



INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA

Escola Superior Agrária de Beja

Mestrado em Engenharia do Ambiente



**Desafios na gestão de Biorresíduos: desempenho dos sistemas
de gestão de resíduos urbanos do Alentejo e Algarve.**

Augusta de Jesus Constantino Katengue

Beja

2023

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA

Escola Superior Agrária de Beja

Mestrado em Engenharia do Ambiente

**Desafios na gestão de Biorresíduos: desempenho dos sistemas
de gestão de resíduos urbanos do Alentejo e Algarve**

**Dissertação para a obtenção de grau de Mestre em Engenharia do
Ambiente pela Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Beja**

Elaborado por:

Augusta de Jesus Constantino Katengue

Orientado por:

Professora Ana Cristina Pardal

Eng. Ismael Casotti Rienda

Beja

2023

Dedicatória

Este trabalho é uma dedicatória a toda a minha família, pois foi nela que encontrei exemplo de força, coragem, persistência, amor, cumplicidade e união.

“O impossível, é quase sempre o que nunca se tentou.”

Autor desconhecido.

Resumo

O objetivo do presente trabalho consistiu em avaliar os Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU) da região do Alentejo e Algarve (Ambilital, AMCAL, Ecoléziria, Gesamb, ResiAlentejo, Valnor e ALGAR), com enfoque no desempenho das instalações de tratamento de biorresíduos e na sua capacidade para responder aos próximos desafios impostos pela regulação comunitária.

Biorresíduos são os resíduos biodegradáveis provenientes de diferentes origens. A gestão correta dos biorresíduos pode desempenhar um papel importante na transição para uma economia circular, incentivando a diminuição da produção de resíduos e capturando o seu potencial como fonte de recursos secundários valiosos.

Foi utilizado o Relatório Anual de Resíduos Urbanos (RARU2021), como principal fonte de informação sobre os dados apresentados pelos SGRU.

De acordo com o PERSU 2030, com exceção da AMCAL, todos os sistemas apresentam potencial de implementação de recolha seletiva de biorresíduos, entre os 21% e 82%, no entanto, o trabalho realizado permitiu concluir que, em todos os SGRU, a recolha seletiva dos biorresíduos é praticamente inexistente (abaixo dos 3%), o que se reflete em valores de compostagem muito baixos e quantidades de resíduos depositados em aterro muito elevadas.

O RARU não apresenta a quantidade de biorresíduos que são encaminhados para a compostagem, os quais foram estimados neste trabalho. Verificou-se uma discrepância dos valores apresentados no RARU e os valores obtidos, no que diz respeito à percentagem de resíduos enviados para compostagem.

Os SGRU estudados encontram-se muito distantes de atingir as metas estabelecidas, principalmente a referente à deposição em aterro de resíduos urbanos e à valorização orgânica e multimaterial, que estão fortemente interligadas, precisando assim de tomar medidas urgentes para a valorização dos biorresíduos de modo a atingirem as metas estabelecidas pelo PERSU2030.

Palavras-chave: Resíduos Urbanos, Biorresíduos, Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos, compostagem.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the Urban Waste Management Systems (SGRU) of the Alentejo and Algarve region (Ambilital, AMCAL, Ecolezíria, Gesamb, ResiAlentejo, Valnor and ALGAR), focusing on the performance of bio-waste treatment facilities and their capacity to respond to the next challenges imposed by community regulation.

Bio-waste is biodegradable waste from different sources. The correct management of bio-waste can play an important role in the transition to a circular economy by encouraging the reduction of waste generation and capturing its potential as a source of valuable secondary resources.

The Annual Report on Urban Waste (RARU2021) was used as the main source of information on the data presented by the SGRU.

According to PERSU 2030, with the exception of AMCAL, all systems have the potential to implement selective collection of bio-waste, between 21% and 82%, however, the work carried out allowed us to conclude that, in all SGRU, the selective collection of bio-waste is practically non-existent (below 3%), which is reflected in very low composting values and very high amounts of waste deposited in landfills.

The RARU does not present the amount of bio-waste that is sent for composting, which was estimated in this work. There was a discrepancy between the values presented in the RARU and the values obtained, about the percentage of waste sent for composting.

The SGRU studied are very far from achieving the established goals, especially the one regarding the landfilling of urban waste and the organic and multi-material recovery, which are strongly interconnected, thus needing to take urgent measures for the recovery of bio-waste to achieve the goals established by the PERSU2030.

Keywords: Municipal Waste, Bio-waste, Municipal Waste Management Systems, composting.

Índice Geral

Dedicatória	i
Resumo	ii
Palavras-chave:	ii
Abstract.....	iii
Keywords:	iii
Índice Geral.....	iv
Índice de Figuras.....	vi
Índice de Tabelas	vi
Lista de Siglas e Acrónimos	viii
1 Introdução.....	1
1.1 Justificação e Relevância do Tema	1
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo Geral.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
2 Metodologia e Organização da Dissertação	4
3 Enquadramento teórico.....	5
3.1 Resíduos	5
3.2 Classificação dos Resíduos Urbanos	6
3.3 Caraterização e Produção de Resíduos Urbanos em Portugal	7
3.4 Destinos dos Resíduos Urbanos em Portugal	11
3.5 Contexto Legislativo e Autoridades Competentes.....	12
3.6 Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos (PERSU2030)	13
3.7 Gestão de Resíduos Urbanos em Portugal.	14
3.7.1 Entidades responsáveis pela gestão dos resíduos urbanos	15
3.8 Sistemas de Recolha.....	19

3.9	Metas nacionais para a Gestão de Resíduos Urbanos e Posicionamento de Portugal face às metas.....	22
4	Os Biorresíduos	24
4.1	Gestão dos Biorresíduos	26
4.2	Tratamento Mecânico e Biológico	28
4.3	Compostagem.....	29
4.3.1	Exemplos de programas de compostagem dos SGRU	32
4.4	Digestão anaeróbia.....	32
4.4.1	Digestores anaeróbios	32
5	Análise e Discussão dos Resultados	34
5.1	Caraterização dos Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos do Alentejo e Algarve	34
5.2	Produção de Resíduos Urbanos.....	37
5.3	Balanço de massas das Unidades de Tratamento Mecânico e Biológico.....	39
5.4	Resíduos enviados para compostagem	43
6	Conclusões e Recomendações.....	45
7	Bibliografia	48
8	Publicações no âmbito desta dissertação	51
	Artigo em livro de congressos	51
	Apresentação em Poster.....	51
	Anexo I	52

Índice de Figuras

Figura 1- Classificação dos Resíduos Sólidos. Adaptado de (Levy & Cabeças, 2016).	7
Figura 2- Caracterização física dos RU produzidos em Portugal Continental, no ano de 2021 (%).....	8
Figura 3- Princípios e Objetivos estabelecidos no PERSU 2030 (Adaptado do PERSU2030).	14
Figura 4- Mapa da distribuição dos SGRU em Portugal Continental. Fonte: PERSU2030.	16
Figura 5 - Esquema do processo de compostagem. Fonte: (Lipor, 2009).	29
Figura 6 - Compostores comunitários. Fonte: Biofactor.	31
Figura 7- Compostores domésticos. Fonte: Mudatuga.	31

Índice de Tabelas

Tabela 1- Evolução da recolha dos RU (%), entre 2014 e 2021 (Adaptado do RARU2021).	9
Tabela 2- Diferenças na produção de RU por área (2021) (Adaptado do RARU2021).	10
Tabela 3- Produção e capitação de resíduos urbanos em Portugal (Adaptado do RARU2021).	10
Tabela 4- Destino dos RU (Adaptado do RARU2021).	11
Tabela 5- Destino final dos RU (Adaptado do RARU2021).	12
Tabela 6- Infraestruturas existentes em Portugal Continental (2021) (Adaptado do PERSU2030).	18
Tabela 7- Posicionamento de Portugal face às metas estabelecidas (Adaptado do RARU2021).	23
Tabela 8- Meta de preparação para a reutilização e reciclagem de resíduos a alcançar no período de vigência do PERSU 2030 e a situação de Portugal em 2021 (Adaptado do PERSU2030).	24
Tabela 9- Potencial de implementação de recolha seletiva de biorresíduos, por SGRU (Adaptado do PERSU2030).	27
Tabela 10- Resumo da caracterização dos SGRU (Adaptado de APA2022).	37
Tabela 11- Entrada de Resíduos Urbanos nos SGRU (Adaptado de APA2022).	37

Tabela 12 – Recolha Seletiva de Biorresíduos.....	38
Tabela 13 - Entradas e saídas do TMB dos SGRU (Adaptado de APA2022).	39
Tabela 14 - Estimativa dos biorresíduos valorizados organicamente.	41
Tabela 15 - Comparação entre os biorresíduos produzidos e os biorresíduos valorizados organicamente.	41
Tabela 16 - Total de entradas e saídas do Tratamento Mecânico e Biológico.	42
Tabela 17 - Verificação da percentagem de resíduos que são enviados para a compostagem.	43

Lista de Siglas e Acrónimos

APA -Agência Portuguesa do Ambiente

AMCAL- Associação de Municípios do Alentejo Central

CDR- Combustíveis Derivados de Resíduos

CCDR- Comissão de Coordenação e Desenvolvimento regional

DQR- Diretiva-Quadro dos Resíduos

EGF- Empresa Geral Do Fomento

ERSAR- Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos

ENRUBA- Estratégia Nacional para a Redução dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis
Destinados aos Aterros

GEE- Gases de Efeito de Estufa

PERSU- Plano Estratégico para Resíduos Urbanos

PRR- Preparação para a Reutilização Reciclagem

RARU- Relatório Anual de Resíduos Urbanos

RASARP- Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal

RU- Resíduos Urbanos

RNU- Resíduos Não Urbanos

RS- Recolha Seletiva

RGGR- Regime Geral de Gestão de Resíduos

SGRU- Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos

TM- Tratamento Mecânico

TMB- Tratamento Mecânico e Biológico

TGR- Taxa de Gestão de Resíduos

UE- União Europeia

UTMB- Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico

VE- Valorização Energética

VO- Valorização Orgânica

1 Introdução

1.1 Justificação e Relevância do Tema

A crescente exigência das metas ambientais com que o país está comprometido no âmbito da União Europeia (UE) tem vindo a determinar a evolução do serviço de gestão de resíduos urbanos (RU) de um modelo centrado na deposição em aterro, para um outro modelo com elevado recurso a tecnologia, focado em soluções de recuperação de materiais e aproveitamento dos resíduos (ERSAR, 2022).

A gestão de resíduos urbanos continua a ser um desafio para os municípios e para as instituições responsáveis por esta gestão. Enquanto em países em desenvolvimento, esse desafio decorre do aumento da produção de resíduos e da insuficiência de infraestruturas de recolha e de tratamento dos resíduos, em países desenvolvidos, os desafios colocam-se no aumento das percentagens de reciclagem, diminuição da deposição em aterro e na sustentabilidade ambiental e económica dos sistemas de gestão de resíduos, seguindo os princípios da economia circular. Uma gestão ineficiente dos RU contribui para o aumento do aquecimento global, através de emissões de Gases de Efeito de Estufa (GEE), seja de forma direta ou indireta, e para a escassez de recursos naturais, comprometendo assim a sustentabilidade das gerações futuras e do nosso modelo económico baseado no consumo de recursos e produção de resíduos.

Para responder a estes desafios, nas últimas décadas tem havido uma mudança de paradigma em relação aos resíduos, particularmente na Europa, com os resíduos a serem considerados como um recurso, tendo sido formalizadas várias iniciativas estratégicas na UE, como a Estratégia Europa 2020 e o Roteiro para uma Europa Eficiente na Utilização de Recursos (Duarte, 2016).

Uma vez que um material ou um produto é rejeitado, e passa a ser catalogado como resíduo, este pode ser utilizado de novo como produto/matéria-prima dependendo da forma em que é tratado. Por isso torna-se crucial a transição para uma recolha seletiva de todos os resíduos, pois só desta forma será conseguida a recuperação com maior qualidade em maiores quantidades, dos materiais neles contidos, e como resultado do seu tratamento.

Dentro da categoria de resíduos urbanos, encontram-se os biorresíduos, a tipologia com maior taxa de degradação, ou seja, é um tipo de matéria com alto índice de biodegradabilidade. Além disso, contém alto teor de carbono biológico, que, ao ser degradado, produz metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) para atmosfera, gases estes contribuidores para o efeito de estufa. Os biorresíduos fazem parte do nosso dia a dia, quando deitamos fora os restos da preparação dos alimentos e os restos de comida, entre outros (APA, 2020), e incluem as cascas de frutas e legumes, carne, peixe e outros derivados animais, assim como os restos das refeições cozinhadas. De acordo com dados apresentados no Relatório Anual de Resíduos Urbanos 2021 (RARU2021), em Portugal os biorresíduos constituem quase 38% dos resíduos urbanos produzidos no Continente (APA, 2022).

Numa bioeconomia circular, a reciclagem dos biorresíduos é uma estratégia crucial para otimizar o uso de biomassa existente, através, por um lado, dos processos eficientes de compostagem que produzem o composto que enriquece os solos com nutrientes e atua como um repositório de carbono e, por outro, a digestão anaeróbia que pode ser utilizada para a produção de energia (Duarte, 2016) quando existem elevadas quantidades de biorresíduos para tratar em ambiente industrial.

De acordo com a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), a Estratégia dos Biorresíduos, tem como objetivos:

- Garantir uma transição para a recolha seletiva de biorresíduos e a utilização da capacidade instalada de compostagem e de digestão anaeróbia, substituindo-se progressivamente as origens de recolha indiferenciada;
- Promover a utilização do composto resultante da valorização dos biorresíduos;
- Promover a instalação de equipamentos que permitam a recuperação do biogás proveniente das instalações de digestão anaeróbia.

Esta Estratégia inclui medidas orientadas para assegurar a recolha e o tratamento dos biorresíduos, para melhorar o quadro regulamentar e para garantir incentivos à sua implementação.

Tendo que os biorresíduos constituem uma parte importante dos resíduos urbanos, perto do 38%, uma gestão eficiente dos mesmos contribui para o cumprimento de metas europeias de desvio ou de reciclagem, bem como para a ambição do país em termos do

Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050, do Plano Nacional de Energia e Clima, da futura Estratégia Nacional de Bioeconomia, sem esquecer os impactes associados à criação de emprego (APA, 2021a).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar os Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU) da região do Alentejo e Algarve, com enfoque no atual desempenho das instalações de tratamento de biorresíduos e na sua capacidade para responder aos próximos desafios impostos pela regulação comunitária.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Compreender o fluxo de gestão dos biorresíduos nas Entidades Gestoras de Resíduos Municipais da região do Alentejo e Algarve, das quais cinco intermunicipais (Ambilital, AMCAL, Ecolezíria, Gesamb, ResiAlentejo) e duas multimunicipais (ALGAR, Valnor);
- Avaliar o desempenho dos SGRU na gestão dos biorresíduos;
- Identificar o posicionamento dos municípios do Alentejo e Algarve face às metas comunitárias.

2 Metodologia e Organização da Dissertação

Com o objetivo de atingir os objetivos propostos, esta dissertação encontra-se estruturada por diferentes fases, de modo a facilitar a compreensão de como os SGRU do Alentejo e Algarve se posicionam face ao cumprimento das metas estabelecidas pela União Europeia, para a gestão dos resíduos urbanos e para as frações recicláveis, como é o caso dos biorresíduos.

Dos 23 SGRU existentes em Portugal continental, para este trabalho, como já referido, foram selecionados sete, pertencentes à zona Sul do país, Alentejo e Algarve, no âmbito competencial das duas entidades gestoras EGF e ERSAR: Ambilital, AMCAL, Ecoléziria, Gesamb, ResiAlentejo, Valnor e ALGAR, respetivamente.

Para o estudo da gestão de RU nestas entidades, foram utilizados dados oficiais publicados em 2022 pela APA, a partir do Relatório Anual de Resíduos Urbanos (RARU 2021), sendo que a APA é a agência do Estado que tem como missão a gestão integrada das políticas ambientais e de sustentabilidade, que tem competências de monitorização, planeamento e avaliação, licenciamento e fiscalização, sendo por isso o principal regulador ambiental em Portugal. O RARU2021, é o relatório que visa retratar o desempenho alcançado em 2021, quer a nível nacional, quer por cada um dos 23 SGRU existentes em Portugal Continental, tendo presente as diretrizes estabelecidas em Diretivas Comunitárias transpostas através do Decreto-lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro, na sua atual redação. O RARU 2022 apenas foi publicado no final de outubro de 2023 e por isso não foi considerado neste trabalho. Apresentam-se no Anexo I as fichas dos sete SGRU analisados nesta dissertação.

3 Enquadramento teórico

3.1 Resíduos

De acordo com o Decreto-lei nº 102-D/2020 de 10 de dezembro de 2020, na sua redação atual “Resíduos, quaisquer substâncias ou objetos de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer”. Estes podem ser classificados em Resíduos Urbanos (RU) e Resíduos Não Urbanos (RNU).

A origem dispersa e a proximidade com o cidadão, a sua complexa e indiferenciada composição, compete aos RU características distintas quando comparados com outros resíduos. Características estas que tornam difíceis consolidar uma definição que seja consensual a sua aplicação (APA, 2023).

Estes resíduos têm origem num número de produtores bastante elevado e disperso, o que coloca desafios à sua gestão. Cabe aos cidadãos e restantes produtores a responsabilidade de separar e depositar os resíduos urbanos nos pontos de recolha disponibilizados pela entidade que presta o serviço de recolha e gestão de resíduos (APA, 2021c), embora a separação e deposição no contentor correto acontecem de forma voluntária não existindo mecanismos legais de cariz coercivo, nem qualquer modelo sancionador. Todavia, encontram-se alguns exemplos de tarifação justa, seguindo os princípios do *Pay-as-you-throw*, segundo o qual os utilizadores que menos pagam são aqueles que menos resíduos produzem.

As entidades gestoras dos respetivos sistemas de gestão dos sistemas municipais, intermunicipais e multimunicipais elaboram planos que concretizam as ações a desenvolver para a respetiva área geográfica, no sentido do cumprimento da estratégia nacional, nomeadamente do Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos. Estes planos de ação são aprovados pela Comissão de Coordenação e Desenvolvimento regional (CCDR) competente, enquanto Autoridade Regional de Resíduos, após emissão de pareceres vinculativos da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), enquanto Autoridade Nacional de Resíduos e da Entidade Reguladora dos serviços de Água e Resíduos (ERSAR), o regulador do setor (APA, 2021c).

Os resíduos não urbanos são definidos, por exclusão, como os resíduos que não se encontram abrangidos pela definição de resíduo urbano. Tais resíduos resultam tipicamente

de atividades económicas, sendo de uma maneira geral definidos como resíduos sectoriais, dos quais, destacam-se os seguintes: resíduos agrícolas, resíduos de construção e demolição, resíduos hospitalares, resíduos industriais, resíduos de lamas de depuração, outros resíduos (APA, 2021b).

Segundo o Regime geral de Gestão de Resíduos (RGGR), o produtor inicial dos resíduos é responsável tanto pela gestão dos resíduos como pelo custo dos resíduos. Caso não esteja estabelecido na legislação, o produtor inicial não pode responsabilizar o produtor do produto que deu origem ao resíduo e partilha pelos distribuidores deste produto, pela gestão deste resíduo em parte ou na totalidade, com exceção dos RU cuja recolha e tratamento constituem reserva de serviço público dos sistemas municipais ou multimunicipais.

Neste contexto, todos os RU produzidos pelas habitações e estabelecimentos de comércio a retalho, serviços e restauração, estabelecimentos escolares, unidades de prestação de cuidados de saúde, empreendimentos turísticos, ou outras origens, cujos resíduos sejam semelhantes em termos de natureza e composição aos das habitações, nos termos definidos no artigo 10.º, e cuja produção seja inferior a 1.100 litros por dia, são geridos pelo sistema municipal ou multimunicipal, no âmbito das obrigações de serviço público (APA, 2023).

3.2 Classificação dos Resíduos Urbanos

A classificação dos resíduos pode ser feita de acordo com a origem e/ou perigosidade, conforme sintetizado na Figura 1.

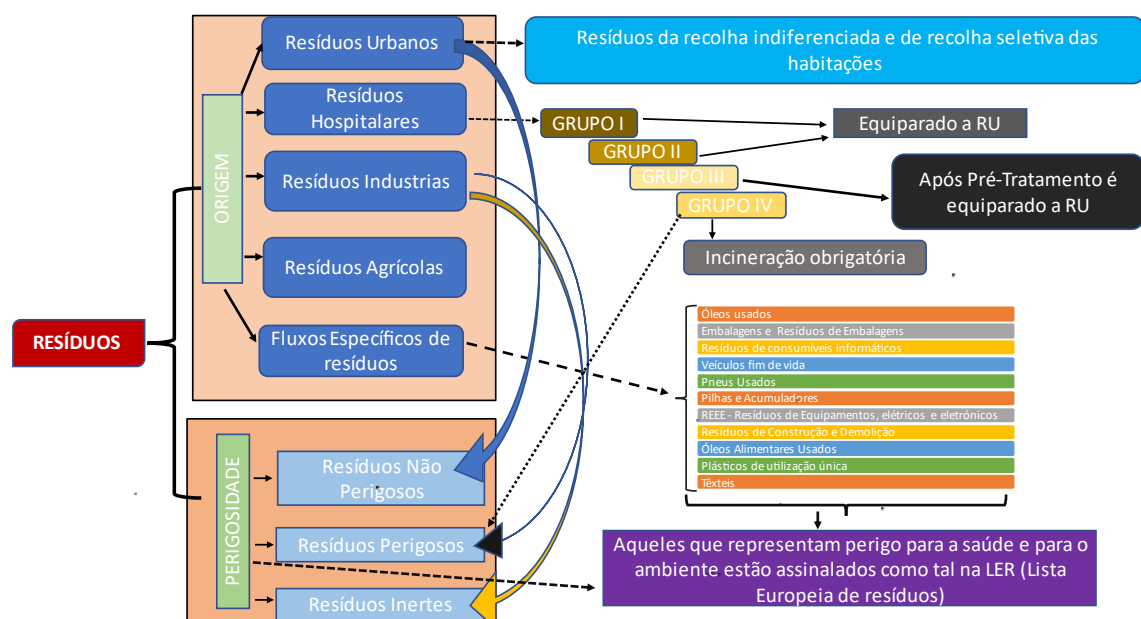


Figura 1- Classificação dos Resíduos Sólidos. Adaptado de *(Levy & Cabeças, 2016)*.

O Decreto-lei nº 102-D/2020, descreve:

- ✓ Resíduo Urbano, como o resíduo: De recolha indiferenciada e de recolha seletiva das habitações, incluindo papel e cartão, vidro, metais, plásticos, biorresíduos, madeira, têxteis, embalagens, resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos, resíduos de pilhas e acumuladores, bem como resíduos volumosos, incluindo colchões e mobiliário; e de recolha indiferenciada e de recolha seletiva provenientes de outras origens, caso sejam semelhantes aos resíduos das habitações na sua natureza e composição.
- ✓ Resíduo urbano indiferenciado o resíduo urbano que permanece após as frações específicas de resíduos terem sido recolhidas seletivamente na origem.
- ✓ Biorresíduos, os resíduos biodegradáveis de jardins e parques, os resíduos alimentares e de cozinha das habitações, dos escritórios, dos restaurantes, dos grossistas, das cantinas, das unidades de catering e retalho e os resíduos similares das unidades de transformação de alimentos.

3.3 Caracterização e Produção de Resíduos Urbanos em Portugal

Segundo o RARU de 2021, na caracterização física geral dos RU produzidos em Portugal, incluem-se as caracterizações físicas da recolha indiferenciada e da recolha seletiva (proveniente dos ecopontos, porta-a-porta e outras recolhas como circuitos especiais e ecocentros), assim como a caracterização física individualizada da recolha seletiva de quatro frações de material: vidro, papel/cartão, embalagens (recolha através do ecoponto amarelo) e biorresíduos. A caracterização é feita em conformidade com as orientações e especificações técnicas da Portaria n.º 851/2009, de 7 de agosto. Na produção de RU em Portugal Continental (Figura 2), é notório o elevado contributo da fração de biorresíduos, representando no total de RU cerca de 37,4%, aos quais acrescem os resíduos verdes (1,4%). As restantes frações, também com uma percentagem de produção significativa no total de RU, dizem respeito ao plástico (10,6%), papel/cartão (9,2%), têxteis sanitários (8,1%) e vidro (7,1%).

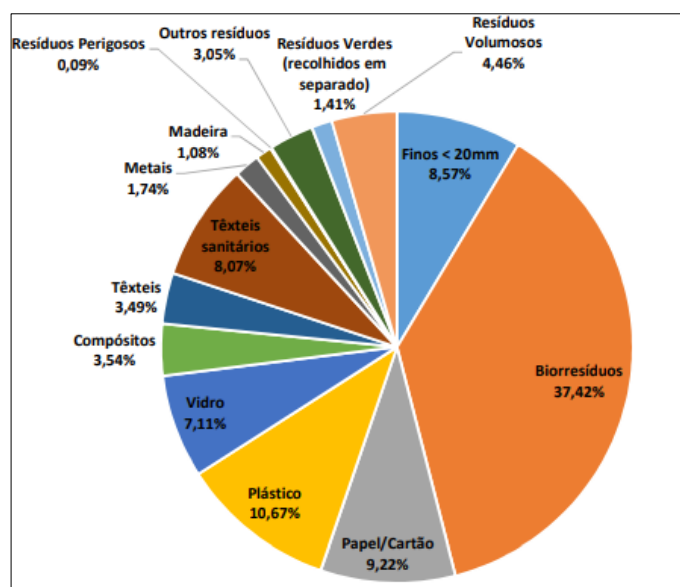


Figura 2- Caracterização física dos RU produzidos em Portugal Continental, no ano de 2021 (%).

Fonte: APA2022.

Atualmente a recolha dos RU é feita tendo em conta sensivelmente dois sistemas: Recolha indiferenciada e recolha seletiva. Ademais, existem circuitos especiais e recolha sob pedido. A recolha seletiva segundo o DL n.º 102-D/2020, é “a recolha efetuada de forma a manter os resíduos separados por tipo e natureza com vista a facilitar o tratamento específico” e a recolha indiferenciada tal como o nome indica, resulta da recolha indiferenciada dos resíduos misturados e depositados em contentores independentemente do tipo.

No que respeita à recolha, os esforços das entidades responsáveis forma no sentido de reduzir o total de resíduos indiferenciados, permitindo um aumento da recolha seletiva. Mas, e apesar de se ter verificado uma evolução favorável desta última entre 2014 e 2021, a taxa de crescimento da recolha seletiva mostrou-se baixa (7%), tal como se pode observar na Tabela 1, sendo baseada principalmente no modelo de recolha de proximidade das 3 frações recicláveis secas (embalagens de papel e cartão, embalagens de plástico e metal, vidro), e com uma pequena percentagem de outras frações recolhidas em vários circuitos (pilhas, óleos alimentares usados (OAU), etc).

Tabela 1- Evolução da recolha dos RU (%), entre 2014 e 2021 (Adaptado do RARU2021).

Indicador		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Evolução 2021 face a 2014
Recolha	Seletiva (%)	14	13	14	16	18	19	20	21	7
	Indiferenciada (%)	86	85	84	82	80	79	79	78	-8
Outros produtores (%)		0	2	2	2	2	2	1	1	1

Tomando como referência o ano de 2021, a recolha seletiva representou cerca de 21% do total da recolha de RU, tendo tido a recolha indiferenciada um peso de cerca de 78%. Sem prejuízo dos investimentos realizados nos últimos anos no sentido de potenciar o aumento da recolha seletiva, nomeadamente no que respeita à disponibilização de equipamentos e campanhas de sensibilização e comunicação para uma maior separação dos resíduos na origem, os resultados foram pouco visíveis face ao aumento de recolha seletiva que se perspetivava (50%) no Plano Estratégico para Resíduos Urbanos 2020, valor que não foi cumprido.

Apesar de se terem observado melhorias, a taxa de recolha indiferenciada mantém-se muito elevada quando comparada com a da recolha seletiva, mostrando que é crucial mudar na presente década a forma como os resíduos são separados na origem e tratados. Isto deve-se à uma baixa adesão da população, justificada por uma escassa consciência ambiental e pela falta de incentivos económicos para a correta separação, assim como pela ausência de processos sancionadores em casos de incumprimento.

A produção de RU não é igual em todo o país e varia dependendo da área geográfica e principalmente do número de habitantes existente na zona. Os valores apresentados (Tabela 1), são resultado da uma avaliação feita em todos os SGRU existentes. Apresenta-se, como exemplo, na Tabela 2 os valores apresentados pela AMCAL e ALGAR no RARU2021.

Tabela 2- Diferenças na produção de RU por área (2021) (Adaptado do RARU2021).

SGRU	População	Área (km ²)	Produção de RU	
			Recolha seletiva (%)	Recolha Indiferenciada (%)
ALGAR	451 000	5 000	28,0	68,0
AMCAL	22 895	1 749	30,6	68,7

Quando contabilizados apenas os resíduos provenientes da recolha seletiva e da indiferenciada em toneladas, as percentagens apresentadas na Tabela 2, a ALGAR apresenta um total de RU de 365 605 t e a AMCAL de 14 104 t.

Tabela 3- Produção e capitação de resíduos urbanos em Portugal (Adaptado do RARU2021).

Região	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
PT Continental (t)	4 474	4 523	4 640	4 745	4 945	5 007	5 014	5 043
RA Madeira (t)	110	110	119	124	126	129	123	118
RA Açores (t)	136	132	132	137	142	146	142	150
TOTAL (t)	4 719	4 765	4 891	5 007	5 213	5 281	5 279	5 311
Variação face ao ano anterior	↑ 2%	↑ 1%	↑ 3%	↑ 2%	↑ 4%	↑ 1%	↑ 0,05%	↑ 1%

De acordo com o RARU, em 2021 foram produzidas em Portugal 5 311 milhões de toneladas (t) de RU, mais 1% do que em 2020, como se pode verificar na Tabela 3. A produção de resíduos urbanos em Portugal continental manteve-se em 2021, em aproximadamente 5 milhões de toneladas, o que corresponde a uma capitação anual de 511 kg/hab.ano, ou seja, uma produção diária de 1,4 kg por habitante. Ao incluir os quantitativos das Regiões Autónomas (Açores e Madeira) a capitação sobe para 513 kg/hab.ano, mantendo-se, contudo, o valor de produção diária por habitante inalterável, ou seja, 1,4 kg/dia por habitante (APA, 2022).

3.4 Destinos dos Resíduos Urbanos em Portugal

A tabela abaixo apresenta a distribuição relativa aos destinos iniciais dos RU entre 2014 e 2021, em Portugal Continental.

Tabela 4- Destino dos RU (Adaptado do RARU2021).

Destinos	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Aterro (%)	42	34	29	32	33	33	41	31
Valorização Orgânica (%)	2	2	2	2	3	2	2	2
Tratamento Mecânico (%)	9	10	9	7	10	9	5	6
Tratamento Mecânico e Biológico (%)	19	23	27	28	25	24	21	27
Valorização Energética (%)	19	20	22	21	20	19	19	20
Valorização Material (%)	9	10	11	10	10	11	12	13

Em termos percentuais o aterro direto continua a ser o destino preferencial (31%), em 2021, mais quando comparada com a situação de 2020 (41%), verifica-se uma redução significativa da deposição de resíduos em aterro direto. Observando o percurso da valorização energética verifica-se que nos primeiros anos analisados os valores apresentaram uma tendência crescente, situação que mudou em 2017 (21%), o valor apresentado em 2021 foi de 20%, resultando assim num total de 52% de RU encaminhados para os níveis mais baixos da hierarquia de resíduos.

A restante fatia de RU (48%) teve como destino o tratamento mecânico e biológico, tratamento mecânico, valorização orgânica e valorização material, em 2021.

O destino dos resíduos mostra-se como um indicador relevante, mas não representa diretamente o destino final efetivo dos mesmos. Uma parte importante dos resíduos submetidos à triagem são posteriormente enviados para aterro. Deste modo na Tabela 5, é apresentada para mostrar a evolução dos destinos finais dos RU produzidos, em Portugal Continental, entre 2019 e 2021 (%), sendo que a fração total de resíduos depositados em aterro, entre os quais resíduos resultantes dos tratamentos de triagem, tratamento mecânico, tratamento mecânico e biológico, plataformas de recicláveis,

produção de combustíveis derivados de resíduos, valorização orgânica, constituiu cerca de 56% do total de resíduos produzidos em 2021, representando uma diminuição de 4 p.p. face a 2020 .

Tabela 5- Destino final dos RU (Adaptado do RARU2021).

Destinos Finais	2019	2020	2021
Aterro (%)	57	60	56
Valorização energética (%)	17	16	19
Compostagem/digestão anaeróbia (%)	8	7	7
Reciclagem (%)	13	13	14
Outras valorizações (%)	3	2	2

3.5 Contexto Legislativo e Autoridades Competentes.

As operações de gestão de resíduos, a sua prevenção e redução, estão regulamentadas, em Portugal, por vários diplomas que transpõem as Diretivas Europeias, destacando-se, no âmbito deste trabalho:

- O Regime Geral de Gestão de Resíduos (RGGR) encontra-se estabelecido no Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro. Este diploma aprova o regime geral da gestão de resíduos, o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro e altera o regime da gestão de fluxos específicos de resíduos, transpondo as Diretivas (UE) 2018/849, 2018/850, 2018/851 e 2018/852;
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 30/2023, de 24 de março, aprova o Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos 2030.

Relativamente às Diversas Diretivas Comunitárias em matéria de ambiente, destacam-se as relacionadas com a gestão de resíduos urbanos:

- Diretiva-Quadro dos Resíduos, n.º 2008/98/CE, de 19 de novembro de 2008, estabelece o enquadramento legal para o tratamento dos resíduos na União Europeia (UE).
- Diretiva (UE) 2015/1127, da Comissão, de 10 de julho de 2015;

- Diretiva (UE) 2018/851, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio de 2018;
- Decisão da Comissão de 18 de novembro de 2011 estabelece regras e métodos de cálculo para verificar o cumprimento dos objetivos estabelecidos no artigo 11º, nº 2, da Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho.
- Decisão de Execução (UE) 2019/1004 da Comissão de 7 de junho de 2019 estabelece regras para o cálculo, a verificação e a comunicação de dados sobre resíduos em conformidade com a Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho;

Quanto às autoridades competentes pela gestão dos resíduos destacam-se:

- A Agência Portuguesa do Ambiente é a entidade responsável pela implementação das políticas de ambiente em Portugal. A APA tem como objetivo contribuir para um elevado nível de proteção e valorização do ambiente através da prestação de serviços de qualidade aos cidadãos;
- A Comissão de Acompanhamento da Gestão de Resíduos (CAGER) define, regulamenta e supervisiona o mecanismo de alocação e compensação entre entidades gestoras dos fluxos específicos de resíduos;
- O Observatório Nacional dos Centros Integrados de Recuperação, Valorização e Eliminação de Resíduos perigosos (CIRVER) acompanha e monitoriza o funcionamento destes centros;

3.6 Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos (PERSU2030)

Desde 1997, em que Portugal dispõe de planos de gestão de resíduos urbanos, estes revelaram graus de concretização distintos. São identificáveis sucessos, tais como o encerramento das lixeiras e a estruturação do setor num curto espaço de tempo, pese embora tenham ocorrido dificuldades associadas como as reduzidas taxas de valorização de resíduos de embalagens e, a maior utilização do aterro sanitário como principal opção de tratamento (APA, 2021).

No dia 2 de março de 2023 a Presidência do Conselho de Ministros, aprovou o Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos 2030 (PERSU 2030), que define a política de gestão de resíduos urbanos para o território de Portugal continental, até 2030. O PERSU

2030 constitui um documento evolutivo, que visa garantir a aplicação da política nacional de gestão de RU, orientando os agentes envolvidos para a implementação de ações que permitam ao País atingir os valores estabelecidos para as diferentes metas e estar alinhado com as políticas e estratégia a nível da União Europeia.

O PERSU 2030, reconhece que a recolha seletiva dos biorresíduos, é uma mais-valia e ajudará no cumprimento das metas estabelecidas para a gestão de resíduos, principalmente na meta de deposição em aterro de resíduos urbanos, uma vez que estes, na caracterização de RU, correspondem à maior fração. Os princípios estabelecidos no PERSU 2030 são concretizados através de três eixos onde se inserem seis objetivos (Figura 3) (APA, 2023).

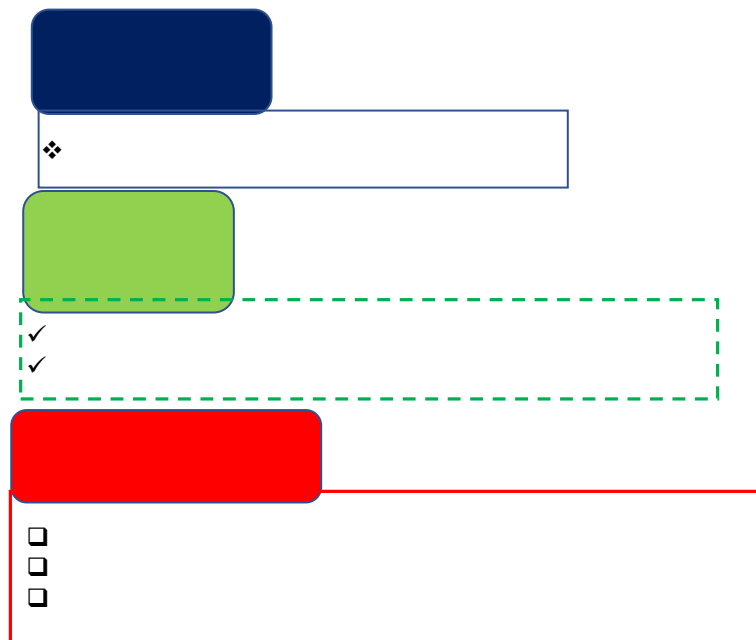


Figura 3- Princípios e Objetivos estabelecidos no PERSU 2030 (Adaptado do PERSU2030).

3.7 Gestão de Resíduos Urbanos em Portugal.

O Decreto-lei nº 102-D/2020, descreve: Gestão de resíduos como a recolha, o transporte, a triagem, a valorização e a eliminação de resíduos, incluindo a supervisão destas operações, a manutenção dos locais de eliminação após encerramento, e as medidas tomadas na qualidade de comerciante de resíduos ou corretor de resíduos.

Em Portugal, a partir de 1997, tem-se vindo a verificar uma evolução significativa dos sistemas de gestão de RU, impulsionada pelas imposições da União Europeia (UE), que levaram à criação de vários programas apoiados pelos fundos comunitários, aos quais

se juntou a participação da população, de forma considerável. Os desafios impostos pela UE passam pela redução de depósitos de resíduos biodegradáveis em aterros sanitários, o que obrigou a um forte investimento em infraestruturas, nomeadamente com vista à valorização dos resíduos, um investimento elevado em tecnologia de tratamento biológico e um aumento da eficácia da coleta e triagem, para reciclagem (Praça, 2022).

3.7.1 Entidades responsáveis pela gestão dos resíduos urbanos

Historicamente, as Autarquias sempre foram responsáveis pela gestão dos resíduos produzidos pela população, nomeadamente, pela recolha e manutenção do equipamento para a sua deposição. Atualmente, e por razões estratégicas que têm como objetivo uma gestão integrada dos resíduos, os Municípios juntaram-se e formaram Sistemas Multimunicipais ou Intermunicipais. Sistemas responsáveis por projetar, dimensionar e gerir as infraestruturas de valorização e destino final dos resíduos. Cabe-lhes também a responsabilidade de implementar a logística necessária ao melhor funcionamento do sistema e, acima de tudo, sensibilizar o cidadão para a adoção das melhores práticas no que respeita à separação e acondicionamento dos resíduos, para a garantia do bom funcionamento do sistema que implementam (Lipor, 2009).

Sistemas Municipais ou Intermunicipais (Municípios isolados ou em associação) – com operação direta ou operação concessionada, por concurso, a entidade pública ou privada de natureza empresarial.

Sistemas Multimunicipais (por atribuição e concessão) – com gestão de natureza empresarial atribuída pelo Estado a sociedades concessionárias de capitais exclusiva ou maioritariamente públicos, resultantes da associação de entidades do sector público, designadamente a Empresa Geral de Fomento (EGF) e as Autarquias. Por norma, a recolha do indiferenciado é realizada pelos municípios e a recolha dos recicláveis (trifluxe) é realizada pela entidade gestora (SGRU), podendo haver várias combinações na atribuição de competências, até mediante contratualização a entidades privadas caso o município assim o prefira.



Figura 4- Mapa da distribuição dos SGRU em Portugal Continental. **Fonte:** PERSU2030.

Segundo a ERSAR, as atividades desenvolvidas pelos sistemas responsáveis pela gestão de resíduos podem ser agregadas em duas categorias: as atividades em baixa (recolha), que incluem a recolha dos resíduos provenientes das habitações e do setor não-doméstico, e as atividades em alta (tratamento), que incluem as restantes etapas. As atividades em baixa e em alta podem ser prestadas por sistemas geridos por entidades distintas.

O tratamento dos resíduos urbanos, em Portugal Continental, é assegurado por 23 SGRU – entidades gestoras de serviço e gestão de RU em alta. Cada um destes sistemas possui características diferenciadoras, quer em número de municípios integrantes, área geográfica e população abrangida, quer no contexto socioeconómico que abarcam. Esta diferenciação, que se reflete no fluxo e produção de RU, suporta as opções adotadas em termos da recolha seletiva, tratamento e valorização, assim como nos equipamentos e infraestruturas implementados.

Um SGRU é uma estrutura de meios humanos, logísticos, equipamentos e infraestruturas, estabelecida para levar a cabo as operações inerentes à gestão dos RU. Os modelos de governança dos SGRU assumem a forma de concessão multimunicipal (12), empresa municipal ou multimunicipal (8) e associação de municípios (3). Os sistemas de gestão de resíduos englobam dois grandes fluxos em função do tipo de recolha efetuada: recolha indiferenciada e recolha seletiva. A recolha indiferenciada corresponde à recolha de resíduos urbanos sem prévia seleção, sendo esta da responsabilidade dos serviços em baixa (municípios ou externalizado a empresas privadas). A recolha seletiva das embalagens de papel/cartão, plástico e metal, e vidro, a que é efetuada de forma a manter o fluxo de resíduos separados por tipo e natureza, com vista a facilitar o tratamento específico, é, na maioria dos sistemas, da responsabilidade do serviço em alta, embora possa igualmente ser gerida pelo serviço em baixa.

De acordo com o Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP 2021), existem 237 entidades gestoras em baixa, maioria de pequena dimensão, restringindo-se ao universo municipal, responsáveis pela recolha indiferenciada. Dessas entidades, 21 são também responsáveis pela recolha seletiva, sendo estas entidades as pertencentes aos sistemas da Associação de Municípios do Alentejo Central, da Lipor, da TRATOLIXO e as da área metropolitana de Lisboa integradas no sistema da VALORSUL.

Ainda no que se refere à recolha seletiva, e apesar de ser um serviço típico de gestão em baixa, 19 entidades gestoras em alta procedem também a esse serviço, a par com o tratamento já referido.

Já a recolha seletiva de biorresíduos é da responsabilidade dos municípios, apesar de atualmente esta ser ainda uma recolha com uma expressão muito reduzida em Portugal Continental. Alguns municípios fazem também recolha seletiva de outros fluxos, nomeadamente resíduos volumosos, resíduos perigosos, têxteis, madeiras e óleos alimentares usados. No que respeita a alguns fluxos específicos de resíduos abrangidos pela responsabilidade alargada do produtor, como os resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (REEE), os resíduos de pilhas e acumuladores, a recolha é assegurada em redes próprias das entidades gestoras licenciadas para o efeito, sendo que, em muitas situações existem protocolos/contratos entre os municípios e as referidas entidades por forma a assegurar uma maior capilaridade na recolha destas frações (APA, 2023).

Na Tabela abaixo, encontra-se discriminado o detalhe relativo ao número de infraestruturas existentes, em Portugal Continental, segundo o RARU2021.

Tabela 6- Infraestruturas existentes em Portugal Continental (2021) (Adaptado do PERSU2030).

Infraestruturas	Nº
Estação de Triagem	30
Tratamento Mecânico	6
Tratamento Mecânico e Biológico	19
Tratamento Mecânico (biorresíduos recolhidos seletivamente)	5
Unidades de Produção de Combustíveis Derivados de Resíduos	5
Centrais de Valorização Energética	2
Aterros	34

Relativamente aos aterros em exploração, a maioria dos SGRU (14) possui apenas uma unidade, sendo que oito SGRU possuem dois aterros ativos.

No que se refere às centrais de valorização energética, e à semelhança dos anos anteriores, em 2021, Portugal Continental estava dotado de duas instalações, exploradas pelos VALORSUL e Lipor. Quanto as regiões autónomas, a Madeira apresenta uma unidade de Valorização Energética (VE) e nos Açores existe outra, na ilha da Terceira.

Em 2021 encontravam-se operacionais 24 instalações para tratamento de valorização orgânica para biorresíduos (19 para biorresíduos provenientes da recolha indiferenciada e 5 para biorresíduos provenientes da recolha seletiva), distribuídas por 19 SGRU. Quanto ao tipo de tratamento nestas instalações, metade (12 instalações) efetuam compostagem, enquanto a outra metade efetua digestão anaeróbia seguida de compostagem.

Ainda no que respeita às instalações de tratamento de valorização orgânica, 19 instalações possuem, a montante do tratamento biológico, tratamento mecânico para receção de resíduos provenientes da recolha indiferenciada. Isso implica que a maioria dos resíduos orgânicos sejam retirados da fração indiferenciada, pois estes estão sujeitos a inúmeros problemas de contaminação por outras frações (impróprios) e nem sempre seja garantida a qualidade poster aplicação nos solos.

No que concerne a instalações exclusivas apenas ao tratamento mecânico, as seis existentes encontram-se na ALGAR, AMARSUL, RESINORTE (duas instalações),

Tratolixo e VALORMINHO, cujo propósito diz respeito ao processamento da fração indiferenciada, separando a matéria orgânica dos resíduos recicláveis.

Para o tratamento de biorresíduos provenientes exclusivamente da recolha seletiva existem 5 instalações: as instalações da Lipor e VALORSUL tratam, essencialmente, biorresíduos alimentares e as restantes três infraestruturas, da responsabilidade da ALGAR, são dedicadas ao tratamento de resíduos verdes.

No que concerne às estações de triagem, existem 30 distribuídas pela área geográfica dos SGRU, sendo que, a maioria dos sistemas possui uma ou duas estações de triagem, com exceção da RESINORTE que possui quatro.

3.8 Sistemas de Recolha

Os serviços de gestão de RU abarcam as fases de recolha e transporte, triagem e valorização/eliminação. Uma das fases mais importantes na gestão de RU é a recolha e separação de resíduos, indiferenciada ou seletiva, cujo sucesso depende de vários fatores, desde a facilidade para o cidadão para depositar os seus resíduos (distância do ecoponto, funcionamento e qualidade do sistema de recolha, higiene da área de deposição), a frequência de recolha das frações putrescíveis, incentivos económicos para a correta separação e/ou penalizações (aplicação do sistema PAYT – princípio poluidor – pagador).

Pode ainda existir o tratamento na origem dos biorresíduos, por meio de compostagem doméstica ou comunitária, embora tenham as duas modalidades uma expressão ainda muito reduzida em Portugal. Nos dois casos as competências sobre a gestão são diferentes do resto de serviços, podendo existir apoio direto ao cidadão pelos serviços da câmara (APA, 2021b).

De acordo com o Decreto-lei 102-D/2020 de 10 de dezembro de 2020:

- Integram a rede de recolha de resíduos os pontos de recolha e os centros de recolha;
- A armazenagem preliminar de resíduos apenas pode ter lugar por períodos não superiores a três anos, nas instalações onde é realizada;
- Os sistemas municipais e multimunicipais são obrigados a rececionar todos os resíduos, incluindo os resíduos perigosos, cuja gestão lhes compita nos termos da lei;
- Os centros de recolha de resíduos estão sujeitos ao cumprimento de normas técnicas estabelecidas pela Agência nacional de Resíduos (ANR)

atendendo a critérios de qualidade técnica e eficiência, a publicitar no seu sítio na Internet no prazo máximo de um ano a contar da publicação do presente regime.

O Decreto-lei nº 102-D/2020 de 10 de dezembro de 2020 define “Recolha seletiva como a recolha efetuada de forma a manter os resíduos separados por tipo e natureza com vista a facilitar o tratamento específico”. Ao analisar os sete SGRU observou-se que, na Ambilital, AMCAL, Ecolezíria, atualmente não existe qualquer tipo de recolha seletiva de biorresíduos (alimentares ou verdes). A Gesamb realiza a recolha seletiva dos biorresíduos através do sistema de recolha porta-a-porta, para o sector da restauração e hotelaria, no centro histórico de Évora. Na ALGAR, ResiAlentejo e a Valnor no que respeita aos biorresíduos, apenas a fração dos resíduos verdes é recolhida seletivamente, não existindo, de acordo com a informação disponibilizada pelos SGRU, circuitos de recolha dedicados para os resíduos alimentares.

Nenhum dos SGRU dispõe de qualquer sistema de recolha seletiva da fração orgânica dos biorresíduos, apesar destes SGRU praticarem a recolha seletiva dos resíduos verdes, esta não é a significativa precisando ser melhorada e urgente a implementação da recolha dos orgânicos para que os SGRU possam atingir as metas estabelecidas.

Os sistemas de recolha de resíduos podem ser implementados em sistemas de recolha conjunta ou separada. Os modelos de recolha são normalmente classificados como sistemas de recolha porta-a-porta ou sistema de deposição em contentor de proximidade. Tendo em conta estes dois modelos de recolha seletiva, consideram-se os seguintes aspetos:

Porta-a-porta: Modelo em que a recolha de resíduos é efetuada junto das habitações ou estabelecimentos comerciais. Os resíduos previamente separados, em saco ou em contentor, são depositados à porta da habitação/estabelecimento. Com a implementação deste modelo, geralmente observa-se maior quantidade de biorresíduos recolhidos, menor grau de contaminação, menos espaço ocupado na via pública, horário mais restrito, e ainda a possibilidade de um controlo direto da qualidade a recolher;

Deposição em contentor de proximidade: Modelo em que a deposição de resíduos é feita em equipamentos de proximidade, situados na via pública, em pontos fixos e normalmente em zonas de fácil acesso. Através da implementação deste sistema, geralmente observa-se que a fração de biorresíduos recolhida é variável, maior

contaminação, menor responsabilização/envolvimento do cidadão, horário mais flexível, e ainda que o controlo da qualidade é feito indiretamente (APA, 2019).

De acordo com o Regime Geral de Gestão de Resíduos, Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro, no seu Artigo 30.º - Biorresíduos, os produtores de biorresíduos provenientes de atividades da restauração e industrial devem separá-los na origem, sem os misturar com outros resíduos, até 31 de dezembro de 2022, no caso de entidades que produzam mais de 25 t/ano de biorresíduos; até 31 de dezembro de 2023, nos restantes casos. Por sua vez o Artigo 36.º - Recolha seletiva de resíduos, diz que os produtores e operadores de gestão de resíduos asseguram que os resíduos são recolhidos separadamente, por forma a facilitar e promover a sua gestão em observância do princípio da hierarquia dos resíduos. Os municípios, de acordo com as respetivas competências, operacionalizam a recolha seletiva, de biorresíduos, até 31 de dezembro de 2023.

Para cumprimento ao estabelecido no RGGR, as entidades responsáveis pelos sistemas municipais ou multimunicipais, de acordo com as respetivas competências, devem adotar as medidas necessárias para possibilitar a separação e reciclagem na origem dos biorresíduos através de compostagem doméstica ou comunitária e outras soluções locais de reciclagem, ou a sua recolha seletiva e posterior transporte para instalações de reciclagem, designadamente de compostagem e digestão anaeróbia, evitando a sua mistura no tratamento com outros resíduos, em particular com a fração orgânica dos resíduos indiferenciados (Decreto de Lei n.º 102-D/2020).

De acordo com a informação disponível no RARU2021 a recolha seletiva dos biorresíduos, nos SGRU estudados, foi muito residual, como apresentado mais à frente neste trabalho.

Atualmente, alguns municípios pertencentes aos SGRU estudados já iniciaram, em alguns casos à escala piloto, a recolha seletiva de resíduos orgânicos. Portimão iniciou um projeto piloto, em abril de 2022, da recolha de resíduos orgânicos (restos de comida) junto dos restaurantes, escolas e IPSS das freguesias de Portimão e Alvor. No que diz respeito à contentorização de exterior, para servir as zonas residenciais, a instalação da mesma tem sido feita, de forma gradual, permitindo aos munícipes começarem a fazer a separação e deposição dos seus resíduos orgânicos no contentor castanho (instalado junto às ilhas ecológicas) (EMARP, 2022).

A ResiAlentejo, em conjunto com os municípios abrangidos - Almodôvar, Barrancos, Beja, Castro Verde, Mértola, Moura, Ourique e Serpa -, lançou, em setembro de 2023, uma campanha de recolha de resíduos orgânicos, com o objetivo de desviar de aterro recursos importantes. Este novo sistema irá abranger residências, mas, também, estabelecimentos do canal HORECA e instituições locais. Será suportado pela implementação e distribuição de equipamentos de contentorização, de proximidade e domésticos, para deposição dedicada destes resíduos - desperdícios alimentares e sobras de refeições -, em simultâneo com uma campanha de sensibilização ambiental, que prevê abordagem por contacto pró-ativo, nas modalidades porta-a-porta (PaP) e telefone-a-telefone (TaT), através da ativação de uma linha de *callcenter*, em que serão abordados procedimentos de correta deposição e vantagens, individuais e coletivas, de adesão ao novo sistema de deposição: gratuito, simples, cómodo e responsável. No setor doméstico, será entregue ao munícipe aderente um pequeno contentor, para utilização na cozinha, e deposição dedicada dos biorresíduos (desperdícios alimentares e sobras de refeições). A colocação dos biorresíduos é efetuada em sacos laranja, que serão levantados em pontos autorizados dos concelhos. No que respeita aos estabelecimentos, a campanha decorrerá, preferencialmente, através de contacto telefónico para agendamento de entrega de contentorização (Rádio Voz da Planície, 2023).

3.9 Metas nacionais para a Gestão de Resíduos Urbanos e

Posicionamento de Portugal face às metas

A Diretiva-Quadro dos Resíduos (DQR), procedeu a uma revisão em alta das metas de preparação para a reutilização e reciclagem dos RU, apontando à aceleração da transição para uma economia circular, gerando benefícios económicos, sociais e ambientais para os seus Estados-Membros.

Na Tabela 7 é apresentado o posicionamento de Portugal (incluindo Regiões Autónomas) face ao cumprimento de três metas nacionais publicadas no Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro.

Tabela 7- Posicionamento de Portugal face às metas estabelecidas (Adaptado do RARU2021).

Indicador	Situação em 2021	Metas		
		2025	2030	2035
Prevenção de resíduos urbanos (%)	1	5	15	-----
Preparação para reutilização e reciclagem de resíduos urbanos (%)	32	55	60	65
Deposição em aterro de resíduos urbanos (%)	53	-----	-----	10

Conforme se pode observar na Tabela 7, Portugal ainda não cumpre as metas impostas. Para as metas de prevenção e de preparação para a reutilização e reciclagem os valores observados no ano de análise mostram-se distantes dos valores propostos nas metas dos diferentes anos e para a deposição em aterros o valor observado em 2021 ultrapassa o valor traçado para 2035 (10%).

O PERSU2030, estabelece metas de Preparação para a Reutilização e Reciclagem (PRR) dos RU, (Tabela 7), e reflete também o contributo que cada SGRU, dará para o cumprimento desta meta. A Tabela 8, apresenta a meta para 2030 de PRR para cada um dos SGRU estudados neste trabalho bem como o posicionamento em 2021, segundo o RARU2021. A meta de preparação para reutilização e reciclagem, é um indicador que avalia o quantitativo de resíduos preparados para reutilização e reciclados face à produção de RU.

Tabela 8- Meta de preparação para a reutilização e reciclagem de resíduos a alcançar no período de vigência do PERSU 2030 e a situação de Portugal em 2021 (Adaptado do PERSU2030).

SGRU	Posicionamento face a meta PRR % (2021)	Meta de PRR % (2030)
ALGAR	17	60
Ambital	9	51
AMCAL	34	57
Ecolezíria	56	55
Gesamb	39	63
ResiAlentejo	46	63
Valnor	54	56

Como se pode observar que a maioria dos SGRU já atingiram essa meta, outros, como é o caso da ALGAR e Ambital ainda estão muito longe da meta indicada.

4 Os Biorresíduos

O decreto de lei 102-D/2020, descreve Biorresíduos, como “os resíduos biodegradáveis de jardins e parques, os resíduos alimentares e de cozinha das habitações, dos escritórios, dos restaurantes, dos grossistas, das cantinas, das unidades de catering e retalho e os resíduos similares das unidades de transformação de alimentos”.

- ✓ Segundo o teor de humidade e a proporção de nutrientes, estes dividem-se em Restos de vegetais e frutas (ainda crus), borras de café, incluindo filtros, cascas de ovos (esmagadas), flores, os que possuem um baixo teor de humidade e são ricos em azoto, e resíduos de cortes e podas, aparas de madeira e serradura, agulhas de pinheiros, casca de batata) os que possuem alto teor de humidade e são ricos em carbono.

Os resíduos verdes podem ser utilizados como material estruturante por forma a manter a correta proporção entre azoto e carbono, permitindo o correto desenvolvimento da degradação (compostagem). Por essa razão é conveniente que a recolha se realize de forma separada dos resíduos castanhos.

Os biorresíduos podem ser aproveitados para produzir compostos de valor acrescentado, usando diferentes tecnologias, contribuindo assim para mitigar os seus impactos ambientais reduzindo a poluição do solo, do ar e da água. Vários métodos têm sido introduzidos e estudados para a produção de energia a partir de biomassa, como a gaseificação de biomassa e a transesterificação de óleos para obtenção de biocombustíveis líquidos. Os biorresíduos derivados da madeira, papel, lamas ou resíduos têxteis naturais podem ser convertidos em bioplásticos. Outros biorresíduos podem ser utilizados para sintetizar produtos de base biológica biodegradáveis e compostáveis em escala industrial, onde a estratégia de compostagem para reciclagem de matéria orgânica é considerada uma opção confiável e de baixo custo para a gestão destes resíduos (Srivastava et al., 2023).

Estes resíduos tornam-se um problema por emitir cheiros desagradáveis se mal geridos, e em caso de não serem recolhidos de forma seletiva podem comprometer a qualidade da fração do resto de resíduos e são os maiores produtores de gás metano proveniente dos aterros, gás este que está no centro dos gases que provocam o aquecimento global. Por outro lado, os biorresíduos quando recolhidos e tratados devidamente são também um recurso, pois estes podem ser usados para a produção de energia e fertilizantes orgânicos (Silveira et al., 2021).

O salto quantitativo e qualitativo exigido pela recolha seletiva de biorresíduos, valorização e uso dos produtos gerados é um desafio substancial com um prazo muito curto, mas com vários impactos positivos, diretos e indiretos:

- ✓ Redução de quantidades de resíduos depositados em aterro por via indireta;
- ✓ Redução dos odores nos aterros;
- ✓ Melhoria da qualidade dos materiais triados nas linhas mecânicas;
- ✓ Produtos com alto valor acrescentado (composto, corretor orgânico, gás);
- ✓ Envolvimento da comunidade (compostagem doméstica e comunitária, agricultura familiar);
- ✓ Redução da importação de matérias-primas para a agricultura (fertilizantes);
- ✓ Melhoria da qualidade do solo (retenção de água, nutrientes, carbono).

A prevenção e a recolha seletiva dos biorresíduos contribui para o cumprimento de metas europeias de desvio ou de reciclagem, bem como para a ambição do país em termos do Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050, do Plano Nacional de Energia e Clima, da futura Estratégia Nacional de Bioeconomia, sem esquecer os impactos associados à criação de emprego.

De facto, quando os biorresíduos são recolhidos de forma seletiva, e devidamente encaminhados para tratamento e valorização, podem ser geridos para aproveitar todo o potencial positivo, ambiental e económico. Uma vez que ao retirar os biorresíduos do lixo comum estamos a retirar a componente causadora dos gases de efeito de estufa pelos aterros, e a canalizar todo o seu potencial (material e gasoso) para sistemas totalmente independentes e fechados. Apesar de ser possível recolher o biogás do aterro, o potencial de valorização de uma instalação dedicada é muito superior, deste tratamento podem ser extraídos vários produtos, sendo os mais importantes: composto orgânico de qualidade superior e o biogás, que pode ser afinado para substituição direta de gás natural, servir como combustível para veículos a gás, ou para produção de eletricidade (APA, 2021a).

4.1 Gestão dos Biorresíduos

A gestão dos biorresíduos, sendo absolutamente necessária à saudável existência da espécie humana, e ao seu equilíbrio harmonioso com a natureza, não deve ser vista à luz de estreitos interesses mercantis. Embora a maioria dos estudos diz respeito à gestão dos resíduos biodegradáveis, os biorresíduos não incluem o papel e apresentam um maior teor de humidade, que pode ter repercussões especialmente na comparação de opções que incluam o tratamento térmico dos resíduos (Vale, 2022).

O cumprimento das metas europeias de reciclagem e valorização dos RU, em 2006, apresentavam enormes atrasos, o que levou o PERSU, avaliar a Estratégia Nacional para a Redução dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis destinados aos Aterros (ENRUBA), e perceber que as instalações de Tratamento Mecânico e Biológico (TMB) são um recurso de tratamento e que podem evitar que todos os resíduos recolhidos por recolha indiferenciada seja encaminhados diretamente para o aterro, permitindo assim a separação de frações orgânicas que podem ser transformadas em composto e outras frações recicláveis.

Se não for bem gerido, este volumoso fluxo de resíduos representa ameaças ambientais e económicas significativas. Por exemplo, os resíduos biodegradáveis, incluindo os biorresíduos, são uma fonte importante de emissões de gases com efeito de estufa provenientes de aterros, correspondendo a cerca de 3% do total de emissões de gases com efeito de estufa na União Europeia (European Environment Agency *et al.*, 2020).

Na gestão dos biorresíduos que são desviados dos aterros, parece não haver uma solução única que represente a melhor opção do ponto de vista ambiental. O balanço ambiental das várias opções disponíveis para a gestão destes resíduos depende de uma série de fatores locais, nomeadamente dos sistemas de recolha, da composição e qualidade dos

resíduos, das condições climáticas (temperatura e humidade) e do potencial para a utilização de vários produtos derivados dos resíduos, como a eletricidade, o calor, o gás rico em metano ou o composto (Parlamento Europeu, 2010). Os biorresíduos, salvo exceções em alguns municípios, são recolhidos misturados com os resíduos indiferenciados. Por isso, a quantificação do potencial de biorresíduos para a recolha seletiva é feita com base na produção anual de resíduos totais e na composição física média destes resíduos, obtida mediante as caracterizações realidades pelas entidades gestoras.

Para cada município deve ser feita uma análise técnica, o mapeamento do potencial de recolha seletiva de biorresíduos permite identificar os municípios, onde ser implementada uma estratégia de recolha de forma viável. Para isso, deve ser tido em conta a produção média de biorresíduos do setor doméstico e não doméstico, a disponibilidade de espaços verdes comuns e jardins privados onde possa haver compostagem, a existência de animais (galinhas, porcos, etc.), que contribuem ao destino informal de biorresíduos, e outros aspetos ligados ao planeamento urbano e distribuição de população e infraestruturas.

A Tabela 9 reflete, em percentagem, o potencial que os sete SGRU estudados neste trabalho apresentam para a implementação da recolha seletiva (RS) dos biorresíduos, segundo o PERSU2030.

Tabela 9- Potencial de implementação de recolha seletiva de biorresíduos, por SGRU (Adaptado do PERSU2030).

SGRU	Potencial de implementação de RS de Biorresíduos (%)
ALGAR	82
Ambital	21
AMCAL	0
Ecolezíria	64
Gesamb	30
ResiAlentejo	27
Valnor	30

Estes resultados foram obtidos tendo em conta algumas análises realizadas: Análise ambiental à escala regional (SGRU) e dos concelhos/freguesias, análise técnica à escala de freguesias e municípios e análise económica à escala das freguesias (APA, 2019).

É possível observar na Tabela 9, que alguns dos SGRU analisados apresentam um potencial de recolha superior a 50% para a implementação de RS de biorresíduos, enquanto para outros SGRU o valor é mais baixo e, no caso da AMCAL, o valor indicado é zero. No entanto, e de acordo com informação recolhida na AMCAL, este valor vai ser alterado, uma vez que está a ser implementada uma central de valorização orgânica.

O tratamento dos biorresíduos além de ser da responsabilidade dos SGRU, onde são processados em suas instalações de Tratamento Mecânico, TMB e Valorização Orgânica (VO), estes podem ser tratados na origem, mediante compostagem doméstica e comunitária, sob responsabilidade dos municípios.

4.2 Tratamento Mecânico e Biológico

O TMB não é definido como um processo de tecnologia única, mas sim uma variedade de processos tecnológicos, mecânicos e biológicos que permitem a separação dos resíduos e remoção de algumas frações, possibilitando a obtenção de material passível de ser reciclado e a estabilização da fração orgânica de modo a tornar as suas características razoáveis para a utilização (Sá Lima, 2014).

Este processo divide-se em duas fases na primeira temos a mecânica, que envolve meios de separação que removem algumas frações, recuperando materiais para reciclagem; e na segunda tem-se biológica, que envolve meios para estabilizar a fração orgânica de modo que as suas características se tornem razoáveis para outras utilizações.

A Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico (UTMB) surgiu de forma a contribuir para a Estratégia de Valorização Orgânica de Resíduos Urbanos Biodegradáveis, e enquadrada no compromisso nacional e comunitário de redução da matéria orgânica depositada em aterro (Costa, 2010), valorizando e reciclando, de forma a prolongar a vida útil do aterro sanitário e que o impacto no ambiente seja mínimo ou inexistente (Silva, 2017).

De todos os benefícios e vantagens que o TMB apresenta, o mais relevante é a capacidade de retirar do fluxo indiferenciado os materiais recicláveis e com valor económico, como o caso de metais, vários tipos de embalagens, assim como os biorresíduos que deverão ser retirados do sistema para evitar elevados custos operacionais e ambientais nas seguintes fases do tratamento. No fundo, a funcionamento dos TMB implica a diminuição na quantidade de resíduos encaminhados para aterro ou incineração, diminuição da humidade e percentagem da fração orgânica depositada nos aterros e

diminuição do potencial de formação de gás (biogás, gás de efeito de estufa e odores no aterro) (Costa, 2010).

Contudo, o TMB é uma solução intermédia que só deverá de ser adotada para os resíduos que não podem ser recolhidos de forma seletiva. Mais, conforme a legislação em vigor, os resíduos orgânicos procedentes do TMB não poderão contar para o cumprimento das metas de reciclagem a partir de 2027.

4.3 Compostagem

A valorização orgânica (compostagem) é um processo de reciclagem, que consiste na degradação de materiais orgânicos, que se desenvolve obedecendo a determinados parâmetros de controlo (temperatura, pH, humidade, tamanho dos resíduos, relação carbono/azoto, arejamento). Este processo tem como base o controlo da bioxidação da mistura heterogénea de resíduos biodegradáveis, que ocorre através da ação dos microrganismos (bactérias, actinomicetas e fungos) naturalmente associados aos substratos. Deste processo resulta um produto final estável, contendo substâncias húmicas, livre de elementos patogénicos e de sementes, utilizado como corretivo orgânico do solo conhecido como composto.

A compostagem desenvolve-se em quatro fases, na primeira fase, mesófila, há um aumento da temperatura devido às atividades dos microrganismos aeróbios que mineralizam as matérias orgânicas mais simples, a segunda termófila é onde as temperaturas mantêm-se elevadas, 70°C, levando à higienização do composto, o arrefecimento é a terceira fase e corresponde à diminuição da atividade microbiana e por fim a fase de maturação onde ocorre a estabilização das matérias orgânicas (Graça, 2015)

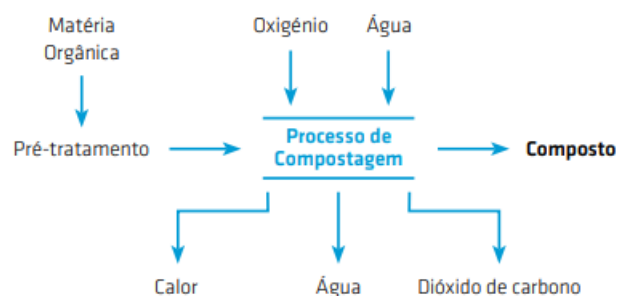


Figura 5 - Esquema do processo de compostagem. Fonte: (Lima, 2009)

Para este tipo de processo é necessário ter em atenção algumas operações básicas que têm início no tratamento mecânico onde ocorre a preparação dos biorresíduos que serão utilizados, seguindo do processo biológico onde ocorre a decomposição aeróbia dos

resíduos por meio dos microrganismos. A terceira operação e a afinação do composto, este composto possui características como aspeto semelhante a terra, de cor escura, sem adores e riqueza de nutrientes e no final o armazenamento nesta fase o composto produzido é preparado para a comercialização e utilização.

A compostagem de materiais orgânicos apresenta com vantagens a simplicidade e o baixo custo do processo, assim como a velocidade da decomposição microbiana e oxidação da matéria orgânica tornando-a rapidamente estável e apta como fertilizante orgânico. O composto utilizado como fertilizante natural não é contaminante das águas subterrâneas ou superficiais, como acontece com os fertilizantes minerais e químicos, que são facilmente arrastados pelo escoamento superficial ou ao longo da coluna de solo, apresenta ainda uma elevada redução do volume, da massa e do teor de humidade dos resíduos tratados e resíduos enviados para aterro e a estabilização química e biológica dos materiais putrescíveis.

A prática da compostagem pode ser dividida em duas modalidades, compostagem comunitária e compostagem doméstica.

Compostagem comunitária é direcionado principalmente para os munícipes que não dispõem de condições nas suas residências para aderir ao programa de compostagem doméstica. Neste caso os munícipes podem efetuar a correta separação dos resíduos nas suas residências e colocar os biorresíduos num dos compostores comunitários implementados normalmente na via pública pelas entidades gestoras de resíduos. Este modelo de tratamento na origem requer o apoio técnico do município, com visitas constantes para monitorizar o processo de compostagem, medindo os parâmetros essenciais, e mediante a utilização de ferramentas para misturar e revolver os montes de matéria orgânica.

Para esta prática utilizam-se os chamados compostores comunitários, que são utilizados pela população em geral para deposição de resíduos orgânicos (alimentares e verdes), ainda que com algumas restrições.



Figura 6 - Compostores comunitários. **Fonte:** Biofactor.

Compostagem Doméstica é um processo que se desencadeia em pequena escala, que não exige grandes custos de equipamento ou de manutenção e que pode ser promovido em habitações. A compostagem doméstica é ideal para munícipes que possuam em suas casas um pequeno espaço exterior livre. Basta juntar os restos de preparação da comida e materiais de jardim e colocá-los no compostor que geralmente são disponibilizados gratuitamente pelo Município ou SGRU. Para este tipo de compostagem utilizam-se os compostores domésticos que permitem realizar, de forma simples, a reciclagem de matéria orgânica na nossa própria casa, quer no exterior (por exemplo, no jardim), quer no interior, dependendo do tipo de compostor que queiramos utilizar. Os principais tipos de compostagem doméstica são: termofílica, bokashi e vermicompostagem.

A compostagem termofílica é a famosa compostagem de jardim, normalmente tem uma capacidade de 300-500 litros, mas pode variar. Existem compostores termofílicos de madeira, plástico, metal, tijolo, de materiais reciclados ou não, com ou sem rede, rotativos ou não. Vermicompostores (compostores com minhocas) é o tipo de compostagem que para além de ser muito prática, também gera um adubo (húmus) de excelente qualidade. Compostores Bokashi é provavelmente a compostagem mais adequada para quem vive em zonas urbanas, em apartamentos, sem muito espaço disponível normalmente tem entre 12 e 20 litros e pode ser feito no balcão da cozinha.



Figura 7- Compostores domésticos. **Fonte:** Mudatuga.

4.3.1 Exemplos de programas de compostagem dos SGRU

ALGAR apresenta o projeto “compostar, outra forma de reciclar”, é o projeto de compostagem doméstica. A Gesamb com o projeto Re-planca que inclui no total 28 compostores comunitários e distribuição de compostores domésticos gratuitos. A ResiAlentejo com projeto “orgânicos: bons demais para desperdiçar” em parceria com os municípios de Barrancos, Beja, Castro Verde, Mértola, Moura, Ourique e Serpa, onde realiza a distribuição compostores domésticos aos habitantes.

4.4 Digestão anaeróbia

A digestão anaeróbia consiste em um processo microbiológico, que na ausência de oxigênio, proporciona interações enzimáticas e metabólicas sobre compostos orgânicos convertendo-os em água (H₂O), dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄), principalmente. As principais vantagens frente aos demais procedimentos biológicos de estabilização são: balanço energético favorável com menor consumo de energia, baixa produção de sólidos, demanda de menor área, suporta maior carga volumétrica possibilita o tratamento da maioria dos compostos orgânicos (Gueri et al., 2021).

Fases do processo de Digestão anaeróbia

A digestão anaeróbia ocorre em quatro fases, a primeira fase a hidrólise consiste na quebra de macromoléculas, por meio de enzimas extracelulares que são produzidas por bactérias anaeróbias facultativas e restritas, a acidogénese (segunda fase) conhecida por fermentação, é a etapa em que os produtos resultantes da fase da hidrólise são degradados por bactérias fermentativas e convertidos em ácidos gordos voláteis, álcoois, hidrogénio, gás sulfídrico, dióxido de carbono e amoníaco.

Em terceiro tem-se a acetogénese que é a fase onde as bactérias acetogénicas são responsáveis pela oxidação dos produtos gerados na acidogénese, transformando-os em acetato, hidrogénio e dióxido carbono. Os produtos formados nesta fase apresentam grande importância, pois servirão de substrato para a próxima fase e por fim a metanogénese onde ocorre a estabilização, as bactérias metanogénicas convertem um número limitado de substratos em metano e dióxido de carbono, como acetato, dióxido e monóxido de carbono, hidrogénio, metanol e metilamina (Giacon, 2019)

4.4.1 Digestores anaeróbios

O ponto central de um sistema de tratamento anaeróbio é o modelo do digestor utilizado, por isso, deve-se buscar projetos adaptados ao tipo de substrato a ser tratado,

nível de investimento e condições ambientais. Um digestor anaeróbio é o equipamento utilizado para o processamento da matéria orgânica. Este equipamento funciona como um digestor químico em que as reações químicas têm origem biológica, feitas através de bactérias que digerem a matéria orgânica em condições anaeróbias. Um dos objetivos principais deste equipamento é produzir o máximo de volume possível de biogás. No entanto, também se conseguem produzir outros produtos com qualidade através das lamas resultantes, como os fertilizantes ou o biocarvão. Em situação de normal funcionamento, o digestor anaeróbio pode proporcionar uma redução de 60 a 80% da matéria (Crespo, 2013). Os digestores são caracterizados pelo regime de alimentação (descontínuo, semi-contínuo e contínuo), forma de alimentação (ascendente ou laminar), concentração de sólidos no reator (digestão sólida >20%, semissólida 10 a 15% e húmida).

Na operação em modo descontínuo, a matéria orgânica é introduzida na totalidade no interior do reator, permanecendo aí retida até ao final do processo de degradação, este modo de operação é simples, fácil de operar e acarreta baixos custos. No modo de operação semi-contínuo a alimentação é feita de modo intermitente e na operação em modo contínuo, a alimentação do reator é constante e regular (Alves, 2016).

De entre os três modos de operação, a operação em modo contínuo ou semi contínuo é preferível, uma vez que assegura o crescimento contínuo e constante dos microrganismos através da regulação do caudal de alimentação. Apresenta, no entanto, algumas desvantagens, como a possibilidade de parte do resíduo que é removido não estar completamente digerido ou livre de organismos patogénicos (Alves, 2016).

5 Análise e Discussão dos Resultados

De seguida é analisada a informação referente à gestão de RU dos SGRU, de acordo com o RARU2021, apresentado pela APA em 2022 e da informação disponível nos sites de cada SGRU.

5.1 Caracterização dos Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos do Alentejo e Algarve

De seguida apresenta-se a descrição dos sete SGRU, escolhidos para o estudo realizado neste trabalho.

A ALGAR é o único SGRU do Algarve, abrangendo 100% do seu território. É constituída por 16 os municípios, sendo Albufeira, Alcoutim, Aljezur, Castro Marim, Faro, Lagoa, Lagos, Loulé, Monchique, Olhão, Portimão, São Brás de Alportel, Silves, Tavira, Vila do Bispo e Vila Real de Santo António, e é responsável pela gestão de RU de 465 701 habitantes numa área de 4 997 Km². A atividade da empresa engloba o tratamento de resíduos urbanos; o sistema integrado de recolha seletiva que compreende a recolha e a triagem dos materiais destinados à reciclagem; o aproveitamento energético do biogás produzido em aterro e a compostagem de resíduos verdes, não havendo ainda operações de valorização orgânica da recolha seletiva de biorresíduos. Para o desenvolvimento da sua atividade, a ALGAR possui em exploração as seguintes infraestruturas (ALGAR, 2023):

- 2 Aterros Sanitários;
- 3 Centrais de Valorização Energética (biogás);
- 8 Estações de Transferência;
- 12 Ecocentros;
- 3 Estações de Compostagem de Resíduos Verdes;
- 1 Central de Tratamento Mecânico;
- 1 Central de Tratamento Mecânico e Biológico;
- 2 Centrais de Triagem.

A Ambital é o SGRU pertencente ao Alentejo litoral, constituída por 7 municípios, sendo Alcácer do Sal, Aljustrel, Ferreira do Alentejo, Grândola, Odemira, Santiago do Cacém e Sines, é responsável pela gestão de RU de 113 465 habitantes numa área de 6 416 Km². Para o desenvolvimento da sua atividade, a Ambital possui em exploração as seguintes infraestruturas (APA, 2022).

- 1 Aterro sanitário;
- 1 Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico;
- 1 Unidade Produção Combustíveis Derivados de Resíduos (CDR);
- 1 Estação de Triagem (ET).

A AMCAL é um SGRU intermunicipal pertencente ao Alentejo, constituído por 5 municípios, sendo três pertencentes ao distrito de Beja (Cuba, Alvito e Vidigueira) e dois ao distrito de Évora (Portel e Viana do Alentejo) com um total de 21 freguesias, e é responsável pela gestão de RU de 22 895 habitantes numa área de 1 749 Km². Para o desenvolvimento da sua atividade, a AMCAL possui em exploração as seguintes infraestruturas:

- 1 central de triagem;
- 1 parque de resíduos recicláveis;
- 1 aterro sanitário;
- 5 ecocentros;
- 3 estações de transferência;
- A AMCAL detém ainda participação nas instalações de Tratamento Mecânico e Biológico de Resíduos de Évora e Beja, bem como na instalação de produção de CDR de Évora (AMCAL, 2023)

A Ecoléziria é um SGRU pertencente ao Alentejo, e são 6 os municípios que a constituem: Almeirim, Alpiarça, Benavente, Cartaxo, Coruche e Salvaterra de Magos, é responsável pela gestão de RU de 121 289 habitantes numa área de 2 357 Km². Para o desenvolvimento da sua atividade, a Ecoléziria possui em exploração as seguintes infraestruturas:

- Centro de Tratamento de Resíduos da Raposa;
- Estação de Transferência de Salvaterra de Magos;
- Estação de Transferência de Coruche;
- Ecocentro do Cartaxo;
- Centro de valorização energética (biogás);
- 1 aterro sanitário;
- A Ecoléziria detém a participação nas instalações de Tratamento Mecânico e Biológico de Resíduos nas instalações da RSTJ.

A Gesamb, é a empresa responsável pela gestão e exploração do Sistema Intermunicipal de Valorização e Tratamento de Resíduos Urbanos do Distrito de Évora (SIRU). São 11 os municípios que a constituem: Alandroal, Arraiolos, Borba, Estremoz, Évora, Montemor-o-Novo, Mora, Mourão, Redondo, Reguengos de Monsaraz, Vendas Novas e Vila Viçosa, e é responsável pela gestão de RU de 141 306 habitantes numa área de 6 400 km². Para o desenvolvimento da sua atividade, a Gesamb possui em exploração as seguintes infraestruturas (Gesamb, 2023):

- 1 Aterro sanitário;
- 1 Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico;
- 1 Unidade Produção CDR;
- 1 Estação de Triagem.

A ResiAlentejo é um SGRU pertencente ao Alentejo, constituído por 8 municípios: Almodôvar, Barrancos; Beja, Castro Verde, Mértola, Moura, Ourique e Serpa, responsável pela gestão de RU de 86 533 habitantes numa área de 6 650 Km². Para o desenvolvimento da sua atividade, a ResiAlentejo possui em exploração as seguintes infraestruturas (APA, 2022):

- 1 Aterro sanitário;
- 1 Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico;
- 1 Estação de Triagem.

A Valnor é uma empresa de referência no setor Ambiental e Tratamento e Valorização de Resíduos, que tem como responsabilidade a concessão do Sistema Multimunicipal de Triagem, Recolha Seletiva, Valorização e Tratamento de Resíduos Urbanos, é Constituída por 25 Municípios, Abrantes, Alter do Chão, Arronches, Avis, Campo Maior, Castelo Branco, Castelo de Vide, Crato, Elvas, Fronteira, Gavião, Idanha-a-Nova, Mação, Marvão, Monforte, Nisa, Oleiros, Ponte de Sôr, Portalegre, Proença-a-Nova, Sardoal, Sertã, Sousel, Vila de Rei e Vila Velha de Rodão, é responsável pela gestão de RU de 242 643 habitantes numa área de 11 980 km². Para o desenvolvimento da sua atividade, a Valnor possui em exploração as seguintes infraestruturas:

- 2 Aterros sanitários;
- 1 Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico;
- 2 Estações de Triagem;
- 1 Unidade Produção CDR.

Apresenta-se, na Tabela 10, um resumo da caracterização dos SGRU. A Valnor é o sistema que abrange uma área territorial maior e a ALGAR é o sistema com maior número de habitantes. A AMCAL é o sistema mais pequeno, no que diz respeito a área e número de habitantes. À exceção da AMCAL e Ecolezíria, todos os sistemas têm unidades de Tratamento Mecânico e Biológico. Apenas a ALGAR e a Ecolezíria têm unidades de Valorização Energética do biogás proveniente dos aterros, não havendo nenhuma instalação de incineração.

Tabela 10- Resumo da caraterização dos SGRU (Adaptado de APA2022).

SGRU	Área (Km ²)	Nº de habitantes	Municípios	Aterro	TM	TMB	ET	VE
ALGAR	4 997	465 701	16	2	1	1	2	3
Ambilital	6 416	113 465	7	1	0	1	1	0
AMCAL	1 749	22 895	5	1	0	0	1	0
Ecolezíria	2 357	121 289	6	1	0	0	0	1
Gesamb	6 400	141 306	11	1	0	1	1	0
ResiAlentejo	6 650	86 533	8	1	0	1	1	0
Valnor	11 980	242 643	25	2	0	1	2	0

5.2 Produção de Resíduos Urbanos

A Tabela 11, apresenta a produção de RU por cada SGRU em 2021, de acordo com os diferentes tipos de recolha e outras origens.

Tabela 11- Entrada de Resíduos Urbanos nos SGRU (Adaptado de APA2022).

SGRU	Produção de RU (t)	Recolha Indiferenciada (t)	Recolha seletiva (t)	Outros produtores (t)	Incentivo (t)	RNU (t)	Outras fontes (t)
ALGAR	382 203	260 810	104 795	16 589	10	8 432	6 475
Ambilital	69 136	57 141	11 990	0	5	0	0
AMCAL	14 211	9 757	4 347	100	8	0	799
Ecolezíria	63 111	56 506	6 599	0	6	0	0
Gesamb	86 074	67 969	17 510	589	6	462	4 189
ResiAlentejo	49 273	40 026	9 240	0	7	0	1 761
Valnor	121 226	99 466	20 785	972	3	3 337	0

Nota: Os resíduos provenientes de outros produtores são referentes a produtores com uma capitação acima dos 1100 L/hab.dia. Os resíduos provenientes do incentivo

referem-se aos quantitativos recolhidos através dos equipamentos do sistema de recolha seletiva instalados nas grandes superfícies comerciais, projeto este que não se encontra atualmente. Os RNU são referentes aos resíduos não urbanos que dão entrada nos SGRU. Os resíduos provenientes de outras fontes, referem-se aos resíduos utilizados internamente em aterro que não se encontram contabilizados no total de RU produzidos pelo SGRU, e que têm fonte variadas como Tratamento Mecânico, Tratamento Mecânico e Biológico, Valorização Orgânica, triagem. Os RNU e as outras fontes não estão contabilizados no total.

A Tabela 12 apresenta a recolha seletiva de resíduos verdes e de resíduos orgânicos para cada SGRU. Como se pode observar, a percentagem de recolha seletiva de biorresíduos é ainda insignificante, sendo que em 2021 a maioria refere-se aos resíduos verdes. Ademais, em 2021 ainda não estava em vigor a obrigação de recolha seletiva de biorresíduos (entrada em vigor a 31 de dezembro de 2023), pelo que poucos municípios se adiantaram.

Tabela 12 – Recolha Seletiva de Biorresíduos.

SGRU	Produção de RU (t)	Resíduos verdes (t)	Resíduos orgânicos (t)	% RS de biorresíduos
ALGAR	382 203	11 247	32	3
Ambital	69 136	1 593	0	2
AMCAL	14 211	0	0	0
Ecolezíria	63 111	666	0	1
Gesamb	86 074	1 311	39	2
ResiAlentejo	49 273	660	0	1
Valnor	121 226	778	0	1

A ALGAR e Gesamb recolhem tanto resíduos verdes como resíduos orgânicos, a AMCAL não apresenta valores de recolha de verdes nem de orgânicos, o restante dos SGRU realiza apenas a recolha seletiva de resíduos verdes. Tendo em conta os valores do potencial de implementação de RS de Biorresíduos apresentados na Tabela 9, da página 27, a percentagem de recolha seletiva de biorresíduos efetuada pelos SGRU, e apresentada no RARU2021, mostra que os SGRU precisam potencializar a recolha seletiva com uma forte aposta pela separação dos biorresíduos, para atingir as metas impostas pela legislação em vigor.

5.3 Balanço de massas das Unidades de Tratamento Mecânico e Biológico

A Tabela 13 apresenta o balanço de massas referente às entradas e saídas do TMB dos SGRU. Salienta-se que o composto resultante do tratamento de biorresíduos na ALGAR vem da Valorização Orgânica e, por este motivo, apresentam-se na tabela a todos os resíduos da valorização organicamente neste SGRU.

Como já referido, de todos os SGRU analisados, a AMCAL e a Ecolezíria não possuem TMB próprio, estando o tratamento dos seus biorresíduos dependente do TMB de outros SGRU, Gesamb e RSTJ, respetivamente.

A Ambilital, apesar de apresentar uma entrada de RU no TMB, proveniente da recolha seletiva de resíduos, não apresenta saídas desta instalação, o que denota um potencial erro de comunicação de dados, embora os valores tenham uma expressão pouco significativa.

Tanto a ResiAlentejo como a Valnor, possuem TMB próprio e o composto produzido por estes SGRU é proveniente destas instalações.

Tabela 13- Entradas e saídas do TMB dos SGRU (Adaptado de APA2022).

		SGRU						
		ALGAR	Ambilital	AMCAL	Ecolezíria	Gesamb	ResiAlentejo	Valnor
Entradas	Recolha seletiva (t)	11 247	315	--	--	1 350	660	958
	Recolha indiferenciada (t)	--	--	5 626	50 488	43 969	28 823	92 321
	Outros produtores (t)	2 134	--	--	--	357	--	--
	RNU (t)	780	--	--	--	465	--	--
	AMCAL (t)	--	--	--	--	5 611	--	--
Saídas	Recolha seletiva (t)	--	--	--	--	--	146	173
	Reciclagem (t)	--	--	152	6 473	1 400	816	1 199
	Composto (t)	3 335	--	--	--	550	1 177	1 391
	Aterro (t)	--	--	2 818	--	23 999	15 805	51 561
	Triagem (t)	--	--	--	--	--	66	2 723

Ao avaliar os dados disponíveis nos balanços de massa do relatório RARU de 2021, verifica-se que o principal processo de preparação para reutilização e reciclagem é TMB, com entrada de resíduos da recolha indiferenciada. No que diz respeito aos recicláveis

(embalagens de papel e cartão, embalagens de plástico e metal, vidro), a recolha seletiva é claramente insuficiente. Quanto aos biorresíduos, a recolha seletiva é quase inexistente em todos os SGRU, mostrando um grave atraso ao nível europeu na implementação desta quinta fração, embora ainda em 2021 não haja incumprimento da legislação neste sentido.

Os balanços de massas do RARU, apesar de apresentar a quantidade de composto produzido por cada SGRU (Tabela 13), não apresentam a quantidade de biorresíduos que são encaminhados para a compostagem. Considerou-se assim importante estimar a quantidade de biorresíduos valorizados organicamente, a partir do valor disponível como composto, e compará-lo com o total de biorresíduos presentes no SGRU, conforme a composição média apresentada no mesmo relatório. De acordo com a literatura, por cada 100 kg de biorresíduos podem se obter 15 a 25 kg de composto (Wetsminster, 2023), embora este valor mude conforme a época do ano e as condições climatéricas. Em épocas de mais calor, os biorresíduos perderão rapidamente humidade por evaporação, podendo o seu peso diminuir mais rapidamente, mas em épocas de chuva e mais frias, o rácio entre o peso dos biorresíduos no momento da produção e depois de vários dias, terá uma diferença menos expressiva. Deste modo, foi usado o coeficiente médio de cinco para o cálculo da estimativa de biorresíduos valorizados organicamente:

$$Biorresíduos_{valoriz. organic.}(t) = composto(t) \times 5 \quad (\text{eq. 1})$$

No caso da AMCAL e Ecoléziria, para o cálculo da estimativa de biorresíduos valorizados organicamente foi utilizada a equação:

$$Biorresíduos_{valoriz. organic.}(t) = composto_{Gesamb/RSTJ}(t) \times 5 \times \frac{R_{AMCAL/Ecoléziria} TMB_{Gesamb/RSTJ}}{Total\ de\ R\ no\ TMB_{Gesamb/RSTJ}}(t) \quad (\text{eq. 2})$$

Na Tabela 14 é apresentada a estimativa feita para a quantidade dos biorresíduos tratados pelos SGRU tendo em conta a quantidade de composto produzido. Nesta tabela não foi considerada a ALGAR, uma vez que neste sistema o composto produzido é resultado da valorização orgânica. Para a Ambilital não foi possível estimar a quantidade de resíduos orgânicos que entram no seu TMB, uma vez que não apresenta valores de composto. O valor de composto apresentado pela RSTJ usado para a estimativa dos resíduos da Ecoléziria encontra-se no Anexo I. Por sua vez a Tabela 15 apresenta a quantidade de biorresíduos produzidos, de acordo com a informação do RARU e a comparação entre os biorresíduos produzidos e os biorresíduos valorizados organicamente.

Tabela 14- Estimativa dos biorresíduos valorizados organicamente.

SGRU	Entradas no TMB (t)	Composto (t)	Estimativa de Biorresíduos valorizados organicamente (t)
Ambilital	315	--	--
AMCAL	5 626	--	298
Ecolezíria	50 488	--	389
Gesamb	51 749	550	2 750
ResiAlentejo	29 483	1 177	5 885
Valnor	93 279	1 391	6 955

Tabela 15- Comparação entre os biorresíduos produzidos e os biorresíduos valorizados organicamente.

SGRU	Produção de RU (t)	Total de biorresíduos nos RU (%)	Total de biorresíduos nos RU (t)	Biorresíduos valorizados organicamente (t)	Biorresíduos não valorizados (t)
ALGAR	382 203	33,25	127 082	14 161	112 921
Ambilital	69 136	38,55	26 652	--	26 652
AMCAL	14 211	31,11	4 421	298	4 122
Ecolezíria	63 111	30,77	19 419	389	19 030
Gesamb	86 074	31,88	27 440	2 750	24 690
ResiAlentejo	49 273	29,54	14 555	5 885	8 670
Valnor	121 226	37,76	45 775	6 955	38 820

Da análise efetuada verifica-se que, por um lado, dos resíduos que entram no TMB, cerca de metade correspondem a biorresíduos e, destes, os valorizados organicamente, não são expressivos. Estes valores são corroborados pela quantidade de resíduos que são enviados para aterro, muito acima dos valores desejados, conforme os princípios da economia circular. Nos SGRU analisados, do total dos biorresíduos presentes no sistema, apenas foram valorizados organicamente entre 2 % e 40 %. Contudo, e para agravar esta situação já bastante precária, a partir de 2027 os resíduos orgânicos valorizados mediante TMB não poderão ser contabilizados para efeitos do cumprimento de metas, anulando qualquer cálculo de preparação para a reutilização e reciclagem baseado nesta componente de valorização orgânica.

A Tabela 16, apresenta um resumo do total de entradas no TMB dos SGRU, tendo em conta os dados das fichas de cada SGRU e a estimativa dos biorresíduos presentes no sistema. O total de saídas foi obtido a partir dos dados das fichas de cada SGRU, incluindo os resíduos utilizados internamente em aterro, provenientes destas instalações, e da estimativa da quantidade de biorresíduos apresentada na Tabela 13. No caso da ALGAR, nesta tabela foi usado também as entradas no seu TMB, porque apesar deste SGRU apresentar um composto resultante do tratamento na VO este também apresenta TMB. No total de saídas deste SGRU não foi incluído a estimativa de biorresíduos.

O valor diferencial (subdeclaração) corresponde ao balanço de massas do TMB de cada SGRU e foi obtido através da equação:

Diferencial = total de entradas – total de saídas – utilização interna em aterro (eq. 3).

Tabela 16- Total de entradas e saídas do Tratamento Mecânico e Biológico.

SGRU	Total de entradas (t)	Total de saídas (t)	Utilização interna em aterro (t)	Diferencial (t)
ALGAR	27 308	16 720	4 929	5 659
Ambital	315	--	--	--
AMCAL	5 626	3 268	799	1 559
Ecolezíria	50 488	6 827	--	43 661
Gesamb	51 749	30 967	4 189	16 593
ResiAlentejo	29 483	22 718	1 400	5 365
Valnor	93 279	62 611	7 614	23 054

Tendo em consideração todo o processo de gestão de resíduos urbanos é espectável que haja sempre um diferencial entre a quantidade de resíduos que entram numa UTMB e as respetivas saídas, devido à metodologia utilizada. No entanto, para alguns sistemas, em particular a Ecolezíria, esse diferencial é bastante significativo. Na maioria dos casos, existe um valor diferencial que milhares de toneladas (até 43 mil toneladas no caso da Ecolezíria) entre os valores declarados como enviados para aterro e a soma de valores com destino final declarado no balanço de massas. É possível que essas toneladas sejam atribuíveis a grandes quantidades de matéria orgânica estabilizada após um processo de

valorização, com eventual contaminação por outras frações e sem a qualidade suficiente para serem categorizadas como composto.

5.4 Resíduos enviados para compostagem

A Tabela 17 apresenta a comparação entre os dados do RARU e os dados obtidos neste trabalho, no que diz respeito à percentagem de resíduos enviados para compostagem, a fim de confirmar a coerência dos dados apresentados por cada SGRU no relatório anual.

Para o cálculo da valorização orgânica (% Compostagem) foi usado o valor de biorresíduos estimados (Tabela 14) de cada SGRU e o total de RU produzidos, deste modo foi usado a equação:

$$\text{Compostagem (\%)} = \frac{\text{Biorresíduos (t)}}{\text{Total de RU produzidos (t)}} \times 100 \quad (\text{eq. 4})$$

Tabela 17- Verificação da percentagem de resíduos que são enviados para a compostagem.

SGRU	Produção de RU (t)	Biorresíduos (t)	Compostagem (%)	
			RARU (dados finais)	RARU (cálculo dos balanços de massa)
ALGAR	382 203	16 675	5	4
Ambital	69 136	--	1	1
AMCAL	14 211	298	21	2
Ecolezíria	63 111	389	9	1
Gesamb	86 074	2 750	27	3
ResiAlentejo	49 273	5 885	25	12
Valnor	121 226	6 955	23	6

Para quase todos os SGRU analisados verifica-se uma grande discrepância entre os resultados apresentados no RARU e os valores obtidos neste trabalho. De referir que a metodologia adotada no RARU considera: Compostagem = encaminhamento para o processo de valorização orgânica RU (recolhas seletivas, circuitos especiais, ecocentros) + RUB para tratamento biológico (de TM) – rejeitados/refugos/outros para aterro e EVE – recicláveis de valorização orgânica para reciclagem – outros resíduos resultantes do processo de valorização orgânica encaminhado para outras valorizações. Por falta de informação nas fichas dos SGRU não foi possível utilizar esta metodologia.

Ademais, seguindo as diretrizes europeias da Decisão da Comissão de 18 de novembro de 2011, consideram-se compostos, os produtos resultantes de resíduos biodegradáveis, submetidos a tratamento aeróbio ou anaeróbio, que, após qualquer tratamento adicional eventualmente necessário, sejam utilizados como produto, material ou substância reciclados para tratamento do solo em benefício da agricultura ou para melhorar o ambiente.

6 Conclusões e Recomendações

A gestão dos resíduos é uma tarefa complexa, pois engloba um conjunto de ações a implementar articulando fatores político-institucionais, técnico-ecológicos, socioeconómicos e ambientais, no sentido da promoção da sustentabilidade do sistema de gestão de resíduos urbanos. O presente trabalho foi desenvolvido com o propósito de analisar o desempenho dos sistemas de gestão de resíduos urbanos do Alentejo e Algarve na gestão dos biorresíduos. Os resultados sugerem a necessidade de aumentar a eficiência na recolha seletiva multimaterial e implementar a separação de biorresíduos na origem e, de forma complementar, o tratamento na origem (compostagem doméstica e comunitária). A valorização, com elevados índices de qualidade (pouca contaminação), dos biorresíduos é fundamental para diminuir a taxa de resíduos enviados para os aterros pelos municípios, com ganhos sociais (aumento do emprego em economia circular), ambientais (menores emissões de CO₂ e CH₄), além dos económicos (diminuição dos custos da Taxa de Gestão de Resíduos-TGR), assim como o cumprimento das metas estabelecidas pela legislação europeia e pela respetiva transposição à legislação nacional.

Uma vez que os biorresíduos, na caracterização total dos resíduos urbanos representam quase 40%, a sua prevenção, recolha seletiva e valorização estarão a contribuir para redução de quantidades de resíduos depositados em aterro por via direta e indireta e consequentemente para a redução dos odores nos aterros, assim como envolvimento da comunidade através das práticas de compostagem doméstica e comunitária. Da análise feita observou-se que a recolha indiferenciada dos RU é muito expressiva, perto do 80%, levando muitas vezes à não valorização de grande quantidade de resíduos recolhidos.

Apesar de alguns SGRU recolherem resíduos verdes e orgânicos seletivamente, estes ainda se encontram muito longe de atingir as metas propostas pelo PERSU2030. Assim, os biorresíduos que chegam às instalações dos SGRU são, maioritariamente da recolha indiferenciada, encontrando-se misturados com materiais recicláveis e com outros resíduos não recicláveis, e até perigosos. Os SGRU analisados terão de tomar medidas urgentes para o tratamento na origem e valorização dos biorresíduos, com uma forte aposta pela separação (recolha) e tratamento na origem (compostagem doméstica e comunitária). Segundo a Decisão de execução (UE) 2019/1004 da Comissão de 7 de junho de 2019, a partir de 1 de janeiro de 2027, os Estados-Membros só podem contabilizar os biorresíduos urbanos como reciclados caso se trate de resíduos, recolhidos seletivamente

na origem, recolhidos juntamente com resíduos com propriedades de biodegradabilidade e compostabilidade semelhantes e separados e reciclados na origem. Não só há suficiente evidência científica da necessidade de separar os biorresíduos, mas com a análise aqui proposta visa-se refletir sobre os atuais sistemas de recolha e tratamento dos biorresíduos que estão a funcionar em sentido contrário ao que é suposto por motivos ambientais, financeiros e legais.

Considera-se que o objetivo proposto para este trabalho foi atingindo, uma vez que foi possível analisar o desempenho dos sistemas de gestão de biorresíduos do Algarve e Alentejo, como uma amostra dos sistema de gestão de resíduos de Portugal, embora que, estes SGRU, de acordo com os dados apresentados no relatório final da Agência Portuguesa do Ambiente para 2021 (RARU2021), se encontrem muito distantes de atingir as metas estabelecidas, principalmente a referente a deposição em aterro de resíduos urbanos e à valorização orgânica e multimaterial, que estão fortemente interligadas.

Como referido na metodologia o RARU2022 só foi publicado em outubro de 2023 e por isso não considerado neste trabalho. No entanto, da leitura efetuada, verificou-se que a situação, em 2022, foi semelhante à apresentada neste trabalho.

Durante a realização do trabalho, foi possível identificar vários pontos para alcançar o objetivo principal: Avaliar os Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU) da região do Alentejo e Algarve, com enfoque no atual desempenho das instalações de tratamento de biorresíduos e na sua capacidade para responder aos próximos desafios impostos pela regulação comunitária. Os resultados sugerem a necessidade urgente da separação de biorresíduos na fonte, bem como incentivar a compostagem doméstica e comunitária, mostrando as suas vantagens. Desta forma, são sugeridos os seguintes tópicos para trabalhos futuros:

- Implementação de sistemas de alta eficiência para recolha de biorresíduos, sejam porta-a-porta ou por contentores adequadamente condicionados, de forma a promover a separação deste fluxo e a diminuir a quantidade de RU recolhidos indiferenciadamente, atualmente enviados para aterro na sua maioria;
- Desenvolvimento da compostagem doméstica e comunitária ao nível municipal, por forma a garantir um tratamento na origem com resultados de elevada qualidade (composto de categoria superior para utilização posterior em atividades agrícolas), ao mesmo tempo que se reduzem as emissões derivadas do transporte de média distância dos resíduos até as estações de triagem e tratamento;

- Sensibilizar a população a separação de biorresíduos e adesão aos programas de compostagem doméstica, com políticas que aproximem o cidadão às atividades de recolha e gestão dos mesmos (compostagem comunitária, hortas comunitárias).

7 Bibliografia

- ALGAR. (2023). ALGAR. <https://www.algar.com.pt/pt/algar/perfil/>, acessido em 16 de novembro de 2023.
- Alves, C. (2016). Otimização do desempenho da digestão anaeróbia de resíduos agroindustriais. Tese (Mestrado Integrado em Engenharia Química). Universidade de Coimbra.
- AMCAL. (2023). AMCAL. <https://www.amcal.pt/>, acessido em 14 de novembro de 2023.
- Agência Portuguesa Ambiente. (2019). Estudo prévio sobre a implementação da recolha seletiva em Portugal Continental incidindo em especial sobre o fluxo dos biorresíduos (Relatório final).
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2020). Guia de Classificação de Resíduos.
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2021a). Estratégia do biorresíduos.
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2021b). Resíduos não urbanos.
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2021c). Resíduos Urbanos.
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2021d). Sistemas de gestão e infraestruturas.
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2022). Relatório Anual Resíduos Urbanos.
- Agência Portuguesa Ambiente. (2023). Plano Estratégico para Resíduos Urbanos (Resolução do Conselho de Ministros n.º30/2023, de 24 de março).
- Costa, J. (2010). Tratamento mecânico e biológico de resíduos sólidos urbanos: avaliação do seu potencial para a recuperação de materiais recicláveis. Tese (Mestrado em Ecologia Humana e Problemas Sociais Contemporâneos). Universidade Nova de Lisboa.
- Crespo, E. (2013). Digestão Anaeróbia de resíduos agroalimentares: Reutilização das frações líquidas e sólidas (state-of-art). Tese (Mestrado em Energia e Bioenergia). Universidade Nova de Lisboa.
- Decreto-Lei n.º 102-D/2020 de 10 de dezembro. Diário da República, n.º 239. 1.ª série de 10 de dezembro de 2020

- Duarte, I. (2016). Análise da recolha seletiva de resíduos urbanos em Portugal e comparação com outros países. Tese (Mestrado em Engenharia do Ambiente na Especialidade de Tecnologia e Gestão do Ambiente). Universidade de Coimbra.
- EMARP. (2022). Portimão iniciou a Recolha Seletiva de Resíduos Orgânicos. <https://www.emarp.pt/wp-content/uploads/2022/03/2022-04-abril-EMARP-e-noticias-web.pdf>, acessido em 20 de novembro.
- ERSAR. (2022). Projeto de Recomendação: Formação de tarifários do serviço de gestão de resíduos decorrente da implementação das atividades obrigatórias de recolha e tratamento seletivos de biorresíduos. <https://www.ersar.pt/pt/site-comunicacao/site-noticias/Paginas/consulta-publica-projeto-recomendacao-tarifarios-biorresiduos.aspx>, acessido em 20 de outubro de 2023.
- European Environment Agency, Linden, A., & Reichel, A. (2020). Bio-waste in Europe — turning challenges into opportunities.
- Gesamb. (2023). Gesamb. <https://gesamb.pt/>, acessido em 16 de novembro de 2023.
- Giacon, M. (2019). Valorização energética dos resíduos de kiwi e borra de vinho por meio de co-digestão anaeróbia. Tese (Mestrado em Tecnologia Ambiental). Instituto politécnico de Bragança.
- Graça, V. (2015). Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos - Uma Proposta para a Cidade de Porto Novo, Ilha de Santo Antão, Cabo Verde. Tese (Mestrado em Engenharia do Ambiente). Universidade de Lisboa.
- Gueri, M., Schirmer, W., Torres, L., & Furtado, A. (2021, dezembro). Pré-tratamentos de resíduos lignocelulósicos visando ao aumento da geração de metano nos processos de digestão anaeróbia: uma revisão. ISSN: 2447-0740. Artigo de revisão volume 7, nº3. Revista Geama.
- Levy, J., & Cabeças, A. (2016). Resíduos Sólidos Urbanos- Princípios e Processos. Livro. Editor: Associação das Empresas Portuguesas para o Sector do Ambiente.
- Lipor. (2009). Guia para uma gestão sustentável dos resíduos.
- Parlamento Europeu. (2010). Livro Verde da Comissão sobre a gestão dos bio-resíduos na União Europeia. Jornal Oficial da União Europeia.

- Praça, J. (2022). Desafios e dilemas no setor de gestão de resíduos urbanos, em Portugal. Tese (Mestrado em Ciências Empresariais). Universidade de Lisboa.
- Rádio Voz da Planície. (2023). RESIALENTEJO lança campanha de recolha de resíduos orgânicos. <https://www.vozdaplanicie.pt/noticias/resialentejo-lanca-campanha-de-recolha-de-residuos-organicos>, acessado em 20 de novembro.
- Sá Lima, N. (2014). Estudo do Tratamento Mecânico-Biológico de Resíduos Sólidos Urbanos. Tese (Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente). Universidade de Lisboa.
- Silva, G. da. (2017). Acompanhamento da unidade de tratamento mecânico e biológico da Resitejo. Tese (Mestrado em Tecnologia Química). Instituto politécnico de Tomar.
- Silveira, A., Pina, J., & Ana, J. B. (2021). Guia para o planeamento de sistemas de recolha de biorresíduos.
- Srivastava, R. K., Shetti, N. P., Reddy, K. R., Nadagouda, M. N., Badawi, M., Bonilla-Petriciolet, A., & Aminabhavi, T. M. (2023). Valorization of biowastes for clean energy production, environmental depollution and soil fertility. *Journal of Environmental Management*, 332, 117410. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117410>.
- Vale, T. (2022). Análise ambiental de um Projeto de recolha seletiva de biorresíduos alimentares domésticos: Viana Abraça. Tese (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica). Universidade do Minho.
- Wetsminster, C. of. (2023). Guest Blog: Don't waste your wastes – get composting.

8 Publicações no âmbito desta dissertação

Artigo em livro de congressos

A. Pardal, A. Katengue, I. Casotti-Rienda (2023), Challenges in the Achievement of European Targets for Recycling: Biowaste Treatment Infrastructures in the Alentejo-Algarve Region, 6th International Conference WASTES: Solutions, Treatments and Opportunities. ISSN 2183-0568

Apresentação em Poster

A. Pardal, A. Katengue, I. Casotti-Rienda (2023), Challenges in the Achievement of European Targets for Recycling: Biowaste Treatment Infrastructures in the Alentejo-Algarve Region, 6th International Conference WASTES: Solutions, Treatments and Opportunities, september 6-8, University of Coimbra. ISSN 2183-0568

Anexo I

Informações do Sistema

Municípios: Albufeira, Alcoutim, Aljezur, Castro Marim, Faro, Lagoa, Lagos, Loulé, Monchique, Olhão, Portimão, São Brás de Alportel, Silves, Tavira, Vila do Bispo e Vila Real de Santo António



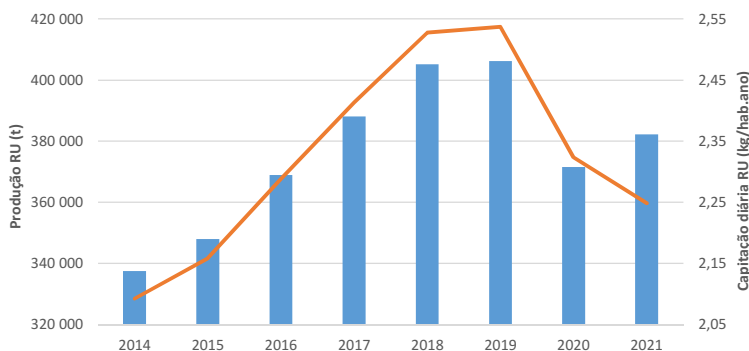
População residente: 465 701 habitantes

Área: 4 997 km²

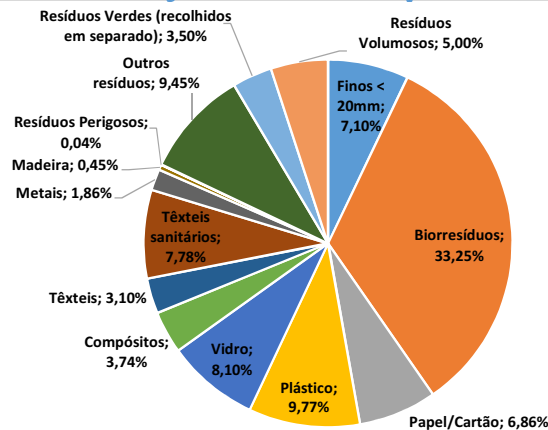
Web: www.algar.com.pt

Infraestruturas em exploração: 2 Aterros; 3 Centrais de Valorização Orgânica; 1 Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico; 1 Unidade de Tratamento Mecânico e 2 Estações Triagem

Produção de Resíduos

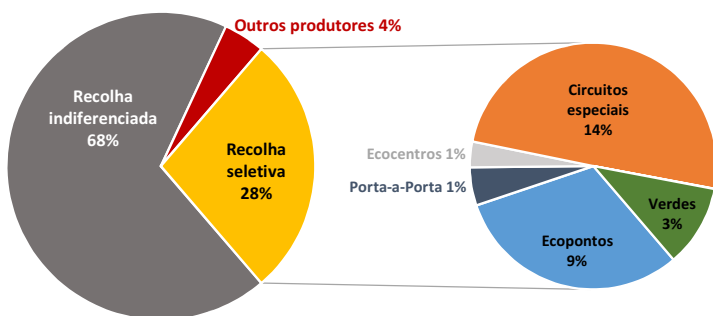


Caracterização Física dos RU produzidos

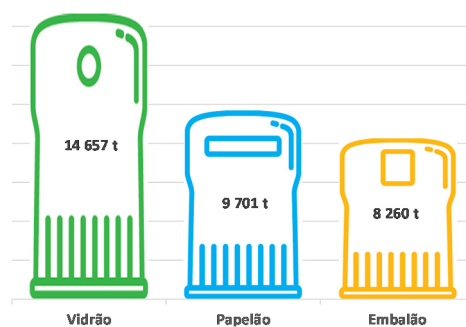


Gestão de Resíduos

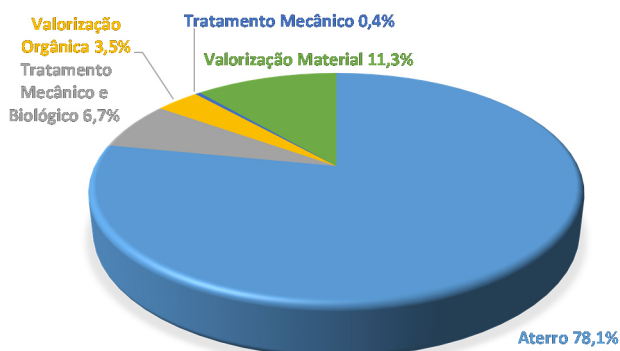
Recolhas RU por origem



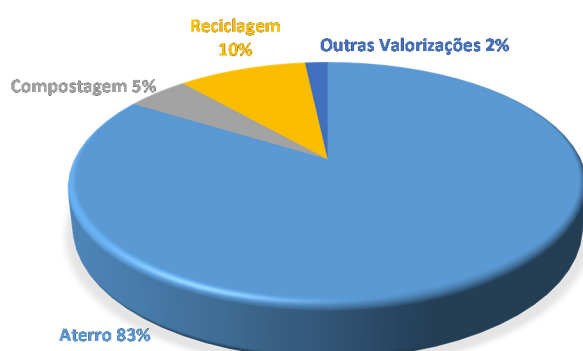
Recolhas em ecopontos



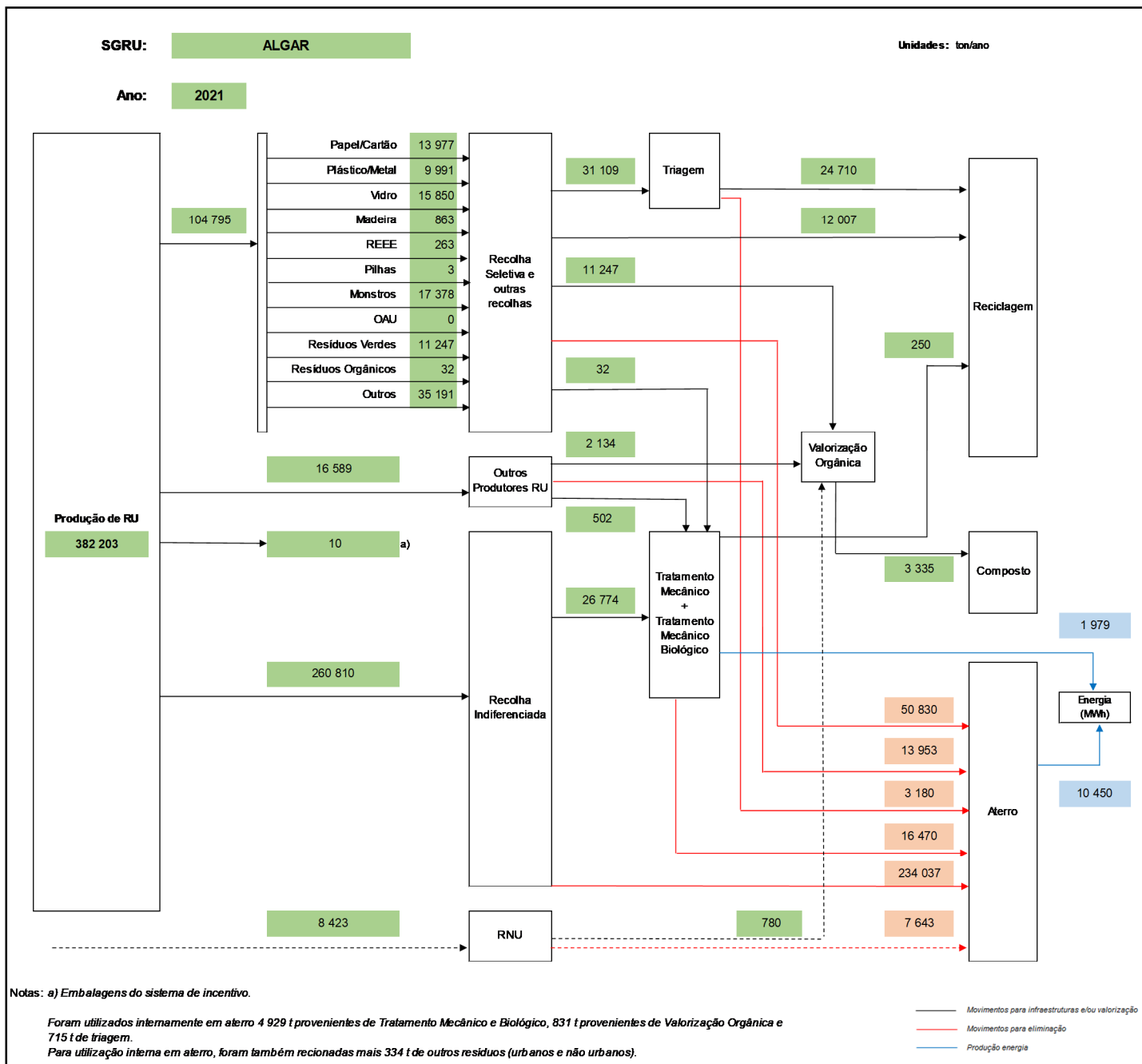
Encaminhamento das recolhas de RU (Destinos)



Destinos Finais



Fluxograma das Infraestruturas em funcionamento e respetivos fluxos de resíduos



Informações do Sistema

Municípios: Alcácer do Sal, Aljustrel, Ferreira do Alentejo, Grândola, Odemira, Santiago do Cacém e Sines

População residente: 113 465 habitantes

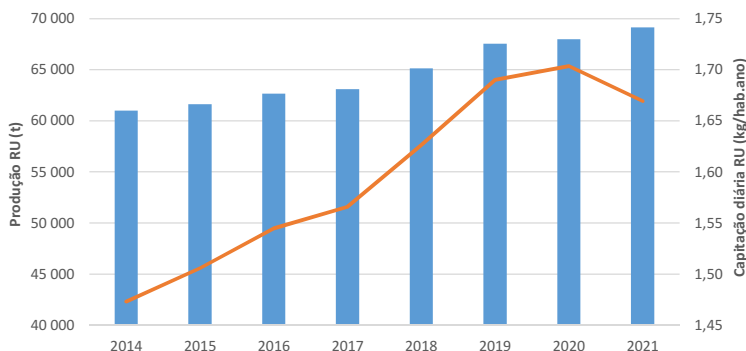
Área: 6 416 km²

Web: www.ambilital.pt

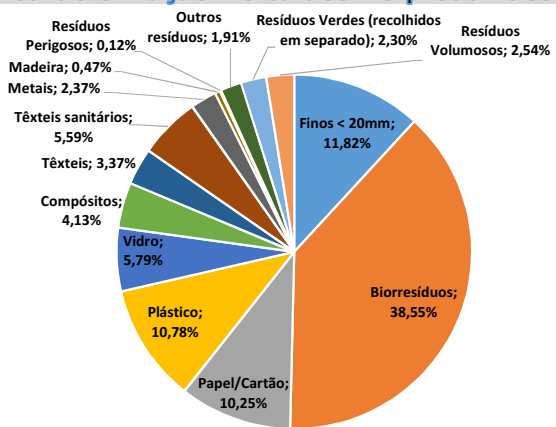
Infraestruturas em exploração: 1 Aterro; 1 Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico; 1 Unidade Produção CDR e 1 Estação de Triagem



Produção de Resíduos

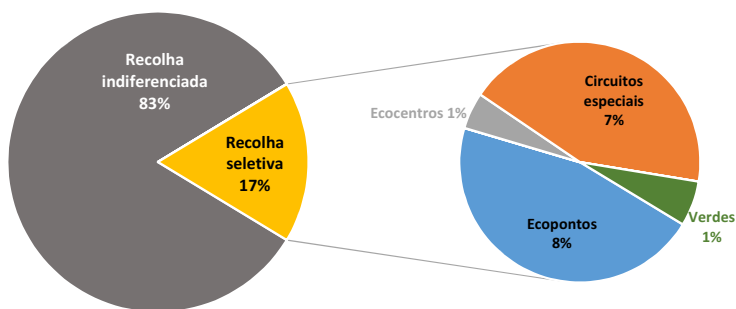


Caracterização Física dos RU produzidos



Gestão de Resíduos

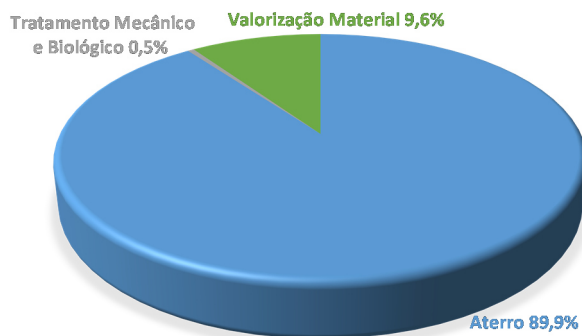
Recolhas RU por origem



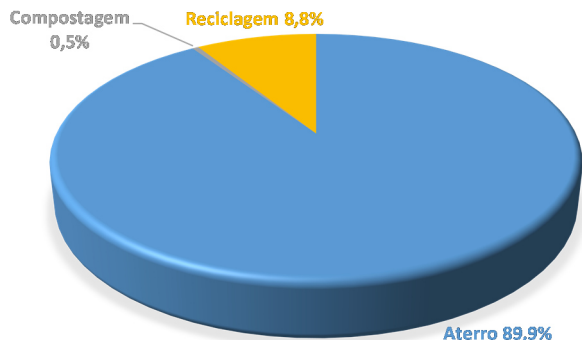
Recolhas em ecopontos



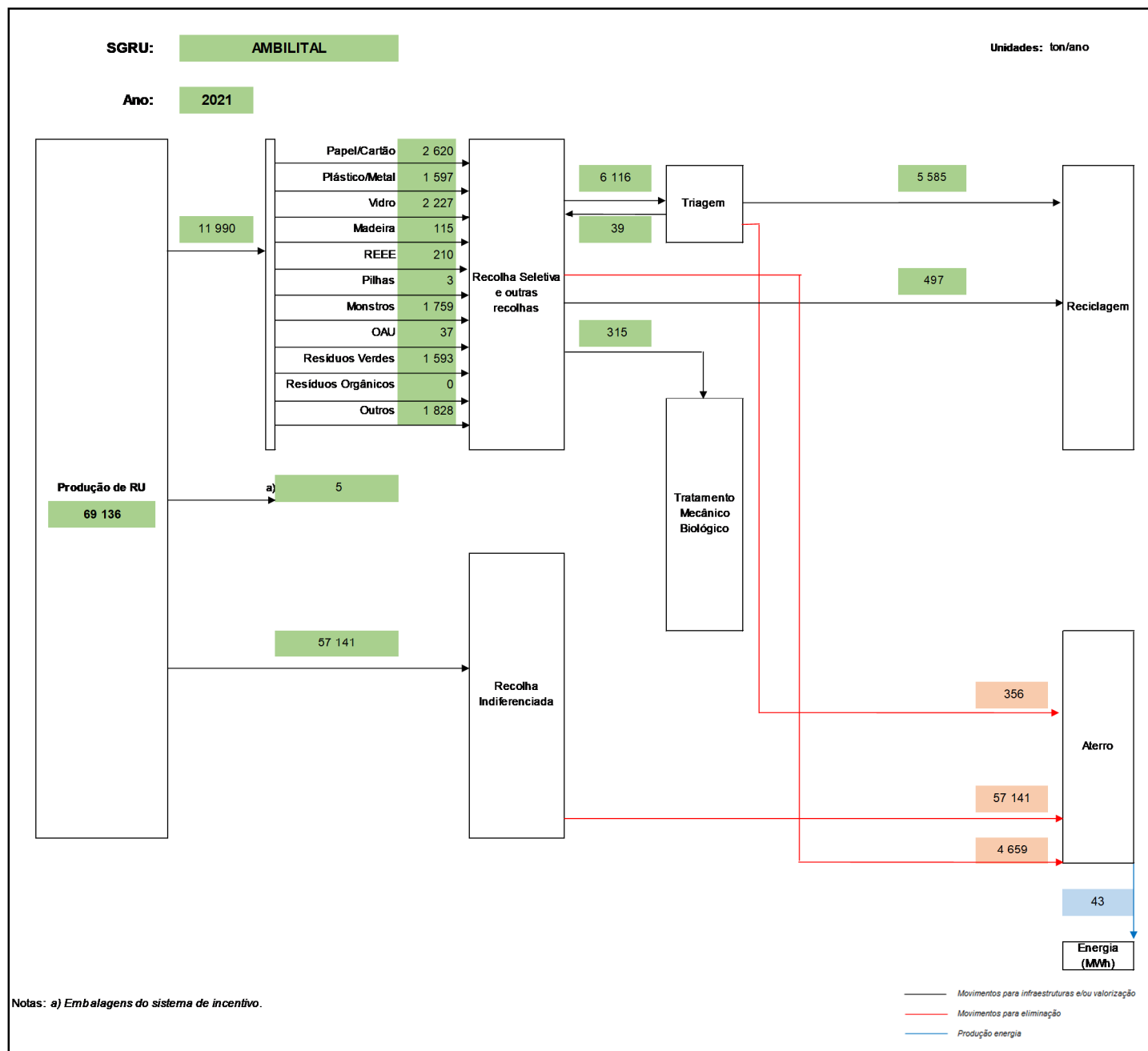
Encaminhamento das recolhas de RU (Destinos)



Destinos Finais



Fluxograma das Infraestruturas em funcionamento e respectivos fluxos de resíduos



Informações do Sistema

Municípios: Alvito, Cuba, Portel, Viana do Alentejo e Vidigueira

População residente: 22 909 habitantes

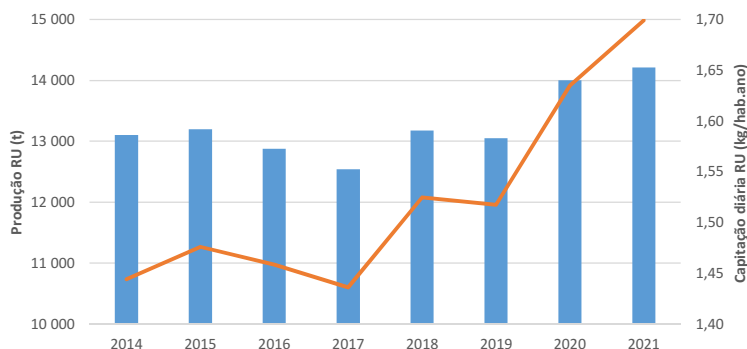
Área: 1 750 km²

Web: www.amcal.pt

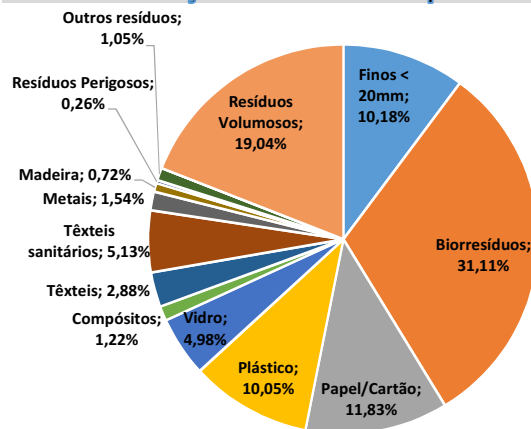
Infraestruturas em exploração: 1 Aterro e 1 Estação Triagem



Produção de Resíduos

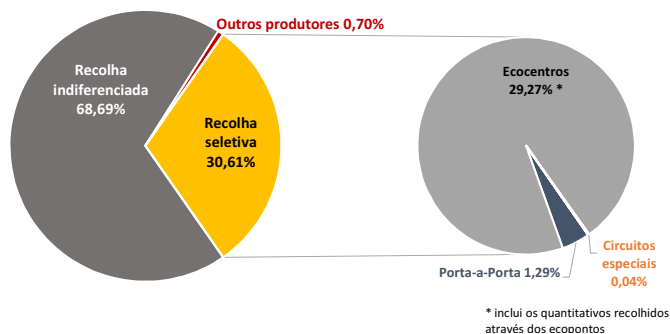


Caracterização Física dos RU produzidos



Gestão de Resíduos

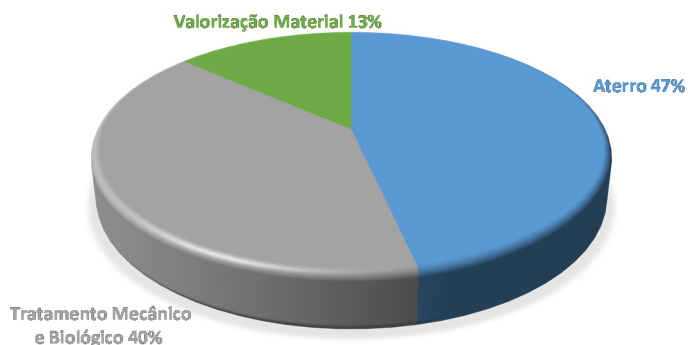
Recolhas RU por origem



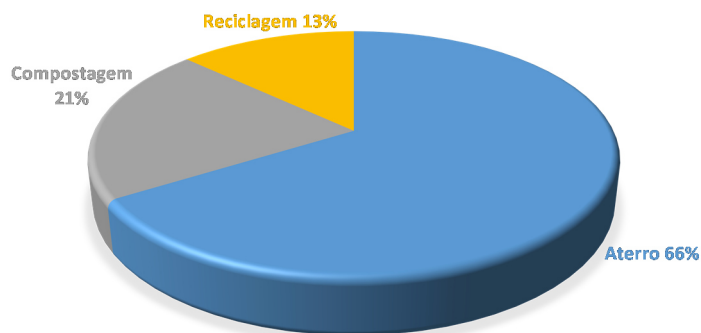
Recolhas em ecopontos

Quantitativos incluídos na categoria Ecocentros do gráfico Recolhas RU por origem

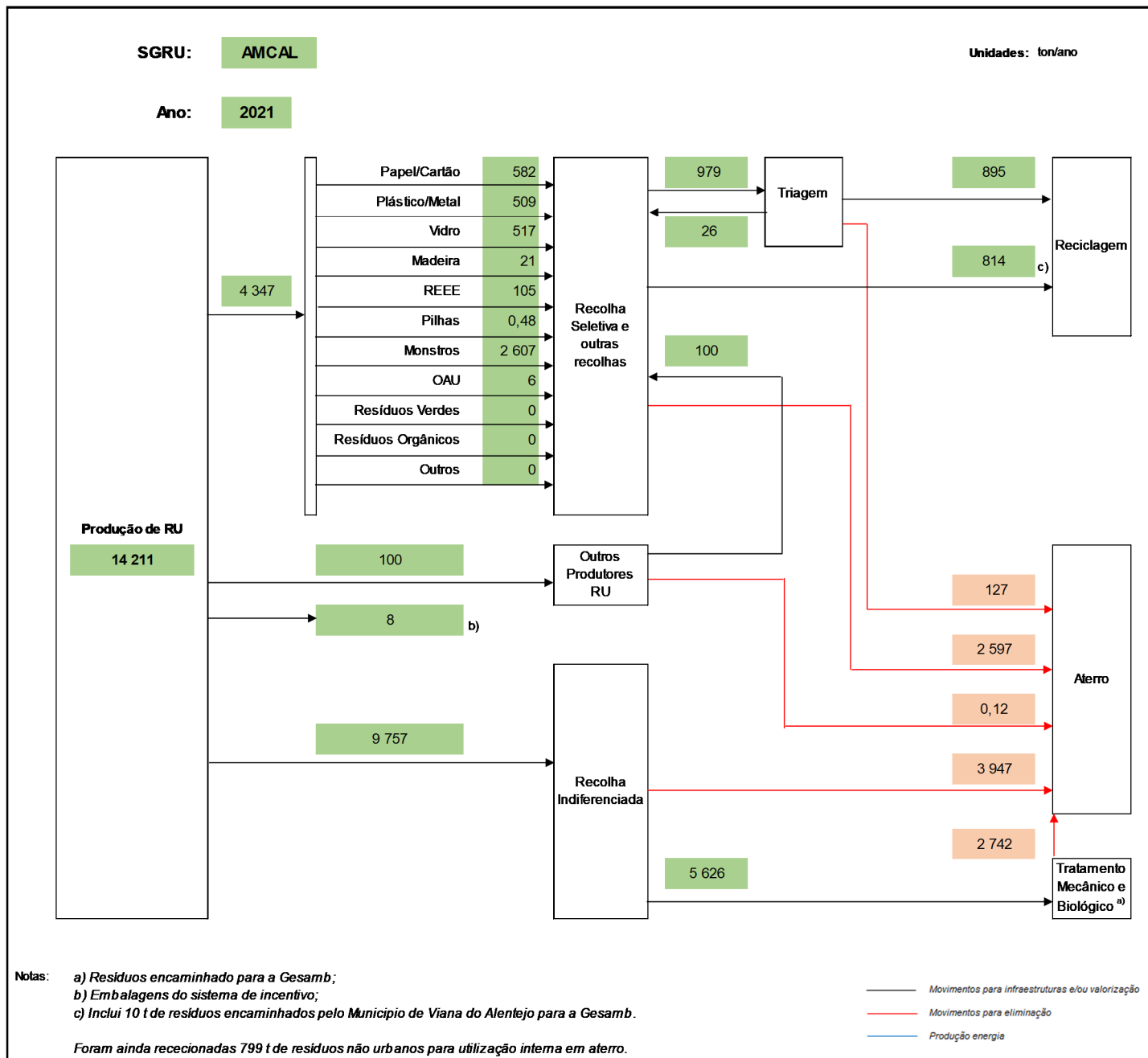
Encaminhamento das recolhas de RU (Destinos)



Destinos Finais



Fluxograma das Infraestruturas em funcionamento e respetivos fluxos de resíduos



Informações do Sistema

Municípios: Almeirim, Alpiarça, Benavente, Cartaxo, Coruche e Salvaterra de Magos

População residente: 121 289 habitantes

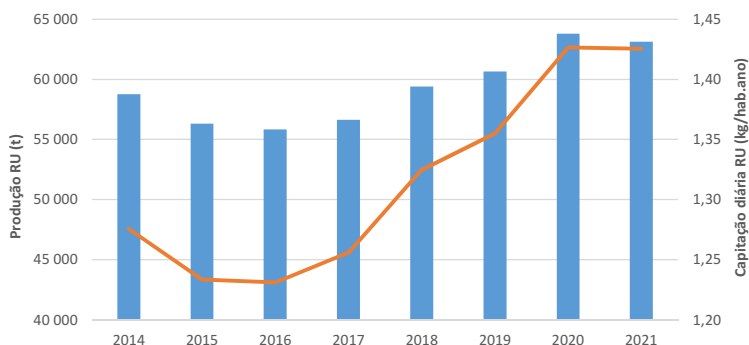
Área: 2 357 km²

Web: www.ecoleziria.pt

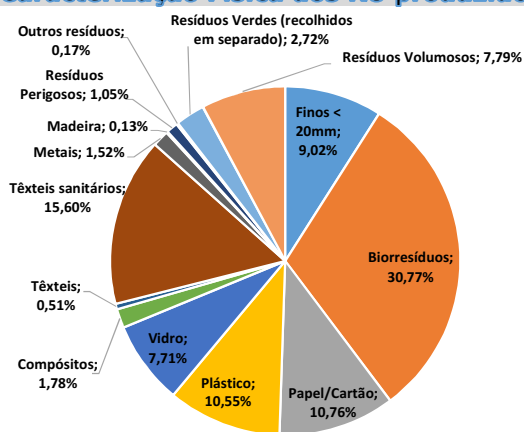
Infraestruturas em exploração: 1 aterro



Produção de Resíduos

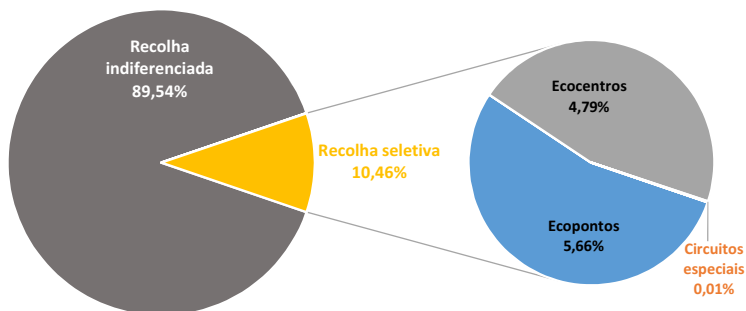


Caracterização Física dos RU produzidos

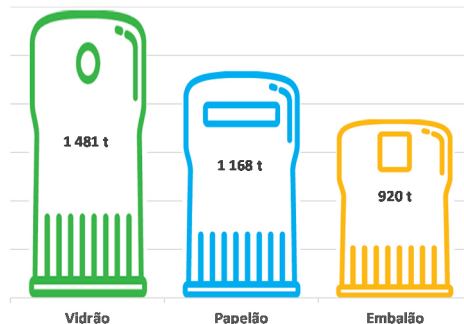


Gestão de Resíduos

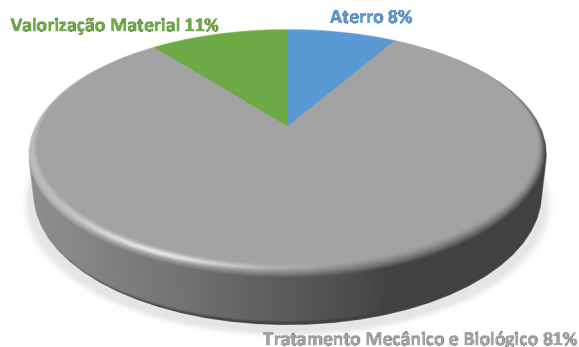
Recolhas RU por origem



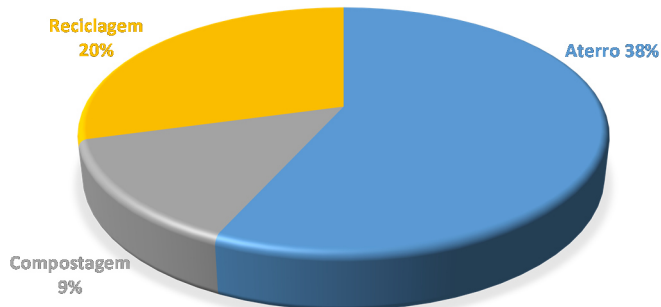
Recolhas em ecopontos



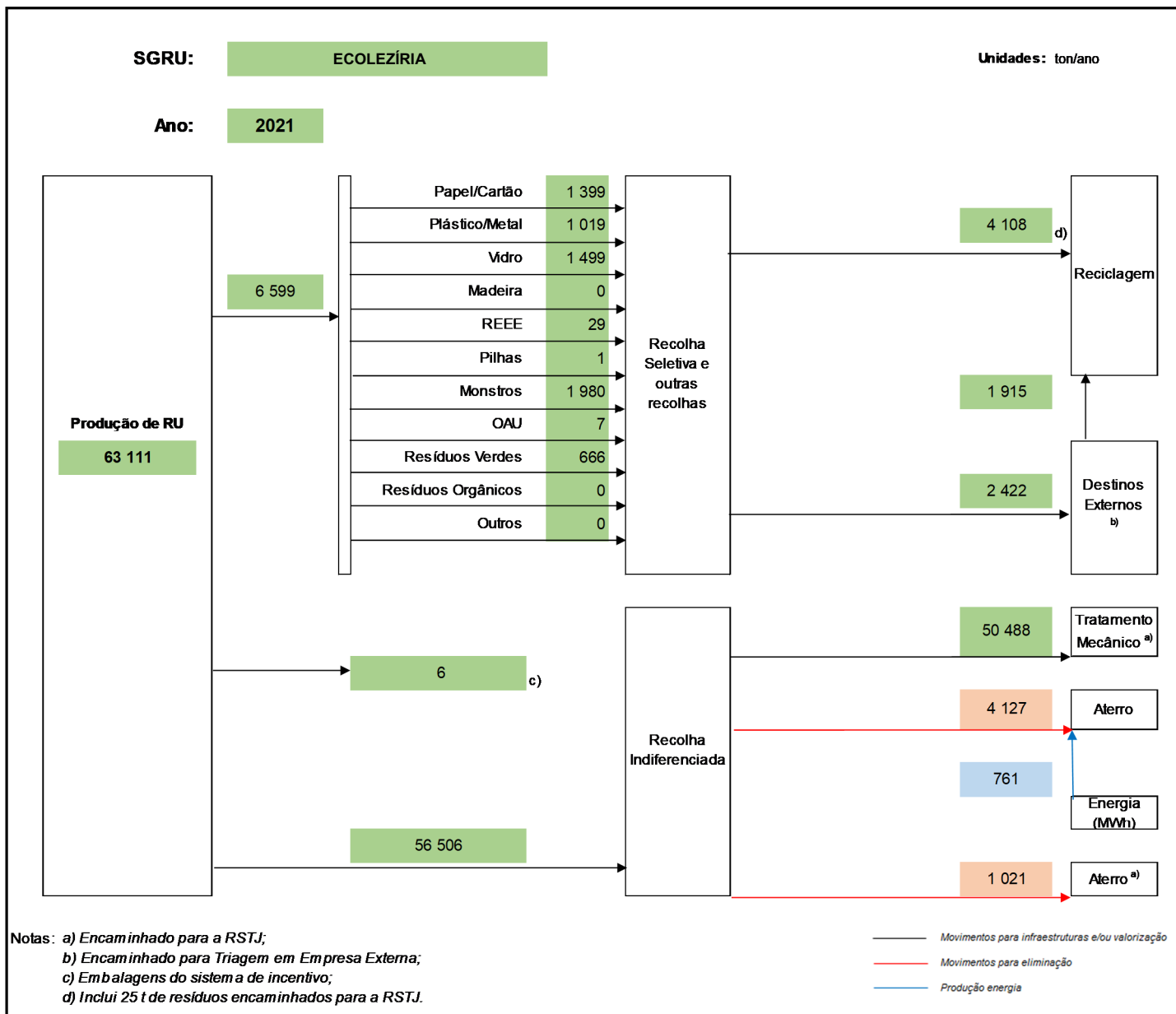
Encaminhamento das recolhas de RU (Destinos)



Destinos Finais



Fluxograma das Infraestruturas em funcionamento e respectivos fluxos de resíduos



Informações do Sistema

Municípios: Alandroal, Arraiolos Borba, Estremoz, Évora, Montemor-o-Novo, Mora, Mourão, Redondo, Reguengos de Monsaraz, Vendas Novas e Vila Viçosa

População residente: 141 306 habitantes

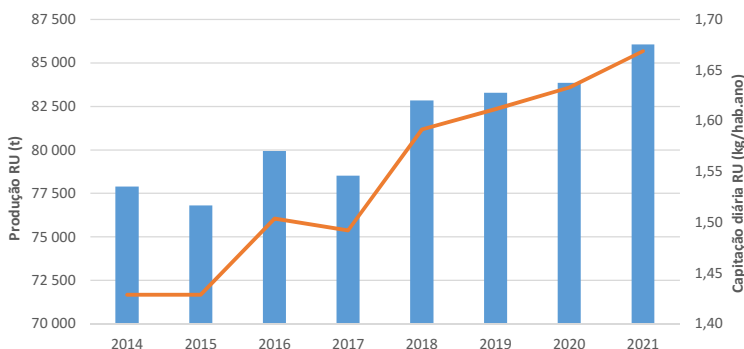
Área: 6 400 km²

Web: www.gesamb.pt

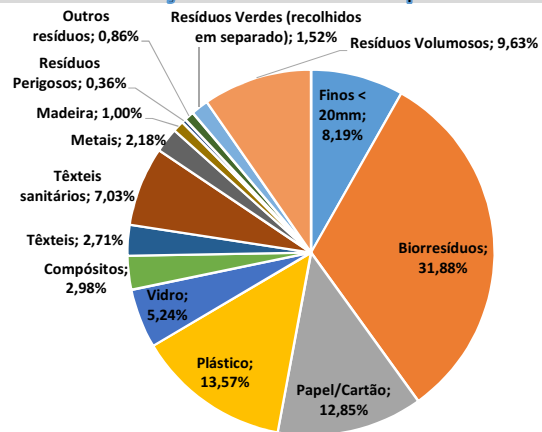


Infraestruturas em exploração: 1 Aterro; 1 Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico; 1 Unidade Produção CDR e 1 Estação de Triagem

Produção de Resíduos

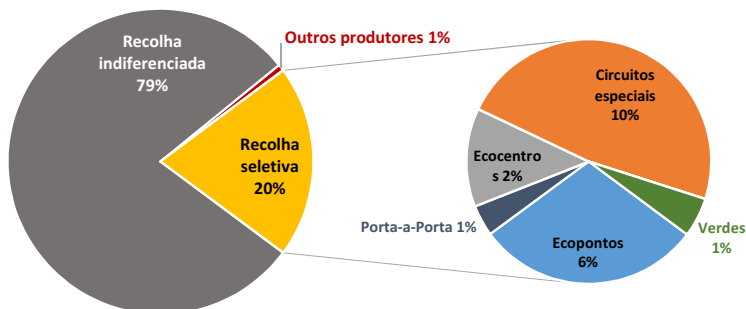


Caracterização Física dos RU produzidos

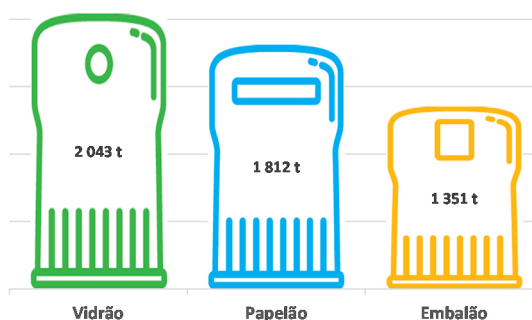


Gestão de Resíduos

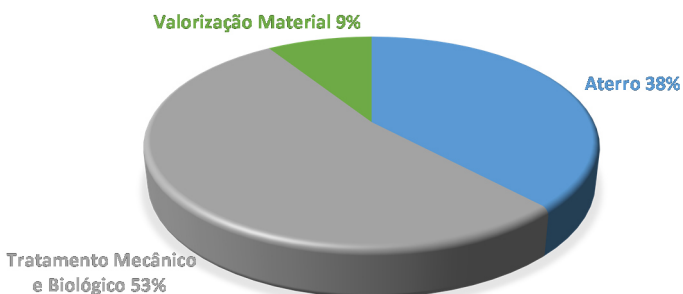
Recolhas RU por origem



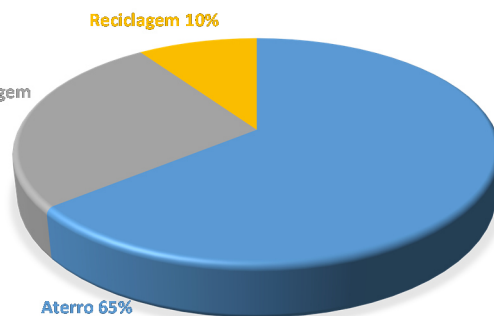
Recolhas em ecopontos



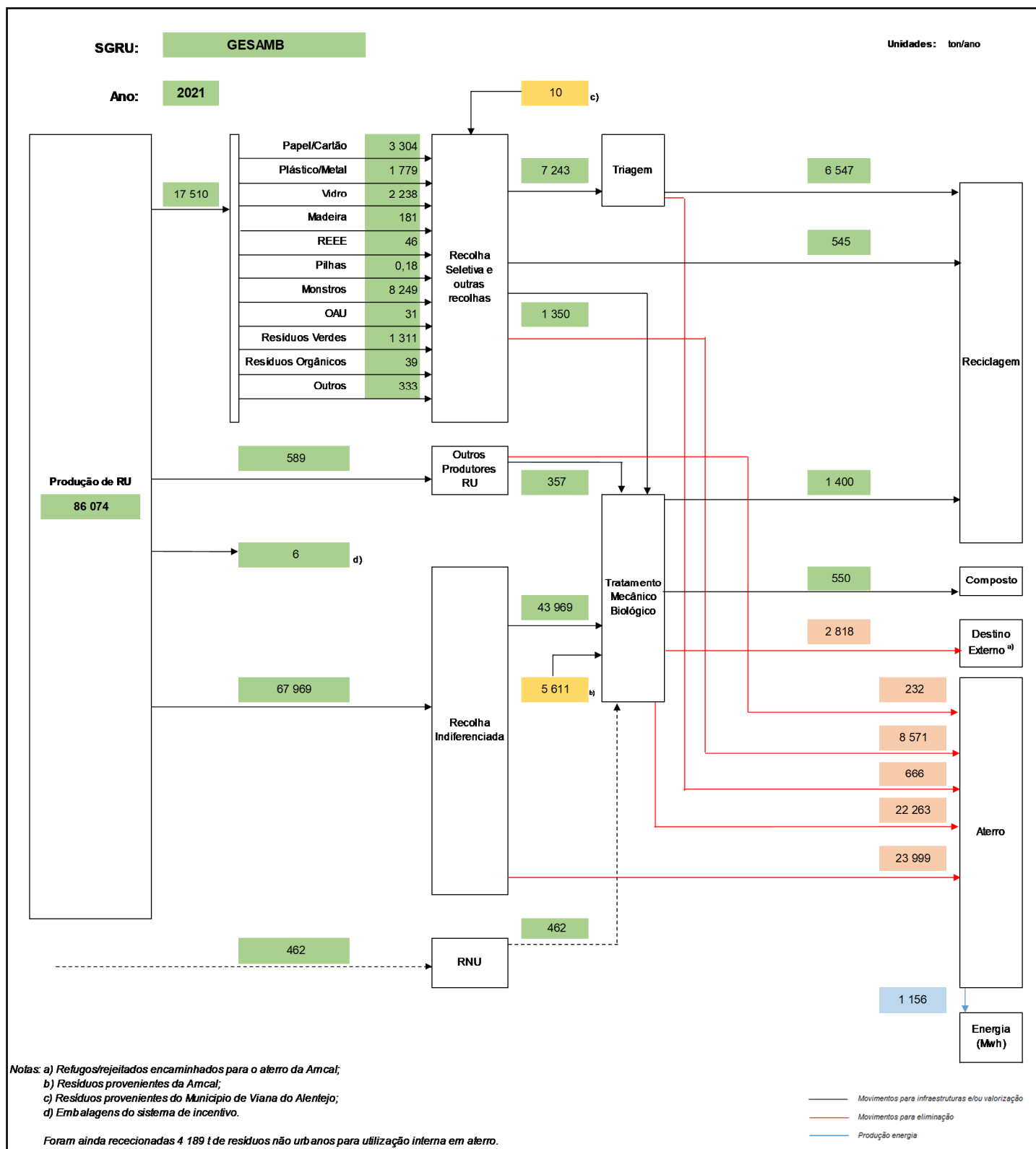
Encaminhamento das recolhas de RU (Destinos)



Destinos Finais



Fluxograma das Infraestruturas em funcionamento e respectivos fluxos de resíduos



Informações do Sistema

Municípios: Almodôvar, Barrancos; Beja, Castro Verde, Mértola, Moura, Ourique e Serpa

População residente: 86 533 habitantes

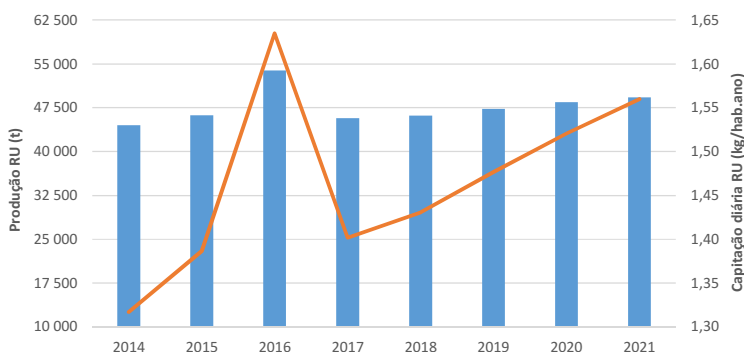
Área: 6 650 km²

Web: www.resialentejo.pt

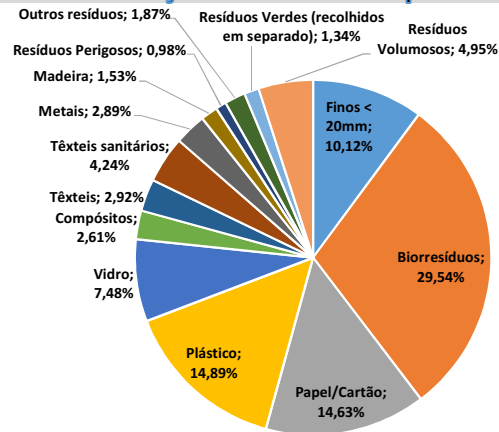
Infraestruturas em exploração: 1 Aterro; 1 Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico e 1 Estação de Triagem



Produção de Resíduos

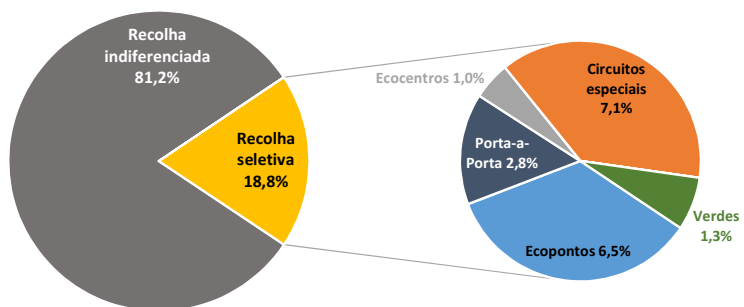


Caracterização Física dos RU produzidos

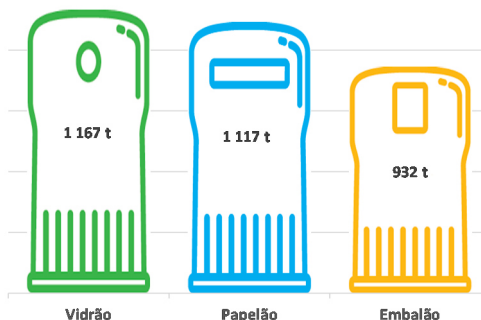


Gestão de Resíduos

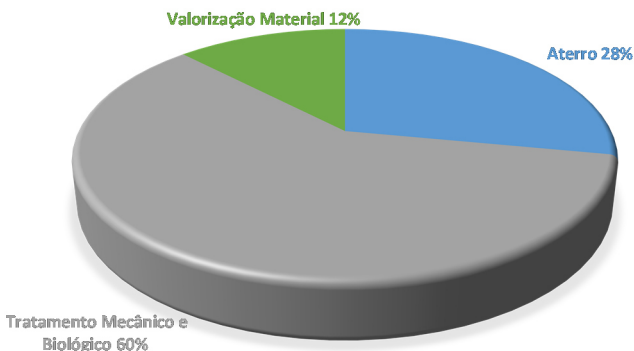
Recolhas RU por origem



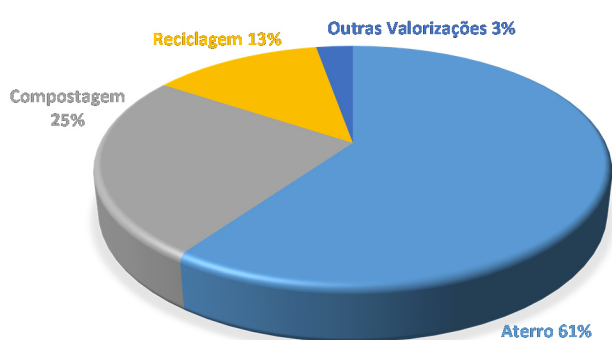
Recolhas em ecopontos



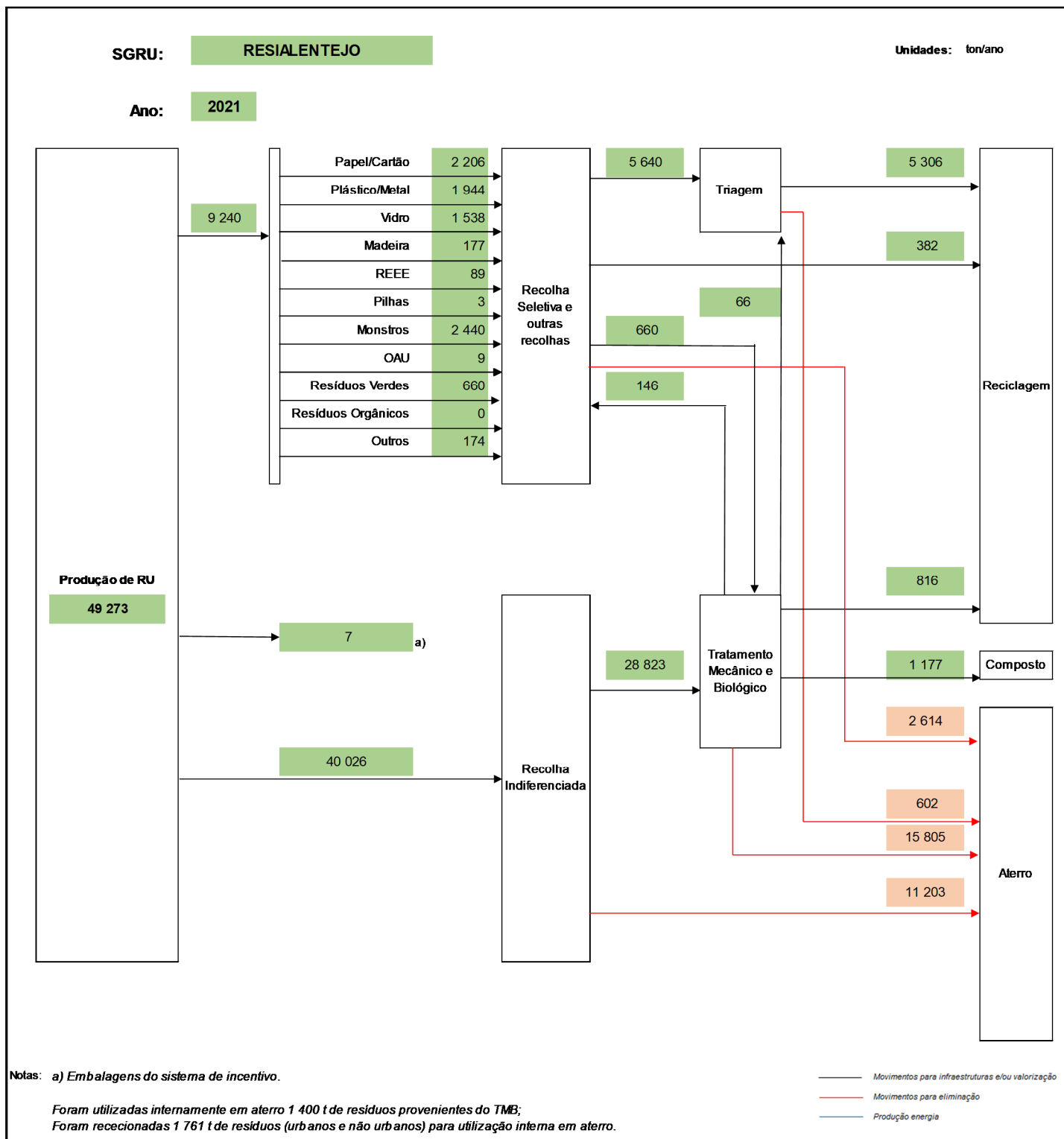
Encaminhamento das recolhas de RU (Destinos)



Destinos Finais



Fluxograma das Infraestruturas em funcionamento e respectivos fluxos de resíduos



Informações do Sistema

Municípios: Alcanena, Chamusca, Constância, Entroncamento, Ferreira do Zêzere, Golegã, Santarém, Tomar, Torres Novas, Vila Nova da Barquinha

População residente: 195 014 habitantes

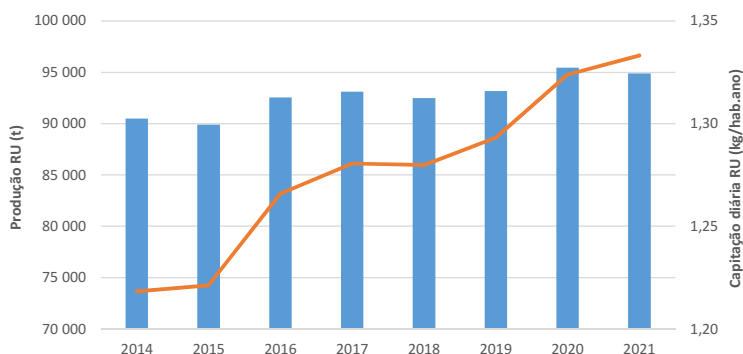
Área: 2 466 km²

Web: rstj.pt

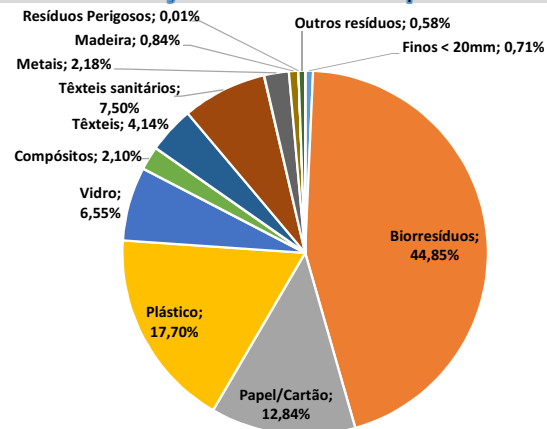
Infraestruturas em exploração: 1 Aterro; 1 Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico e 1 Estação de Triagem



Produção de Resíduos

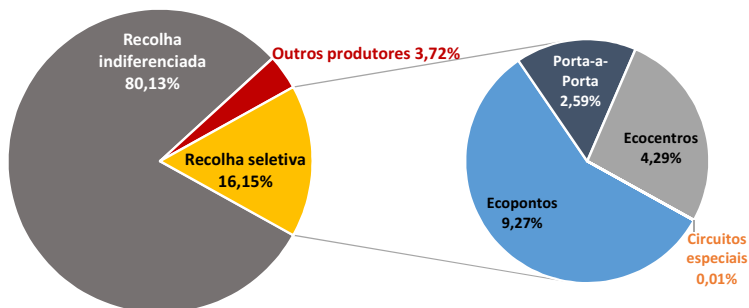


Caracterização Física dos RU produzidos

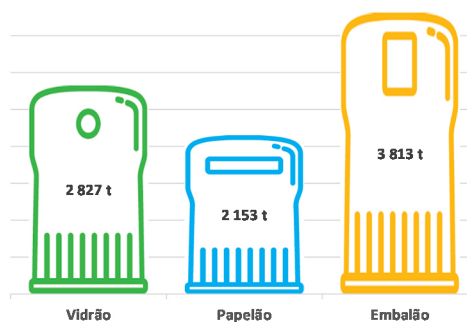


Gestão de Resíduos

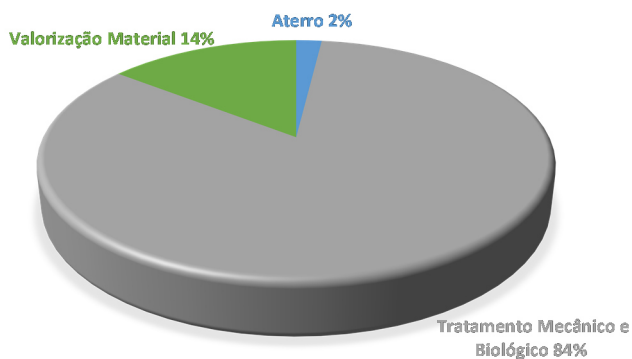
Recolhas RU por origem



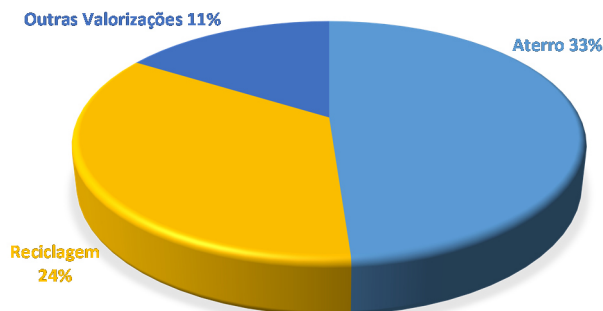
Recolhas em ecopontos



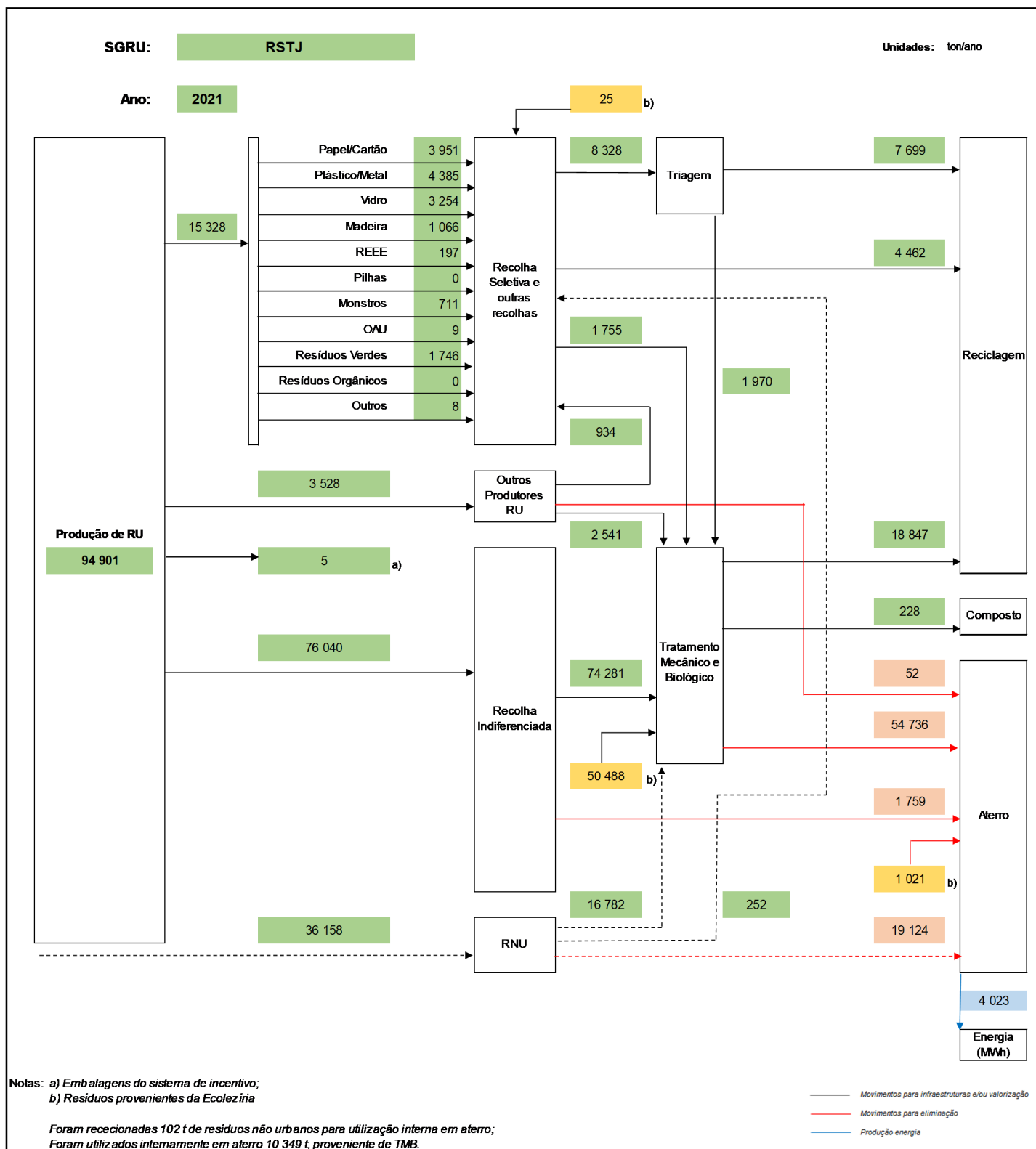
Encaminhamento das recolhas de RU (Destinos)



Destinos Finais



Fluxograma das Infraestruturas em funcionamento e respectivos fluxos de resíduos



Informações do Sistema

Municípios: Abrantes, Alter do Chão, Arronches, Avis, Campo Maior, Castelo Branco, Castelo de Vide, Crato, Elvas, Fronteira, Gavião, Idanha-a-Nova, Mação, Marvão, Monforte, Nisa, Oleiros, Ponte de Sôr, Portalegre, Proença-a-Nova, Sardoal, Sertã, Sousel, Vila de Rei e Vila Velha de Ródão



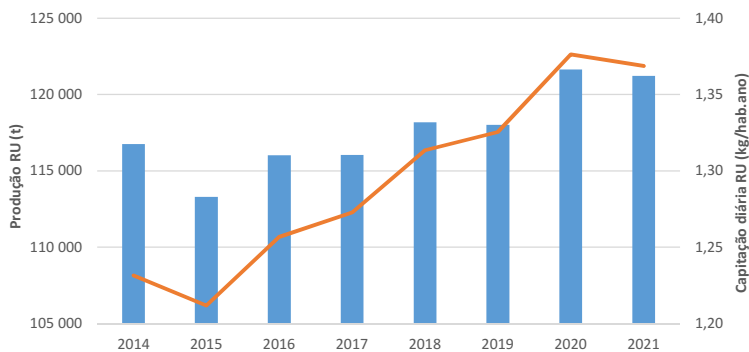
População residente: 242 643 habitantes

Área: 11 980 km²

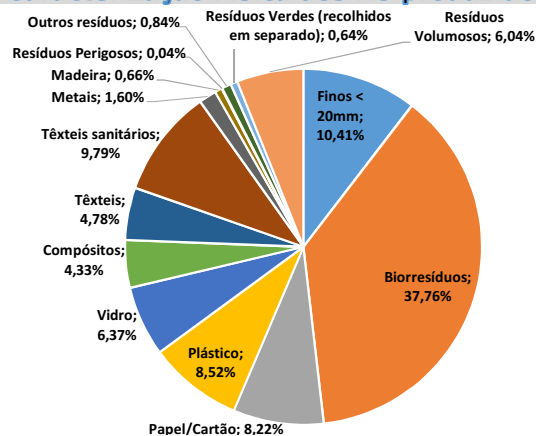
Web: www.valnor.pt/

Infraestruturas em exploração: 2 Aterros; 1 Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico; 2 Estações de Triagem e 1 Unidade Produção CDR

Produção de Resíduos

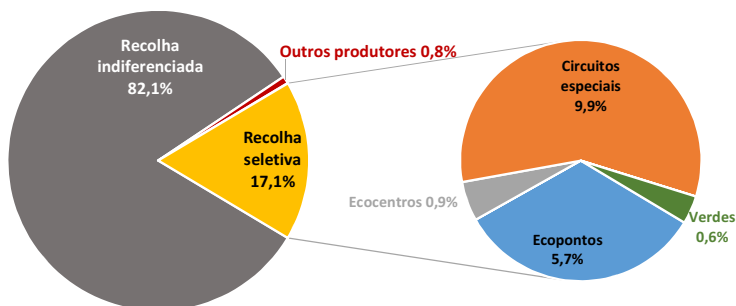


Caracterização Física dos RU produzidos

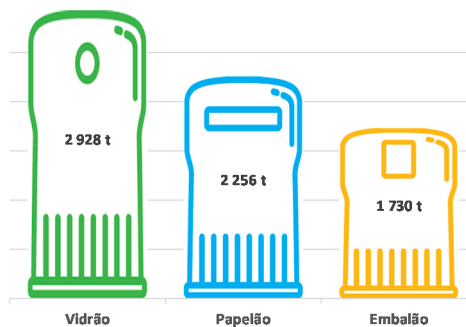


Gestão de Resíduos

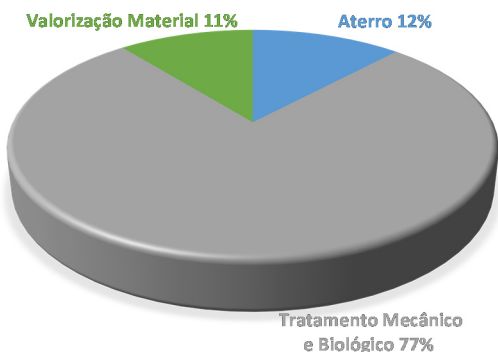
Recolhas RU por origem



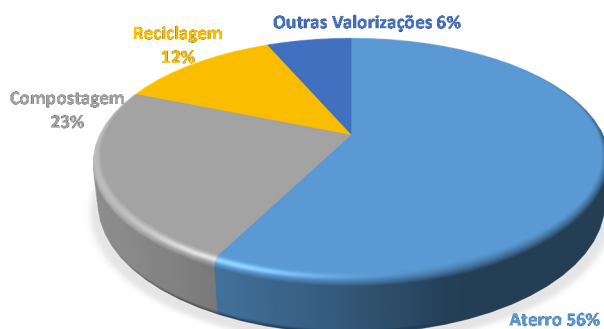
Recolhas em ecopontos



Encaminhamento das recolhas de RU (Destinos)



Destinos Finais



Fluxograma das Infraestruturas em funcionamento e respectivos fluxos de resíduos

