900 gr
Dimensões (C x L x A): 53 x 1 x 29 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Nautilus
Data de recolha: 19/02/2025



Cor: Cinzento
Peso: 800 gr
Dimensões (C x L x A): 25 x 3 x 21 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: Não identificado
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Branco
Peso: 700 gr
Dimensões (C x L x A): 52 x 1 x 24 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Nautilus
Data de recolha: 19/02/2025



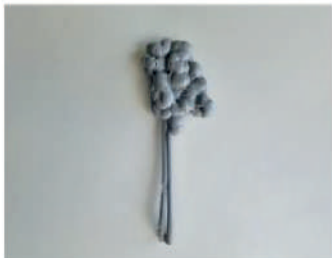
Cor: Beje
Peso: 600 gr
Dimensões (C x L x A): 9 x 7 x 37 cm
Processo de fabrico: Não identificado

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Verde
Peso: 480 gr
Dimensões (C x L x A): 16 x 1 x 13 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Cinzento
Peso: 455 gr
Dimensões (C x L x A): 12 x 3 x 38 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Preto
Peso: 410 gr
Dimensões (C x L x A): 23 x 1 x 16 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Fipla
Data de recolha: 21/11/2024



Cor: Preto
Peso: 400 gr
Dimensões (C x L x A): 23 x 2 x 15 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Fipla
Data de recolha: 21/11/2024



Cor: Vermelho
Peso: 380 gr
Dimensões (C x L x A): 18 x 2 x 16 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Fipla
Data de recolha: 21/11/2024



Cor: Beje
Peso: 350 gr
Dimensões (C x L x A): 7 x 7 x 20 cm
Processo de fabrico: Não identificado

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



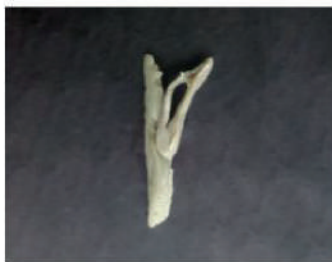
Cor: Verde
Peso: 335 gr
Dimensões (C x L x A): 21 x 2 x 14 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Fipla
Data de recolha: 21/11/2024



Cor: Azul ciano
Peso: 300 gr
Dimensões (C x L x A): 16 x 2 x 18 cm
Processo de fabrico: Não identificado

Material principal: PE (Polietileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Beje
Peso: 265 gr
Dimensões (C x L x A): 13 x 5 x 33 cm
Processo de fabrico: Não identificado

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Beje
Peso: 250 gr
Dimensões (C x L x A): 9 x 5 x 8 cm
Processo de fabrico: Não identificado

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Cinzento e Cor Translúcida
Peso: 230 gr
Dimensões (C x L x A): 14 x 1 x 8 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: Não identificado
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



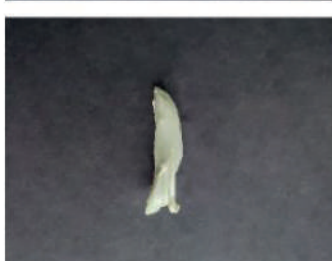
Cor: Preto
Peso: 200 gr
Dimensões (C x L x A): 21 x 2 x 10 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Fipla
Data de recolha: 21/11/2024



Cor: Cor translúcida e amarelo
Peso: 180 gr
Dimensões (C x L x A): 12 x 2 x 16 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: Não identificado
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Fipla
Data de recolha: 21/11/2024



Cor: Beje
Peso: 160 gr
Dimensões (C x L x A): 5 x 3 x 22 cm
Processo de fabrico: Não identificado

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Sim
Local de recolha: Daniel Morais
Data de recolha: 11/02/2025



Cor: Cor Translúcida e amarelo
Peso: 145 gr
Dimensões (C x L x A): 9 x 2 x 20 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: Não identificado
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Fipla
Data de recolha: 21/11/2024



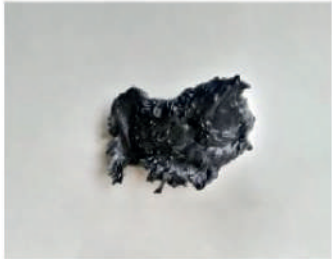
Cor: Preto
Peso: 135 gr
Dimensões (C x L x A): 20 x 1 x 12 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Fipla
Data de recolha: 21/11/2024



Cor: Preto
Peso: 130 gr
Dimensões (C x L x A): 11 x 3 x 7 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Fipla
Data de recolha: 21/11/2024



Cor: Preto
Peso: 130 gr
Dimensões (C x L x A): 14 x 1 x 9 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Fipla
Data de recolha: 21/11/2024



Cor: Preto
Peso: 115 gr
Dimensões (C x L x A): 18 x 3 x 6 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Fipla
Data de recolha: 21/11/2024



Cor: Cinzento
Peso: 100 gr
Dimensões (C x L x A): 9 x 1 x 11 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Fipla
Data de recolha: 21/11/2024



Cor: Cinzento
Peso: 100 gr
Dimensões (C x L x A): 12 x 1 x 9 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: PP (Polipropileno)
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Fipla
Data de recolha: 21/11/2024



Cor: Cor Translúcida
Peso: 95 gr
Dimensões (C x L x A): 10 x 1 x 14 cm
Processo de fabrico: Injeção

Material principal: Não identificado
Mistura de materiais: Não
Local de recolha: Fipla
Data de recolha: 21/11/2024