

INSTITUTO
SUPERIOR
DE CONTABILIDADE
E ADMINISTRAÇÃO
DO PORTO
POLITÉCNICO
DO PORTO

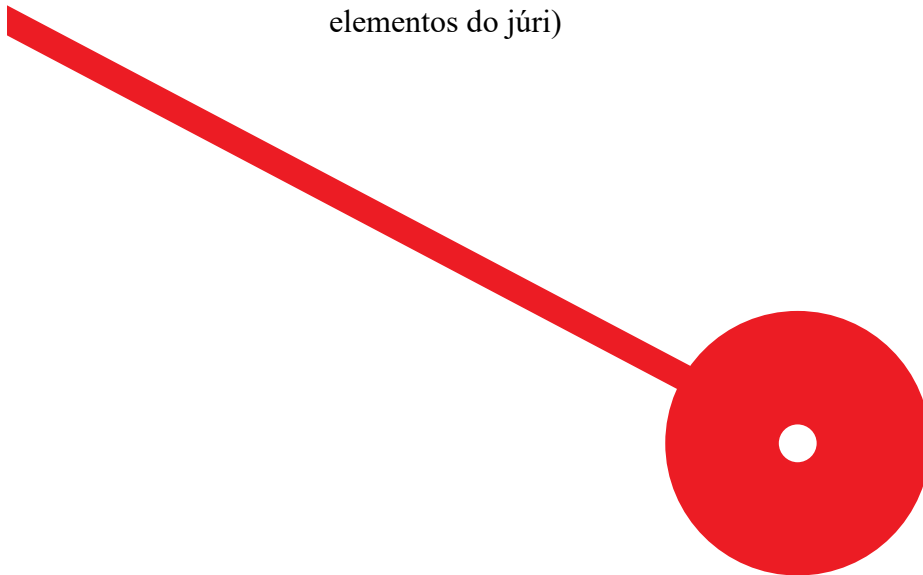
M

MESTRADO
EM ASSESSORIA DE ADMINISTRAÇÃO

Aproveitamento económico e logística reversa de multimateriais - Estudo de Caso na LIPOR

André Bonifácio Ballaschk

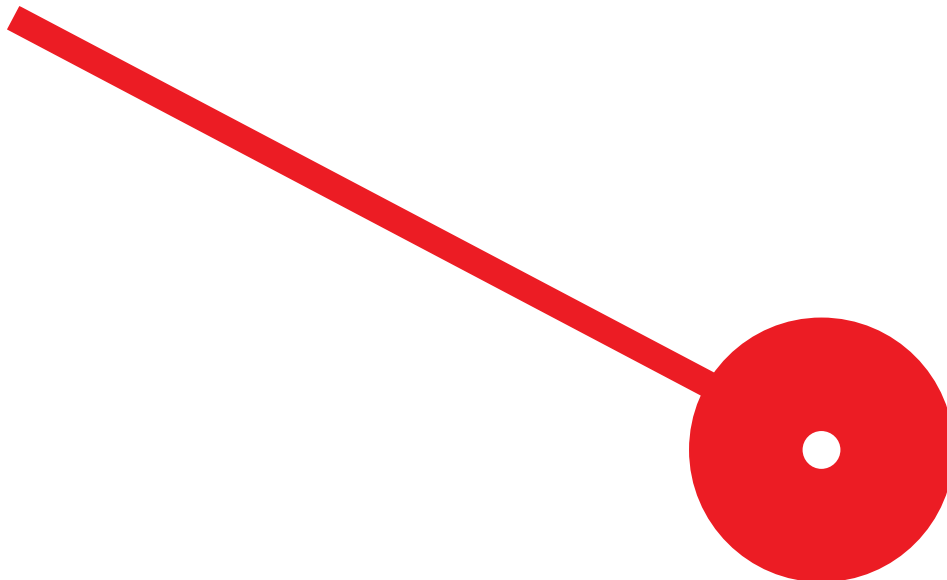
08/2025 Versão final (esta versão contém as críticas e sugestões dos
elementos do júri)



Aproveitamento económico e logística reversa de multimateriais - Estudo de Caso na LIPOR

André Bonifácio Ballaschk

Dissertação de Mestrado apresentado ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto para a obtenção do grau de Mestre em Assessoria de Administração, sob orientação da Professora Doutora Marta Maria Mota.



Dedicatória

Dedico este trabalho à minha família: a minha mãe Irene, meu pai Matthias e minha irmã Johanna, pelo apoio constante, por acreditarem em mim mesmo nos momentos mais difíceis.

Aos meus amigos, Alex, João e Cecília, bem como colegas de trabalho Silvia, César e Misley, que estiveram ao meu lado, oferecendo palavras de incentivo e compreensão para a realização do curso.

Agradecimentos

A realização desta dissertação marca o encerramento de uma etapa desafiadora e enriquecedora da minha trajetória. Muitas pessoas e instituições foram essenciais nesse percurso, e é com gratidão que deixo aqui meus agradecimentos.

À LIPOR – Associação de Municípios para Gestão Sustentável de Resíduos do Grande Porto, agradeço pela disponibilidade, pelo fornecimento de dados e orientações para elaboração deste trabalho.

Aos professores do mestrado, bem como aos orientadores da dissertação Prof^a Dra. Marta Mota e professor Dr. Vitor Cardoso, pela dedicação, disponibilidade e partilha de conhecimento. Cada disciplina e orientação contribuíram significativamente para o meu desenvolvimento crítico, técnico e humano ao longo do curso.

Ao IFRO, instituição em que trabalho, pela oportunidade de afastamento para frequentar o mestrado.

Aos colegas do mestrado, João, Jorge e Raquel, pela convivência rica em trocas, apoio mútuo e companheirismo. Os momentos partilhados em sala de aula, nos trabalhos em grupo ou nas conversas informais foram enriquecedores e tornaram a caminhada mais leve e significativa.

A todos que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta dissertação, deixo o meu sincero agradecimento.

Resumo:

A presente pesquisa analisa o retorno económico gerado pela valoração de resíduos multimateriais, urbanos e equiparados como: embalagens de bebidas, plásticos, embalagens de cartão para alimentos líquidos (ECAL), papel, resíduos elétricos e eletrónicos (REE), entre outros, provenientes dos municípios de abrangência da LIPOR, entre os anos 2021 a 2023. Para esta área, pretendeu-se ainda apurar qual o potencial de valoração multimaterial existente nos resíduos descartados de forma indiferenciada. O presente trabalho analisa também se estes municípios estão a atender à legislação nacional e às diretivas da União Europeia (UE) relativas à reciclagem e disposição de resíduos sólidos. A metodologia utilizada foi um estudo de caso descritivo de abordagem quantitativa, que se deu mediante a aplicação de inquéritos, observação, análise de dados estatísticos, relatórios da empresa e relatórios financeiros, de forma a obter respostas as questões de investigação. Com a pesquisa, foi possível identificar e quantificar os resíduos urbanos valorizados entre 2021 e 2023, bem como o valor por tonelada de multimateriais e a estimativa de valor existente nestes materiais nos Resíduos Indiferenciados (RI). Concluiu-se também que Portugal, não cumpriu as metas estabelecidas no Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos 2020 (PERSU 2020). Quanto a LIPOR, verificou-se que cumpriu as metas, embora a incineração dos resíduos contribua para o não cumprimento das metas a nível nacional, devendo aumentar sua taxa de retoma de multimateriais e seu percentual de preparação para reutilização e reciclagem (PRR) para o cumprimento das metas relativas ao Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos 2030 (PERSU 2030).

Palavras chave: Gestão de resíduos; Reciclagem; Valorização de resíduos sólidos urbanos; Economia circular;

Abstract:

This research analyzes the economic return generated by the recovery of multimaterial, urban and similar waste such as: beverage packaging, plastics, Bag-in-Box (BIB), paper, Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), among others, from the municipalities covered by LIPOR, between the years 2021 to 2023. For this area, the aim was also to find out what multimaterial recovery potential exists in undifferentiated waste. This work also analyzes whether these municipalities are complying with national legislation and European Union (EU) directives on the recycling and disposal of solid waste. The methodology used was a descriptive case study with a quantitative approach, which was carried out using surveys, observation, analysis of statistical data, company reports and financial reports, in order to obtain answers to the research questions. With the research, it was possible to identify and quantify the municipal waste recovered between 2021 and 2023, as well as the value per ton of multimaterials and the estimated value of these materials in Undifferentiated Waste (RI). It was also concluded that Portugal did not meet the targets set out in the Strategic Plan for Urban Waste 2020 (PERSU 2020). As for LIPOR, it was found that it had met the targets, although waste incineration contributes to non-compliance with national targets, and it should increase its multi-material recovery rate and its percentage of preparation for reuse and recycling (PRR) in order to meet the targets set out in the Strategic Plan for Urban Waste 2030 (PERSU 2030).

Key words: Waste management; Recycling; Recovery of urban solid waste; Circular economy;

Índice geral

Introdução	1
Capítulo I - Enquadramento teórico.....	3
1.1 Contextualização de Gestão de Resíduos	3
1.2 Gestão de Resíduos Sólidos.....	4
1.2.1 Hierarquia de Gestão de Resíduos Sólidos.....	6
1.2.2 Métodos de tratamento de Resíduos Urbanos	9
1.2.2.1 Valorização Energética (<i>Waste-to-energy</i>).....	10
1.2.2.2 Valorização Orgânica	11
1.2.2.3 Valorização Multimaterial.....	11
1.2.2.4 Deposição em aterro sanitário	12
1.2.3 Legislação da União Europeia.....	13
1.2.4 Legislação Nacional relativa a disposição de Resíduos Sólidos .	15
1.2.5 Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos - SGRU	16
1.2.5.1 Taxa de Gestão de Resíduos.....	17
1.2.6 Agência Portuguesa do Ambiente (APA).....	20
1.2.6.1 PERSU 2020 - série histórica	20
1.2.6.2 PERSU 2030 - Plano Estratégico para os RSU 2030	21
1.3 Logística Reversa	24
1.3.1 Ciclo de vida do produto	25
1.3.2 Pós-venda e pós-consumo de produtos.....	26
1.3.3 Princípio da responsabilidade alargada do produtor.....	28
1.3.4 Sistema de Depósito e Reembolso (SDR)	29
1.3.5 Sistema Integrado de Gestão e Resíduos (SIGR).....	30
1.3.5.1 Cadeia do SIGR e contrapartida financeira as SGRU's	33
1.3.5.2 OTR - Operadores de Tratamento de Resíduos.....	35
Capítulo II - Metodologia	36

2.1	Tipo de Estudo.....	36
2.2	Questões de investigação.....	37
2.3	Objetivos da pesquisa	37
2.4	Unidade de análise.....	37
2.5	Técnica de coleta de dados	38
2.6	Técnicas de análise	38
	Capítulo III – Estudo de caso na LIPOR	40
3.1	Cenário Nacional e de Portugal na UE em RSU e equiparados	40
3.2	Apresentação - LIPOR.....	42
3.2.1	Missão e Visão - LIPOR.....	42
3.2.2	Estrutura e Abrangência geográfica - LIPOR.....	42
3.2.3	Unidades Operacionais	44
3.2.4	Recolhas de RSU pelas Camaras Municipais.....	45
3.2.5	Recolha de resíduos indiferenciados (RI).....	46
3.2.6	Recolha seletiva multimaterial (Trifluxo)	46
3.2.7	População residente nos municípios de abrangência da LIPOR .	47
3.2.8	Produção per capita de RSU na área de abrangência da LIPOR .	48
3.2.9	Total de Resíduos Urbanos Produzidos.....	49
3.2.10	Valorização de Resíduos Sólidos – LIPOR.....	52
3.2.11	Valorização Multimaterial - LIPOR.....	55
3.2.12	Redução e Reutilização - LIPOR.....	58
3.2.13	Cumprimento de Metas PERSU 2020 e 2030 – LIPOR.....	60
3.2.14	PRR de Resíduos Urbanos na área de abrangência da LIPOR..	61
3.2.15	Taxa de deposição de RU (%) na área de abrangência LIPOR .	62
3.2.16	Caracterização de RI rececionados - LIPOR.....	62
3.3	Análise financeira da LIPOR.....	63
3.3.1	Volume de Negócios e Resultado Operacional LIPOR.....	63

3.3.2	Valor económico global e resultado operacional/(t) de RSU	64
3.3.3	Valor Económico/(t) gerado da valoração multimaterial	65
3.3.4	Potencial de aproveitamento multimaterial nos RI.....	66
Capítulo IV – Discussão de Resultados		67
4.1	Análise e Discussão de Resultados.....	67
4.2	Dificuldades encontradas e limitação da pesquisa	70
4.3	Recomendação para futuras pesquisas	70
Capítulo V – Considerações finais		72
Referências bibliográficas		73
Apêndices.....		83
	Apêndice I – Guião de Entrevista	83
	Apêndice II – Lista de OTR`s.....	84
Anexos.....		85
	Anexo A – Figuras Complementares.....	85
	Anexo B – Tabelas Complementares.....	92

Índice de Figuras

Figura 1 - Hierarquia da Gestão de Resíduos	7
Figura 2 - Metas de reutilização, reciclagem e deposição de resíduos.....	14
Figura 3 - Diretiva de Embalagens	15
Figura 4 - Mapa da distribuição dos SGRUs em Portugal Continental.....	17
Figura 5 - Metas retoma e reciclagem de embalagens.....	23
Figura 6 - Ciclo de Vida de um produto	26
Figura 7- Cadeia de suprimentos Reversa	28
Figura 8 - Cadeia do SIGRE.....	34
Figura 9 - Taxa de reciclagem de RU em Portugal UE (27) - ano 2020	40
Figura 10 – Taxa de reciclagem de RU em Portugal UE (27) (%) - ano 2023...	41
Figura 11 - Proporção de resíduos urbanos depositados em aterro em Portugal	41
Figura 12- Proporção de resíduos urbanos PRR (%) em Portugal	42
Figura 13 - Mapa do Grande Porto	43
Figura 14 - Municípios de abrangência da LIPOR.....	44
Figura 15 - Unidades Operacionais LIPOR.....	44
Figura 16 Fluxo de encaminhamento dos resíduos sólidos	45
Figura 17- População residente nos municípios de abrangência da LIPOR.....	48
Figura 18 - Resíduos Urbanos produzidos Kg/habitante (2020-2023).....	49
Figura 19 - Quantitativo total de Resíduos Produzidos LIPOR (2021-2023)	50
Figura 20 - Resíduos Urbanos por tipo de Recolha (%) (2021-2023).....	51
Figura 21 - Resíduos Urbanos produzidos por tipo de Recolha (2021-2023)....	51
Figura 22 - Resíduos geridos por destino de valorização (2021-2023).....	52
Figura 23 - Resíduos urbanos por tipo de valorização (%) (2021–2023).....	53
Figura 24 - Valoração Energética por origem dos resíduos (2021-2023)	54
Figura 25 - Total de multimateriais rececionados LIPOR (2021-2023).....	56
Figura 26 - RU multimateriais por tipo de material (2021-2023)	57
Figura 27 - RU recolhidos em (%) por tipo de material reciclável 2021-2023..	57
Figura 28 - Resíduos desviados (2021-2023)	58
Figura 29 – Emissões CO2 evitadas (2021-2023).....	58
Figura 30 - Distribuição reuso e reutilização LIPOR (%) (2021-2023)	59
Figura 31 - Poupança com tratamento e emissões de CO2 (2021-2023)	59
Figura 32 - PRR municípios de abrangência LIPOR (2020-2023)	61

Figura 33 - Proporção de RU depositados em aterro mun. LIPOR (2020-2023)	62
Figura 34 - Caracterização de RI ano 2024 - LIPOR	63
Figura 35 - Volume de Negócios e margem EBTIDA - LIPOR (2021 – 2023)	64
Figura 36 - Resultado Operacional (EBTIDA)- LIPOR (2021- 2023).....	64
Figura 37 - Valoração em €/t de RU e Resultado operacional/t).	65
Figura 38 - Valor em €/t da de Resíduos Multimateriais (2021-2023).....	65
Figura 39 - Valor obtido (t) sem multimateriais x Valor de multimateriais (t)..	66

Anexo A – Figuras Complementares

Figura A 1 - Tarifa de gestão de RSU usuários domésticos e não domésticos ..	85
Figura A 2 - Fluxo de resíduos pilhas e baterias	85
Figura A 3 - Fluxo Equipamentos Elétricos	86
Figura A 4 – Fluxo de gestão do SDR.....	86
Figura A 5 - Ecocentro Móvel.....	87
Figura A 6 - Ecoponto subterrâneo e Ilha ecológica	87
Figura A 7 - Ecoponto subterrâneo e Ilha ecológica	87
Figura A 8 - Ecoponto de Superfície	88
Figura A 9 - Recolha porta-a-porta - imagem 1	88
Figura A 10 - Recolha Porta a porta - imagem 2.....	89
Figura A 11 - Centro de Valoração Orgânica (CVO) - LIPOR.....	89
Figura A 12 - Painel demonstrativo de Multimateriais - LIPOR	90
Figura A 13 - Ecocentro da Formiga.....	90
Figura A 14 - Centro de Triagem de embalagens de Plástico e Metal - LIPOR	91

Índice de Tabelas

Tabela 1- Metas PERSU 2020.....	20
Tabela 2 - Metas de retoma e reciclagem por tipo de material.....	23
Tabela 3 - SIGR e entidades licenciadas	32
Tabela 4 - Cumprimento de metas PERSU 2020 – LIPOR.....	60
Tabela 5 - Taxas de recolha seletiva propostas para o multimaterial	61
Tabela 6 – Potencial estimado de valoração e valor económico de RI	66

Anexo B – Tabelas Complementares

Tabela B 1 – Metas às SGRU`s em PRR de resíduos (PERSU 2030)	92
Tabela B 2 - Valor do TGR de 2020 a 2025.....	93
Tabela B 3 – Percentual (%) de TGR por tipo de tratamento de RSU	93
Tabela B 4 - Tabela de Prestações Financeiras embaladores ano de out/2023. .	93
Tabela B 5 - Valores de Contrapartida Financeira as SGRU`s (2023).....	94
Tabela B 6 - Valores de Contrapartida devidos as SGRU`s ano 2025	94
Tabela B 7 - OTR`s em Portugal continental por tipo de resíduos.....	95
Tabela B 8 - Volume de Negócios LIPOR.....	95
Tabela B 9 - Encaminhamento de resíduos por destino final – LIPOR	96
Tabela B 10 - Resultado EBTIDA LIPOR (2021-2023).....	96
Tabela B 11 – RU Multimateriais por tipo (t) municípios LIPOR.....	97
Tabela B 12 Total de RU multimateriais recolhidos por tipo (%) (2021-2023).	97
Tabela B 13 Total de Resíduos LIPOR por tipo de valoração	98
Tabela B 14 Valoração de resíduos (%)	98
Tabela B 15 Proporção de RU depositados em aterro e PRR Portugal.....	98
Tabela B 16 Proporção de RU depositados em aterro e PRR mun. LIPOR.....	99

Lista de abreviaturas

APA	Agência Portuguesa do Ambiente
C.M.	Câmaras Municipais
CDR	Combustível Derivado de Resíduo
CE	Conselho Europeu
CITRS	Central Integrada de Tratamento de Resíduos Sólidos
CVE	Central de Valorização Energética
CVO	Central de Valorização Orgânica
DGAE	Direção Geral das Atividades Económicas
DL	Decreto Lei
DQR	Diretiva Quadro de Resíduos
ECAL	Embalagens de Cartão para Alimentos Líquidos
EM	Estados Membros
EPS	Poliestireno Expandido
ERSAR	Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
EU	União Europeia
GIR	Gestão Integrada de Resíduos
INE	Instituto Nacional de Estatística
LER	Lista Europeia de Resíduos
OAU	Óleos Alimentares Usados
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OTR	Operadores de Tratamento de Resíduos
PaP	Porta-a-Porta
PERSU	Plano Estratégico dos Resíduos Urbanos
PET	Poliétileno tereftalato
PRR	Preparação para reutilização e reciclagem
RARU	Relatório Anual de Resíduos Urbanos
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
REEE	Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Eletrónicos
RGGR	Regime Geral de Gestão de Resíduos

RI	Resíduos Indiferenciados
RNU	Resíduos Não Urbanos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
RU	Resíduos Urbanos
RUB	Resíduos Urbanos Biológicos
SGRU	Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos
SIGR	Sistema Integrado de Gestão de Resíduos
SIGRE	Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens
TGR	Taxa de Gestão de Resíduos
TMB	Tratamento Mecânico e Biológico

Escolheu-se esta pesquisa, devido a grande quantidade de materiais de consumo descartados de forma inadequada, na forma de resíduos indiferenciados pela população e empresas, não apenas no Porto, mas em Portugal.

A LIPOR, fundada em 1982, foi escolhida como objeto de pesquisa por ser uma das pioneiras em Portugal continental na valorização de resíduos, destacando-se pela implementação de processos de valorização de multimateriais, valorização energética e valorização orgânica.

Justifica-se a pesquisa devido à crescente preocupação ambiental quanto ao descarte que se dá aos resíduos multimateriais, normalmente feito de forma indiferenciada pela população, o qual poderia ser objeto de reciclagem e aproveitamento, de forma a minimizar a emissão de GEE como CO₂ e metano (CH₄) e promover a economia de recursos, energética e hídrica. Desta forma, o aproveitamento de materiais mediante a logística reversa, pode gerar uma economia de recursos ambientais, energéticos e financeiros, mediante ao retorno destes como fatores produtivos e a diminuição dos danos ambientais. Observa-se também a vinculação ao cumprimento das metas de retoma e reciclagem e a disposição de resíduos sólidos urbanos, conforme previsto na legislação europeia e nacional.

A presente pesquisa pretende investigar qual o valor económico obtido com a valorização de resíduos urbanos multimateriais na área de abrangência da LIPOR, nomeadamente plásticos, embalagens de bebidas, papel, REE, entre outros, após o processo de triagem e separação dos mesmos, e se existe potencial atualmente não aproveitado do ponto de vista de retorno financeiro. Pretende-se com este trabalho analisar também o enquadramento legal e se Portugal, bem como os municípios na área de abrangência da LIPOR, estão a atender às metas referente a reciclagem e disposição de resíduos sólidos constantes nas diretivas da União Europeia e na legislação nacional.

O primeiro capítulo contextualiza a gestão de resíduos sólidos, a logística reversa, os tipos de valorização e aborda a legislação europeia e nacional relacionada a reciclagem, disposição e retoma dos resíduos. Trata ainda dos métodos de valorização de resíduos sólidos, do funcionamento dos Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU), do Sistema de Depósito e Reembolso (SDR), e apresenta as entidades integrantes do Sistema Integrado de Gestão de Resíduos (SIGR), responsáveis pelo tratamento de resíduos em Portugal Continental, bem como os Operadores de Tratamento e Retoma (OTR).

O segundo capítulo, aborda a metodologia utilizada na pesquisa, como o tipo de estudo, as questões de investigação, o objetivo da pesquisa, a unidade de análise e as técnicas de coleta de dados e análise de dados coletados.

O terceiro capítulo, aborda o cenário nacional em termos de reciclagem e deposição de resíduos sólidos. Apresenta o funcionamento da LIPOR, o sistema de coleta pelas autarquias dos municípios integrantes, discrimina e quantifica os resíduos e os tipos de valorização de RSU realizados por esta empresa. Examina ainda, o cenário e o cumprimento de metas de retoma, reutilização e deposição em aterro em Portugal e nos municípios de abrangência da LIPOR. A seguir, é realizada a análise financeira do volume de negócios, de resultado económico obtido com a valorização de resíduos global e de multimateriais e por tonelada de resíduos, bem como o potencial de aproveitamento existente nos resíduos indiferenciados (RI).

No quarto capítulo é desenvolvida a análise dos resultados, com base nas respostas as questões de investigação e os objetivos da pesquisa, bem como as dificuldades encontradas e as limitações da pesquisa. No quinto capítulo, são apresentadas as considerações finais do estudo.

1.1 Contextualização de Gestão de Resíduos

O homem sempre gerou resíduos que são subprodutos de suas atividades, para os quais não encontra utilidade, ou produtos que chegaram ao fim de sua vida útil. Na antiguidade, a gestão de resíduos não era um problema como é hoje. Isso ocorre porque, na época, a própria natureza conseguia dispersar, diluir e biodegradar os resíduos. No entanto, atualmente a natureza não é capaz de realizar a biodegradação e diluição dos resíduos que são produzidos no planeta. Isso se deve tanto à quantidade quanto à qualidade dos resíduos produzidos (Syed, 2006, citado por Kicheek, 2023).

De acordo com (Haghi, 2011) o aumento populacional e a crescente migração da população de áreas rurais para áreas urbanas no século XVIII pós-revolução industrial (1840), provocou aumento na produção de resíduos industriais e urbanos, representando ameaças a saúde humana e ao meio ambiente.

Ainda de acordo com Souza & Valle (2014, p. 3), as cadeias de produção e consumo insustentáveis surgiram como resultado do modo como ocorreram a industrialização e o crescimento populacional ao longo do século. Esse processo, por um lado, provocou um aumento excessivo na demanda por recursos naturais, dando margem a previsões pessimistas sobre uma possível escassez generalizada. Por outro lado, levou à formação de imensos depósitos de resíduos sólidos, muitas vezes descartados de forma irresponsável. Durante as etapas de produção e transporte de bens, os impactos negativos se manifestam na emissão de gases poluentes, na contaminação de rios e no descarte inadequado de resíduos industriais, entre outros problemas. Ao final dessas cadeias, os efeitos da poluição, em suas diversas formas, comprometem ainda mais um sistema natural já fragilizado pela exploração de recursos. Isso contribuiu para a degradação do meio ambiente e desencadeou uma crise ecológica. Essa crise, por sua vez, afeta diretamente o próprio sistema produtivo, que depende dos recursos naturais para funcionar. O consumo descontrolado desses bens intensifica a escassez, trazendo consequências graves para a produção, para a sociedade e para a economia como um todo. Com isso, colocam-se em risco a qualidade de vida, o desenvolvimento económico e, de maneira mais ampla, o futuro da humanidade no planeta.

Neste capítulo, serão abordados a gestão de resíduos sólidos urbanos, a hierarquia dos resíduos, a legislação relativa à reutilização, reciclagem e disposição final de resíduos sólidos, no âmbito da União Europeia (UE) e no contexto nacional, bem como o sistema de logística reversa aplicável em Portugal.

1.2 Gestão de Resíduos Sólidos

De acordo com Singh & Sarkar (2015, p. 160), resíduo pode ser qualificado como: qualquer material que não seja útil ou não tenha valor para o proprietário gerador de resíduos. Logo, são todos os itens que não têm mais utilidade, ou dos quais esse proprietário pretende se livrar ou já descartou, ou que ele é obrigado a descartar devido aos efeitos nocivos.

Ainda segundo Singh & Sarkar (2015), esses resíduos podem estar em estado sólido ou líquido e ser classificados como: resíduos sólidos urbanos (RSU), resíduos industriais, resíduos de mineração e resíduos hospitalares.

A gestão de resíduos refere-se à estratégia que um indivíduo ou organização utiliza para descartar, reduzir, reutilizar e prevenir a geração dos mesmos. Essa gestão consiste em uma série de etapas, como a coleta, a segregação com base em sua natureza, o transporte cuidadoso e a rotulagem, a aplicação de diversos tipos de tratamentos para reduzir seus efeitos nocivos e o descarte por meio de métodos como queima, enterramento e reciclagem, entre outros (Vijayalakshmi, 2020). Essas medidas são tomadas para prevenir a propagação da poluição, reduzir seus efeitos nocivos e manter o meio ambiente limpo, de forma a torná-lo saudável para os seres humanos.

De acordo com (Haghi, 2011, p. 1):

“A gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) contribui significativamente para as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), sendo que, especialmente, o descarte de resíduos em aterros sanitários gera metano (CH₄), um gás com alto potencial de aquecimento global. As atividades relacionadas à gestão de resíduos, especialmente a deposição em aterros, são responsáveis por aproximadamente 4% das emissões globais de GEE (Bogner et al., 2007). Os métodos mais comuns utilizados para o tratamento de RSU, além da deposição em aterro, incluem a

compostagem, a reciclagem, o tratamento mecânico-biológico (TMB) e a conversão de resíduos em energia (WTE)”.

A gestão de resíduos em áreas urbanas é parte fundamental da gestão ambiental dos municípios e enfrenta uma pressão crescente. Anteriormente, o tema não recebia atenção suficiente, tanto por parte da população quanto das autoridades responsáveis. Contudo, o descarte inadequado passou a representar sérias ameaças à saúde pública e ao meio ambiente. Assim, as tecnologias voltadas para a gestão de resíduos apresentam um duplo potencial: a redução da poluição e a geração de energia (Singh & Sarkar, 2015, p. 115).

Ainda de acordo com Haghi (2011, p. 1), a política europeia de resíduos incentiva a redução do uso de aterros sanitários, e a tecnologia de conversão de resíduos em energia (WTE) surge como uma alternativa viável, capaz de reduzir a destinação de resíduos aos aterros e, simultaneamente, diminuir de forma significativa as emissões de gases de efeito estufa (GEE), ao recuperar energia de resíduos que, geralmente, é extraída de fontes fósseis. Apesar disso, a disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU) em aterros continua sendo o principal método de tratamento em diversos países, tanto dentro da União Europeia, quanto em outras regiões do mundo. Embora haja incentivo ao desvio de resíduos dos aterros e à adoção de novas tecnologias de tratamento, ainda existem países considerados "desenvolvidos" que se encontram em estágio inicial no que diz respeito à gestão sustentável de RSU e à incorporação equilibrada de tecnologias de conversão de resíduos em energia (WTE) em seus sistemas de gestão.

A União Europeia (EU) definiu um enquadramento legal relativo a estas matérias, aplicável a todos os estados-membros. Destacam-se, entre outros, os seguintes diplomas : as diretivas 2008/98/CE, 2018/849, 2018/850, 2018/851 e 2018/852.

A Diretiva 2008/98/CE, cujo objetivo é minimizar os impactos adversos decorrentes da geração e da gestão de resíduos, estabelece uma hierarquia na gestão dos resíduos sólidos.

O Regime Geral de Gestão de Resíduos vigente em Portugal encontra-se estabelecido decreto (Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro, 2020) *de 10 de dezembro* que aprovou o regime geral da gestão de resíduos, o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro e alterou o regime da gestão de fluxos específicos de

resíduos, transpondo as Diretivas (UE) 2018/849, 2018/850, 2018/851 e 2018/852. Posteriormente a Lei n.º 52/2021, de 10 de agosto procedeu à alteração, por apreciação parlamentar do mesmo decreto.

O cidadão é fundamental para um melhor desempenho na gestão dos resíduos urbanos, uma vez que sua disposição em realizar a separação dos resíduos (coleta seletiva) em casa, contribui para a diminuição dos custos relacionados à triagem e ao tratamento nas unidades especializadas. De forma que, a deposição inadequada de resíduos é um dos principais fatores contribuintes para a ineficiência dos métodos de recolha de RSU (Mueller et al. 2013, citado por Duarte, 2016). Nesse contexto, a promoção de mudança de hábitos e a sensibilização da população se coloca como um dos principais desafios para o atingimento de metas e a eficiência econômica do sistema de recolha e tratamento de RSU necessitando uma maior divulgação, sensibilização e informação mediante anúncios de rádio e TV, revistas e boletins informativos, folhetos instrutivos e palestras (Duarte, 2016 pp.12-13).

Ainda de acordo com Duarte (2016, p. 13):

“em alguns países da Europa, como a Holanda, Bélgica e Dinamarca a deposição inadequada dos resíduos nos contentores ou a deposição inadequada nas ruas é punida pela aplicação de coimas. Em Portugal, não existem sanções para este tipo de atos, deixando o cidadão impune perante um procedimento inadequado”.

1.2.1 Hierarquia de Gestão de Resíduos Sólidos

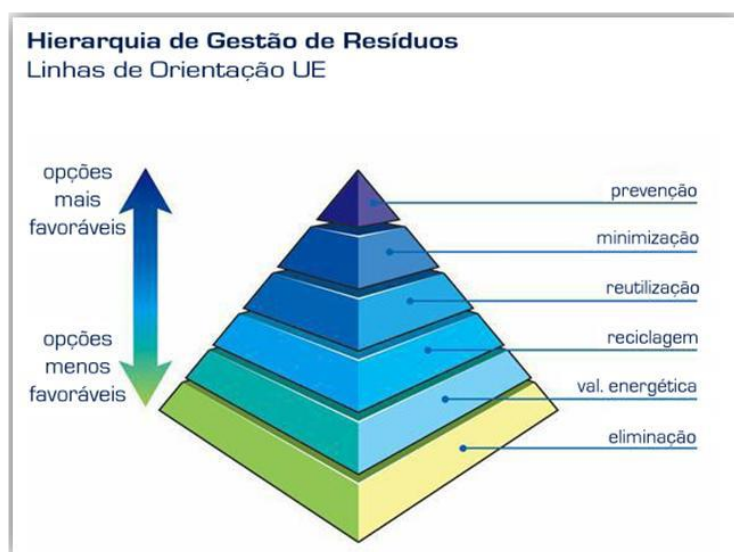
Tendo em vista o problema dos Resíduos sólidos urbanos, do controlo da poluição bem como da saúde pública e dos controles dos recursos naturais disponíveis, é necessário haver a implementação de uma gestão integrada dos resíduos. Isso implica haver uma seleção de técnicas, tecnologias e programas de gestão para o cumprimento de objetivos específicos em que se privilegia a valorização dos resíduos além da prevenção. Neste contexto, foi definida uma hierarquia proposta pela OCDE e posteriormente estabelecida pela UE.

A diretiva 2008/98/CE, estabelece uma hierarquia na gestão dos recursos sólidos, cujo objetivo é minimizar os impactos adversos decorrentes da geração e da gestão de resíduos.

A hierarquia de resíduos é a pedra angular da política e legislação da União Europeia (EU) em matéria de resíduos e uma chave para a transição para a economia circular. O seu objetivo principal é estabelecer uma ordem de prioridades que minimize os efeitos ambientais adversos e otimize a eficiência dos recursos na prevenção e na gestão de resíduos (Fonseca, 2020, p. 6).

A Gestão Integrada de Resíduos (GIR) é um sistema de descarte que inclui a separação por tipo de material descartado e a melhor utilização e destino para estes. As principais atividades da GIR são a prevenção, reciclagem, compostagem, combustão e descarte, requerendo planejamento, custeio e coleta cuidadosos (Singh & Sarkar, 2015, p. 155). Neste contexto, a gestão Integrada de Resíduos (GIR) descreve uma hierarquia de gestão de resíduos que classifica as opções de gestão de resíduos em ordem de sustentabilidade, da opção mais favorecida para a menos favorecida (McCrea et al., 2009) conforme Figura 1.

Figura 1 - Hierarquia da Gestão de Resíduos



Fonte: LIPOR (2010) citado por Corrêa et al. (2012).

Ainda de acordo com a diretiva 2008/98/CE as opções de gestão de resíduos são:

- Prevenção: Medidas, tomadas antes de uma substância, material ou produto se ter transformado em resíduo, destinadas a reduzir:

- a quantidade de resíduos, designadamente através da reutilização de produtos ou do prolongamento do tempo de vida dos produtos;
 - os impactos adversos no ambiente e na saúde humana resultantes dos resíduos gerados; ou
 - o teor de substâncias nocivas presentes nos materiais e nos produtos.
- Preparação para a reutilização: Operações de valorização que consistem no controlo, limpeza ou reparação, mediante as quais os produtos ou os componentes de produtos que se tenham tornado resíduos são preparados para serem reutilizados, sem qualquer outro tipo de pré-processamento.
 - Reutilização: Refere-se à reintegração de substâncias, objetos ou produtos nos ciclos de produção ou consumo, de forma semelhante ao uso original e sem modificações, com o objetivo de evitar a geração de resíduos (conforme o DL 239/97). A reutilização contribui para a economia de energia e de materiais, pois implica o aproveitamento repetido dos mesmos materiais.
 - Reciclagem: Qualquer operação de valorização através da qual os materiais constituintes dos resíduos são novamente transformados em produtos, materiais ou substâncias para o seu fim original ou para outros fins. Inclui o reprocessamento de materiais orgânicos (por exemplo, compostagem), mas não inclui a valorização energética nem o reprocessamento em materiais que devam ser utilizados como combustível ou em operações de enchimento.
 - Outros tipos de valorização (por exemplo, a valorização energética): Qualquer outra operação cujo resultado principal seja a transformação dos resíduos de modo a servirem um fim útil, substituindo outros materiais que, caso contrário, teriam sido utilizados para um fim específico, ou a preparação dos resíduos para esse fim, na instalação ou no conjunto da economia.
 - Eliminação: Qualquer operação que não seja de valorização, mesmo que tenha como consequência secundária a recuperação de substâncias

ou de energia (por exemplo, deposição em aterros, incineração). Ou seja, podem ser resíduos descartados diretamente em aterro, as cinzas e escórias resultantes do processo de valorização energética e destinadas ao descarte final, ou a fração rejeitada na separação dos resíduos, encaminhados para eliminação. De acordo com os princípios da Gestão Integrada de Resíduos (GIR), esse constitui o método menos desejável de tratamento de resíduos.

1.2.2 Métodos de tratamento de Resíduos Urbanos

Conforme destacado por Singh e Sarkar (2015, p. 116), as tecnologias de gestão de resíduos desempenham um papel crucial na mitigação de preocupações ambientais e energéticas, uma vez que proporcionam benefícios duplos: o controle da poluição e a geração de energia. Entre os métodos, ou tecnologias consolidadas para o tratamento de Resíduos Sólidos, destacam-se:

1. Incineração/Combustão: Consiste na queima controlada de resíduos a altas temperaturas.
2. Gaseificação: Conversão térmica dos resíduos em gás combustível, em atmosfera com pouco oxigênio.
3. Pirólise: Decomposição térmica de resíduos na ausência total de oxigênio, gerando óleo, gás e carvão.
4. Compostagem: Decomposição biológica de resíduos orgânicos para formar adubo, utilizado na agricultura.
5. Biometanização: Decomposição de resíduos orgânicos por microrganismos em ambiente anaeróbio, produzindo biogás (metano) e biofertilizante.
6. Reciclagem: Consiste na transformação de resíduos de materiais em novos produtos.
7. Aterro: Consiste na disposição final de resíduos em local apropriado, com controle ambiental.

Para o presente trabalho iremos nos ater aos principais métodos de tratamento de resíduos realizados, a incineração/combustão (valorização energética), valorização

orgânica (compostagem), reciclagem (valorização multimaterial) e a deposição em aterro.

1.2.2.1 Valorização Energética (*Waste-to-energy*)

A Valorização energética de resíduos pode se dar por duas maneiras: através da incineração ou através da digestão anaeróbica de biorresíduos.

A incineração, também conhecida como “tratamento térmico”, é um método de gerenciamento de resíduos que consiste na queima de materiais descartados em temperaturas elevadas. Esse processo promove a combustão das substâncias presentes nos resíduos. É uma prática frequente em países com espaço limitado para aterros sanitários e bastante comum em áreas rurais. Durante a incineração, os resíduos são transformados, em grande parte, em calor, gases e fumaça. Embora eficiente na redução do volume de lixo, esse método também envolve riscos e impactos ambientais, especialmente ao lidar com resíduos hospitalares e industriais perigosos, devido à emissão significativa de dióxido de carbono. Para minimizar a poluição atmosférica gerada pela queima, são empregues filtros apropriados (Dorji, 2017, p. 5; Kicheek, 2023, p. 467).

Segundo Ye et al. (2020), citados por Kircheek (2023), a combinação entre centrais termoelétricas, a carvão e o processo de incineração foi vista como uma tecnologia promissora, tanto para a preservação de combustíveis fósseis quanto para o descarte eficiente de resíduos.

De acordo com Fonseca (2020), *Waste-to-Energy* é um conceito abrangente que vai além da simples incineração de resíduos. Ele inclui diversos métodos de tratamento de resíduos que resultam na geração de energia, seja na forma de eletricidade, calor ou na produção de Combustível Derivado de Resíduos (CDR), cada um com diferentes impactos ambientais e contribuições potenciais para a economia circular.

Ainda de acordo com Fonseca (2020, p. 39), digestão anaeróbica (DA) é um processo em que a matéria orgânica é decomposta por microrganismos na ausência de oxigênio. Esse fenômeno ocorre naturalmente em ambientes sem oxigênio, mas também pode ser realizado de forma controlada para a geração de biogás. Para isso, utiliza-se um reator hermético, conhecido como digestor anaeróbico, que cria condições ideais para que os microrganismos transformem a matéria orgânica em biogás e em um subproduto

sólido-líquido denominado digerido. Este digerido pode então ser aproveitado como fertilizante orgânico.

1.2.2.2 Valorização Orgânica

A compostagem contribui para minimizar os impactos negativos dos resíduos sobre o meio ambiente, ao mesmo tempo em que enriquece o solo com nutrientes (Bhat et al., 2020, citado por Kicheek, 2023). Neste contexto, a vermicompostagem é considerada o método mais eficiente para promover uma agricultura orgânica sustentável e preservar o equilíbrio dos ecossistemas (Kaur, 2020, citado por Kicheek, 2023).

1.2.2.3 Valorização Multimaterial

Esse método, consiste em transformar materiais usados (resíduos) em novos produtos, por meio da reciclagem. Trata-se de um processo que demanda menos energia e é altamente eficaz na redução da poluição do ar, da água e do solo. A adoção de práticas inovadoras é fundamental para que possamos reciclar nossos próprios resíduos, inclusive os gerados em casa ou no ambiente de trabalho. A reciclagem é vista como uma abordagem eficiente, com potencial para reduzir custos e gerar novas fontes de renda (Dorji 2017, p. 6).

De acordo com (Singh & Sarkar, 2015, pp. 145,147) dentre os benefícios da reciclagem estão:

1. A redução da necessidade de aterros sanitários e incineração.
2. A reciclagem economiza energia.
3. Evita a poluição causada pela fabricação de produtos a partir de matérias-primas virgens.
4. Conservação de recursos naturais, como madeira, água e minerais.
5. Promove a preservação do meio ambiente para as futuras gerações.
6. A redução de gases do efeito estufa, pois reduz a energia consumida pela indústria nos processos industriais e no transporte, que advém de combustíveis fósseis (principais fontes de emissão de carbono e outros GEE)

7. A redução dos efeitos das mudanças climáticas globais.

Ainda segundo (Singh & Sarkar, 2015, p. 146):

1. Uma lata de alumínio reciclada pode economizar energia suficiente para alimentar uma televisão por 3 horas.
2. Uma garrafa de vidro reciclada economiza energia suficiente para alimentar um computador por 25 minutos.
3. Uma garrafa plástica reciclada pode economizar energia suficiente para manter uma lâmpada de 60 watts acesa por 3 horas.
4. Reciclar papel consome 70% menos energia do que produzi-lo a partir de matérias-primas.
5. Reciclar plástico economiza o dobro de energia em comparação com sua queima em um incinerador.
6. Cada tonelada (cerca de 907 kg) de papel reciclado pode salvar 17 árvores, 380 galões de óleo, 3 metros cúbicos de espaço em aterro, 4000 quilowatts de energia e 7000 galões de água.
7. Isso representa uma economia de 64% em energia, 58% em água e 60 libras a menos de poluição do ar.

1.2.2.4 Deposição em aterro sanitário

Um aterro sanitário denota o descarte de resíduos por meio do enterramento. É a forma mais antiga e comum de descarte de resíduos, na qual os resíduos são enterrados diariamente. De acordo com o dicionário Oxford de inglês, aterro sanitário é um método amplamente utilizado de descarte de lixo que consiste em despejar lixo em terrenos baldios, como pedreiras, minas a céu aberto ou pântanos (Kicheek, 2023, p. 466).

O uso de aterro sanitário é um dos melhores métodos de descarte de resíduos urbanos. Isso ocorre porque muitos parâmetros multicritérios são geralmente considerados antes da seleção de um local adequado como aterro sanitário. Esses fatores geralmente incluem, entre outros, elevação, tipo de solo, elevação ou declive, distância de assentamentos, distância de corpos d'água e vales sagrados. Esses fatores geralmente são levados em consideração para reduzir o impacto na vida da flora e da fauna (Rugiramanzi, 2013, citado por Kicheek, 2023). Kludert (2000) também argumenta que

a seleção do local para aterro sanitário requer aspetos técnicos e critérios multitemáticos. Apesar dos aspetos técnicos e dos múltiplos fatores que devem ser considerados para selecionar um local adequado para aterro, o uso de aterro sanitário ainda é um dos métodos de disposição de resíduos mais utilizados em todo o mundo.

1.2.3 Legislação da União Europeia

Relativamente a legislação, a disposição de resíduos sólidos e sua reciclagem e remanufactura e reciclagem são disciplinadas pelas diretivas 2008/98/CE, 2018/849, 2018/850, 2018/851 e 2018/852.

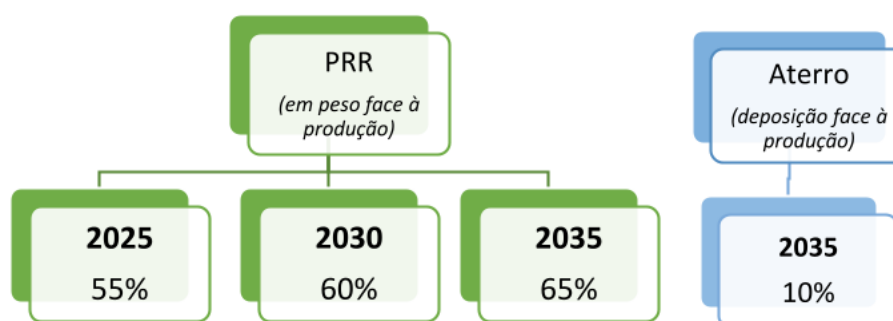
A Diretiva (UE) 2018/850 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio de 2018, alterou a Diretiva 1999/31/CE, relativa à deposição de resíduos em aterros. O principal objetivo da nova diretiva é reduzir progressivamente o descarte de resíduos em aterros e incentivar práticas como a reciclagem, a reutilização e a valorização de materiais, com vistas à proteção ambiental, à saúde pública e à promoção da transição para uma economia circular. Dentre as principais alterações, esta diretiva

- Estabeleceu a meta até 2035 no máximo 10% dos resíduos urbanos serem depositados em aterro sanitário, bem como obriga os Estados-Membros a adotar estratégias concretas para atingir essa meta.
- Proibição do aterro de resíduos recicláveis até 2030.
- Estabelece um aprimoramento dos sistemas de gerenciamento de resíduos, com ênfase na valorização energética e na reciclagem como opções preferenciais ao envio para aterros.
- Incentiva uma abordagem de gestão fundamentada na hierarquia dos resíduos, priorizando a prevenção, reutilização, reciclagem, recuperação e, por fim, a eliminação.
- Estabelece que cada Estado-Membro deve incluir estratégias específicas para reduzir a deposição em aterros nos seus planos nacionais de gestão de resíduos.

A diretiva 2018/851 da EU, estabelece que relativamente à produção de resíduos, os Estados-Membros da UE devem tomar medidas para “apoiar modelos de produção e

consumo sustentáveis” e incentivar a conceção, o fabrico e a utilização de produtos que sejam eficientes em termos de recursos, duradouros, reparáveis, reutilizáveis e atualizáveis”. Esta mesma diretiva estabelece que os Estados-Membros devem assegurar que os determinados percentuais dos resíduos urbanos sejam preparados para reutilização e reciclagem. A Figura 2 esquematiza as metas de reutilização, reciclagem e deposição de RSU em aterro de 2025 a 2035.

Figura 2 - Metas de reutilização, reciclagem e deposição de resíduos



Fonte: Relatório do Estado do Ambiente (2025)

Esta mesma diretiva, reforçou a hierarquia de gestão de resíduos e estabeleceu um regime de responsabilidade alargada do produtor (RAP) abrangendo não só a sua produção e venda, mas também a gestão dos seus resíduos. Sendo os produtores responsáveis pelos custos de gestão dos resíduos dos seus produtos.

Estabeleceu também métodos de cálculo e reporte harmonizados entre os Estados-Membros e relatórios mais rigorosos e com maior transparência à Comissão Europeia.

A Diretiva (UE) 2018/852 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio de 2018, alterou a Diretiva 94/62/CE relativa a embalagens e resíduos de embalagens. Esta diretiva visa: reduzir o impacto no meio ambiente das embalagens e seus resíduos; promover a prevenção da produção de resíduos de embalagens; melhorar o desempenho dos Estados-Membros na reciclagem de embalagens e promover a economia circular do setor de embalamento.

Como referido, esta diretiva estabeleceu também a obrigação para os Estados-Membros de estabelecer Responsabilidade alargada do produtor (EPR) para todos os tipos de embalagens. Neste contexto os produtores devem cobrir:

- Custos de recolha, transporte e tratamento;
- Campanhas de sensibilização;
- Sistemas de monitorização e controlo.

Para isso estabeleceu objetivos nacionais de valorização e reciclagem para os resíduos de embalagens aos Estados-Membros, em que estes devem assegurar que resíduos de embalagens sejam recicladas conforme Figura 3.

Figura 3 - Diretiva de Embalagens



Fonte: Sociedade Ponto Verde - Legislação Gestão de Embalagens (p. 8).

1.2.4 Legislação Nacional relativa a disposição de Resíduos Sólidos

Relativamente a legislação portuguesa sobre o tema a disposição dos resíduos sólidos esta disciplinado no Decreto lei 102/D de 10 de dezembro de 2020, transpondo as diretivas da UE 2018/849, 2018/850, 2018/851 e 2018/852.

O Decreto-Lei n.º 366-A/97, de 20 de Dezembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 162/2000, de 27 de Julho e pelo Decreto-Lei n.º 92/2006, de 25 de maio, estabelece os princípios e as normas aplicáveis ao resíduos e à gestão de embalagens, com vista à

prevenção da produção desses resíduos, à reutilização de embalagens usadas, à reciclagem e outras formas de valorização de resíduos de embalagens e consequente redução da sua eliminação final, assegurando um elevado nível de proteção do ambiente, e a garantir o funcionamento do mercado interno e a evitar entraves ao comércio e distorções e restrições da concorrência na Comunidade, transpondo para a ordem jurídica nacional a Diretiva n.º 94/62/CE, do Parlamento e do Conselho, de 20 de Dezembro, alterada pela Diretiva n.º 2004/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de Fevereiro.

O Decreto-Lei n.º 178/2006 aprovou o Regime Geral da Gestão de Resíduos (RGGR), transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, e a Diretiva n.º 91/689/CEE, do Conselho, de 12 de Dezembro.

De acordo com o disposto no artigo 9º do Regime Geral de Gestão de Resíduos (RGGR) a responsabilidade pela gestão dos resíduos, incluindo os respetivos custos, cabe ao produtor inicial dos resíduos, sem prejuízo de poder ser imputada, na totalidade ou em parte, ao produtor do produto que deu origem aos resíduos e partilhada pelos distribuidores desse produto se tal decorrer de legislação específica aplicável. Segundo a Portaria n.º 29-B/98, de 15 de janeiro, emitida pelos Ministérios da Economia e do Ambiente, os embaladores, os responsáveis pela colocação de produtos no mercado nacional e os fabricantes de embalagens ou de matérias-primas para sua produção são responsáveis pela gestão e pelo destino final dos resíduos de embalagens que geram. Essa responsabilidade pode ser transferida para uma entidade gestora no âmbito de um sistema integrado.

1.2.5 Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos - SGRU

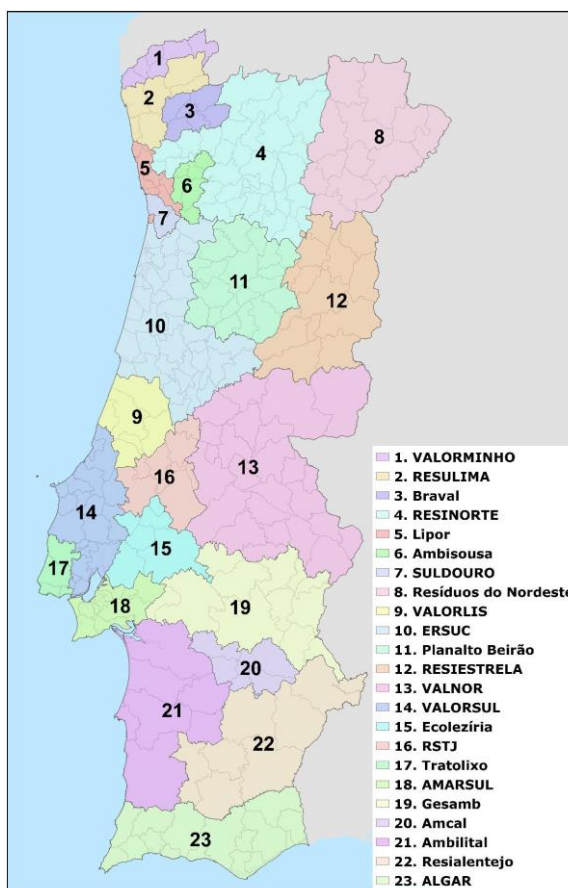
De acordo com a APA, a gestão da recolha de resíduos sólidos urbanos é da responsabilidade dos municípios, que podem atuar individualmente ou em sistemas intermunicipais.

Segundo o artigo 34.º do RGGR, os serviços municipais de gestão de resíduos urbanos (RU) têm a obrigação de entregar os resíduos urbanos com produção diária

inferior a 1100 L, recolhidos junto aos sistemas intermunicipais ou multimunicipais, quando existentes de acordo com contrato estabelecido entre as partes.

A gestão do tratamento dos RU em Portugal Continental é efetuada através de 23 SGRU's conforme Figura 4.

Figura 4 - Mapa da distribuição dos SGRUs em Portugal Continental



Fonte: Agência Portuguesa de Ambiente - RARU (2023)

A Agência Portuguesa do Ambiente (APA) disponibiliza anualmente o Relatório Anual de Resíduos Urbanos (RARU), que sistematiza dados sobre a produção, recolha e tratamento de resíduos urbanos em cada município e sistema de gestão.

1.2.5.1 Taxa de Gestão de Resíduos

As Câmaras Municipais são responsáveis pela recolha e destinação dos resíduos e podem formar associações de municípios para gestão e tratamento dos resíduos sólidos.

Para isso, recolhem da população uma Taxa de Gestão Resíduos (TGR), cujos objetivos são:

- Redução da produção de resíduos.
- Promoção da reciclagem e da valorização energética.
- Cumprimento das metas ambientais nacionais e europeias.

A TGR é aplicada aos consumidores na conta de água, de forma a assegurar a recolha transporte e destinação de resíduos nos municípios, dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Essa taxa para utilizadores domésticos inclui:

- Taxa de disponibilidade:
- Tarifa variável
- Tarifa de gestão de resíduos

A Figura A1 (Anexo A) demonstra a estrutura tarifária aplicável a usuários domésticos e não domésticos no município do Porto.

No âmbito da TGR paga pela população, em alguns municípios como a Maia, no sistema de coleta PaP foi instituído o sistema PAYT (Pay-As-You-Throw). Nesse sistema os contentores são identificados com código e tag RFID e associados ao utilizador de forma que o cidadão paga consoante os resíduos indiferenciados que produz.

Estes sistemas são baseados na aplicação conjunta de dois dos princípios orientadores da política ambiental: o princípio do poluidor-pagador (PPP) e do conceito da responsabilidade compartilhada (Vinagre, 2011 p. 26).

Ainda de acordo com Vinagre (2011, p 26):

“Os sistemas PAYT tentam promover a participação dos cidadãos, por forma a atingir os objetivos da política de resíduos, usando para este efeito um incentivo económico. O incentivo consiste em estabelecer um vínculo entre o pagamento da tarifa e a quantidade de resíduos gerados, para que o encargo esteja relacionado com a quantidade de poluição produzido por cada cidadão (...). Dentro dos sistemas PAYT, a metodologia de cálculo da tarifa afeta a avaliação

feita pelos utilizadores dos custos e benefícios das suas ações, uma vez que podem alterar o preço relativo das opções que tomarem na gestão dos seus resíduos.”

Como os custos de gestão de resíduos indiferenciados são nomeadamente maiores do que os da coleta seletiva, isso é um incentivo financeiro aos cidadãos para promoverem a separação do lixo e a coleta seletiva.

De acordo com Duarte (2016) as tarifas aplicáveis devem cobrir os custos de recolha transporte e tratamento. Contudo, a tarifa aplicada pelos municípios não está ajustada aos custos de gestão dos RU e não estimula a aderência dos cidadãos a coleta seletiva, necessitando-se flexibilizar o valor da tarifa com as boas práticas de gestão dos resíduos na origem, para melhorar a eficiência ambiental e económica dos SGRU's e promover tecnologias mais eficientes.

O valor da Taxa de Gestão de Resíduos pagos aos sistemas de gestão de resíduos urbanos multimunicipais ou intermunicipais foi inicialmente definido pelo artigo 58º do Regime Geral de Gestão de Resíduos (RRGR) com a redação dada pela Lei n.º 82-D/2014, de 31 de dezembro, e pelo Decreto-Lei n.º 92/2020, de 23 de outubro. Atualmente as disposições relativas à TGR encontram-se vertidas no Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro que define o valor a pagar até 2025, e é regulamentado pela Portaria n.º 278/2015, de 11 de setembro.

Na mesma portaria fica definido que a partir de 1 de janeiro de 2026 será acrescido ao montante da TGR um valor por tonelada, a definir por despacho do membro do Governo responsável pela área do ambiente.

Os municípios caso não realizem tratamento próprio dos resíduos podem se reunir em Associações de Municípios responsáveis pela Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. Os municípios por sua vez, efetuam o pagamento percentual a estas associações consoante o tratamento dado ao resíduo rececionado conforme a Tabela B 2 e Tabela B 3 (anexo B).

Desta forma, os municípios pagam aos SGRU's apenas pelos resíduos que são depositados em aterro, incinerados, ou valorizados energeticamente, de acordo com o tratamento que lhes é dado, em que os recicláveis têm isenções de custos e podem até mesmo gerar compensações financeiras.

1.2.6 Agência Portuguesa do Ambiente (APA)

A Agência Portuguesa do Ambiente (APA) é a entidade responsável de pôr em prática as políticas ambientais em Portugal. A sua missão passa por assegurar um elevado nível de proteção e valorização do ambiente, prestando serviços de qualidade à população. Entre as suas competências estão a monitorização, o planeamento, a avaliação, o licenciamento e a fiscalização, o que a posiciona como o principal organismo regulador do setor ambiental no país. Cabe à Agência Portuguesa do Ambiente, I. P., determinar o contributo de cada município no que se refere aos quantitativos de biorresíduos recolhidos seletivamente e tratados na origem, bem como estabelecer, para cada SGRU, os objetivos relativos à fração multimaterial.

Neste contexto é divulgado periodicamente um plano estratégico de Resíduos Sólidos em que a APA é a entidade responsável pela sua elaboração, revisão e implementação.

Desde 1997 Portugal mantém planos de gestão de resíduos urbanos, sendo o mais recente o PERSU 2030.

1.2.6.1 PERSU 2020 - série histórica

Em relação a série histórica, o plano estratégico de resíduos sólidos urbanos 2020, foi aprovado pela Portaria n.º 187-A/2014, de 17 de setembro e foi o instrumento estratégico para a gestão de resíduos urbanos dos anos de 2014 a 2020, e definiu as seguintes metas nacionais de deposição de RUB em aterro, de preparação para reutilização e reciclagem e de retomas de recolha seletiva, conforme a Tabela 1 abaixo.

Tabela 1- Metas PERSU 2020

Metas PERSU 2020	Preparação para utilização e reciclagem	Deposição de resíduos urbanos biodegradáveis (RUB) em aterro	Retomas de recolha seletiva
Metas nacionais	50%	35%	52 kg/hab.ano

Fonte: adaptado de ERSAR- Relatório de monitorização 2020

Entretanto segundo relatório do ERSAR em 2020 Portugal obteve a percentagem de 38% em PRR, de 53% de RUB depositados em aterro e de 50 kg/hab. ano, não cumprindo, portanto, as metas do PERSU 2020.

1.2.6.2 PERSU 2030 - Plano Estratégico para os RSU 2030

O PERSU 2030 define metas específicas para cada Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU) e promove uma repartição justa da responsabilidade pelo seu cumprimento entre os SGRU e os municípios.

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 30/2023 aprovou Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos 2030, o RGGR determina que a responsabilidade pela gestão dos resíduos, incluindo os respetivos custos, recai sobre o produtor inicial dos resíduos. No entanto, essa responsabilidade pode ser transferida, total ou parcialmente, para o produtor do produto que originou os resíduos e partilhada com os distribuidores, conforme estipulado na legislação aplicável. Adicionalmente, o DQR especifica que a definição de resíduo urbano ali prevista não compromete a distribuição das responsabilidades pela gestão dos resíduos entre os setores público e privado. Ainda assim, existe uma exceção para os resíduos urbanos cuja recolha e tratamento estão reservados aos sistemas municipais ou multimunicipais, conforme previsto na atual redação da Lei n.º 88-A/97, de 25 de julho.

O plano orienta os diversos intervenientes na adoção de medidas que permitam ao país alinhar-se com as diretrizes e estratégias da União Europeia, promovendo a prevenção na geração de resíduos, o aumento da preparação para reutilização, a reciclagem e outras formas de valorização dos RU. Essas ações visam também à redução do uso de matérias-primas virgens, contribuindo significativamente para a descarbonização e a melhoria das condições ambientais.

No que diz respeito à produção de resíduos inevitáveis, está previsto um aumento significativo na recolha seletiva, com o objetivo de melhorar a qualidade dos resíduos recuperados — um requisito fundamental para gerar produtos com maior valor acrescentado. Esse fator é determinante para a transição rumo a uma economia circular, caracterizada por uma utilização eficiente dos recursos. Dessa forma, em alinhamento com os objetivos nacionais e europeus, o PERSU 2030 estabeleceu a contribuição

esperada de cada Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU) para alcançar a meta de preparação para reutilização e reciclagem (PRR).

O PERSU 2030, definiu ainda as seguintes metas de preparação para reutilização e reciclagem (PRR) a nível nacional:

- 55% até 2025.
- 60% até 2030.
- 65 % até 2035.

Considerando que, até 2030, 60% do total de resíduos urbanos deverá ser preparado para reutilização e reciclagem, e tendo em conta a quantidade de resíduos com potencial para atingir a meta do PRR, a margem admissível para “perdas” é de aproximadamente 17%. Para o ano de 2035, quando a meta sobe para 65%, essa margem de “perdas” não poderá exceder os 12%, a fim de garantir o cumprimento do objetivo estabelecido.

As metas a atingir para o horizonte temporal até 2030 definidas para cada SGRU estão listadas na Tabela B 1 (anexo B).

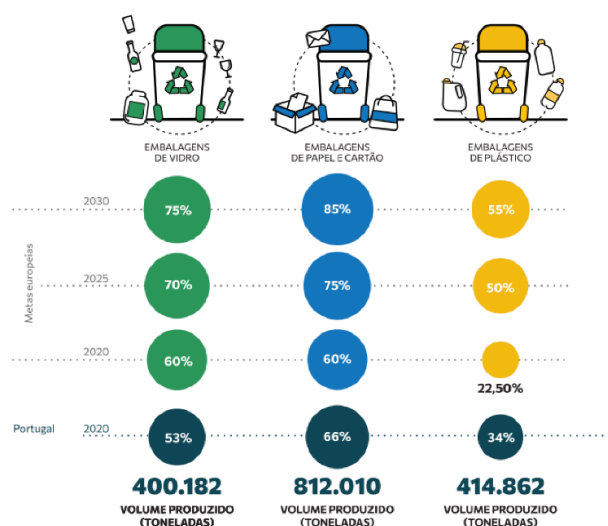
Com base na exigência estabelecida, o PERSU definiu as taxas de retoma para as frações do sistema multimaterial e as taxas de captura no caso dos biorresíduos, de acordo com a produção real de resíduos de cada uma dessas frações, com o objetivo de assegurar o cumprimento das metas estipuladas. A Tabela 2 apresenta os valores que deverão ser alcançados até 2030 para cada tipo de material e a Figura 5 as metas de reciclagem de embalagens.

Tabela 2 - Metas de retoma e reciclagem por tipo de material

FRAÇÃO	Taxa de retoma/captura a atingir em 2030
Plástico	90%
Metal	90%
Papel/Cartão	90%
Vidro	95%
Madeira	30%
REEE e Pilhas	80%
Têxtels	75%
Volumosos	55%
Captura biorresíduos recolha seletiva	70%
Captura biorresíduos tratamento na origem	50%

Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente

Figura 5 - Metas retoma e reciclagem de embalagens



Fonte: adaptado de Agência Portuguesa do Ambiente citado em Sapo (2025).

Em relação às metas estabelecidas para 2025 no que diz respeito aos resíduos de embalagens de vidro e alumínio, foi considerada a aplicação da cláusula prevista na Diretiva das Embalagens, a qual permite que os Estados-Membros solicitem uma prorrogação do prazo para alcançar os objetivos, por um período máximo de cinco anos, e até um limite de 15 pontos percentuais — aplicável a uma única meta ou distribuído por duas. Portugal recorreu a essa possibilidade, solicitando à Comissão Europeia a derrogação das metas para os materiais vidro e alumínio, fixando-as em 65% e 40%, respetivamente.

Ainda de acordo com a APA, a meta de preparação para reutilização e reciclagem em Portugal foi de 33% em 2022 e de 32% em 2023, devendo alcançar os 55% a nível nacional em 2025, conforme o PERSU 2030. Já a taxa de deposição de aterro de RU foi de 55% em 2022 e de 57% em 2023, sendo a meta a ser atingida de 10% até 2035.

1.3 Logística Reversa

De acordo com Gonçalves (2021, p. 8) a logística pode ser definida como o processo de planeamento, implementação e controlo eficiente do fluxo e do armazenamento de produtos, serviços e das informações a eles associadas, abrangendo todas as etapas desde a origem até o consumidor final, cujo principal objetivo é satisfazer as necessidades dos consumidores, de forma a entregar estes produtos com qualidade e pontualidade.

A logística reversa por sua vez, é considerada um instrumento estratégico na mitigação dos impactos ambientais associados às atividades económicas. Trata-se de um fluxo logístico em sentido inverso, no qual os produtos retornam do consumidor final ao fabricante ou a pontos de reaproveitamento. Essa dinâmica está alinhada aos princípios da sustentabilidade e da preservação ambiental, ao possibilitar a recuperação de materiais e sua reintegração nos ciclos produtivos. Além dos benefícios ambientais, a logística reversa também gera vantagens económicas para as empresas, uma vez que a reutilização, reciclagem e reaproveitamento de produtos contribuem para a redução dos custos de produção e para a minimização do descarte inadequado de resíduos. (Gonçalves, 2021 p. 8).

Ainda de acordo com Silva e Rodrigues (2015, p. 46), as organizações vêm, cada vez mais, reconhecendo que o ciclo de vida de um produto não se encerra em seu descarte. Elas têm buscado uma maior responsabilização nesse processo, adotando o uso mais eficiente de matérias-primas, de recursos renováveis e menos poluentes, além da redução do uso de energia no processo de fabricação. Essa postura está alinhada às práticas de reciclagem e reaproveitamento de materiais. Nesse contexto, as ferramentas de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e a logística reversa são instrumentos essenciais para a otimização desse processo.

1.3.1 Ciclo de vida do produto

Segundo Leite (2009, p. 88), a vida útil de um bem é o período que se inicia com sua produção e se estende até o momento em que o consumidor ou cliente o descarta. Caso haja interesse, essa vida útil pode ser estendida por meio do uso por outro consumidor. Caso contrário, o destino do bem pode ser a coleta de lixo urbano, a coleta seletiva, sistemas informais de recolhimento, entre outros, passando à categoria de pós-consumo.

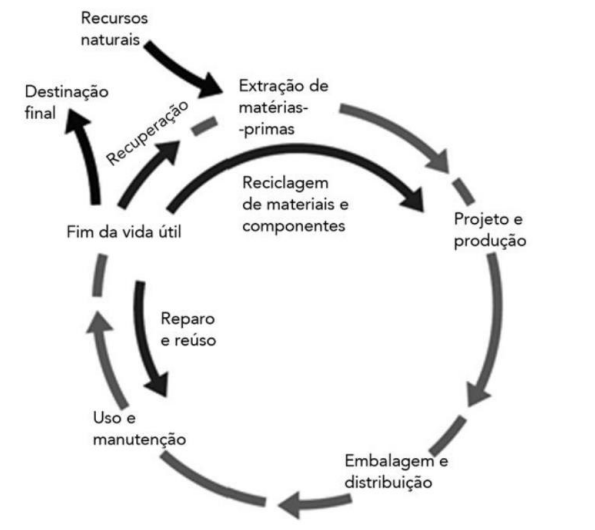
Ainda de acordo com Leite (2009, p. 70), os bens podem ser classificados como descartáveis, duráveis e semiduráveis:

- Bens descartáveis: apresentam duração média de vida útil de algumas semanas, raramente ultrapassando seis meses. Essa categoria inclui embalagens, brinquedos, materiais para escritório, suprimentos para computadores, artigos cirúrgicos, pilhas de equipamentos eletrônicos, fraldas, jornais, revistas, entre outros.
- Bens duráveis: possuem vida útil média que varia de alguns anos a algumas décadas. São produzidos para atender às necessidades da vida social e incluem bens de capital em geral, como automóveis, eletrodomésticos, eletroeletrônicos, máquinas e equipamentos industriais, edifícios de diversas naturezas, aviões, navios, entre outros.
- Bens semiduráveis: apresentam duração média de vida útil de alguns meses, raramente superior a dois anos. Trata-se de uma categoria intermediária que, sob a ótica dos canais de distribuição reversa, pode apresentar características tanto de bens duráveis quanto de descartáveis. Exemplos incluem baterias de veículos, óleos lubrificantes, baterias de celulares, computadores e periféricos, revistas especializadas, entre outros.

Nesta pesquisa, o foco recai sobre os bens descartáveis, que possuem um período curto de vida útil.

Após a obtenção das matérias-primas do meio natural, os destinos finais podem ser o aterro sanitário, a incineração ou o retorno ao ciclo produtivo, por meio da reciclagem, reuso, entre outros (Souza & Valle, 2014, p. 8). A Figura 6 esquematiza os possíveis ciclos de vida de um produto.

Figura 6 - Ciclo de Vida de um produto



Fonte: UNEP (2009, citado por Souza e Valle, 2014)

1.3.2 Pós-venda e pós-consumo de produtos

De acordo com Leite (2009), é possível identificar diversas razões que justificam o retorno de produtos nas categorias de pós-venda e pós-consumo. Essas razões incluem falhas relacionadas à qualidade intrínseca, acordos comerciais que preveem devoluções, necessidade de reparo, conserto ou manutenção dos produtos ou de seus componentes, utilização de embalagens retornáveis, interesse na reutilização de materiais e o encerramento do ciclo de vida útil dos produtos.

Quando se trata do uso de recursos não renováveis ou da eliminação de resíduos prejudiciais ao meio ambiente, o emprego de práticas como reciclagem, reuso e gerenciamento de resíduos apresenta-se como uma das melhores estratégias de desenvolvimento sustentável (Souza & Valle, 2014).

Embora o lucro empresarial seja essencial, este não garante práticas sustentáveis no âmbito do meio ambiente. Dessa forma, as empresas precisam atender a uma série de interesses, e o planejamento nos níveis estratégico, tático e operacional deve estar alinhado a essa visão holística. Tal integração também deve considerar princípios de competitividade, colaboração e inovação (Araújo et al., 2014).

Os bens industriais classificados como duráveis ou semiduráveis, após o descarte pelo seu primeiro possuidor, tornam-se produtos de pós-consumo. Aqueles que ainda mantêm condições de uso podem ser direcionados ao mercado de segunda mão, sendo

revendidos diversas vezes até que alcancem o fim de sua vida útil. A partir desse ponto, tais bens podem seguir por canais reversos, como os de remanufactura ou reciclagem. Quando nenhuma dessas alternativas é viável, são descartados, tendo como destino a incineração ou os aterros sanitários, os quais, por sua vez, muitas vezes excedem sua capacidade, gerando um problema ambiental cada vez mais evidente (Leite, 2003).

Os canais de distribuição reversa de pós-consumo demonstram sua importância econômica em setores como o de ferro e aço, nos quais a economia reversa representa entre 30% e 40% da cadeia produtiva direta. No caso do alumínio, o percentual varia de 20% a 30%, dependendo da localização (Leite, 2003).

Dessa forma, verifica-se a crescente importância da remanufactura e da reciclagem para a sustentabilidade e para a responsabilidade compartilhada entre as esferas do poder público, o setor empresarial e a sociedade. A remanufactura e a manufatura reversa têm se mostrado cada vez mais vantajosas para a indústria. Equipamentos eletrônicos contêm metais raros como ouro e prata, além de alumínio, cobre e lítio, bem como plásticos, vidros e outras matérias-primas importantes, que podem ser recuperadas e reincorporadas ao processo produtivo. Essa prática representa uma alternativa à alta procura energética da indústria, um dos principais responsáveis pela emissão de CO₂ na atmosfera.

De acordo com Meyer et al. (2011, p. 89), o aumento da exploração e uso eficiente dos recursos pode reduzir em cerca de 20% a necessidade de entrada de materiais virgens até 2030. Isso pode representar uma economia potencial de mais de 600 bilhões de euros na indústria europeia entre 2012 e 2030, tanto pela substituição de matérias-primas primárias por secundárias quanto pelo uso sustentável dos recursos (Innova, 2012).

Portanto, conclui-se que, após sua utilização, os bens são passíveis de reaproveitamento. A Figura 7 a seguir, apresenta o ciclo da logística reversa como parte da cadeia de suprimentos reversa.

Figura 7- Cadeia de suprimentos Reversa



Fonte: Guarnieri (2011)

1.3.3 Princípio da responsabilidade alargada do produtor

Em Portugal, de acordo com o Regime Geral da Gestão de Resíduos (Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro), se tem como princípio a responsabilidade alargada do produtor: o qual tem como pressuposto, que os custos da gestão de resíduos resultantes da produção e descarte de um determinado produto devem ser suportados pelo respetivo produtor. Tal princípio é uma concretização do princípio do poluidor-pagador (PPP) na área da gestão de resíduos.

De acordo com o decreto-lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro, a responsabilização do produtor pode ser exclusivamente financeira, ou abranger também aspetos organizacionais, uma vez que o produtor tem a opção de gerir diretamente os resíduos ou delegar essa responsabilidade a um sistema integrado de gestão de resíduos – prática comum – assumindo, nesse caso, os custos associados à gestão realizada por esse sistema. Esta atribuição de responsabilidade tem igualmente como objetivo incentivar mudanças no design dos produtos, de modo a reduzir a geração de resíduos durante a produção e uso, facilitar a reutilização e reciclagem, e assegurar que o tratamento final dos resíduos respeite os princípios da proteção da saúde humana, do meio ambiente e da hierarquia dos resíduos.

A gestão de fluxos específicos de resíduos é concretizada através de sistemas de gestão licenciados para o efeito. O produtor/embalador/distribuidor que coloca o produto no mercado fica obrigado a submeter a gestão dos resíduos a um sistema individual, a

transferir a sua responsabilidade para um sistema integrado, ou a celebrar acordos voluntários com a APA para o efeito.

1.3.4 Sistema de Depósito e Reembolso (SDR)

No âmbito do sistema de logística reversa de embalagens de bebidas, o Sistema de Depósito e Reembolso (SDR), embora ainda pouco difundido em Portugal, tem-se revelado uma alternativa eficaz no contexto da economia circular. Este modelo contribui para a redução da extração de matérias-primas virgens e para o aumento da utilização de matérias-primas secundárias pela indústria, ao promover a reutilização e a reciclagem de materiais, além de fomentar práticas sustentáveis de consumo. O sistema abrange embalagens de bebidas, nomeadamente garrafas de vidro e plástico, bem como latas metálicas.

No âmbito da legislação aplicável, destaca-se a Lei n.º 69/2018, de 26 de dezembro, que institui o sistema de incentivo à devolução e depósito de embalagens de bebidas em plástico, vidro, metais ferrosos e alumínio. Destaca-se também o Decreto-Lei n.º 152-D/2017, de 11 de dezembro, que, no artigo 23.º-C, estabelece que:

"É obrigatória a existência de sistema de depósito e reembolso de embalagens de bebidas em plástico, metais ferrosos e alumínio não reutilizáveis."

Segundo Marques (2020), o Sistema de Depósito e Reembolso (SDR) pressupõe a cooperação entre os produtores e/ou importadores de bebidas e os retalhistas, baseando-se em experiências com sistemas semelhantes aplicados na Islândia, Liechtenstein e Noruega. Trata-se de um instrumento de política ambiental, cujo objetivo é mitigar a poluição, tanto pela diminuição da quantidade de resíduos poluentes gerados e descartados no meio ambiente, quanto pela redução da necessidade de fabricação de novos recipientes.

Além das embalagens tradicionais, o SDR tem sido progressivamente aplicado à recolha de outros produtos, tais como baterias, pilhas, motores movidos a gasolina, equipamentos eletrónicos e materiais de construção. Em algumas iniciativas, esse sistema também tem sido associado a estratégias de mitigação da emissão de gases poluentes, conforme apontado por Walls (2011, citado por Marques, 2020).

No âmbito do SDR, num primeiro plano, é cobrado um valor (depósito) no preço de venda do produto pelas embalagens, que podem ser de plástico, metal ou vidro. O consumidor devolve a embalagem e recebe de volta o valor do depósito (reembolso), sob a forma de numerário ou de descontos no ponto de recolha. Em seguida, o ponto de recolha (retalhista) encaminha o material aos produtores e recebe o valor do reembolso, acrescido da taxa de manuseamento correspondente à embalagem recolhida.

A Figura A 4 (anexo A), demonstra o fluxo da gestão do SDR aplicável em Portugal.

1.3.5 Sistema Integrado de Gestão e Resíduos (SIGR)

As regras e diretrizes referentes à gestão de embalagens e outros resíduos em Portugal, estão definidas no Decreto-Lei n.º 152-D/2017, de 11 de dezembro, que incorpora na legislação nacional as diretivas n.º 94/62/CE e 2004/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, e visa a promoção da prevenção e da gestão de resíduos integrados no ciclo de vida dos produtos.

Segundo a Portaria n.º 29-B/98, de 15 de janeiro, emitida pelos Ministérios da Economia e do Ambiente: os embaladores, importadores, responsáveis pela colocação de produtos no mercado nacional, e os fabricantes de embalagens ou de matérias-primas para sua produção, são responsáveis pela gestão e pelo destino final dos resíduos de embalagens que geram. Essa responsabilidade pode ser transferida para uma entidade gestora no âmbito de um sistema integrado, conforme regulado pelos artigos 7.º e seguintes.

Em alternativa, esses operadores económicos podem implementar um sistema de consignação, que deverá operar de forma semelhante ao modelo previsto no artigo 2.º, com as devidas adaptações, sendo obrigatória a sua aprovação pelo Instituto dos Resíduos. Conforme o artigo 7.º da mesma Portaria: os embaladores, os responsáveis pela colocação de produtos no mercado nacional e os fabricantes de embalagens ou de matérias-primas para a sua produção podem transferir a responsabilidade pela gestão dos resíduos das respetivas embalagens para uma entidade gestora devidamente licenciada para essa atividade (Decreto-Lei n.º 152-D/2017). Esta transferência deve respeitar o

estabelecido no Decreto-Lei n.º 366-A/97, de 20 de dezembro, bem como as disposições da própria portaria.

A gestão de fluxos específicos de resíduos é concretizada através de sistemas de gestão licenciados para o efeito. O produtor/embalador/distribuidor que coloca o produto no mercado fica obrigado a submeter a gestão dos resíduos a um sistema individual, a transferir a sua responsabilidade para um sistema integrado, ou a celebrar acordos voluntários com a APA para o efeito (Agência Portuguesa do meio Ambiente, 2025)

Nesse âmbito, existem diversas entidades que gerem o Sistema Integrado de gestão de resíduos. O Decreto-Lei n.º 152-D/2017, de 11 de dezembro estabelece que:

“As entidades gestoras dos sistemas integrados devem garantir, nomeadamente a estruturação de uma rede de recolha seletiva, o financiamento dos custos de triagem, armazenagem, transporte, tratamento e valorização dos resíduos de embalagens depositados nas redes de recolha seletiva e o cumprimento de metas de recolha e objetivos mínimos de valorização”. (DGAE)

Ainda de acordo com alínea d) do nº 1 do artigo 12 é obrigações da entidade gestora do sistema integrado:

“Promover a realização de campanhas de sensibilização, comunicação e educação, dirigidas aos vários intervenientes do sistema integrado, sobre boas práticas de gestão dos fluxos específicos de resíduos e sobre os possíveis impactes negativos para a saúde e para o ambiente decorrentes da sua gestão inadequada”.

As receitas dos SIGR provêm das contribuições dos agentes económicos e da indústria, bem como no valor de retoma pago pelos recicladores de materiais provenientes de resíduos de embalagens. Esses recursos são utilizados para financiar o funcionamento do sistema integrado, cobrindo, em especial, os custos das entidades encarregadas da recolha seletiva e da triagem dos resíduos de embalagens presentes nos resíduos urbanos, além de outros eventuais encargos relacionados à gestão desses resíduos (Cruz & Marques, 2014).

Nesse contexto, a sociedade Ponto Verde e Nova Verde (SIGRE), Electrão (SGRB e SGREE), dentre outras listadas na tabela 3 abaixo, gerem o sistema integrado de recolha, tratamento e reciclagem dos resíduos, remuneram as SGRU's pelos resíduos oriundos da coleta e separação de resíduos e dão a devida destinação aos mesmos.

A APA é responsável por licenciar e fiscalizar as entidades gestoras dos sistemas integrados de resíduos. A maioria das entidades foram criadas antes de receber a licença para o sistema SIGR específico, uma vez que muitas surgiram com a implementação da legislação de Responsabilidade Alargada do Produtor (RAP). Abaixo, na Tabela 3, listam-se as entidades gestoras por tipo de resíduo e respetivo ano de licenciamento.

Tabela 3 - SIGR e entidades licenciadas

Sigla	Sistema	Entidades licenciadas	Ano de licenciamento
SIGRE	Sistema Integrado de Gestão de Embalagens e Resíduos de Embalagens	Sociedade Ponto Verde (Sociedade Gestora de Resíduos de Embalagens, S.A.)	1997
		Novo Verde (Sociedade Gestora de Resíduos de Embalagens, S.A.)	1997
		Electrão (Associação de Gestão de Resíduos)	2006
		SDR Portugal (Associação de Embaladores)	2024
SIGREM	Sistema Integrado de Embalagens e Resíduos de Embalagens e Medicamentos	VALORMED	2024
VALORFITO	Sistema Integrado de Embalagens e Resíduos de Embalagens em Agricultura	SIGERU (Sistema Integrado de Gestão de Embalagens e Resíduos em Agricultura, Lda.)	2017
SIGOU	Sistema Integrado de Gestão de Óleos Novos e Óleos Usados	SOGILUB (Sociedade de Gestão Integrada de Óleos Lubrificantes Usados, Lda.)	2005
SGPU	Sistema Integrado de Gestão de Pneus Usados	VALORPNEU (Sociedade de Gestão de Pneus, Lda.)	2008
SIGREEE	Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos	ERP Portugal	1999
		Electrão (Associação de Gestão de Resíduos).	2006
SIGRB	Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Baterias	ERP Portugal	1999
		Electrão (Associação de Gestão de Resíduos).	2006
SIGVFV	Sistema Integrado de Gestão de Veículos em Fim de Vida	VALORCAR (Sociedade de Gestão de Veículos em Fim de Vida, Lda.)	2008

SIGRPT	Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Produtos do Tabaco com filtros e filtros comercializados para uso em combinação com produtos do tabaco, que contêm plástico	AGPUU (Associação de Gestão de Plásticos de Uso Único)	2019
--------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------	------

Fonte: adaptado de DGAE

No âmbito das embalagens, as entidades do SIGR que gerem o sistema integrado de gestão de resíduos, o produtor ou fabricante efetua contrato e o pagamento pelo resíduo produzido consoante o tipo de resíduo produzido e a entidade integrante do Sistema Integrado, assegura a reciclagem de diversos materiais, como papel/cartão, vidro, plástico, madeira, aço e alumínio, em nome das empresas embaladoras e importadoras. Assim no momento da venda de embalagens é cobrado um valor de depósito fixo, independente do preço do produto. A Tabela B 4 (anexo B) demonstra as prestações financeiras pagas pelos produtores importadores e embaladores à Novo Verde.

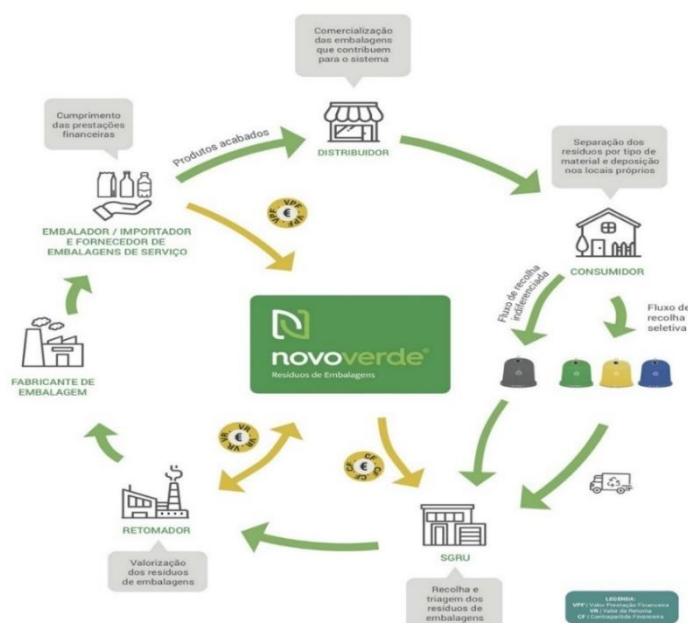
1.3.5.1 Cadeia do SIGR e contrapartida financeira as SGRU's

As SIGR são responsáveis pela contrapartida financeira as SGRU's que operam em Portugal pelos custos de tratamento dos resíduos de embalagens. De acordo com a alínea c) do n.º 1 do artigo 12.º do Decreto-Lei n.º 152-D/2017 são obrigações das entidades gestoras do sistema integrado:

“Prestar, mediante a celebração de contrato, as contrapartidas financeiras aos Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU) destinadas a suportar os custos com a recolha seletiva e triagem dos fluxos específicos contados nos resíduos urbanos, bem como os custos da triagem destes resíduos nas estações de tratamento mecânico e de tratamento mecânico e biológico, da valorização orgânica da componente embalagem e do custo do tratamento das escórias metálicas resultantes da incineração dos resíduos urbanos e de demais frações consideradas reciclagem e, ainda, os custos com a valorização energética de embalagens e com a deposição em aterro quando não seja tecnicamente viável a sua recuperação para reciclagem”

Abaixo, na Figura 8, demonstramos o fluxo da cadeia do SIGRE de embalagens. Nas Figura A 2 e Figura A 3 (anexo A), constam o processo de recolha e encaminhamento dos REE.

Figura 8 - Cadeia do SIGRE



Fonte: Novo Verde

O Despacho n.º 14202-C/2016, de 25 de Novembro de 2016 agrupou os SGRU do Continente de acordo com as características e dinâmicas de cada um e estabeleceu o montante das contrapartidas financeiras a serem pagas pelas entidades gestoras, destinado a cobrir os custos relacionados com a recolha seletiva e a triagem de resíduos de embalagens. Inclui também a triagem desses resíduos nas Estações de Tratamento Mecânico e de Tratamento Mecânico e Biológico, a Valorização Orgânica dos resíduos de embalagens e o tratamento das escórias metálicas provenientes da incineração dos resíduos urbanos, bem como outras frações consideradas como recicláveis e os valores a serem pagos as SGRU's.

Posteriormente, os valores de cálculo foram atualizados periodicamente. Atualmente, o Despacho n.º 12876-A/2024, de 29 de outubro, aprovou o modelo de cálculo e definiu novos valores para as contrapartidas financeiras referentes à recolha seletiva de resíduos de embalagens e à triagem, ou exclusivamente à triagem, com aplicação a partir de 1 de janeiro de 2025.

Os valores de contrapartida financeira para os resíduos de embalagens, em €/tonelada, devidos às SGRU's da categoria da LIPOR, referentes ao ano de 2023 e vigentes em 2025, estão especificados nas Tabelas B 5 e B 6 do Anexo B.

1.3.5.2 OTR - Operadores de Tratamento de Resíduos

As entidades gestoras de sistemas Integrados de gestão de resíduos efetuam a contratação via concurso público ou privada para selecionar retomadores de resíduos ou OTR, os quais são responsáveis pela retoma, reciclagem e a valorização por tipo de material, como: papel/cartão, PEAD, aço, alumínio, PET, filmes plásticos, vidro, madeira, EPS (isopor), ECAL, REE dentre outros. Estes retomadores ou OTR (Operadores de Tratamento de Resíduos) são licenciados pela APA e estão listados no sistema de informação de operadores de gestão de resíduos (SILOGR) por conselhos, operações e Códigos LER. No procedimento concursal ou contratação privada, a entidade gestora define os critérios técnicos e de certificações das OTR concorrentes, bem como os locais de carga de materiais, nomeadamente as SGRU's

A Tabela B 7 do anexo B, demonstra alguns OTR's que operam em Portugal que podem realizar a retoma e tratamento de resíduos.

2.1 Tipo de Estudo

A pesquisa se dá mediante um estudo de caso descritivo de abordagem quantitativa.

Segundo Gil (1999), as pesquisas descritivas têm como finalidade principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas aparece na utilização de técnicas padronizadas de recolha de dados. Esse tipo de pesquisa, segundo Sellitz et al. (1965), busca descrever um fenômeno ou situação em detalhe, especialmente o que está ocorrendo, permitindo abranger, com exatidão, as características de um indivíduo, uma situação, ou um grupo, bem como desvendar a relação entre os eventos.

Segundo Silveira e Gerhardt (2009, p. 35), a pesquisa quantitativa, que tem suas raízes no pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana.

Esclarece Fonseca (2002 p. 20):

“Diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa devem ser mensuráveis. Como as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são obtidos como se constituíssem um retrato real de toda população alvo da pesquisa. A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre a linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc”.

2.2 Questões de investigação

A presente pesquisa, pretende responder as seguintes questões de investigação:

- Qual o valor económico global por tonelada de resíduos obtido com a valorização de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e equiparados pela LIPOR?
- Qual o valor económico obtido com a valorização de resíduos multimateriais pela LIPOR ?
- Qual o potencial de aproveitamento económico de multimateriais existentes nos resíduos oriundos da coleta de resíduos indiferenciados?
- Portugal está a atender as metas referente a retoma e reciclagem de resíduos sólidos e disposição de resíduos constantes nas diretivas da União Europeia e legislação nacional?
- Os municípios na área de abrangência da LIPOR estão a atender as metas referente a retoma e reciclagem de resíduos sólidos e disposição de resíduos, constantes nas diretivas da União Europeia e legislação nacional?

2.3 Objetivos da pesquisa

A pesquisa tem como objetivo:

- Quantificar os materiais atualmente reciclados pela LIPOR.
- Estimar o valor económico e por tonelada de multimateriais nos anos analisados.
- Investigar o fluxo de logística reversa desses materiais e identificar o potencial não aproveitado de multimateriais com valor económico passível de recuperação
- Analisar o enquadramento legal e o cumprimento das metas estabelecidas pelas diretivas da União Europeia e pela legislação nacional relativas à retoma, reciclagem e disposição de resíduos sólidos.

2.4 Unidade de análise

O caso em estudo será a LIPOR - Associação de Municípios para a Gestão Sustentável de Resíduos do Grande Porto, que abrange as unidades de Incineração de Resíduos na Maia (CVE) e as Centrais de Valoração Orgânica (CVO) e a Central de Valoração Multimaterial em Gondomar.

2.5 Técnica de coleta de dados

De acordo com (Pocinho & Matos, 2022) as recolhas de dados na pesquisa quantitativa, podem se dar mediante:

1. Entrevistas estruturadas, não estruturadas ou semiestruturadas;
2. Análise documental;
3. Observação - recolha de dados com a presença do investigador no local.

Desta forma, a pesquisa foi conduzida mediante aplicação de inquéritos, realização de visitas às instalações da LIPOR, dados fornecidos pela empresa, análise de relatórios estatísticos referentes ao tratamento de resíduos e de recolha de resíduos, bem como relatórios financeiros dos anos de 2021 a 2023, de forma a quantificar quais são os materiais e processos de valoração realizados, o que foi reciclado em multimateriais e retornou ao ciclo de produção, bem como identificar o que destes seria passível de aproveitamento económico.

2.6 Técnicas de análise

A análise dos dados foi realizada a partir de uma visita técnica às instalações da LIPOR, realizada no dia 13 de maio de 2025, com duração de duas horas, acompanhada pelo técnico responsável pelos equipamentos de educação ambiental da instituição, responsável pelas visitas técnicas. Durante essa visita, foram aplicados inquéritos e registadas as respetivas respostas, com o objetivo de compreender as áreas de atuação da LIPOR e os processos de valorização de resíduos por ela desenvolvidos. Complementarmente, foram realizados inquéritos por e-mail e telefone junto a Unidade de Monitorização e Estatística (UME) da empresa, com a finalidade de obter dados estatísticos, relatórios integrados e informações financeiras. Adicionalmente, foram

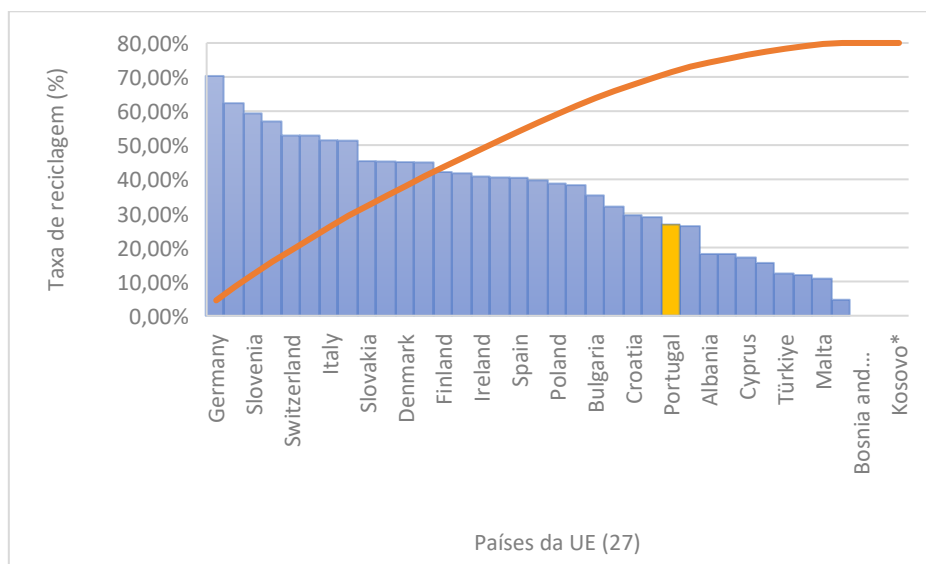
consultadas bases de dados de instituições oficiais, como o Instituto Nacional de Estatística (INE), com foco em informações por município e localização geográfica, bem como o Eurostat, a Pordata e a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), responsável pela monitorização dos dados relativos a todas as SGRU's. Os dados recolhidos foram posteriormente tratados por meio de estatística descritiva, utilizando o software Microsoft Excel, com o objetivo de responder às questões de investigação propostas.

CAPÍTULO III – ESTUDO DE CASO NA LIPOR

3.1 Cenário Nacional e de Portugal na UE em RSU e equiparados

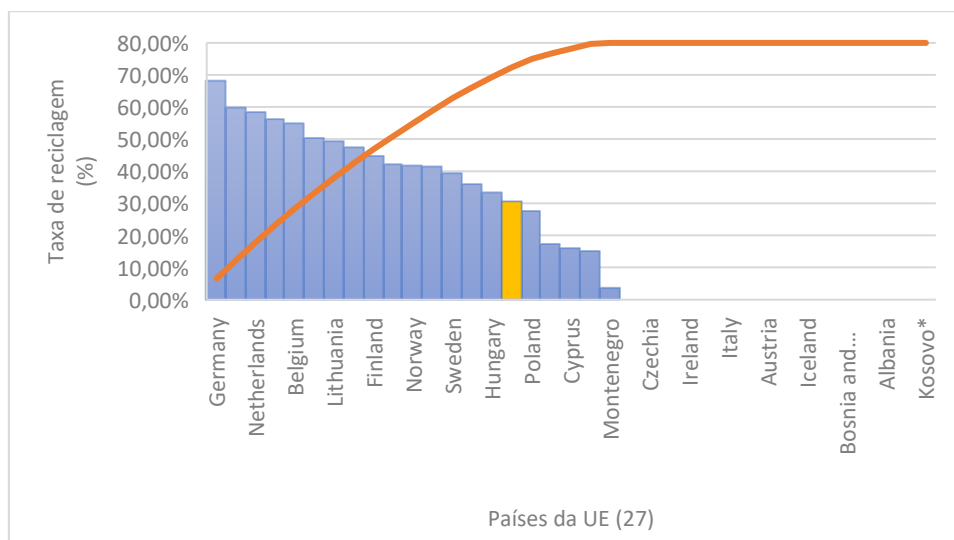
Segundo dados do Eurostat a taxa de reciclagem no ano de 2023 de Portugal está em 30,55%, estando Portugal em 16º dentre os países integrantes da União Europeia em termos de reciclagem de Resíduos sólidos, conforme a Figura 10. Entretanto, Portugal apresentou um avanço em relação a 2020, quando a taxa era de 26,77%, ocupando a 25ª colocação no ranking europeu, conforme Figura 9.

Figura 9 - Taxa de reciclagem de RU em Portugal UE (27) - ano 2020



Fonte: elaboração própria, extraído de Eurostat

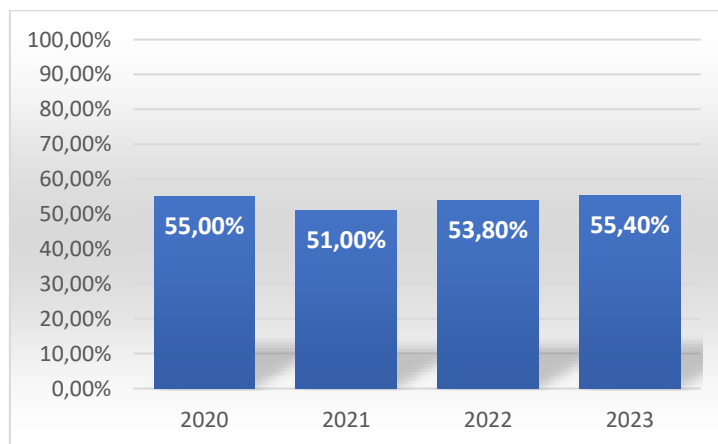
Figura 10 – Taxa de reciclagem de RU em Portugal UE (27) (%) - ano 2023



Fonte: elaboração própria, extraído de Eurostat

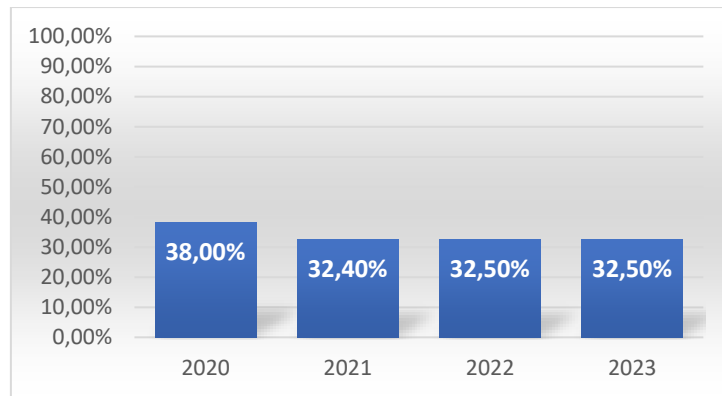
Quanto as taxas de deposição em aterro e a proporção de resíduos preparados para reutilização e reciclagem (PRR) de Portugal, incluindo as ilhas da Madeira e Açores, apresentaram as seguintes percentagens conforme as Figura 11 e Figura 12.

Figura 11 - Proporção de resíduos urbanos depositados em aterro em Portugal



Fonte: adaptado de INE

Figura 12- Proporção de resíduos urbanos PRR (%) em Portugal



Fonte: adaptado de INE

3.2 Apresentação - LIPOR

Neste tópico será apresentada a LIPOR, sua missão, visão e valores, sua estrutura e abrangência geográfica, suas unidades operacionais, seguido pela descrição do sistema de recolha e da valoração de resíduos da empresa, com destaque a iniciativas de redução e reutilização promovidas por meio de programas específicos de reaproveitamento. Em seguida é abordado o cumprimento das metas de PRR e deposição de resíduos em aterros dos municípios de abrangência da LIPOR bem como a caracterização dos resíduos indiferenciados rececionados pela LIPOR.

3.2.1 Missão e Visão - LIPOR

Missão: Transformar resíduos em novos recursos pela implementação de práticas inovadoras e circulares, gerando e compartilhando valor.

Visão: Queremos estar no mercado global e criar tendências para o futuro sustentável.

3.2.2 Estrutura e Abrangência geográfica - LIPOR

Relativamente ao distrito do Porto que integra 18 municípios, o grande Porto abrange o total de 09 municípios: Espinho, Vila Nova de Gaia, Gondomar, Maia,

Matosinhos, Porto, Póvoa de Varzim, Valongo e Vila do Conde, conforme mostrado na Figura 13.

Para a presente pesquisa apesar do município de Vila Nova de Gaia pertencer ao Grande Porto, não será considerada na pesquisa devido ao tratamento dos RSU ser realizado por outro SGRU.

Figura 13 - Mapa do Grande Porto



Fonte: Afonso, M. & Melão, N. (2007).

A LIPOR, foi fundada em 17/11/1982 e constitui-se como uma associação de municípios responsável pela gestão, valorização, recuperação e destinação final dos resíduos sólidos urbanos produzidos pelos oito Municípios que a integram, quais sejam: Espinho, Gondomar, Maia, Matosinhos, Porto, Póvoa de Varzim, Valongo e Vila do Conde conforme Figura 14.

Desta forma, a LIPOR presta serviço a estes municípios e recebe os recursos para o tratamento de resíduos sólidos pela incineração dos mesmos, bem como os rendimentos da reciclagem e valorização dos resíduos de embalagens oriundos da Sociedade Ponto Verde.

Figura 14 - Municípios de abrangência da LIPOR

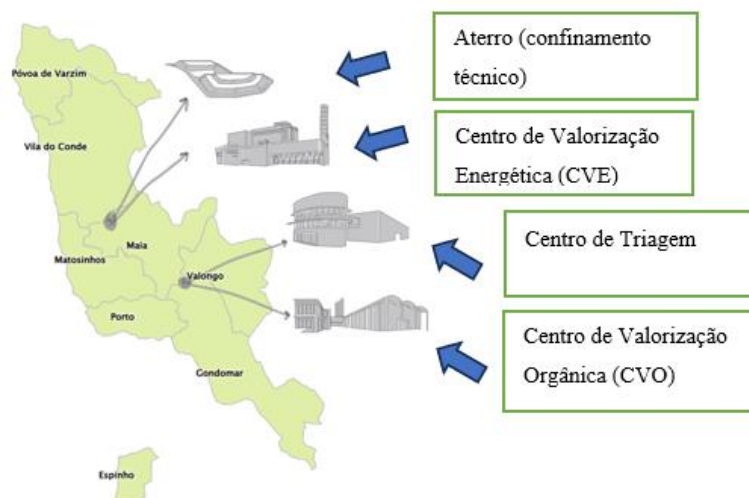


Fonte: Observatório LIPOR

3.2.3 Unidades Operacionais

A LIPOR possui no seu sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (RSU) um aterro sanitário em Moreira da Maia em funcionamento desde o ano de 2001, juntamente com uma Central de Valorização Energética (CVE) instalada no ano de 2000 com capacidade de incineração de 390000 toneladas de resíduos/ano, e um centro de triagem juntamente com um centro de valorização orgânica (CVO) em Baguim do Monte-Gondomar, conforme figura abaixo.

Figura 15 - Unidades Operacionais LIPOR



Fonte: adaptado de Observatório LIPOR

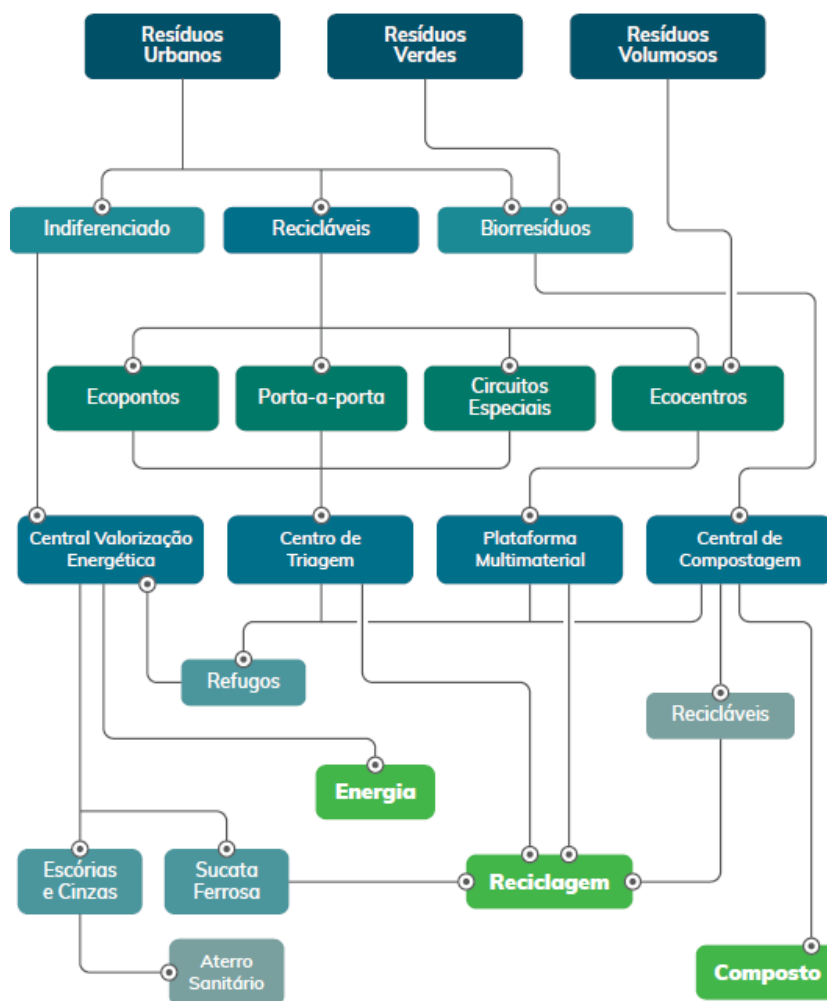
3.2.4 Recolhas de RSU pelas Camaras Municipais

As câmaras municipais efetuam a coleta seletiva de Resíduos e de Resíduos indiferenciados e destinam a LIPOR para ou tratamento ou a valorização energética dos Resíduos. Relativamente a TGR as câmaras municipais efetuam a pagamento a LIPOR pela incineração dos resíduos por tonelada de resíduos.

Quanto a valoração multimaterial, a Sociedade Ponto verde efetua o pagamento pelos materiais recolhidos e destinados a reciclagem e retorno ao ciclo de produção.

A Figura 16 esquematiza o fluxo de receção e encaminhamento de resíduos para tratamento.

Figura 16 Fluxo de encaminhamento dos resíduos sólidos



Fonte: LIPOR (2021) estudo de caso, p. 23.

Após a receção dos materiais os mesmos são separados por categoria em Indiferenciados, recicláveis e matéria orgânica.

3.2.5 Recolha de resíduos indiferenciados (RI)

Os resíduos indiferenciados são aqueles que foram descartados sem a separação do lixo, que poderiam viabilizar a reciclagem orgânica ou material e contem mistura de diversos tipos de resíduos. Estes resíduos são destinados a valorização energética. O refugo do que é incinerado após a mineração de sucata ferrosa, bem como o que ultrapasse a capacidade da CVE é destinada ao aterro sanitário.

3.2.6 Recolha seletiva multimaterial (Trifluxo)

Os métodos mais usuais de recolha seletiva utilizados pela LIPOR são a recolha Porta-a-Porta (PaP), realizada em colaboração com os municípios associados, e a recolha através de ecopontos realizados pelas câmaras municipais. Estes ecopontos estão subdivididos em contentores isolados, ecopontos de superfície, ecopontos subterrâneos e eco ilhas (ou ilhas ecológicas), posicionados em locais estratégicos, conforme ilustrado nas Figura A 6, A7 e A8, constantes no Anexo A. A LIPOR disponibiliza ainda ecocentros fixos e móveis, onde é possível entregar diferentes tipos de materiais.

Os ecocentros e ecocentros móveis (viaturas itinerantes) são pontos de recolha destinados à entrega voluntária de diversos tipos de materiais. Estes equipamentos rececionam resíduos como pilhas, lâmpadas, madeiras, utensílios domésticos fora de uso, plásticos, metais, Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos (REEE), óleos usados, resíduos verdes e Resíduos de Construção e Demolição (RCD), entre outros, conforme ilustrado na Figura A 5 (Anexo A).

Já a coleta seletiva Porta-a-Porta divide-se em 02 categorias:

- Recolha Porta-a-Porta residencial: este sistema baseia-se na disponibilização, à entrada das habitações, de contentores de pequena (50 l, 100 l e 120 l) ou média capacidade (240 l), bem como de sacos ou cestos coloridos, cuja escolha varia conforme o tipo de habitação e a zona abrangida. Trata-se de um modelo de recolha seletiva em que os cidadãos recebem da autarquia os equipamentos adequados para efetuarem a separação dos seus resíduos recicláveis na origem. Isso inclui a deposição de embalagens e resíduos de embalagens de plástico e metal (fluxo

amarelo), papel e cartão (fluxo azul) e vidro (fluxo verde). Em algumas situações, pode ainda ser implementada a recolha seletiva de resíduos orgânicos, com a atribuição de mais um equipamento, efetuada em dias úteis e horários previamente estabelecidos. Vide Figura A 9 e Figura A 10 (anexo A).

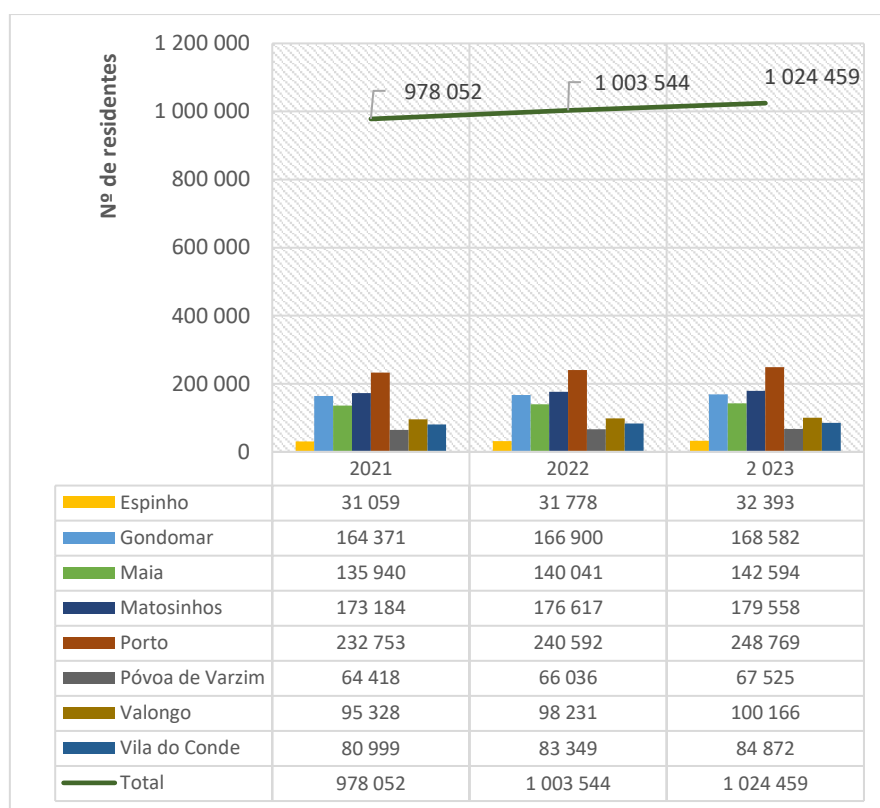
- **Recolha Porta a Porta não residencial:** São aqueles resíduos oriundos de restaurantes, hotéis, cafés, comércio e serviços e de acordo com a LIPOR são responsáveis pela produção de cerca de 40% dos resíduos recicláveis produzidos a nível nacional.

Além disso, as câmaras municipais efetuam recolha gratuita ao domicílio de objetos fora de uso como: sofás, cadeiras, eletrodomésticos e similares, de equipamentos elétricos e eletrónicos - televisões, aquecedores, micro-ondas, dentre outros, bem como de resíduos verdes - pequenos ramos e podas, flores e plantas não envasadas, restos de jardinagem sem terras, mediante marcação prévia, com prazo de recolha de até 5 dias úteis.

3.2.7 População residente nos municípios de abrangência da LIPOR

Nos anos de análise da pesquisa foi observado um aumento populacional da população residente nos municípios que a LIPOR realiza a gestão de RSU de 4,5%, entre 2021 e 2023, conforme Figura 17.

Figura 17- População residente nos municípios de abrangência da LIPOR



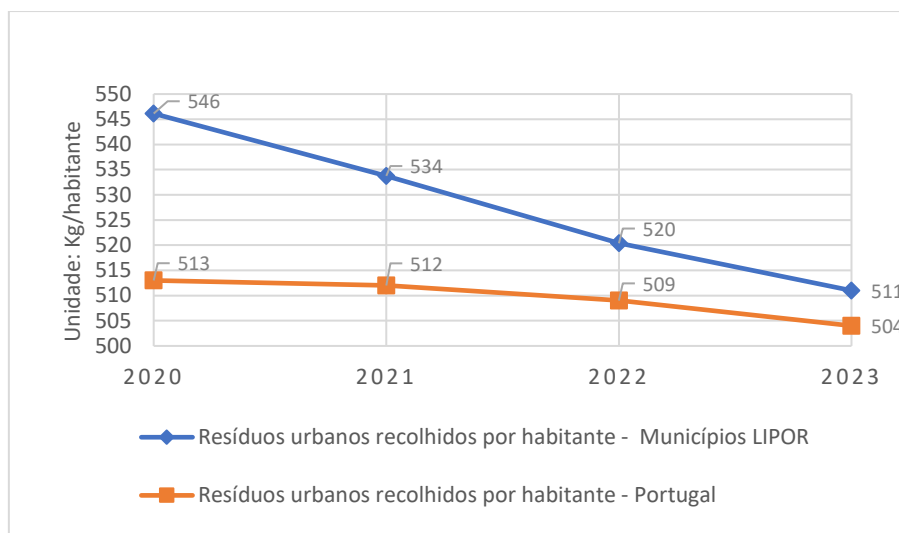
Fonte: INE

3.2.8 Produção per capita de RSU na área de abrangência da LIPOR

Foi verificado uma quantidade maior de resíduos urbanos produzidos pelos municípios de abrangência da LIPOR em relação a média nacional, conforme verificado na Figura 18.

Entre os anos de 2021 e 2023, verificou-se também, uma diminuição na produção anual de resíduos urbanos, em kg por habitante, tanto em Portugal como nos municípios abrangidos pela LIPOR. Contudo, como veremos mais adiante, a produção total de resíduos aumentou ligeiramente, em decorrência do crescimento populacional.

Figura 18 - Resíduos Urbanos produzidos Kg/habitante (2020-2023)



Fonte: INE

3.2.9 Total de Resíduos Urbanos Produzidos

Entre os anos de 2021 a 2023 do total de resíduos urbanos e equiparados, produzidos nos municípios de abrangência da LIPOR, foi destinado um total de 1 555 906 toneladas, conforme Figura 19.

Os resíduos oriundos da coleta seletiva estão divididos em biorresíduos e multimateriais. Os biorresíduos constituem-se de restos alimentares, verdes e verdes de cemitérios.

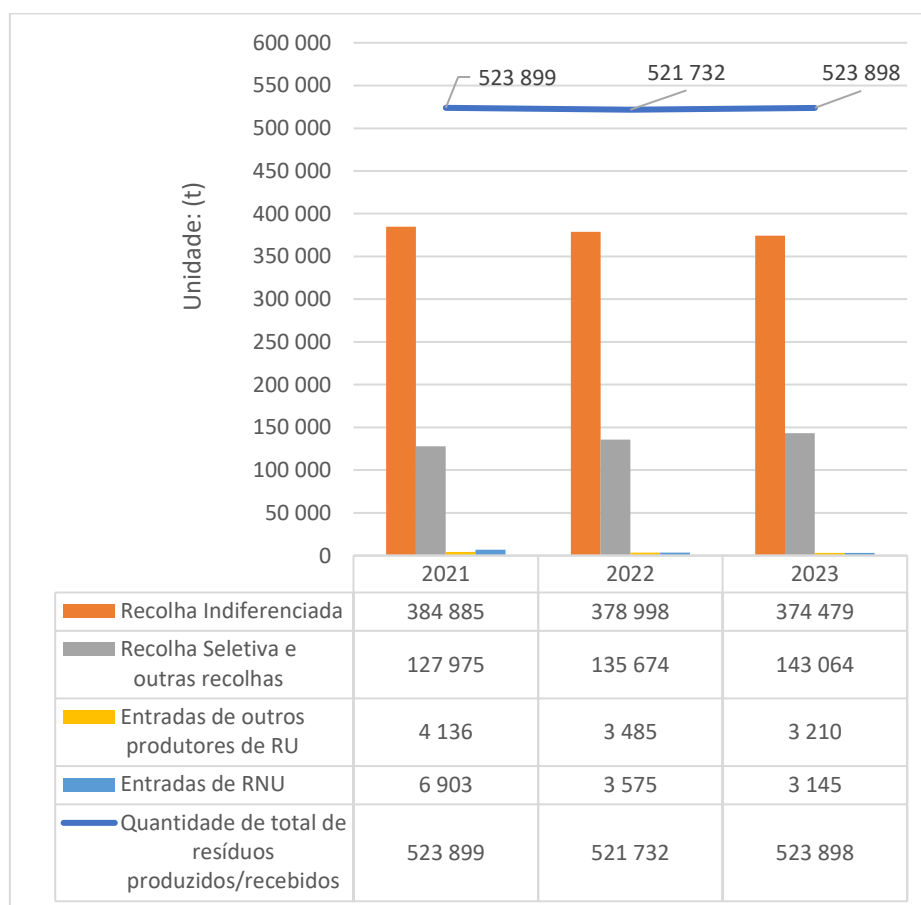
Os resíduos indiferenciados, são resíduos com diversos tipos de resíduos misturados em que não é realizada a separação pela população e são destinados a incineração (valorização energética).

Os multimateriais os quais são o objeto da pesquisa estão divididos em duas categorias:

- 3F+T: embalagens, papel/cartão, vidro, plásticos, sucatas, esferovite + tampinhas, tinteiros e toners.
- Outros Seletivos: madeiras, lâmpadas, pilhas, OAU, monstros NM, rolhas de cortiça.

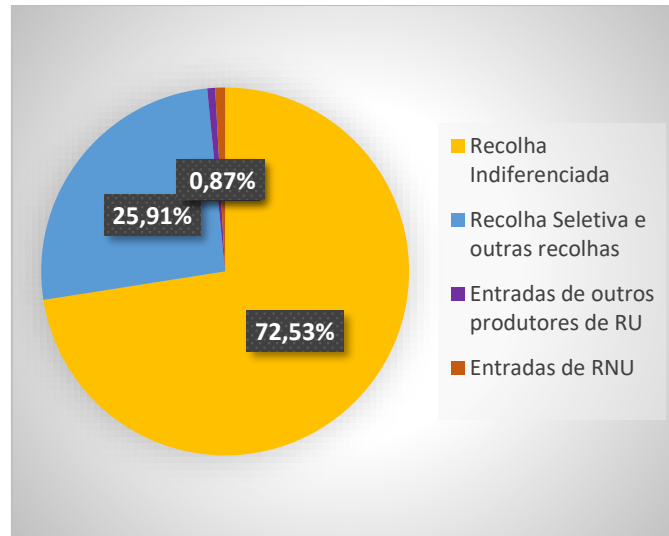
Na Figura 19, é apresentado um gráfico com o total de Resíduos Sólidos Urbanos e não urbanos recebidos nos municípios de abrangência da LIPOR dos anos de 2021 a 2023, sendo 72,53% destes de RSU indiferenciados e 25,91% oriundo da coleta seletiva, conforme Figura 20.

Figura 19 - Quantitativo total de Resíduos Produzidos LIPOR (2021-2023)



Fonte: Elaboração própria com dados da Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2021–2023)

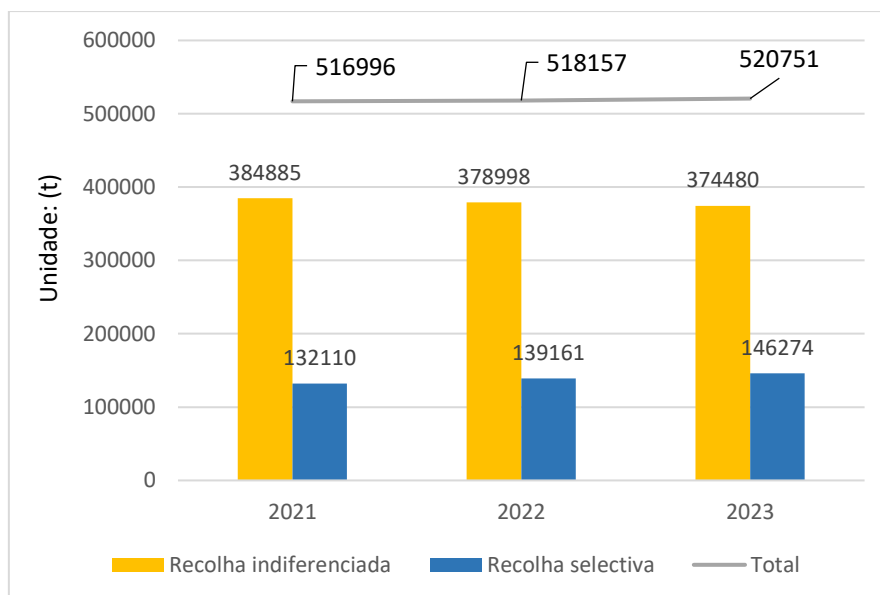
Figura 20 - Resíduos Urbanos por tipo de Recolha (%) (2021-2023)



Fonte: Elaboração própria com dados da Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2021-2023)

Nos anos em análise, notou-se um ligeiro aumento na produção e recolha de Resíduos Urbanos dos municípios oriundo da recolha indiferenciada e coleta seletiva, devido ao aumento populacional, conforme observado na Figura 21.

Figura 21 - Resíduos Urbanos produzidos por tipo de Recolha (2021-2023)



Fonte: Elaboração própria com dados da Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2021-2023)

3.2.10 Valorização de Resíduos Sólidos – LIPOR

Dentre os tipos de valoração dada aos materiais estão a valoração energética, a valorização orgânica e a valorização multimaterial.

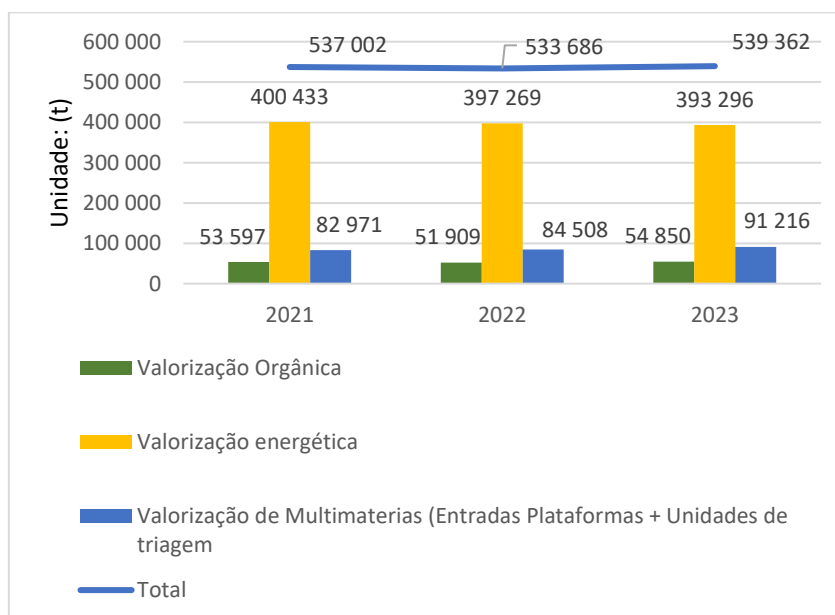
A valorização energética é realizada nos resíduos indiferenciados, bem como também em monstros após a remoção de partes aproveitáveis e papéis que não seja possível a valoração material. Após incineração é realizada a extração de sucatas e materiais ferrosos por processo eletromagnético que é destinado a reciclagem, que ao final do processo produz cinzas que são depositadas em aterro sanitário (confinamento técnico).

A valorização multimaterial se dá pela triagem do material e destinação a indústria para processamento de remanufactura ou reciclagem do material.

A valorização orgânica é feita pela digestão anaeróbica dos resíduos orgânicos e a partir destes são produzidos compostos e corretivos agrícolas utilizados na agricultura.

Na Figura 22 verifica-se a percentagem por tipo de valoração dada aos resíduos rececionados dos anos de 2021 a 2023 nos municípios de abrangência da LIPOR.

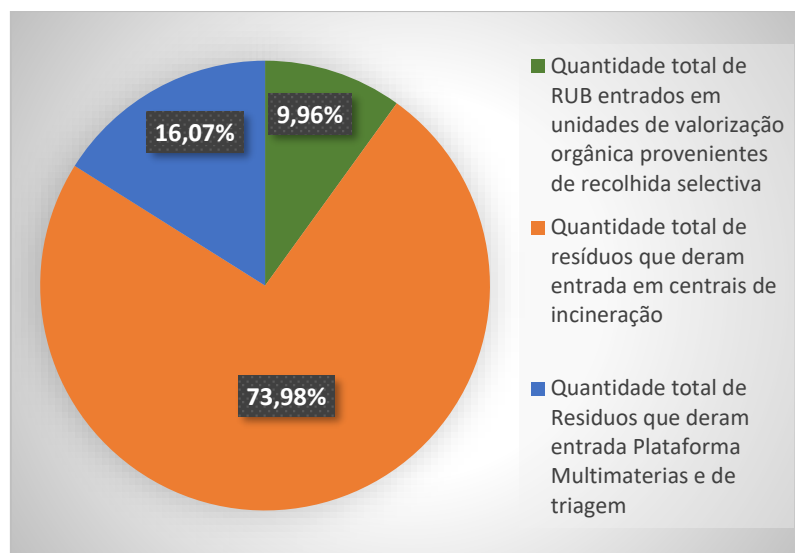
Figura 22 - Resíduos geridos por destino de valoração (2021-2023)



Fonte: Elaboração própria com dados da Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2021–2023)

A Figura 23 demonstra a percentagem de resíduos por tipo de valorização. Como é possível observar a maior parte 73,98% são incinerados, sendo 16,7% destinados a valorização multimaterial e 9,96% a valorização orgânica.

Figura 23 - Resíduos urbanos por tipo de valorização (%) (2021–2023)

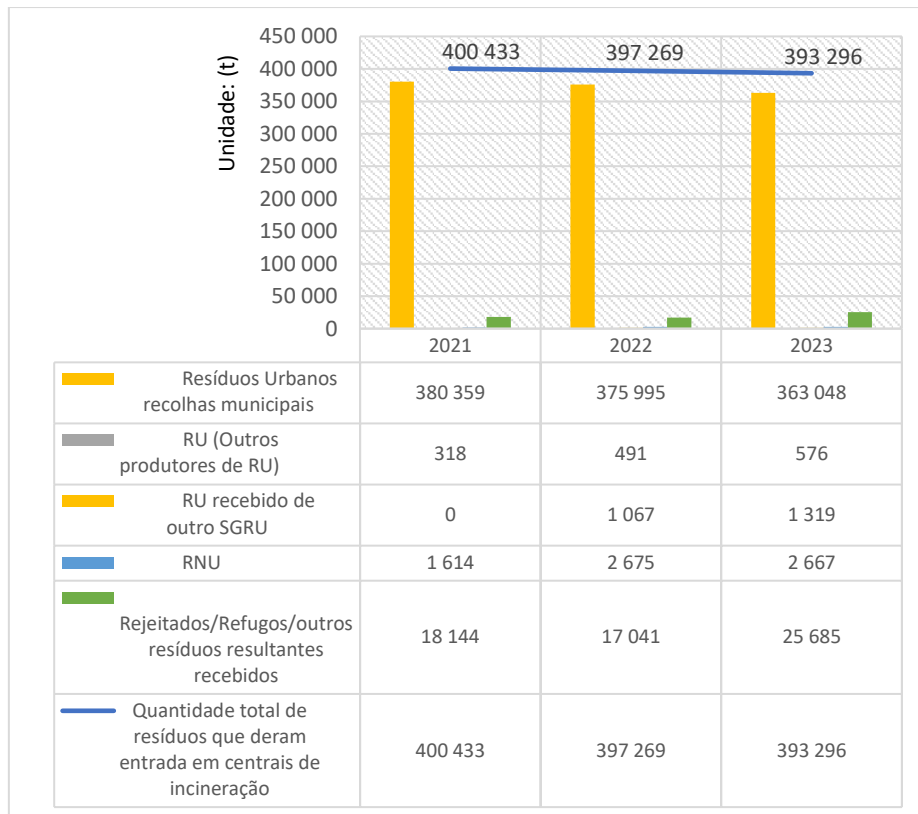


Fonte: Elaboração própria com dados da Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2021–2023)

Portanto LIPOR recebe os resíduos indiferenciados e realiza a valorização energética dos resíduos bem como de rejeitos de materiais de outros tipos de valorização.

A partir da incineração a LIPOR produz energia elétrica em que parte é utilizada no funcionamento da unidade sendo autossuficiente em termos energéticos e o restante é exportado e injetado na rede elétrica. Após a incineração, por processo eletromagnético, são coletados sucatas e metais que são retomados a reciclagem e as escórias e cinzas são posteriormente depositados em aterro sanitário (confinamento técnico). A Figura 24 demonstra a valorização energética da LIPOR por origem dos resíduos.

Figura 24 - Valoração Energética por origem dos resíduos (2021-2023)



Fonte: Elaboração própria com dados da Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2021–2023)

A LIPOR recebe os resíduos biodegradáveis, verdes e verdes e provenientes de cemitérios. Após a receção em seu centro de valorização orgânica (CVO) conforme Figura A 11 (anexo A), é realizado o TMB dos resíduos e o aproveitamento orgânico através de digestão anaeróbica, e fabrica substratos orgânicos e corretivos agrícolas que são vendidos e utilizados na agricultura, possuindo a LIPOR uma empresa, a Nutrimais que realiza a comercialização destes produtos a diversos clientes.

Dentre os tipos de valoração energética a LIPOR inicia também o aproveitamento energético de biorresíduos através da digestão anaeróbica e produção de biogás, com uma unidade em Baguim do Monte, em Gondomar com custo de 55 milhões de euros e outra a ser instalada em Póvoa de Varzim já em funcionamento no ano de 2024. Até então, a LIPOR contava apenas com a Central de Valorização Orgânica(CVO), com capacidade para receber 60 mil toneladas/ano, que são transformados em 13 mil toneladas de adubo 100% orgânico, vendido pela empresa Nutrimais de propriedade da LIPOR. Contudo, vem investido em projetos menores (de biogás) e neste projeto de maior capacidade em Gondomar.

3.2.11 Valorização Multimaterial - LIPOR

A LIPOR receciona os resíduos multimateriais oriundos da coleta seletiva de Ecopontos e de recolha Porta a Porta. Estes resíduos estão divididos em 02 categorias:

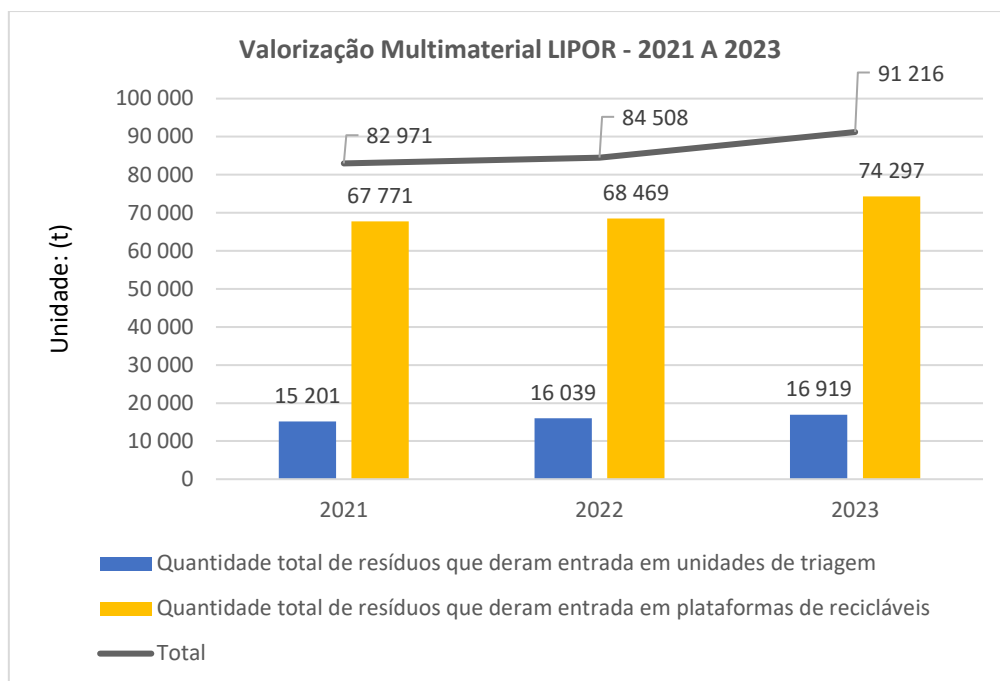
- Resíduos 3F+T: Papel e cartão, embalagens de plástico e metal, embalagens de vidro e tinteiros e toners.
- Outros resíduos: lâmpadas, REE, pilhas, baterias, rolhas de cortiça, OAU (óleos Alimentares Usados) e papeis que não possam ser reciclados.

Os materiais de embalagens conforme painel demonstrativo da LIPOR (Figura A 12 - anexo A), oriundos da coleta seletiva, são rececionados no ecocentro da Formiga (Figura A 13 - anexo A) e passam por uma plataforma multimaterial e pelo centro de triagem (Figura A 14 – anexo A), onde são categorizados por categoria e tamanho, de forma a separar o alumínio, plástico, dentre outros materiais para reciclagem. Aproximadamente 25% destes resíduos são rejeitados devido a contaminação ou produto residual nas embalagens.

Após a separação dos multimateriais, a LIPOR consoante o contrato com as SIGR como a Ponto Verde, Novo Verde, Electrão dentre outras, realiza a transferência dos materiais para os retomadores designados, que efetuam o transporte e tratamento dos resíduos.

De acordo com dados da APA nos anos de 2021 a 2023, a LIPOR rececionou o total de 258 695 (t) de resíduos oriundo das coletas municipais, bem como de outros produtores de RU, conforme Figura 25.

Figura 25 - Total de multimateriais rececionados LIPOR (2021-2023)

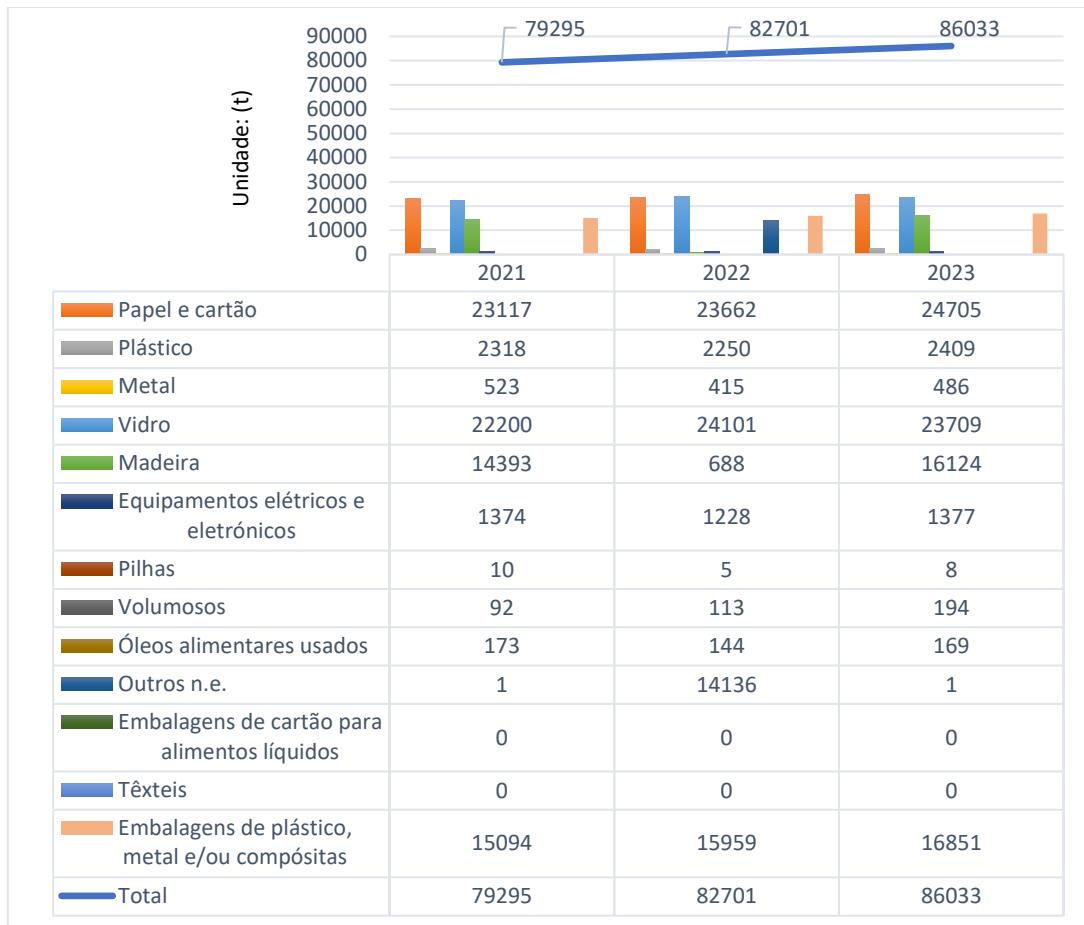


Fonte: Elaboração própria com dados da Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2021–2023)

Quanto aos resíduos urbanos oriundos da recolha municipal, houve o aproveitamento de 248 029 (t) de materiais nos anos analisados, conforme Figura 26 e Figura 27 em (%). De forma que os materiais recicláveis mais substanciais foram:

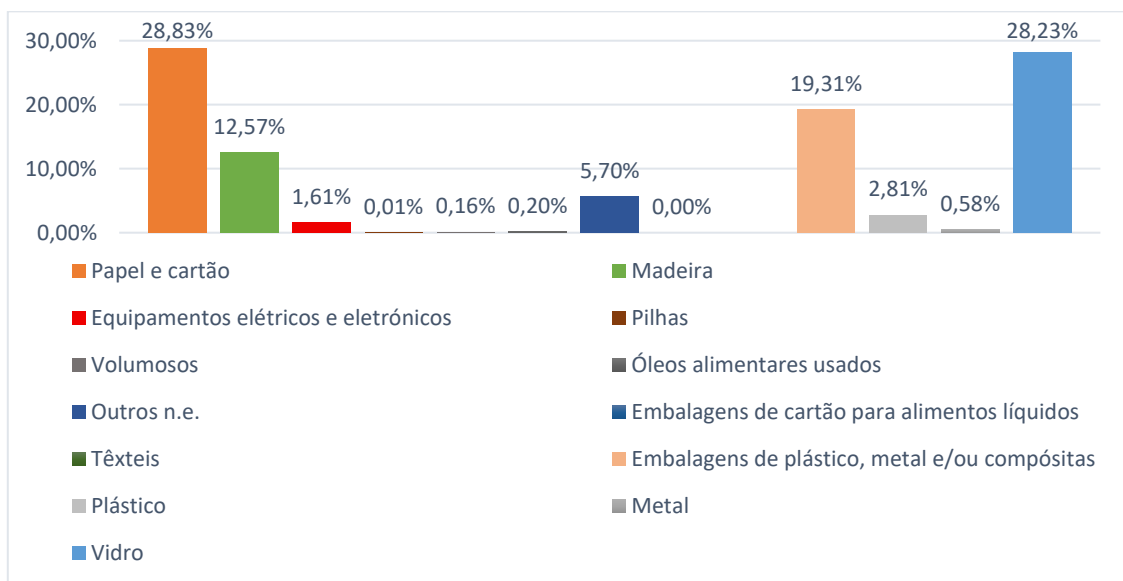
- Papel e cartão (28,83%).
- Vidro (28,23%).
- Embalagens de plástico, metal e compósitas (19,31%).
- Madeira (12,57%).

Figura 26 - RU multimateriais por tipo de material (2021-2023)



Fonte: INE

Figura 27 - RU recolhidos em (%) por tipo de material reciclável 2021-2023



Fonte: INE

3.2.12 Redução e Reutilização - LIPOR

A LIPOR mediante projetos e iniciativas desenvolvidos ou por parceiros, cujo objetivo comum é constituir uma rede local com vista ao prolongamento do tempo de vida útil dos materiais, nomeadamente biorresíduos (alimentares e jardim), e multimaterial (papel e cartão, plástico, vidro, metal, madeira, equipamentos elétricos e eletrónicos, têxteis, entre outros) mediante a redução e reutilização (LIPOR, 2025).

De acordo com o Observatório da LIPOR, nos anos de 2021 a 2023 foram desviados 38624,95 (t) de resíduos que seriam destinados ao descarte (Figura 28), Constituindo uma redução de 8.408,73 (t) de CO₂, conforme a Figura 29.

Figura 28 - Resíduos desviados (2021-2023)

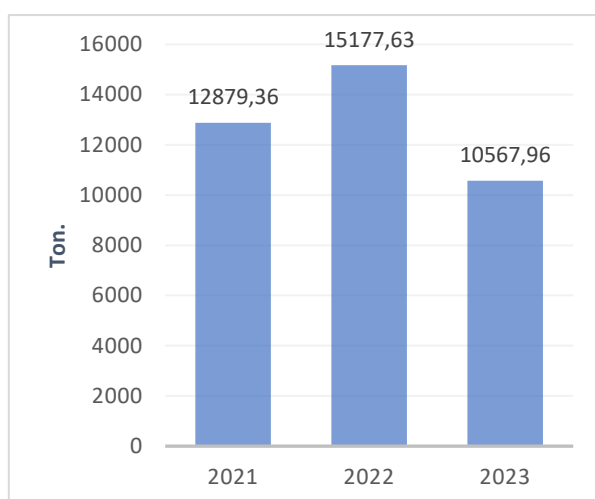
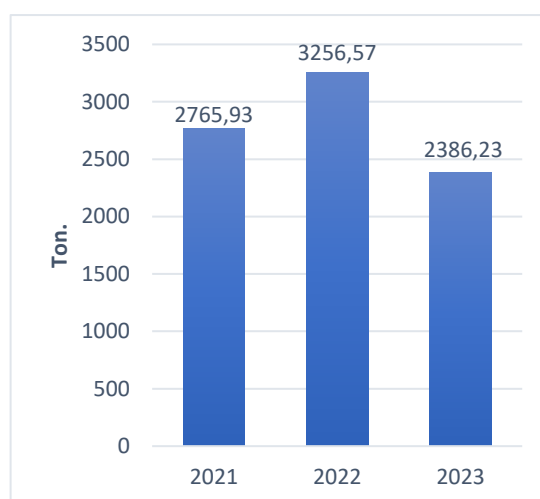


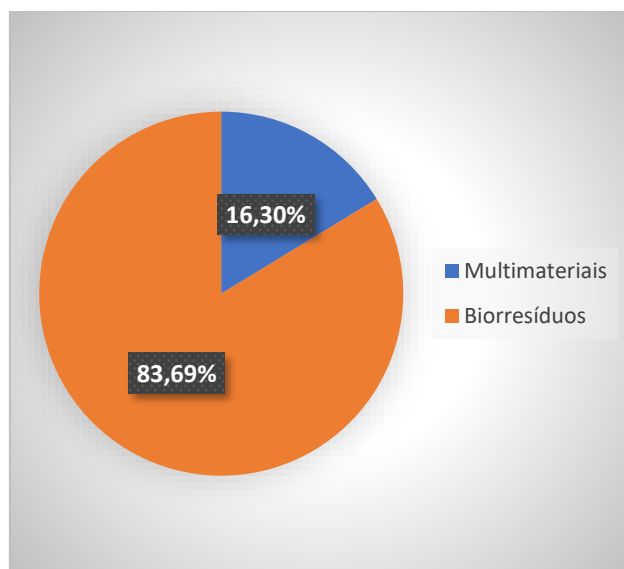
Figura 29 – Emissões CO₂ evitadas (2021-2023)



Fonte: Adaptado de observatório LIPOR (2025)

Quanto a percentagem destes materiais verificou-se que 16,30% destes são de multimatérias e 83,70% de biorresíduos (Figura 30).

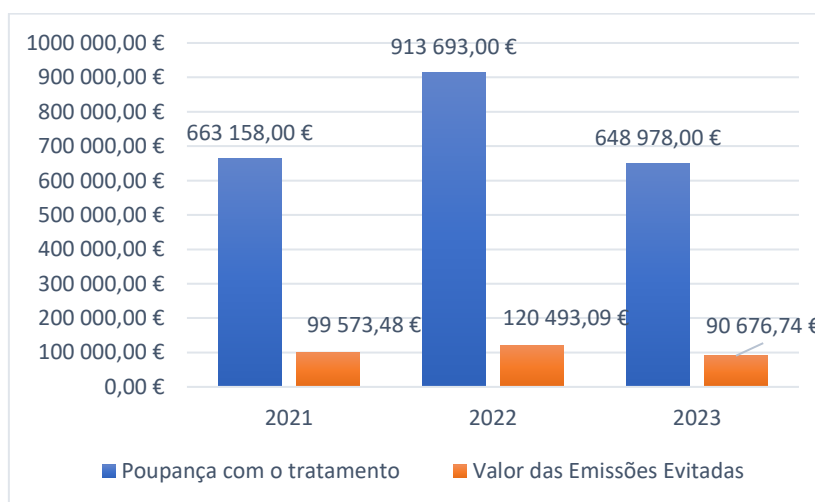
Figura 30 - Distribuição reuso e reutilização LIPOR (%)



Fonte: Adaptado de observatório LIPOR (2025)

Com base da apuração realizada pela LIPOR, verificou-se ainda que isto gerou uma economia estimada de 310.743,31 € referente a emissão de CO₂ (Figura 31) e uma poupança de 2.225.829,00 € com o tratamento dado que estes seriam destinados ao descarte, que em cenário alternativo, seriam encaminhados para valorização energética (incineração), totalizando 2.536.572,31€ de 2021 a 2023, conforme a figura abaixo.

Figura 31 - Poupança com tratamento e emissões de CO₂ (2021-2023)



Fonte: Adaptado de observatório LIPOR (2025)

3.2.13 Cumprimento de Metas PERSU 2020 e 2030 – LIPOR

A APA estabeleceu as metas que cada SGRU deveria atingir no âmbito do PERSU 2020. A Tabela 4, apresentada a seguir, mostra a série histórica do cumprimento dessas metas pela LIPOR.

Tabela 4 - Cumprimento de metas PERSU 2020 – LIPOR

Metas PERSU 2020	Preparação para utilização e reciclagem (2020) – Meta mínima (%)	Meta de deposição de resíduos urbanos biodegradáveis (RUB) em aterro (2020) - Meta Máxima	Retomas de recolha seletiva – Meta Mínima
Metas nacionais	50%	35%	52 kg/hab.ano
Metas a atingir - LIPOR	35 %	10%	54 kg/hab.ano
Metas atingidas LIPOR - 2020	36%	2%	58 kg/hab.ano

Fonte: adaptado de ERSAR- Relatório de monitorização 2020

Portanto, verificamos que a LIPOR cumpriu as metas de estabelecidas no PERSU 2020. Embora, por realizar a incineração de RUB obteve uma baixa taxa de deposição de RUB em aterro de 2%.

Verificou-se, entretanto, que a maior ou menor percentagem de PRR, de deposição em aterro e de retoma da recolha seletiva contribui para o cumprimento ou incumprimento das metas a nível nacional, uma vez que o cálculo realizado pela APA considera o objetivo alcançado de forma agregada para todas as SGRU's.

Relativamente ao PERSU 2030, a APA estabeleceu para a LIPOR as metas de preparação para reutilização e reciclagem (PRR) 61% até 2030, bem como de retoma para os diversos tipos de materiais, conforme Tabela 5 abaixo. Para alcançar tais objetivos, a LIPOR deverá aumentar progressivamente sua taxa de retoma da recolha seletiva de multimateriais, bem como seu percentual de PRR em 25 % até 2030, em relação a meta atingida no ano de 2020.

Tabela 5 - Taxas de recolha seletiva propostas para o multimaterial

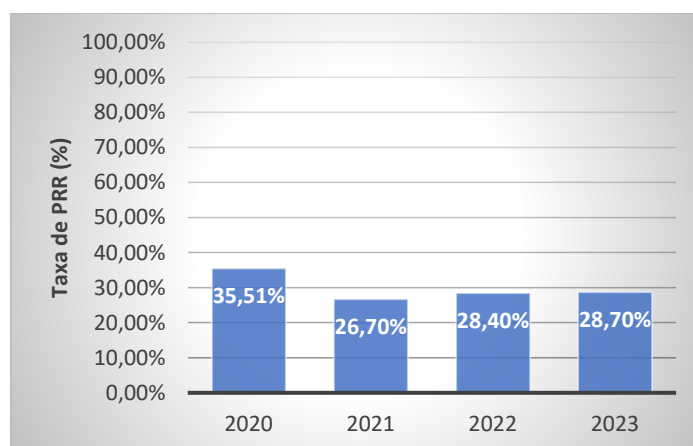
Material	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Vidro	65%	66%	71%	76%	86%	91%	96%
Papel e cartão	71%	79%	82%	85%	88%	92%	95%
Embalagens de plástico	46%	56%	67%	78%	89%	94%	100%
Embalagens de metal ferrosos	78%	78%	83%	89%	89%	94%	100%
Embalagens de metal não ferrosos	34%	44%	56%	67%	78%	83%	100%
ECAL	47%	83%	87%	90%	93%	97%	100%
Embalagens de madeira	19%	25%	26%	27%	28%	29%	30%
Têxteis	-	-	-	-	-	-	75%
Volumosos	-	-	-	-	-	-	55%

Fonte: adaptado de Agência Portuguesa do Ambiente - PERSU 2030

3.2.14 PRR de Resíduos Urbanos na área de abrangência da LIPOR.

Relativamente a preparação para reutilização e reciclagem de resíduos, de acordo com dados do INE, nos municípios de abrangência da LIPOR, foram preparados uma média de, 35,51 em 2020, 26,70% em 2021, 28,40% em 2022 e 28,70% em 2023, conforme a Figura 32.

Figura 32 - PRR municípios de abrangência LIPOR (2020-2023)

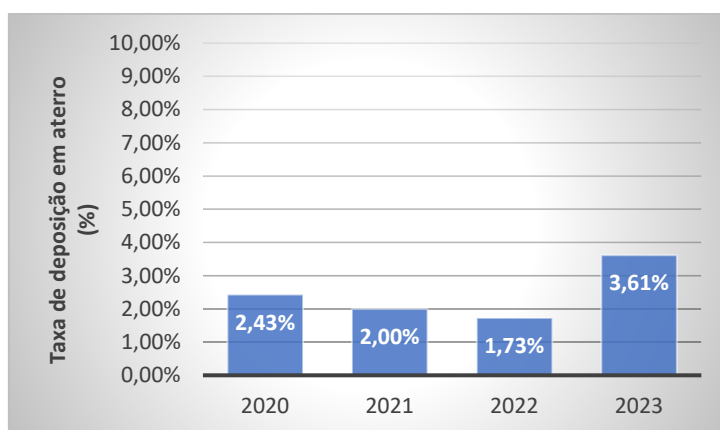


Fonte: adaptado de INE

3.2.15 Taxa de deposição de RU (%) na área de abrangência LIPOR

Conforme o RARU 2023 somente a LIPOR e a TRATORLIXO realizam a valoração energética de resíduos, de forma que os resíduos restantes, são as cinzas e escórias que são destinados a aterro (confinamento técnico). Devido a maior parte dos resíduos serem incinerados no processo de valoração energética, a LIPOR tem uma baixa percentagem de deposição de resíduos em aterro. De acordo com dados do INE, de 2,43% em 2020, 2% em 2021, 1,73% em 2022 e 3,61% em 2023 conforme a figura seguinte:

Figura 33 - Proporção de RU depositados em aterro mun. LIPOR (2020-2023)

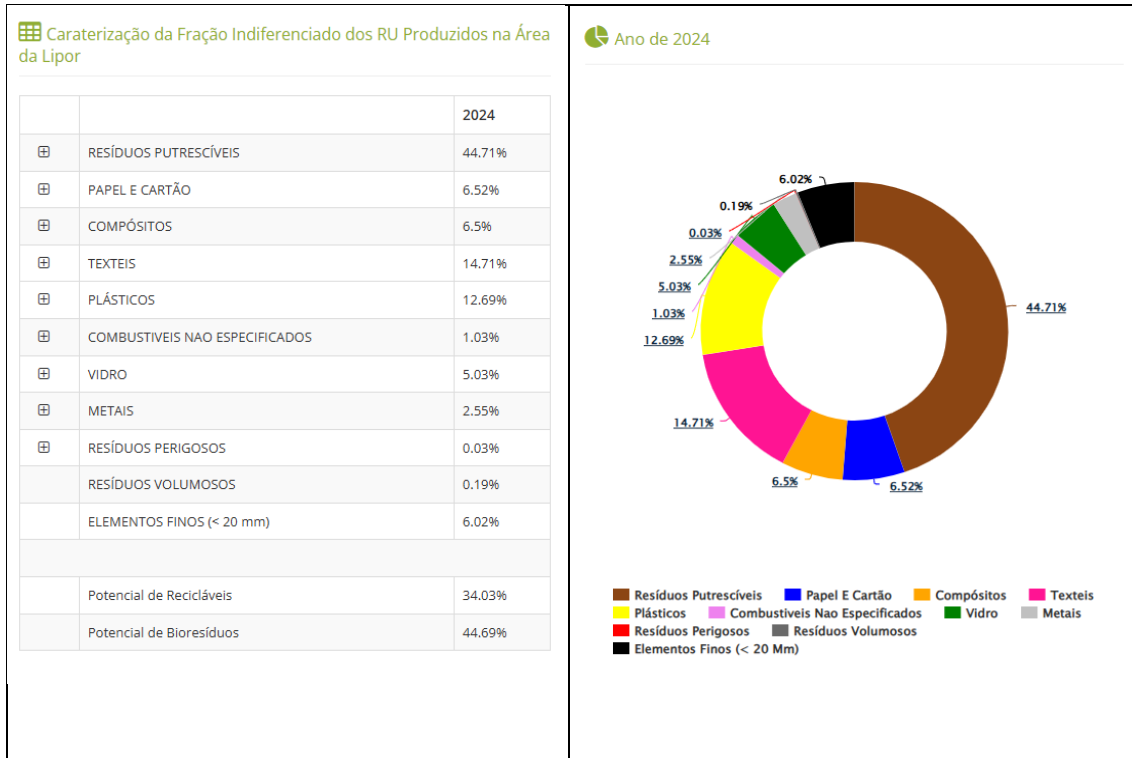


Fonte: adaptado de INE

3.2.16 Caracterização de RI rececionados - LIPOR

Segundo estimativa do Observatório LIPOR, aproximadamente 34,03% dos resíduos Indiferenciados rececionados no ano de 2024 tem potencial de reciclagem multimaterial e 44,69% destes possuem potencial de valorização orgânica, conforme a Figura 34.

Figura 34 - Caracterização de RI ano 2024 - LIPOR



Fonte: LIPOR

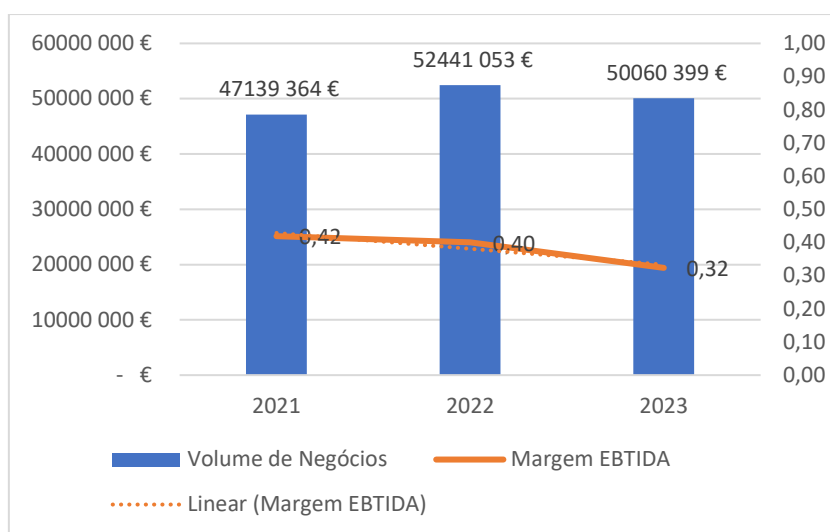
3.3 Análise financeira da LIPOR

3.3.1 Volume de Negócios e Resultado Operacional LIPOR

O volume de negócios representa o valor económico obtido com todas as atividades da empresa: vendas, prestação de serviços, bem como outras receitas operacionais.

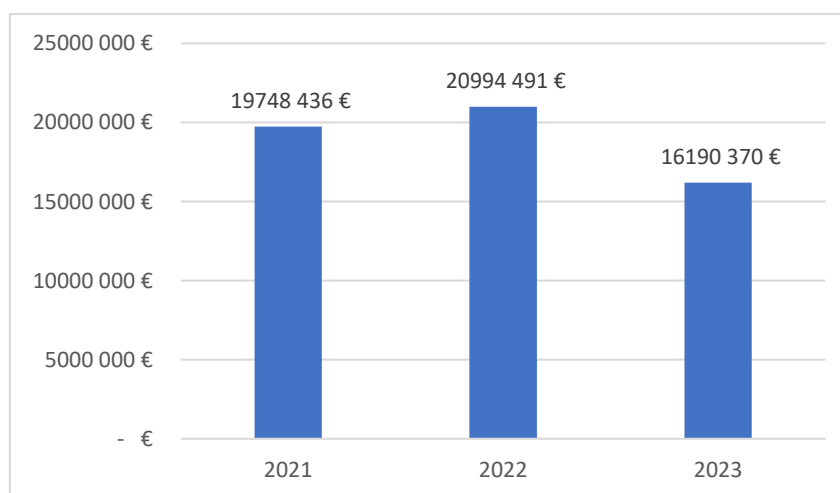
A Figura 35, demonstra o volume de negócios da LIPOR nos anos de 2021 a 2023 e o resultado operacional EBTIDA (Figura 36), que corresponde ao resultado antes de juros, taxas, depreciações e amortizações.

Figura 35 - Volume de Negócios e margem EBTIDA - LIPOR (2021 – 2023)



Fonte: Elaboração própria, Relatório Integrado LIPOR (2024 p. 38)

Figura 36 - Resultado Operacional (EBTIDA)- LIPOR (2021- 2023)

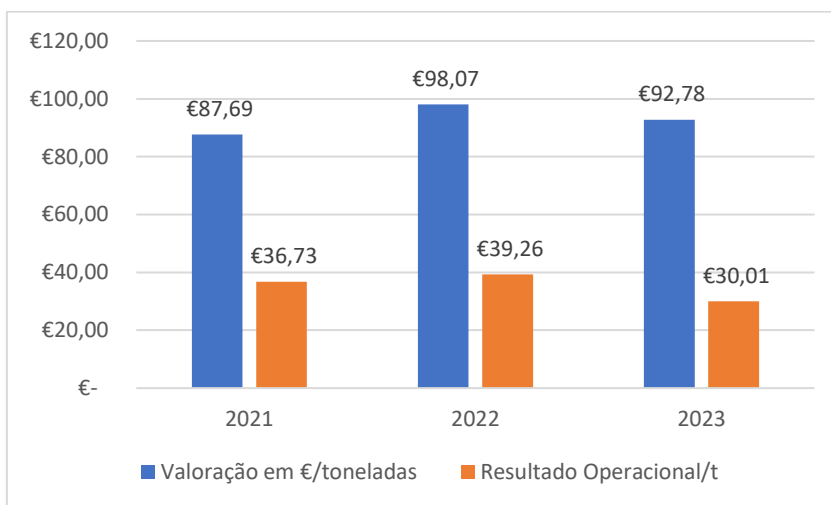


Fonte: elaboração própria, Relatório Integrado LIPOR (2024 p.38)

3.3.2 Valor económico global e resultado operacional/(t) de RSU

Do total de resíduos produzidos nos anos de 2021 a 2023, conforme a Tabela B 8 e Tabela B 9 do anexo B, foi possível obter um valor de 87,69 €, 98,07 € e 92,78 € respetivamente e um resultado operacional por tonelada de 36,73 €, 39,26 € e 30,01 € em 2023, conforme a Figura 37

Figura 37 - Valoração em €/t) de RU e Resultado operacional/(t).

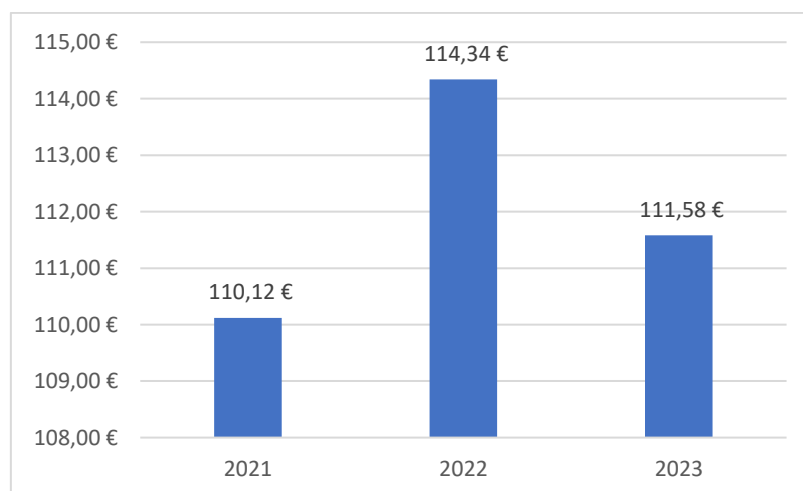


Fonte: elaboração própria, Relatório Integrado LIPOR (2024, pp. 38, 40)

3.3.3 Valor Económico/(t) gerado da valoração multimaterial

A partir do relatório de contas foi possível obter os seguintes valores, conforme Figura 38, para a valoração de materiais em €/tonelada nos anos analisados. Foi observado uma diferença de 25,59% em 2021, 16,59% em 2022 e 20,26% em 2023 em relação ao valor global de valoração de resíduos.

Figura 38 - Valor em €/t) da de Resíduos Multimateriais (2021-2023)

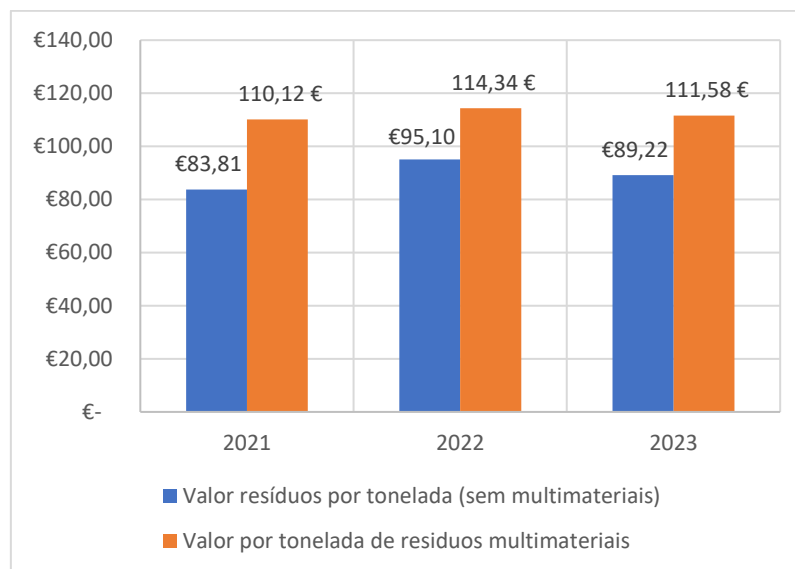


Fonte: Elaboração própria, LIPOR (2023) - relatório interno

3.3.4 Potencial de aproveitamento multimaterial nos RI

Após se subtrair os rendimentos com os multimateriais e obter a valoração do restante de materiais obtido através da valoração orgânica e energética se obtém os seguintes valores, conforme a Figura 39. Representando uma diferença de valor em (%) de 2021 a 2023 de 23,89%, 16,83% e 20,04% respetivamente.

Figura 39 - Valor obtido (t) sem multimateriais x Valor de multimateriais (t)



Fonte: Elaboração própria, LIPOR (2023) - relatório interno

Tendo em vista que a LIPOR estima que no ano de 2024 há um potencial aproximado de 34,03% de aproveitamento multimaterial nos RI, e estimando-se mesma percentagem para anos anteriores, podemos obter os seguintes valores, conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Potencial estimado de valoração e valor económico de RI

Ano	Resíduos indiferenciados em (t)	Potencial de valorização de Resíduos indiferenciados (t)	Potencial de valor económico
2021	384 885,40	130 976,50	14 423 342,47 €
2022	378 997,68	128 972,91	14 746 840,02 €
2023	374 479,04	127 435,22	14 777 693,85 €

Fonte. Elaboração própria, com base em dados do relatório interno LIPOR 2023 e do Observatório LIPOR

(2025)

CAPÍTULO IV – DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1 Análise e Discussão de Resultados

Este estudo teve como objetivo quantificar os materiais atualmente reciclados, e o valor económico obtido por tonelada de multimateriais nos anos analisados, bem como investigar o fluxo de logística reversa desses materiais. Procurou-se a partir daí, identificar o potencial não aproveitado de multimateriais, com valor económico passível de recuperação, bem como analisar o enquadramento legal e o cumprimento das metas estabelecidas pelas diretivas da União Europeia e pela legislação nacional relativas à retoma, reciclagem e disposição de resíduos sólidos.

Com base nos resultados obtidos, verificamos que a LIPOR, nos anos analisados, realizou a preparação para reutilização e reciclagem (PRR) de 26,70% em 2021, 28,40% em 2022 e 28,70% em 2023 do total de resíduos rececionados oriundos da recolha municipal.

A análise dos dados demonstrou que a LIPOR obteve um valor global por tonelada de 87,69 € em 2021, 98,07 € em 2022 e 92,78 € em 2023. No caso dos multimateriais, os valores por tonelada foram de 110,12 € em 2021, 114,34 € em 2022 e 111,58 € em 2023. Observou-se ainda que o aproveitamento económico dos multimateriais foi superior ao da valorização orgânica e energética, quando analisadas separadamente, com diferenças de 23,89% em 2021, 16,83% em 2022 e 20,04% em 2023.

Estima-se ainda, que haja um potencial de aproveitamento aproximado de 34,03% multimateriais nos resíduos indiferenciados, o que, em termos de valor económico, representaria aproximadamente: 14.423.342,47 € em 2021, 14.746.840,02 € em 2022 e 14.777.693,85 € em 2023. Contudo, para o aproveitamento desse potencial, são necessários investimentos em tecnologia, equipamentos e infraestrutura, bem como o reforço da recolha seletiva por parte da população, com vista ao cumprimento das metas de retoma e reciclagem previstas no PERSU 2030.

Em relação as metas do PERSU 2020 verificamos que a taxa de preparação para retoma e reciclagem dos resíduos no ano de 2020 foi de 38,8%, de 53% de RUB depositados em aterro e de 50 kg/hab por ano, tendo Portugal não cumprido a meta de

50%, de 35% de depósitos de RUB em aterros e 52kg/hab.ano estabelecido no PERSU 2020. É necessário frisar também, que a Diretiva (UE) 2018/850 estabeleceu a proibição do aterro de resíduos recicláveis até 2030.

No caso dos municípios abrangidos pela LIPOR, verificamos que a LIPOR atingiu as metas estabelecidas no PERSU 2020, e que devido à valorização energética (incineração) dos RUB, obteve uma baixa taxa de deposição em aterro (2%).

Para tornar o sistema de coleta seletiva mais eficiente, verificámos que a implementação do sistema PAYT (*Pay-As-You-Throw*), como referido por Vinagre (2011) e uma maior sensibilização e educação ambiental da população quanto ao descarte adequado do lixo como indicado por Duarte (2016), poderia levar a um maior volume de resíduos separados mediante a coleta seletiva e destinados a reciclagem. Duarte (2016), defende também a flexibilização das tarifas de gestão de resíduos, propondo incentivos à população que adere ao PAYT e efetua a separação dos resíduos, e coimas para os que não o fazem, em conformidade com práticas já adotadas noutros países europeus. Além disso, a ampliação do Sistema de Depósito e Reembolso (SDR) em Portugal como uma forma de incentivo financeiro a população a promover a reciclagem, também se mostra como um ótimo promotor da economia circular e o retorno de embalagens de bebidas ao ciclo de produção.

Pela revisão da literatura, de acordo com (Singh & Sarkar, 2015), podemos verificar que reciclagem de materiais promove a economia de energia, recursos hídricos e de matérias-primas virgens que seriam utilizadas na produção de novos produtos, bem como promove a redução de GEE e das mudanças climáticas globais.

Verificou-se que as tarifas TGR pagas pela população devem ser flexibilizadas, de modo a incentivar os que praticam a recolha seletiva e a garantir a sustentabilidade económica do tratamento de resíduos por parte das SGRU's.

Verificámos ainda que, conforme a hierarquia de resíduos, a redução e a reutilização são preferíveis e mais benéficas do que a reciclagem, pois prolongam a vida útil dos materiais ou atribuem-lhes novas funções, evitando gastos energéticos e emissões de GEE.

Observou-se que a incineração da totalidade dos resíduos indiferenciados (RI), resulta na destruição de parte significativa dos materiais com potencial de reciclagem,

comprometendo, assim, o cumprimento das metas de retoma e de Preparação para a Reutilização e Reciclagem (PRR) previstas no Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos (PERSU 2030). Adicionalmente, conforme os dados do INE, observou-se uma redução da taxa de PRR nos municípios abrangidos pela LIPOR em 2023, fixando-se nos 28,70%, o que representa um decréscimo de 6,81% face ao valor registado em 2020. Importa destacar que essa taxa deverá atingir 61% até 2030, o que implica que a LIPOR necessitará aumentar progressivamente sua taxa de retoma de multimateriais, bem como sua PRR em 25% relativamente ao ano de 2020, conforme as metas estabelecidas pelo PERSU 2030.

No que respeita à taxa de deposição em aterro dos municípios de abrangência da LIPOR, esta foi de apenas 2% em 2020, devido à valorização energética, cumprindo assim a meta do PERSU 2020 referente a deposição de RUB em aterro. A LIPOR e a TRATOLIXO são os únicos sistemas em Portugal Continental a realizarem valorização energética de resíduos.

No entanto, é importante destacar que, embora menos prejudicial do que a deposição em aterro, a incineração também gera emissões de gases com efeito de estufa e outros poluentes atmosféricos conforme referido por Dorji (2017), não sendo a opção mais adequada de acordo com a hierarquia de gestão de resíduos constante na diretiva 2008/98/CE, que prioriza a prevenção, reutilização e reciclagem.

Quanto ao potencial de valorização de orgânica a LIPOR estima que no ano de 2024 exista um potencial aproximado de 44,69% nos resíduos indiferenciados.

Desta forma as questões de investigação foram respondidas, pois conforme verificado acima, há grande potencial de aproveitamento nos RI indiferenciados. Verificou-se ainda que Portugal, não alcançou as metas de retoma e de PRR estabelecidas no Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos (PERSU 2020). Considerando as metas nacionais de retoma de multimateriais e de Preparação para Reutilização e Reciclagem (PRR), de 55% até 2025 e 60% até 2030, bem como a meta específica da LIPOR de 61% para 2030, torna-se essencial que esta aumente progressivamente tanto a sua taxa de PRR quanto a retoma dos diversos tipos de materiais recicláveis, a fim de cumprir os objetivos estabelecidos no PERSU 2030.

4.2 Dificuldades encontradas e limitação da pesquisa

Durante o desenvolvimento deste estudo, enfrentaram-se algumas dificuldades que limitaram o acesso a informações essenciais para uma análise mais aprofundada. Os dados sobre resíduos e os dados financeiros mais recentes e de anos anteriores, bem como informações disponíveis no Sistema de Apoio à Balança de Informação (SABI) e alguns documentos, como relatórios de contas, não estão publicamente acessíveis.

Foram observadas algumas discrepâncias com os dados de valorização da LIPOR em relação aos dados da APA e INE, isso se deve ao fato de a LIPOR também efetuar a recolha de materiais através do seu ecocentro e ecocentro móvel e efetuar a valorização destes materiais, bem como o tratamento de resíduos de outros produtores além da recolha proveniente da recolha municipal.

Além disso, não foi possível obter os relatórios de vendas da empresa, os quais forneceriam detalhes importantes sobre os multimateriais fim de realizar uma análise mais detalhada de cada tipo de material ou sobre a valoração orgânica e energética da LIPOR, devido ao carácter estratégico e confidencial dessas informações. Em consequência, a análise concentrou-se exclusivamente nos multimateriais, restringindo o escopo do estudo.

Essas limitações influenciam a abrangência da pesquisa e devem ser consideradas ao interpretar os resultados, ressaltando a necessidade de estudos futuros com acesso mais amplo aos dados para uma avaliação mais completa.

4.3 Recomendação para futuras pesquisas

Com base na pesquisa realizada, identificaram-se oportunidades para futuras pesquisas, tais como a análise da valorização de multimateriais em outras SGRU's responsáveis pela gestão e tratamento de resíduos sólidos urbanos, como é o caso da TRATOLIXO. Além disso, destaca-se a relevância de aprofundar o estudo da valoração dos biorresíduos tratados pela LIPOR, temática que não pôde ser explorada com a devida profundidade neste trabalho, bem como o potencial económico associado aos resíduos indiferenciados desses materiais.

Adicionalmente, seria pertinente investigar a participação específica de cada tipo de material no fluxo da cadeia reversa das indústrias, tanto em Portugal quanto em outros países, bem como avaliar o ganho resultante da substituição de materiais reciclados por matérias-primas virgens.

Outras possibilidades de investigação incluem a análise dos benefícios económicos resultantes dos programas de redução e reutilização implementados pela LIPOR, tanto em termos de geração de valor quanto de mitigação das emissões de gases com efeito de estufa (GEE). Por fim, propõe-se também, como linha de pesquisa complementar, a estimativa do valor económico gerado pelo aproveitamento de resíduos em proporção ao Produto Interno Bruto (PIB) nacional, reconhecendo-se, no entanto, as eventuais limitações relacionadas à disponibilidade de dados financeiros atualizados.

CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos concluir, com base nesta pesquisa, que existe grande potencial de valorização dos multimateriais e biorresíduos, cujo aproveitamento poderia representar ganhos económicos substanciais, além de contribuir para a redução das emissões de gases com efeito de estufa e para a economia circular. Este potencial está presente não apenas nos municípios abrangidos pela LIPOR, mas em todo o território nacional.

No entanto, esse aproveitamento exige investimento em tecnologia, equipamentos e infraestruturas adequadas para o tratamento desses resíduos, além de uma maior educação ambiental e separação adequada dos resíduos por parte da população.

Embora a valorização energética realizada pela LIPOR, represente uma alternativa menos prejudicial ao meio ambiente quando comparada a deposição em aterro, a reciclagem continua a ser mais vantajosa, tanto do ponto de vista económico como ambiental.

Os resultados obtidos evidenciam que Portugal não cumpriu as metas estabelecidas no PERSU 2020. Embora a LIPOR tenha alcançado parte dos objetivos, apresentando baixas taxas de deposição em aterro devido à valorização energética, sua taxa de retoma de multimateriais e preparação para a reutilização e reciclagem (PRR) permanece significativamente abaixo das metas definidas no PERSU 2030. Para atingir esses objetivos, os municípios integrantes da LIPOR precisam aumentar progressivamente a taxa de retoma de multimateriais, bem como a taxa de PRR em cerca de 25%, em relação aos níveis de 2020. Contudo, a incineração de resíduos passíveis de reciclagem contribui para o não cumprimento das metas de retoma e PRR a nível nacional, assim como das metas estabelecidas para a LIPOR, conforme previsto nas diretivas da União Europeia e na legislação nacional.

Considerando as metas estabelecidas a LIPOR, relativas a retoma e a preparação para reutilização e reciclagem (PRR) de 61% até 2030, bem como as metas nacionais de PRR de 55% em 2025, 60% em 2030 e, no máximo, 10% de deposição em aterro até 2035, previstas no PERSU 2030, verifica-se que persiste um grande desafio para o seu cumprimento, tanto a nível nacional como nos municípios que integram a LIPOR.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Afonso, M. A. D. & Melão, N. (2007). (PDF) *Para uma tipologia socioeconómica da área metropolitana do Porto: Uma análise estatística multivariada*. https://www.researchgate.net/publication/228656375_Para_uma_tipologia_socio-economica_da_area_metropolitana_do_Porto_uma_analise_estatistica_multivariada

APA. (2024). *Relatório Anual Resíduos Urbanos 2023*. https://apambiente.pt/sites/default/files/_Residuos/Producao_Gestao_Residuos/Dados%20RU/2023/raru_2023.pdf

APA. (2025a). *Dados sobre resíduos urbanos | Agência Portuguesa do Ambiente—Dados 2021*. <https://apambiente.pt/residuos/dados-sobre-residuos-urbanos>

APA. (2025b). *Dados sobre resíduos urbanos | Agência Portuguesa do Ambiente—Dados 2022*. <https://apambiente.pt/residuos/dados-sobre-residuos-urbanos>

APA. (2025c). *Dados sobre resíduos urbanos | Agência Portuguesa do Ambiente—Dados 2023*. <https://apambiente.pt/residuos/dados-sobre-residuos-urbanos>

APA. (2025d). *PERSU 2030 - objetivos intercalares, alocados aos municípios e SGRU, no quadro das suas competências e de partilha de responsabilidades, para o cumprimento das metas nacionais em matéria de resíduos urbanos [Documento orientador]*. https://apambiente.pt/sites/default/files/_Residuos/Planeamento/Documento%20Orientador.pdf

APA. (2025e). *Responsabilidade pela Gestão | Agência Portuguesa do Ambiente. Responsabilidade na produção e recolha*. <https://apambiente.pt/residuos/responsabilidade-pela-gestao>

APA. (2025f). *Valor da TGR | Agência Portuguesa do Ambiente. Valor da TGR*. <https://apambiente.pt/residuos/valor-da-tgr>

APA. (2025g). *Fluxos específicos de resíduos | Agência Portuguesa do Ambiente..* <https://apambiente.pt/residuos/fluxos-especificos-de-residuos>

APA. (2025i) . Relatório anual de resíduos urbanos 2023 [Em linha]. Disponível em em março, 30, 2025: https://apambiente.pt/sites/default/files/_Residuos/Producao_Gestao_Residuos/Dados%20RU/2023/raru_2023.pdf

Araujo, A. C. D., Matsuoka, É. M., Ung, J. E., Hilsdorf, W. D. C., & Sampaio, M. (2013). Logística reversa no comércio eletrônico: um estudo de caso. *Gestão & Produção*, 20, 303-320.

Corrêa Silva, L., Costa Roza, B., & Rathmann, R. (2012). Gestão de resíduos sólidos urbanos na cidade do Porto (Portugal): um exemplo de prática sustentável? *Environmental and Social Management Journal; Vol. 6 No. 2 (2012); 60-78 ; Revista de Gestão Social e Ambiental; v. 6 n. 2 (2012); 60-78 ; 1981-982X; 10.24857/rgsa.v6i2. BASE. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v6i2.372>*

Cruz, N. F. da, & Marques, R. C. (2014). Análise econômica do sistema da reciclagem em Portugal. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 19, 335–344. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522014019000000190>

Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro, No. Diário da República n.º 239/2020, 1º Suplemento, Série I de 2020-12-10, páginas 25-(2) a 25-(269) (2020). <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/102-d-2020-150908012>

Despacho n.º 14202-C/2016, de 25 de novembro, No. Diário da República n.º 227/2016, 2º Suplemento, Série II de 2016-11-25. Obtido 12 de junho de 2025, de <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/despacho/14202-c-2016-105263195>

Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro de 2008, relativa aos resíduos e que revoga certas directivas (Texto relevante para efeitos do EEE), EP, CONSIL, 312 OJ L (2008). <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/98/oj/por>

Diretiva (UE) 2018/850 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio de 2018, que altera a Diretiva 1999/31/CE relativa à deposição de resíduos em aterros (Texto relevante para efeitos do EEE), CONSIL, EP, 150 OJ L (2018). <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/850/oj/por>

Diretiva (UE) 2018/851 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio de 2018, que altera a Diretiva 2008/98/CE relativa aos resíduos (Texto relevante para efeitos do EEE), CONSIL, EP, 150 OJ L (2018). <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/851/oj/por>

Diretiva (UE) 2018/852 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio de 2018 que altera a Diretiva 94/62/CE relativa a embalagens e resíduos de embalagens (2018). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/852/oj/por>

Dorji, N. (2017). (PDF) *Understanding of Urban Waste Management*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/321145864_Understanding_of_Urban_Waste_Management

Duarte, I. V. S. (2016a). *Análise da recolha seletiva de resíduos urbanos em Portugal e comparação com outros países* (rcaap.com.uc.estudogeral.sib.uc.pt.10316.37119). RCAAP. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=14234dfc-406b-3700-a52b-e4d91877788e>

Direção Geral das Atividades Económicas. (sem data). *Entidades Gestoras de Resíduos*. Obtido 15 de junho de 2025, de <https://www.dgae.gov.pt/licenciamentos-e-registos/entidades-gestoras-de-residuos.aspx>

Electrão. (2023). *Resultados Financeiros—Electrão*. Obtido 12 de junho de 2025, de <https://relatorio-anual-2023.electrao.pt/pt/sistemas-de-reciclagem-resultados/embalagens/resultados-financeiros>

ERSAR. PERSU 2020 - Relatório de Monitorização 2020. Recuperado em junho 20, 2025 de <https://www.ersar.pt/pt/publicacoes/publicacoes-tecnicas/relatorios>

Eurostat. (2025a). *Municipal waste by waste management operations*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/waste/database>

Eurostat. (2025b). *Municipal waste by waste management operations 2020-2023*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_wasmun/default/table?lang=en&category=env.env_was.env_wasst

Fernández, J. M., Zamorano, M., Grindlay, A. L., & Rodríguez, M. I. (2015). *Energy valuation of urban waste: Vega de Granada case study*. 167–181. <https://doi.org/10.2495/RAV150151>

Ferreira de Oliveira, M. (2011). *Metodologia científica: Um manual para a realização de pesquisas em Administração*. https://biblioteca.unisced.edu.mz/bitstream/123456789/2707/1/Manual_de_metodologia_cientifica_-_Prof_Maxwell.pdf

FFMS. (2025a). *Produção de resíduos municipais*. Produção de resíduos municipais: indicadores 2023. <https://www.pordata.pt/pt/estatisticas/ambiente/producao-e-consumo-sustentaveis/producao-de-residuos-municipais>

FFMS. (2025b). *Produção de resíduos municipais per capita*. Produção de resíduos municipais per capita: indicadores 2023. <https://www.pordata.pt/pt/estatisticas/ambiente/producao-e-consumo-sustentaveis/producao-de-residuos-municipais-capita>

FFMS. (2025c). Taxa de reciclagem de resíduos urbanos (%): indicadores 2023. <https://www.pordata.pt/pt/estatisticas/ambiente/cidades-e-comunidades-sustentaveis/taxa-de-reciclagem-de-residuos-urbanos>

Fonseca, J. J. S. (2002). *Apostila de metodologia da pesquisa científica*. João José Saraiva da Fonseca. <http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>

Fonseca, J. M. N. (2020). *Valorização energética de resíduos para uma economia circular: O estado da arte em Portugal*. <http://hdl.handle.net/10400.22/16920>

Gil, A. C. (2002). *Como Elaborar Projetos de pesquisa* (4ª Edição). Atlas.

Gonçalves, I. R. (2021). *Sistema piloto de reembolso de depósito, para embalagens de bebidas (de PET e alumínio), na Universidade de Aveiro*. https://ria.ua.pt/bitstream/10773/33612/1/Documento_Inês_Gonçalves.pdf

Guarnieri, P. (2011). *Logística Reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental*. Patricia Guarnieri.

Guide to Resource Efficiency in Manufacturing: Experiences from improving resource efficiency in manufacturing companies | Green Industry Platform. (sem data). Obtido 18 de maio de 2025, de <https://www.greenindustryplatform.org/guidance/guide-resource-efficiency-manufacturing-experiences-improving-resource-efficiency>

Haghi, A. K. (2011). *Waste Management: Research Advances to Convert Waste to Wealth.* Nova Science Publishers.

INE. (2025). *Resíduos urbanos recolhidos (t) por Localização geográfica (NUTS - 2024) e Tipo de material reciclável; Anual 2021-2023; Anual*, Portugal: INE, Instituto Nacional de Estatística. Disponível em maio, 30, 2025 em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0009614&contexto=bd&selTab=tab2

INE. (2025). *Resíduos urbanos recolhidos por habitante (kg/ hab.) por Localização geográfica (NUTS - 2013); Anual (6) , 2021-2023*, Portugal: INE, Instituto Nacional de Estatística. Disponível em maio, 30, 2025 em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0012765&contexto=bd&selTab=tab2

INE. (2025). *Proporção de resíduos urbanos preparados para reutilização e reciclagem (%); Anual (7) 2020-2023*, Portugal: INE, Instituto Nacional de Estatística. Disponível em maio, 30, 2025 em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0014416&contexto=bd&selTab=tab2

INE. (2025). *Resíduos urbanos recolhidos (t) por Localização geográfica (NUTS - 2024) e Tipo de material reciclável; Anual 2021-2023; Anual*, Portugal: INE, Instituto Nacional de Estatística. Disponível em maio, 30, 2025 em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0009614&contexto=bd&selTab=tab2

INE. (2025). *Proporção de resíduos urbanos depositados em aterro (%) por Localização geográfica (NUTS - 2024); Anual 2020-2023; Anual*, Portugal: INE, Instituto Nacional de Estatística. Disponível em maio, 30, 2025 em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0012768&contexto=bd&selTab=tab2

INE. (2025). População residente (Série longa, início 1991 - N.º) por Local de residência (NUTS - 2024), Sexo e Idade; Anual Portugal: INE, Instituto Nacional de Estatística. Disponível em maio, 30, 2025 em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&contecto=pi&indOcorrCod=0012903&selTab=tab0

Kicheek, C. (2023, agosto). (PDF) Urban Waste Management: Methods, Techniques and Strategies. *TIJER*, 10(8), 17. https://www.researchgate.net/publication/373144935_Urban_Waste_Management_Methods_Techniques_and_Strategies

Lei n.º 52/2021, de 10 de agosto, No. Diário da República n.º 154/2021, Série I de 2021-08-10, páginas 5-106 (2021). <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/lei/52-2021-169360995>

LIPOR. (sem data). *Observatório de Resíduos LIPOR*. Lipor. Obtido 16 de junho de 2025, de <https://www.lipor.pt/pt/valorizar/observatorio-de-residuos-lipor/>

LIPOR. (2020a). *LIPOR*. Observatório de Resíduos LIPOR - Painel de controlo. Recuperado em março, 30, 2025 de <https://portal.lipor.pt/pls/apex/f?p=2020:1:0>

LIPOR. (2020b). Observatório de Resíduos LIPOR. Recuperado em março, 30, 2025 de <https://portal.lipor.pt/pls/apex/f?p=2020:25:0>

LIPOR. (2025). *Lipor | Ecocentro Móvel*. Lipor. Recuperado em março, 30, 2025 de <https://www.lipor.pt/pt/recicla-te/ecocentro-movel/>

LIPOR(2021). *Gestão E Tratamento De Resíduos Na Região Metropolitana Do Porto - Estudo de caso*. Recuperado em 30 março, 2025 de https://www.lipor.pt/fotos/editor2/PORTAL_2020/INTERNACIONAL/CASE_STUDY/AF_LIPOR_PT.pdf

LIPOR – Relatório Integrado 2024. Recuperado em março, 30, 2025: https://www.lipor.pt/fotos/gca/lipor_relatorio_integrado_2024_final_v2_18399565816841578541fbb.pdf

LIPOR. Observatório de Resíduos. Disponível em março, 30, 2025: <https://www.lipor.pt/pt/valorizar/observatorio-de-residuos-lipor/>

LIPOR. Observatório de Resíduos - Caraterização da Fração Indiferenciado dos RU Produzidos na Área da Lipor Disponível em março, 30, 2025 em <https://portal.lipor.pt/pls/apex/f?p=2020:24:0>

LIPOR. Observatório de Resíduos - Unidades Operacionais da Lipor. Disponível em março, 30, 2025: <https://portal.lipor.pt/pls/apex/f?p=2020:25:0>

LIPOR. Observatório de Resíduos - Produtos. Disponível em março, 30, 2025: <https://portal.lipor.pt/pls/apex/f?p=2020:23:0>

Matthew Mccrea, Tong Kai Tan, Hui-hsuan Ting, & Xiaoli Zuo. (sem data). A Cost-Benefit Analysis of Different Waste-to-Energy Technologies for the Management of Municipal Solid Waste in Singapore. *Http://Franke.Uchicago.Edu/Bigproblems/Team6.Pdf*. BASE. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=5c8c3383-e7cf-3b45-9198-ef50063c0b0d>

Marques, D. F. G. (2020). *Sistemas de reembolso de depósito para garrafas de bebidas e latas: um instrumento circular?: o caso português* (Master's thesis, Universidade de Lisboa (Portugal)). <https://repositorio.ulisboa.pt/bitstream/10400.5/21011/1/DM-DFGM-2020.pdf>

Meyer, B. (2011). Macroeconomic modelling of sustainable development and the links between the economy and the environment. *Final Report of the MacMod project (ENV. F. 1/ETU/2010/0033) to the European Commission*. <https://papers.gws-os.com/gws-researchreport12-1.pdf>

Nascimento, Rafaela Rodrigues, R. (2021). *Recolha Seletiva tri-fluxo e Biorresíduos – Benchmarking Europeu, Balanço, Impactos, Estratégia e Prospetiva 2030* [Universidade NOVA de Lisboa (Portugal) ProQuest Dissertations & Theses,]. <https://run.unl.pt/handle/10362/163758>

Novo Verde. Condições de adesão. Recuperado em junho 26, 2025 de https://novoverde.pt/wp-content/uploads/2023/09/Prestacoes-Financeiras-Fees_NovoVerde_Outubro-2023.pdf

Novo verde (2024, novembro 20). *Procedimento Concursal – 12/2024—Novo Verde*. Recuperado em maio 26, 2025 de <https://novoverde.pt/procedimento-concursal-12-2024/>

Pocinho, M., & Matos, F. (2022). *Metodologias de Pesquisa e de Investigação: Qualitativa, quantitativa, quantiquantitativa, quali quantitativa e revisões sistemáticas*. Lisboa: LIDEL-Edições Técnicas, Lda.

Portal do INE. (sem data). Obtido 2 de junho de 2025, de https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0013541&contexto=bd&selTab=tab2

Portoambiente. (2025). TARIFÁRIO DO SERVIÇO DE GESTÃO DE RESÍDUOS. Recuperado em maio 26, 2025 de <https://www.portoambiente.pt/residuos-urbanos/tarifario>

Princípio da responsabilidade alargada do produtor | DR. (sem data). Obtido 16 de junho de 2025, de <https://diariodarepublica.pt/dr/lexionario/termo/principio-responsabilidade-alargada-produtor>

Relatório do Estado do Ambiente. (2025). *Produção e gestão de resíduos urbanos*. <https://rea.apambiente.pt/content/produ%C3%A7%C3%A3o-e-gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-urbanos>

Resolução do Conselho de Ministros n.º 30/2023, de 24 de março, No. Diário da República n.º 60/2023, Série I de 2023-03-24, páginas 7-139 (2023). <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/30-2023-210923318>

Sapo (maio 17, 2023). Portugal arisca falhar meta de recolha de resíduos. Recuperado em 17 maio de 2025 de <https://eco.sapo.pt/especiais/portugal-mal-encaminhado-para-cumprir-metas-de-recolha-de-residuos/>

SDR Portugal (2025). Como funciona o SDR?. Recuperado em maio 04, 2025 de <https://sdrportugal.pt/o-sistema/>

Silva, R., & Rodrigues, F. (2015). Análise do ciclo de vida e da logística reversa como ferramentas de gestão sustentável: O caso das embalagens PET. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, 7(13), 44–58.

https://www.researchgate.net/profile/Rafael-Silva-69/publication/297659761_Analise_do_Ciclo_de_Vida_e_da_Logistica_Reversa_como_Ferramentas_de_Gestao_Sustentavel_O_Caso_das_Embalagens_PET/links/5807664008aeb85ac86192a4/Analise-do-Ciclo-de-Vida-e-da-Logistica-Reversa-como-Ferramentas-de-Gestao-Sustentavel-O-Caso-das-Embalagens-PET.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail

Singh, R. P., & Sarkar, A. (2015). *Waste Management: Challenges, Threats and Opportunities*. Nova Science Publishers, Incorporated.
https://books.google.pt/books?id=Qi_srQEACAAJ

Sociedade Ponto Verde. (2015). *VALOR A PAGAR*.
https://www.pontoverde.pt/aderentes/2_1_valor_a_pagar.php

Sociedade Ponto Verde. (2020). *O SIGRE*.
http://www.pontoverde.pt/pontoverde_portugal.php

Souza, R. G. D., & Valle, R. (2014). *Logística reversa: processo a processo*. São Paulo: Atlas.

SPVNET. (sem data). Obtido 15 de junho de 2025, de <https://www.spvnet.pt/concursos.asp?idTipo=3&idCategoria=4>

Sociedade Ponto Verde. Legislação Gestão de Embalagens. Obtido 15 de junho de 2025, de https://sabermais.pontoverde.pt/wp-content/uploads/2023/03/Apresentacao-Legislacao-ERE-Saber-mais_VF.pdf

Túlio, T. J., & Schmitz, A. P. (2023). Cost-benefit analysis of technological changes: Case of a management solid waste consortia in the metropolitan region of Curitiba, Brazil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 28, e20230002.
<https://doi.org/10.1590/S1413-415220230002>

Viana, F. S. (2024). *A publicação do Relato Integrado em Portugal: Estudo do caso da LIPOR* [masterThesis]. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/91176>

Vinagre, N. J. D. (2011). *Pay-As-You-Throw (PAYT) como opção de tarifação dos resíduos urbanos*. (Master's thesis, Universidade Técnica de Lisboa (Portugal)).
<http://hdl.handle.net/10400.5/10218>

Apêndice I – Guião de Entrevista

Guião de entrevista a gestores da LIPOR responsáveis pelo tratamento de resíduos

- 1) Qual a missão, visão e valores da empresa?
- 2) A LIPOR abrange o tratamento de Resíduos em quais municípios?
- 3) A LIPOR possui quais unidades de tratamento de Resíduos?
- 4) Quais os tipos ou categorias de resíduos a LIPOR receciona e realiza o tratamento?
- 5) Quais os tipos de valoração de Resíduos realizada?
- 6) Qual o quantitativo por tipo de resíduos em toneladas(t) a LIPOR rececionou e realizou o tratamento nos anos de 2021 a 2023?
- 7) Qual o resultado económico obtido por tipo de tratamento/valoração de resíduos, realizados pela empresa nos anos de 2021 a 2023?
- 8) Qual o valor económico em €/tonelada obtido da valoração de multimateriais?
- 9) Qual foi o Resultado Operacional da empresa obtido nos anos de 2021 a 2023?

Apêndice II – Lista de OTR`s

1 - Procedimento Concursal Retomadores Pré-Qualificados - SPV:

https://www.spvnet.pt/concursos_retomadores.asp?action=view&concurso=pretomadores

2-Procedimento Concursal Nova Verde

<https://novoverde.pt/wp-content/uploads/2025/05/Resultados-Procedimento-Concursal-05-2025.pdf>

3- Relatório Anual Electrão (página 803):

<https://electrao.pt/contents/report/relatorioanual-24-ee-resumo.pdf>

1- Sistema SILOGR

<https://silogr.apambiente.pt/pages/publico/index.php>

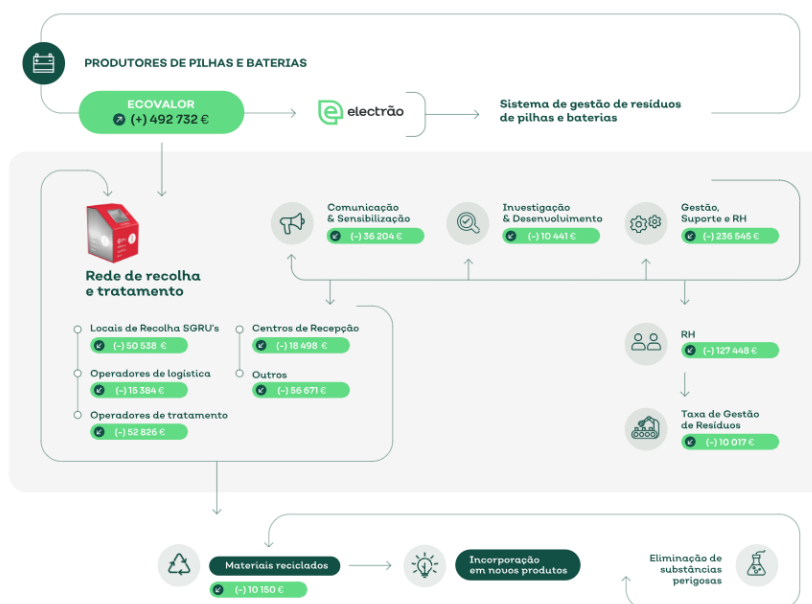
Anexo A – Figuras Complementares

Figura A 1 - Tarifa de gestão de RSU usuários domésticos e não domésticos

1. UTILIZADORES DOMÉSTICOS		
Tarifa de disponibilidade (€/dia)	n/s	0,0838 €
Tarifa variável (€/m ³)	n/s	0,5145 €
Tarifa de gestão de resíduos (€/m ³) (a)	n/s	0,0453 €
2. UTILIZADORES NÃO DOMÉSTICOS		
Tarifa de disponibilidade (€/dia)	n/s	0,5363 €
Tarifa variável (€/m ³)	n/s	0,6729 €
Tarifa de gestão de resíduos (€/m ³) (a)	n/s	0,0453 €

Fonte: Empresa Municipal de Ambiente do Porto (Porto Ambiente).

Figura A 2 - Fluxo de resíduos pilhas e baterias



Fonte: Electrão

Figura A 3 - Fluxo Equipamentos Eléctricos



Fonte: Electrão

Figura A 4 – Fluxo de gestão do SDR



Fonte: SDR Portugal

Figura A 5 - Ecocentro Móvel



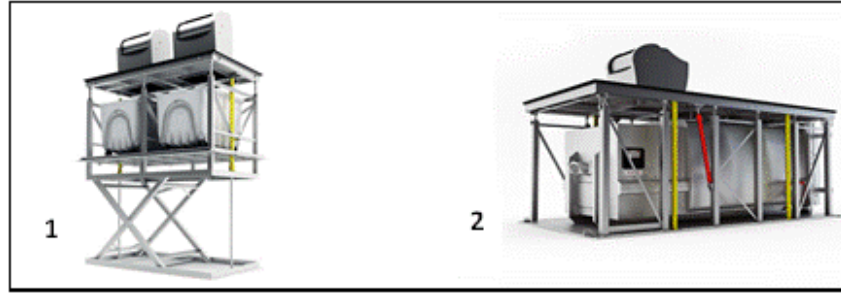
Fonte: LIPOR

Figura A 6 - Ecoponto subterrâneo e Ilha ecológica



Fonte Nascimento (2021) p.32

Figura A 7 - Ecoponto subterrâneo e Ilha ecológica



Fonte Nascimento (2021) p.32

Figura A 8 - Ecoponto de Superfície



Fonte: Nascimento (2021).

Figura A 9 - Recolha porta-a-porta - imagem 1



Fonte: Nascimento (2021) p. 33

Figura A 10 - Recolha Porta a porta - imagem 2



Fonte: LIPOR

Figura A 11 - Centro de Valoração Orgânica (CVO) - LIPOR



Fonte: Elaboração própria, foto tirada durante visita técnica à 13 de maio de 2025.

Figura A 12 - Painel demonstrativo de Multimateriais - LIPOR



Fonte: Elaboração própria, foto tirada durante visita técnica à 13 de maio de 2025.

Figura A 13 - Ecocentro da Formiga



Fonte: Elaboração própria, foto tirada durante visita técnica à 13 de maio de 2025.

Figura A 14 - Centro de Triagem de embalagens de Plástico e Metal - LIPOR



Fonte: Elaboração própria, foto tirada durante visita técnica à 13 de maio de 2025.

Anexo B – Tabelas Complementares

Tabela B 1 – Metas às SGRU's em PRR de resíduos (PERSU 2030)

Meta de PRR de resíduos a alcançar no período de vigência do Plano – Cenário Cumprimento de Metas SGRU	
SGRU	Meta PRR em 2030
ALGAR	60%
AMARSUL	60%
AMBILITAL	51%
AMBISOUSA	58%
AMCAL	57%
BRAVAL	60%
ECOLEZÍRIA	55%
ERSUC	60%
GESAMB	63%
LIPOR	61%
PLANALTO BEIRÃO	54%
RESIALENTEJO	63%
RESÍDUOS DO NORDESTE	52%
RESIESTRELA	62%
RESINORTE	61%
RSTJ	53%
RESULIMA	64%
SULDOURO	61%
TRATOLIXO	61%
VALNOR	56%
VALORLIS	60%
VALORMINHO	60%
VALORSUL	59%
Meta Nacional em 2030	60%

Fonte: Adaptado de RARU 2023

Tabela B 2 - Valor do TGR de 2020 a 2025

Ano	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Valor da TGR - € por tonelada de Resíduos	11	22	22	25	30	35

Fonte: adaptado de Agência Portuguesa do Ambiente(APA)

Tabela B 3 – Percentual (%) de TGR por tipo de tratamento de RSU

Operação	Percentagem da TGR a pagar		
	2020	2021	a partir de 2022
D1 - Deposição em aterro	100	100	100
D10 - Incineração	70	85	85
R1- Valorização Energética	25	25	20

Fonte: adaptado de Agência Portuguesa do Ambiente(APA)

Tabela B 4 - Tabela de Prestações Financeiras embaladores ano de out/2023.

MATERIAIS MATERIALS €/Kg	EMBALAGENS* PACKAGING*					
	PRIMÁRIAS PRIMARY	SECUNDÁRIAS MULTIPACK SECONDARY MULTIPACK	SECUNDÁRIAS NÃO MULTIPACK SECONDARY NON MULTIPACK	SERVIÇO SERVICE	SACOS DE CAIXA SHOPPING BAGS	TRANSPORTE OU TERCIÁRIAS TRANSPORT OR TERTIARY
Vidro Glass	0,0212	-	-	0,0212	-	-
Plástico Plastics	0,2070	0,2070	0,2070	0,2070	0,2070	0,2070
Papel e Cartão Paper and Cardboard	0,1055	0,1055	0,1055	0,1055	0,1055	0,1055
ECAL** Composite Beverage Carton	0,2430	-	-	0,2430	-	-
Aço Steel	0,1823	0,1823	0,1823	0,1823	-	0,1823
Alumínio Aluminium	0,0379	0,0379	0,0379	0,0379	-	-
Madeira Wood	0,0523	0,0523	0,0523	0,0523	-	0,0523
Outros Materiais Other Materials	0,1692	0,1692	0,1692	0,1692	-	0,1692

* Excluem-se do âmbito as embalagens primárias, secundárias e terciárias de cuja utilização resulte a produção de resíduos não urbanos.

* Primary, secondary, and tertiary packaging are excluded from the scope if the use of such packaging results in non-urban waste.

** ECAL – Embalagens de Cartão para Alimentos Líquidos.

Fonte: Novo Verde (2020)

Tabela B 5 - Valores de Contrapartida Financeira as SGRU's (2023).

Grupos/Sistemas de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos	
GRUPO D	
Lipor, Tratolixo, Valorsul	
Material / Valores de Contrapartida Financeira (Recolha Seletiva e Triagem-uni: €/t)	
Vidro	32,00 €
Papel/Cartão	159,00 €
Plástico	531,00 €
Aço	631,00 €
Alumínio	741,00 €
ECAL	548,00 €
Madeira	36,00 €

Fonte: adaptado de Nova Verde (2020)

Tabela B 6 - Valores de Contrapartida devidos as SGRU's ano 2025

Valores de contrapartida financeira devidos pelas operações de recolha seletiva e triagem a aplicar em 2025 (uni: €/tonelada)									
SGRU	Tipo (1)	Vidro	Papel/cartão	Plástico (2)	Outras embalagens de plástico	Aço	Alumínio	ECAL	Madeira
AMARSUL	U	84	310	898	875	1 076	1 246	883	73
LIPOR	U	84	310	898	875	1 076	1 246	883	73
SULDOURO	U	84	310	898	875	1 076	1 246	883	73
TRATOLIXO	U	84	310	898	875	1 076	1 246	883	73
VALORSUL	U	84	310	898	875	1 076	1 246	883	73

Fonte: adaptado de Despacho n.º 12876-A/2024 de 29 de outubro

Tabela B 7 - OTR's em Portugal continental por tipo de resíduos

Recicladores Autorizados	Tipo de Resíduo que operam
Interecycling	Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos (REEE), plásticos, frações mistas e metais.
Ambigroup	Metais ferrosos e não ferrosos, plásticos e outros materiais.
Selenis	Plástico
Extruplás	
Contraven	EPS
Esferobetão	
Cemopol	Reciclagem de cartões e embalagens cartonadas
Ecociclo	
BA Vidro	Vidro
Saint Gobain	
Ecociclo	Madeira
Indústrias Jomar Madeiras e Derivados, SA	
Centro de Reciclagem de Palmela	

Fonte: Elaboração própria a partir de dados obtidos no sistema SILOGR da APA e Sistema Ponto Verde.

Tabela B 8 - Volume de Negócios LIPOR

VOLUME DE NEGÓCIOS (€)						
Rubricas	2020	2021	2022	2023	Δ% 23-22	% Peso 2023
Energia	15 336 294	14 258 787	18 702 066	15 629 482	-16,4%	59,4%
Recicláveis	7 765 820	8 723 393	9 445 677	9 579 654	1,4%	36,4%
Compostos	746 326	541 292	617 282	734 539	19,0%	2,8%
Outras	448 391	387 109	364 233	353 628	-2,9%	1,3%
Venda de Produtos	24 296 832	23 910 581	29 129 259	26 297 303	-9,7%	52,5%
Prestação de Serviços	23 633 050	23 228 783	23 311 794	23 763 095	1,9%	47,5%
Total do Volume de Negócios	47 929 882	47 139 364	52 441 053	50 060 399	-4,5%	100,0%

Fonte: Relatório de Contas LIPOR 2023 (Informação pessoal)

Tabela B 9 - Encaminhamento de resíduos por destino final – LIPOR

Encaminhamento de Resíduos por destino final (301-1)

Destino Final	2021	2022	2023	2024	Δ% 22-23	Peso21%
Valorização Multimaterial	79216	82610	85854	89289	4,0%	16,1%
Valorização Orgânica	53597	52090	54850	58721	7,1%	10,6%
Valorização Energética	398444	393752	387302	389784	0,6%	70,3%
Confinamento Técnico	6335	6285	11546	16402	42,1%	3,0%
Total	537592	534557	539552	554196	2,7%	100%

Fonte: Relatório Integrado LIPOR 2024

Tabela B 10 - Resultado EBTIDA LIPOR (2021-2023)

2021	2022	2023
19 748 426,00 €	20 994 491,00 €	16 190 370,00 €

Fonte: adaptado de Relatório Integrado LIPOR 2024

Tabela B 11 – RU Multimateriais por tipo (t) municípios LIPOR

Período		Resíduos urbanos recolhidos (t) por Localização geográfica (NUTS - 2024) e Tipo de material reciclável: Anual													
		Total	Papel e cartão	Plástico	Metal	Vidro	Madeira	Equipamentos elétricos e eletrónicos	Pilhas	Volumosos	Óleos alimentares usados	Outros n.e.	Embalagens de cartão para alimentos	Têxteis	Embalagens de plástico, metal e/ou compósito
2023	Espinho	1910	571	26	10	647	224	15	0	6	9	0	0	0	402
	Gondomar	10530	2715	366	53	2759	2469	255	1	34	25	0	0	0	1853
	Maia	14645	4404	594	85	3602	1954	233	2	22	40	0	0	0	3709
	Matosinho	14134	3666	445	24	3624	3844	162	1	41	30	0	0	0	2297
	Porto	23572	7736	163	95	7228	3184	338	1	31	28	0	0	0	4768
	Póvoa de V.	6201	1668	356	43	2015	938	58	1	11	9	1	0	0	1101
	Valongo	8105	1976	363	95	1734	2268	203	1	29	17	0	0	0	1419
	Vila do Conde	6936	1969	96	81	2100	1243	113	1	20	11	0	0	0	1302
TOTAL		86033	24705	2409	486	23709	16124	1377	8	194	169	1	0	0	16851
2022	Espinho	1931	570	30	11	672	0	22	0	3	9	210	0	0	404
	Gondomar	10296	2674	335	45	2909	0	222	1	20	22	2258	0	0	1810
	Maia	14091	4274	590	68	3737	0	190	1	15	35	1667	0	0	3554
	Matosinho	13877	3626	470	13	3736	0	126	1	25	27	3637	0	0	2216
	Porto	21939	7233	134	82	6914	0	312	0	6	21	2520	0	0	4317
	Póvoa de V.	6097	1681	285	44	2116	0	58	1	16	9	815	0	0	1072
	Valongo	7767	1827	347	71	1800	688	190	0	16	13	1524	0	0	1291
	Vila do Conde	6703	1777	99	81	2217	0	108	1	12	8	1105	0	0	1295
TOTAL		82701	23662	2250	415	24101	688	1228	5	113	144	14136	0	0	15959
2021	Espinho	1828	550	38	15	589	202	22	0	4	9	0	0	0	399
	Gondomar	10228	2729	359	59	2854	2162	211	1	16	28	0	0	0	1809
	Maia	14302	4396	576	103	3754	1693	264	2	11	38	0	0	0	3465
	Matosinho	13658	3759	482	34	3529	3514	156	2	21	32	0	0	0	2129
	Porto	19331	6447	147	83	5639	2747	335	1	14	27	0	0	0	3831
	Póvoa de V.	5750	1611	271	54	1931	826	62	1	5	10	0	0	0	979
	Valongo	7732	1881	356	81	1786	2146	208	1	11	19	1	0	0	1242
	Vila do Conde	6466	1744	89	94	2058	1103	116	2	10	10	0	0	0	1240
TOTAL		79295	23117	2318	523	22200	14393	1374	10	92	173	1	0	0	15094

Fonte: Adaptado de INE

Tabela B 12 Total de RU multimateriais recolhidos por tipo (%) (2021-2023)

Período de referência	Resíduos urbanos recolhido	Tipo de material reciclável													
		Total	Papel e cartão	Plástico	Metal	Vidro	Madeira	Equipamentos elétricos e eletrónicos	Pilhas	Volumosos	Óleos alimentares usados	Outros n.e.	Embalagens de cartão para alimentos líquidos	Têxteis	Embalagens de plástico, metal e/ou compósito
2021	79295	23117	2318	523	22200	14393	1374	10	92	173	1	0	0	15094	
2022	82701	23662	2250	415	24101	688	1228	5	113	144	14136	0	0	15959	
2023	86033	24705	2409	486	23709	16124	1377	8	194	169	1	0	0	16851	
	Total	28,83%	2,81%	0,58%	28,23%	12,57%	1,61%	0,01%	0,16%	0,20%	5,70%	0,00%	0,00%	19,31%	

Fonte: Adaptado de INE

Tabela B 13 Total de Resíduos LIPOR por tipo de valorização

	Total	Valorização Orgânica	Valorização energética	Valorização de Multimaterias (Entradas Plataformas + Unidades de triagem)	Quantidade total de resíduos que deram entrada em plataformas de recicláveis	Quantidade total de resíduos que deram entrada em unidades de triagem
2021	537 002	53 597	400 433	82 971	67 771	15 201
2022	533 686	51 909	397 269	84 508	68 469	16 039
2023	539 362	54 850	393 296	91 216	74 297	16 919

Fonte: Adaptado da APA (dados 2021-2023)

Tabela B 14 Valoração de resíduos (%)

	Quantidade total de RUB entrados em unidades de valorização orgânica provenientes de recolhida selectiva	Quantidade total de resíduos que deram entrada em centrais de incineração	Quantidade total de Resíduos que deram entrada Plataforma Multimaterias e de triagem
2021	9,98%	74,57%	15,45%
2022	9,73%	74,44%	15,83%
2023	10,17%	72,92%	16,91%
Média	9,96%	73,98%	16,07%

Fonte: Adaptado da APA (dados 2021-2023)

Tabela B 15 Proporção de RU depositados em aterro e PRR Portugal

Período de referência dos dados (2)	Localização geográfica (NUTS - 2013) (4)		Proporção de resíduos urbanos depositados em aterro (%) por Localização geográfica (NUTS - 2013); Anual (5)	Proporção de resíduos urbanos preparados para reutilização e reciclagem (%); Anual (6)
			%	%
2023	Portugal	PT	53,7	32,5
2022	Portugal	PT	52,2	32,5
2021	Portugal	PT	49,5	32,4
2020	Portugal	PT	53,5	38

Fonte: Adaptado de INE

Tabela B 16 Proporção de RU depositados em aterro e PRR mun. LIPOR

Período de referência dos dados (4)	Localização geográfica (NUTS - 2013) (6)	Proporção de resíduos urbanos recolhidos seletivamente (%) por Localização geográfica (NUTS - 2013); Anual (8)	Proporção de resíduos urbanos depositados em aterro (%) por Localização geográfica (NUTS - 2013); Anual (8)	Proporção de resíduos urbanos preparados para reutilização e reciclagem (%); Anual (9)
		%	%	%
2023	Espinho	19,00	3,30	35,10
	Gondomar	24,00	3,90	23,70
	Maia	38,00	4,60	28,60
	Matosinhos	27,00	4,10	26,10
	Porto	26,00	2,30	21,70
	Póvoa de Varzim	32,00	1,20	33,90
	Valongo	31,00	4,60	31,20
	Vila do Conde	28,00	4,90	29,30
Média		28,13	3,61	28,70
2022	Espinho	19,00	1,50	35,40
	Gondomar	22,00	1,90	22,90
	Maia	35,00	2,30	27,10
	Matosinhos	25,00	2,00	24,50
	Porto	26,00	0,90	22,40
	Póvoa de Varzim	31,00	0,40	33,50
	Valongo	29,00	2,10	31,70
	Vila do Conde	27,00	2,70	29,70
Média		26,75	1,73	28,40
2021	Espinho	19,00	1,80	33,60
	Gondomar	22,00	2,10	23,00
	Maia	33,00	2,80	25,20
	Matosinhos	24,00	2,10	23,80
	Porto	24,00	1,00	21,40
	Póvoa de Varzim	27,00	0,70	29,60
	Valongo	29,00	2,40	30,30
	Vila do Conde	27,00	3,10	29,00
Média		25,63	2,00	26,99
2020	Espinho	19,00	2,30	29,10
	Gondomar	21,00	2,20	31,60
	Maia	31,00	4,00	44,60
	Matosinhos	25,00	2,40	35,90
	Porto	22,00	1,00	33,20
	Póvoa de Varzim	23,00	0,80	34,70
	Valongo	28,00	2,80	38,70
	Vila do Conde	25,00	3,90	36,30
Média		24,25	2,43	35,51

Fonte: Adaptado de INE