



André Veríssimo Agostinho Sabino Charrua

Licenciado em Ciências de Engenharia do Ambiente

Recolha seletiva de biorresíduos – medidas para a sua implementação

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenheira do Ambiente – Perfil Engenharia Sanitária

Orientador: Maria da Graça Madeira Martinho, Professora
Associada com Agregação, FCT NOVA

Co-orientadora: Ana Lourenço Pires, Investigadora Pós-
Doutorada, FCT NOVA

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Ana Isabel Espinha da Silveira

Arguente: Ana Isabel Espinha da Silveira

Vogais: Prof. Doutor Artur João Lopes Cabeça
Prof. Doutora Ana Pires

Abril de 2018



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Recolha seletiva de biorresíduos – medidas para a sua implementação

Copyright © 2017: André Veríssimo Agostinho Sabino Charrua, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar os meus mais sinceros agradecimentos a todas as pessoas e instituições que, contribuíram para tornar possível a realização desta dissertação. Um agradecimento muito especial à Prof.^a Doutora Maria da Graça Martinho e à Doutora Ana Pires, pela orientação do trabalho e acompanhamento, pelo incentivo e auxílio demonstrado.

Gostaria de agradecer também à Eng.^a Rosa Vazquez pela ajuda no levantamento de informação de difícil acesso.

Gostaria de agradecer especialmente à minha mãe, Alda Maria, e ao meu pai, José Charrua, pela paciência, compreensão e a disponibilidade incondicional em me ajudarem a conquistar os meus objetivos mais uma vez, e como sempre fizeram.

Um grande obrigado aos meus amigos que me acompanharam e acreditaram sempre em mim nestes últimos anos e pela motivação, incentivo, apoio companheirismo e amizade, em especial à Cláudia Patrão, Bruno Pereira, Nuno Telles de Carvalho, João Guerreiro, Marina Sequeira, Jacinta Comboio e claro, a minha namorada Joana Neves.

Muito obrigado a todos.

SUMÁRIO

A estratégia nacional em vigor para a gestão dos resíduos urbanos (RU), definida no último Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos (PERSU 2020), prevê o cumprimento de um conjunto de objetivos, entre os quais o aumento da preparação para reutilização e reciclagem das várias frações dos RU e a diminuição da deposição de resíduos urbanos biodegradáveis (RUB) em aterro, objetivos estes que estão diretamente relacionados com a gestão dos biorresíduos. Esta fração apresenta elevado peso no total de RU, cerca de 36%, tendo sido gerados em Portugal Continental, em 2016, mais de 1,7 milhões de toneladas destes resíduos, o que reflete a importância da gestão destes resíduos no alcance dos objetivos da estratégia nacional, incluindo os objetivos que fazem referência aos RU em geral (APA, 2017e). Por outro lado, o plano de ação do Pacote de Economia Circular, apresentado pela União Europeia em 2015, e revisto em 2017, prevê que a transformação de resíduos em recursos é essencial numa economia circular, o que inclui os parâmetros de qualidade associados ao composto obtido aquando da valorização orgânica, e a existência de um mercado para a transição do mesmo como fertilizante.

Atualmente, a estratégia nacional associada à gestão dos biorresíduos assenta maioritariamente na recolha indiferenciada (o que inclui a fração orgânica dos RU), com encaminhamento para unidades de tratamento mecânico e biológico (TMB), incineradoras ou deposição em aterro, apesar de já existirem alguns projetos piloto de recolha seletiva porta-a-porta de biorresíduos que são enviados para centrais de valorização orgânica juntamente com resíduos verdes de recolhas municipais.

Os biorresíduos apresentam elevado potencial como fertilizante após valorização orgânica que está a ser desperdiçado, uma vez que as unidades de TMB levam à produção de um composto de baixa qualidade e aplicabilidade devido ao elevado grau de contaminação dos resíduos indiferenciados (RI), além da elevada quantidade de rejeitado associado ao tratamento mecânico (TM), que acaba em aterro. Por outro lado, os biorresíduos, por apresentarem elevada percentagem de humidade, têm um efeito retardante aquando do processo de combustão nas incineradoras, o que faz com que a sua incineração não seja a melhor solução.

Com isto, à semelhança daquilo que se passa em alguns países da Europa, esta dissertação apresenta as bases para uma estratégia na gestão de biorresíduos, que inclui a apresentação de metas para a recolha seletiva de biorresíduos, assim como a apresentação de medidas e a avaliação da capacidade de tratamento biológico (TB) existente em Portugal Continental para fazer face aos resíduos recolhidos, através de um cenário que inclui as estimativas da produção de biorresíduos entre 2018 e 2030. Esta dissertação compreende duas fases: a revisão da literatura, em que é feito o levantamento da situação na gestão de biorresíduos em Portugal e na Europa; e a elaboração de um cenário de recolha seletiva e TB dos biorresíduos em Portugal Continental.

Palavras-chave: Reutilização, Reciclagem, Biorresíduos, Economia circular, Tratamento biológico, Composto

ABSTRACT

The existing national strategy for the management of urban waste, as defined in the National Plan for Urban Solid Waste (PERSU 2020), provides a set of goals, including increased preparation for reuse and recycling of the various fractions of urban waste and the reduction of the disposal of biodegradable municipal waste in landfill; goals which are directly related to the management of bio-waste. In 2016, this fraction of urban waste (about 36% in mainland Portugal) corresponded to the generation of more than 1.7 million tons, which reflects the importance of the management of this waste in achieving the objectives of the national waste strategy, including the objectives that refer to the urban waste in general (APA, 2017e). On the other hand, the Circular Economy Package action plan presented by the European Union foresees that the transformation of waste into resources is essential in a circular economy, which includes the quality parameters associated with the organic recovery compost, and existence of a market for its transaction as fertilizer.

Currently, the national strategy associated with the management of bio-waste is mainly based on undifferentiated collection of urban waste (which includes the organic fraction), with routing to mechanical and biological treatment (MBT) plants, incineration or landfilling. Although there are already some pilot projects for selective door-to-door collection of bio-waste which is sent to organic recovery centers along with green municipal waste collected.

Bio-waste presents high potential as a fertilizer after organic recovery that is being wasted, since MBT units lead to the production of a compound of low quality and applicability due to the high degree of contamination of the indifferent waste, besides the high amount of rejection associated with mechanical treatment (MT), which ends up in landfill. On the other hand, bio-waste, because it has a high percentage of humidity, has a retarding effect when burning the incinerators, which makes their incineration not the best solution.

With this, similar to what happens in some European countries, this dissertation presents the basis for a strategy for the management of bio-waste, which includes the presentation of targets for the selective collection of bio-wastes, as well as the presentation of measures and the evaluation of the biological treatment capacity in mainland Portugal necessary to treat the collected waste, through a scenario that includes estimates of bio-waste production between 2018 and 2030. This dissertation comprises two phases: the review of the literature, in which is made de survey of the situation of bio-waste management in Portugal and in Europe; and the elaboration of a scenario of selective collection and biological treatment of bio-waste in mainland Portugal.

Key-words: Reuse, Recycling, Bio-waste, Circular economy, Biological treatment, Composte

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento e relevância.....	1
1.2. Objetivos.....	5
1.3. Organização da dissertação.....	6
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	9
2.1. Enquadramento legal	9
2.2. Situação nacional em matéria de gestão de biorresíduos	13
2.2.1. Geração e prevenção de biorresíduos	16
2.2.2. Recolha de biorresíduos.....	20
2.2.3. Tratamento, valorização e destino final dos RUB	23
2.3. Situação Europeia na gestão dos biorresíduos.....	26
2.3.1. Geração e prevenção de biorresíduos	28
2.3.2. Recolha de biorresíduos.....	29
2.3.3. Tratamento, valorização e destino final dos RUB	33
2.4. Considerações finais	35
3. METODOLOGIA.....	39
3.1. Objetivos específicos e hipótese a testar	39
3.2. Planeamento do trabalho	40
3.3. Elaboração do cenário e considerações efetuadas	41
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	43
4.1. Cálculo das variáveis para a elaboração do cenário	43
4.1.1. Geração de biorresíduos para 2016.....	43
4.1.2. Evolução da capitação de biorresíduos	44
4.1.3. Estimativa da população por SGRU no horizonte temporal em estudo.....	45
4.1.4. Estimativa da geração de biorresíduos no horizonte temporal em estudo	47
4.2. Elaboração do cenário de cumprimento de metas de gestão de biorresíduos.....	48
4.3. Propostas de medidas a tomar no âmbito da estratégia definida	51
4.4. Propostas de medidas específicas para a recolha seletiva de biorresíduos	53
5. Conclusões.....	55
5.1. Síntese conclusiva.....	55

5.2.	Principais limitações ao estudo	56
5.3.	Pesquisas e projetos futuros	56
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
7.	ANEXOS	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Tratamento de RU por tipo de operação	2
Figura 2.1 SGRU em Portugal continental	13
Figura 2.2 Composição geral dos RU em Portugal continental.	14
Figura 2.3 Percentagem de RUB presente nos RU, por SGRU e a nível nacional, em 2015	15
Figura 2.4 Evolução do destino direto dos RU em Portugal continental.....	16
Figura 2.5 Evolução da geração de RU em Portugal, de 2005 a 2016	17
Figura 2.6 Evolução do desvio de RUB de aterro, de 2012 a 2016.....	18
Figura 2.7 Evolução da taxa de preparação para reutilização e reciclagem, entre 2012 e 2016.	19
Figura 2.8 Taxa de reciclagem de resíduos domésticos e semelhante.....	19
Figura 2.9 Resíduos indiferenciados enviados para TMB e RUB de recolha seletiva enviados para TB, em 2016.....	20
Figura 2.10 Biorresíduos recolhidos seletivamente no SGRU Tratolixo	23
Figura 2.11 Rejeitados e refugo provenientes das unidades de TMB e valorização orgânica enviados para aterro ou incineração.....	25
Figura 2.12. RU admitidos em incineração em 2016 em Portugal continental	25
Figura 2.13 Produção de composto (t/ano).....	26
Figura 2.14 Quantidade de RU enviados para valorização orgânica (compostagem e D.A.), incineração e aterro (per capita) no ano de 2014 nos vários países da UE e espaço Schengen.	33
Figura 2.15. Cenários e resultados obtidos para caso de estudo das Asturias, realizado pela Universidade de Oviedo	36
Figura 4.1 Taxa de crescimento aritmético utilizada para estimar a capitação de biorresíduos	44
Figura 4.2 Estimativa da evolução da capitação de biorresíduos em Portugal continental, entre 2017 e 2030.....	45
Figura 4.3 Definição da área geográfica por NUTS II dos vários SGRU em Portugal continental.	45
Figura 4.4 Variação da taxa de crescimento populacional por NUTS II, entre 2018 e 2030	46
Figura 4.5 Estimativa da evolução da população residente em Portugal continental, entre 2017 e 2030	47

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 Aplicabilidade de matérias fertilizantes por classe de qualidade	10
Tabela 2.2 Metas nacionais para a gestão de RU estabelecidas no PERSU 2020	11
Tabela 2.3 Tipo e número de infraestruturas de gestão de RU existentes em Portugal continental....	14
Tabela 2.4 Valores da TGR para o período de 2015 a 2020	20
Tabela 2.5 Balanço relativo aos RUB recolhidos seletivamente pela Algar, Lipor e Valorsul, em 2016	22
Tabela 2.6 Unidades de TBB em funcionamento em Portugal continental	24
Tabela 2.7 Fração orgânica nos resíduos municipais de alguns países da Europa	27
Tabela 2.8 Situação de alguns países da Europa em relação à recolha seletiva de biorresíduos, em 2016.....	30
Tabela 4.1 Estimativa da capitação de biorresíduos por SGRU.....	43
Tabela 4.2 Deficite estimado de capacidade de TB para os SGRU que possuem infraestruturas de TB, nos anos 2020, 2025 e 2030 dos	50

ACRÓNIMOS

ACV – Análise de Ciclo de Vida

COT – Carbono Orgânico Total

CVO – Central de Valorização Orgânica

DA – Digestão Anaeróbia

ECN – European Compost Network

EM – Estados-Membros

ETAL – Estação de Tratamento de Águas Lixivantes

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

LCT – Life Cycle Thinking

PEC – Pacote de Economia Circular

PERSU – Plano Estratégico dos Resíduos Urbanos

RU – Resíduos Urbanos

RUB – Resíduos Urbanos Biodegradáveis

SGRU – Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos

TB – Tratamento Biológico

TGR – Taxa de Gestão de Resíduos

TM – Tratamento Mecânico

TMB – Tratamento Mecânico e Biológico

UE – União Europeia

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento e relevância

A geração de resíduos é uma consequência da utilização de recursos no desenvolvimento das atividades socioeconómicas que caracterizam o nosso modo de vida. A quantidade de resíduos gerados é dependente de um conjunto de fatores culturais, económicos, tecnológicos, demográficos e geográficos e estes encontram-se presentes nas várias fases do metabolismo sobre o qual assenta a sociedade humana, desde que são extraídos da natureza até ao momento em que os materiais e produtos a que estão associados se transformam, deixando de ter utilidade para o consumidor (APA, 2016).

Fatores como o desenvolvimento tecnológico e o aumento da população mundial originam um contínuo aumento da produção de resíduos associados às atividades humanas. Com isto, advém, cada vez mais, a necessidade de se conseguirem desenvolver mecanismos e estratégias progressivamente mais eficientes para gerir a produção de resíduos, minimizando as consequências para o planeta, em paralelo com um equilíbrio sustentável na sua gestão.

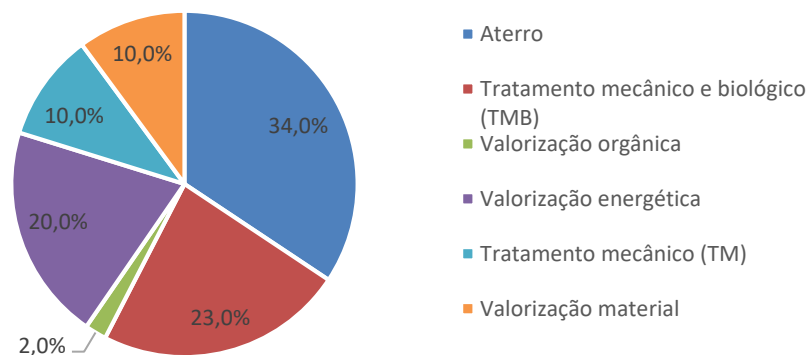
Na procura de um desenvolvimento mais sustentável na gestão dos resíduos, a Europa tem procurado estratégias e abordagens para dar continuidade ao ciclo de vida dos resíduos, *i.e.*, incentivar a valorização dos mesmos de forma a que estes sejam concebidos como recursos, com potencial económico associado ao seu valor material ou energético. Neste âmbito os resíduos biodegradáveis, como restos alimentares e aparas de jardim, além de representarem uma fração elevada dos resíduos urbanos (RU), apresentam elevado potencial energético para produção de energia e potencial nutritivo como substrato para agricultura.

Os resíduos produzidos associados às atividades domésticas são considerados RU, que, de acordo com o Regime Geral de Gestão de Resíduos (Decreto-Lei n.º 178/2006, de 2006, alterado e republicado pelo Decreto-Lei nº 73/2011, de 17 de junho), são *“o resíduo proveniente de habitações bem como outro resíduo que, pela sua natureza ou composição, seja semelhante ao resíduo proveniente de habitações”*. Os RU representam, aproximadamente, entre 7 e 10% do total de resíduos produzidos na União Europeia (UE) sendo, no entanto, este fluxo de resíduos dos mais complexos de gerir e a forma como é gerido dá geralmente uma boa indicação da qualidade do sistema de gestão global de resíduos de um país (Comissão Europeia, 2015c).

Em Portugal, para assegurar a gestão integrada dos RU no âmbito da legislação aplicada existem dois tipos de entidades: os municípios ou associações de municípios, para os quais a gestão do sistema pode ser concessionada a qualquer empresa, e as entidades multimunicipais (REA, 2016). Esta gestão é conseguida através do estabelecimento de metas e objetivos delineados em diretivas e regulamentos e assegurados pela legislação nacional. Em Portugal, e à semelhança da Europa, esta gestão assenta em cinco soluções (APA, 2015b):

- Recolhas seletivas de resíduos de embalagem, papel e outros fluxos de resíduos valorizáveis (porta-a-porta, ecopontos, ecocentros) com vista a triagem e envio para reciclagem;
- Recolha seletiva de biorresíduos com vista à valorização orgânica por processos de compostagem e/ou digestão anaeróbia;
- Recolha indiferenciada de RU para envio para Tratamento Mecânico (TM) e/ ou Tratamento Mecânico e Biológico (TMB) para posterior envio para reciclador ou outro processo de valorização;
- Recolha indiferenciada de RU para envio para valorização energética (incineração de resíduos);
- Deposição de resíduos em aterro das frações não valorizáveis ou deposição direta.

Através da Figura 1.1 pode-se observar, a nível nacional, a percentagem de RU enviados para as várias operações de gestão existentes, através da qual é possível compreender que atualmente os principais destinos dos RU são a sua deposição direta em aterro (34%) e o encaminhamento para unidades de TMB (23%). Os bioresíduos correspondem a uma parte significativa dos RU e é sobre a gestão integrada desta componente dos RU que incide a presente dissertação, com uma abordagem que passa pelo estudo do sistema como um todo, contemplando a produção, recolha e o encaminhamento destes resíduos para um leque de opções diversas, como valorização orgânica, incineração ou deposição em aterro.



(fonte: APA, 2016)

Figura 1.1 Tratamento de RU por tipo de operação

De acordo com a definição dada pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, 17 de junho, entende-se por biorresíduos os “resíduos biodegradáveis de espaços verdes, nomeadamente os de jardins, parques, campos desportivos, bem como os resíduos biodegradáveis alimentares e de cozinha das habitações, das unidades de fornecimento de refeições e de retalho e os resíduos similares das unidades de transformação de alimentos.” Na definição apresentada no Livro Verde sobre a gestão dos biorresíduos (Comissão Europeia, 2008), estes resíduos não incluem “(...) os produtos residuais silvícolas e agrícolas, o estrume, as lamas de depuração nem outros resíduos biodegradáveis como os têxteis naturais, o papel ou a madeira transformada. Exclui também os subprodutos da produção alimentar que nunca se transformaram em resíduos.” Por outro lado, os resíduos urbanos

biodegradáveis (RUB) correspondem ao somatório das categorias de biorresíduos (resíduos putrescíveis), papel/cartão, resíduos verdes (recolhidos em separado) e da subcategoria resíduos de embalagens de cartão para alimentos líquidos (ECAL), conforme definição que consta no PERSU 2020 (Diário da República, 2014b).

Os biorresíduos, devido à sua composição, quando depositados em aterro representam vários problemas para a saúde humana e para o ambiente, nomeadamente a produção de metano, que é um gás de efeito estufa várias vezes mais destrutivo para a camada de ozono que o dióxido de carbono, e a produção de lixiviados com elevada carga orgânica. Por outro lado, o elevado potencial energético e de recuperação de nutrientes associado aos resíduos orgânicos, quando submetidos a processos de valorização, não deve ser desperdiçado (Comissão Europeia, 2008). Sendo assim, existe cada vez mais a necessidade de se desviar a maior quantidade possível destes resíduos de deposição em aterro.

De acordo com a experiência de alguns países da Europa nesta questão, o desvio de RUB de deposição direta em aterro passa por (Brook Lyndhurst, 2010):

- A disponibilidade de instalações de apoio à recolha seletiva;
- Elevada diversidade de tratamentos alternativos para os resíduos (e.g. compostagem ou digestão anaeróbia (DA) e incineração);
- A existência de mercados que permitam escoar os produtos recolhidos/valorizados.

Apesar da existência de soluções eficientes para o tratamento destes resíduos, tanto de recolha seletiva de RUB como do tratamento da fração orgânica dos resíduos provenientes da recolha indiferenciada, continua a ser enviada para aterro uma parte considerável destes resíduos, com as consequências que isso acarreta. Assim, pode-se definir que o grau de eficiência do desvio de RUB de aterro assenta em duas bases: na recolha seletiva de biorresíduos (como sendo a principal fração compreendida na categoria de RUB), e no tipo de tratamento a que podem ser sujeitos (APA, 2016).

Relativamente ao tipo de tratamento, podemos definir duas variantes, a valorização orgânica destes resíduos, associada ou não à produção de biogás (com elevado potencial energético) e produção de um composto, que pode ter aplicação na agricultura, ou a sua incineração, associada à produção de energia, como parte integrante nos resíduos de recolha indiferenciada.

A compostagem é uma das opções de valorização orgânica mais comum, é o sistema mais adequado para valorizar resíduos verdes (e outros materiais lenhosos), e de entre as técnicas de compostagem a utilização de tuneis fechados, apesar de ser a mais dispendiosa, é a que possibilita melhor controlo sobre os processos (Comissão Europeia, 2008). A outra alternativa de valorização orgânica é a DA, que é um processo mais adequado para o tratamento de biorresíduos mais húmidos, como as gorduras biológicas e restos alimentares (Comissão Europeia, 2008). Uma vez que este tratamento se processa na ausência de oxigénio e num reator controlado, é possível a extração de uma mistura de gases (principalmente metano), com elevado potencial energético (Comissão Europeia, 2008).

Grande parte das TMB e centrais de valorização orgânica (CVO) utilizam um processo integrado em que o digerido através da DA é submetido a compostagem como forma de maturação, produzindo energia através da captação do biogás ao longo de todo o processo. De acordo com a ISWA (2013), esta solução é a mais viável para o tratamento de biorresíduos, com menor custo associado, maior controlo do processo incluindo odores, menor quantidade de CO₂ emitido (quando comparado com as outras alternativas de solução única), apresentando também uma alta eficiência na recuperação de material (composto) e energia na forma de biogás.

Em Portugal, uma parte significativa dos biorresíduos submetidos (como parte integrante nos RI) a estes processos é sujeito a um pré-tratamento mecânico a fim de separar a fração não biodegradável. (APA, 2015b). Este processo ocorre em unidades de TMB que rececionam resíduos indiferenciados das recolhas municipais. Por outro lado, além da obtenção de um composto/digerido, quando o processo de valorização orgânica ocorre na ausência de oxigénio (*i.e.* na DA), existe libertação de biogás com elevado potencial energético, assim como é possível enviar para incineração (valorização energética) a fração combustível separada no TMB. Cada tonelada de biorresíduos admitido em tratamento biológico (TB) consegue gerar entre 100 a 200 m³ de biogás, que pode ser melhorado com o objetivo de satisfazer as normas aplicadas ao gás natural, gastando apenas 3-6% da energia gerada neste processo (Comissão Europeia, 2008). Apesar da DA dos resíduos indiferenciados, após o tratamento mecânico, permitir ganhos energéticos semelhantes, o digerido/composto produzido vai apresentar baixa qualidade devido ao elevado grau de contaminação dos resíduos admitidos (*i.e.* o TM apresenta baixa eficiência de remoção dos componentes não biodegradáveis presentes nos RI). (Comissão Europeia, 2008)

Outra alternativa comum na Europa é a incineração destes resíduos como parte dos RU, em que este processo, consoante a eficiência energética associada, pode ser considerado um processo de eliminação ou de valorização energética (ISWA, 2013). Uma vez que a maior parte dos biorresíduos presentes nos RU tem elevado teor em humidade, e que este fator compromete a eficiência da incineração, a recolha seletiva destes resíduos, a fim de os separar da fração de indiferenciada que é incinerada, é uma solução possível e recorrente (ISWA, 2013).

Uma das questões abordadas no Livro Verde dos Biorresíduos na Europa (Comissão Europeia, 2008) foi exatamente a obrigatoriedade de implementação de programas de recolha seletiva destes resíduos. De acordo com o que já acontecia em alguns dos países europeus, como a Dinamarca e a Holanda, a aplicação de um reforço na oferta de biorresíduos “ecológicos” pode incentivar o investimento em instalações e infraestruturas de TB, associadas à produção de biogás (Brook Lyndhurst, 2010).

A recolha porta-a-porta, ou individual, de resíduos alimentares é frequentemente identificada como o sistema de recolha que é mais simples e fácil de aplicar e implementar para este tipo de resíduos, estando associado a elevadas taxas de participação e níveis de contaminação reduzidos (Brook Lyndhurst, 2010). Neste tipo de recolha os contentores são colocados perto de cada porta, em pátios interiores ou zonas pertencentes aos edifícios de habitação com acessos ao exterior, sendo necessário o cidadão percorrer uma distância mínima. Este tipo de recolha é mais simples de

implementar em cidades com menor densidade populacional (Brook Lyndhurst, 2010). Apesar de ser um sistema de fácil deposição para o cidadão, os custos de recolha associados são mais elevados, comparativamente à recolha coletiva (Duarte, 2016)

Em Portugal, de acordo com o relatório anual dos resíduos urbanos de 2015, apenas 2% dos RU estão a ser sujeitos a valorização orgânica de biorresíduos recolhidos separadamente, sobretudo devido à baixa implementação de sistemas de recolha seletiva destes resíduos (APA, 2015b).

Em Portugal, os biorresíduos correspondem a cerca de 40% dos RU e podem ser utilizados na produção de energia e de fertilizantes, mas isso apenas acontece a menos de um terço, desperdiçando-se cerca de 100 milhões de euros por ano, segundo a associação ambiental Zero (Zero, 2017). Por outro lado, os biorresíduos quando depositados em aterro, quer seja por deposição direta ou não, representam consequências negativas para o ambiente, uma vez que se decompõem em aterro, produzindo gases e lixiviados (Comissão Europeia, 2008).

Face ao exposto, é evidente a necessidade de implementar sistemas de recolha seletiva de biorresíduos. Por um lado, *“é a melhor forma de promover o fecho do ciclo de materiais e garantir a qualidade dos materiais recicláveis é através da atuação a montante, ou seja, através da recolha seletiva”* (Diário da República, 2014b), por outro lado, o facto de não existir necessidade de pré-tratamento mecânico e a baixa contaminação dos resíduos recolhidos permite diminuir a quantidade de resíduos enviados para aterro (Saveyn e Eder, 2014) e permite a obtenção de um composto de melhor qualidade (Malamis *et al.*, 2017).

Neste âmbito, é fundamental que se avalie, em Portugal Continental, a possibilidade de adaptação das unidades TMB que estão atualmente a rececionar resíduos indiferenciados, para centrais de valorização orgânica (CVO) de biorresíduos provenientes de recolha seletiva, a par da implementação generalizada da recolha seletiva de biorresíduos.

1.2. Objetivos

A presente dissertação tem em foco o estudo e a avaliação da possibilidade de se fazer cumprir o disposto no Regime Geral de Gestão dos Resíduos (RGGR)¹, relativo à implementação da recolha seletiva de biorresíduos. O RGGR incentiva à recolha seletiva de biorresíduos e estabelece um enquadramento regulamentar para a livre comercialização do composto para valorização agrícola. De acordo com o RGGR, os planos de gestão de resíduos devem ainda ser conformes com a estratégia para a redução dos RUB destinados a aterros², cabendo à autoridade nacional dos resíduos (ANR) avaliar e propor medidas que incentivem:

- a) *A recolha seletiva de biorresíduos, tendo em vista a sua compostagem e digestão anaeróbia*; “b) *O tratamento dos biorresíduos em moldes que satisfaçam um elevado nível de proteção do ambiente*; c) *A utilização de materiais ambientalmente seguros produzidos a partir de biorresíduos, designadamente composto.*

¹ Aprovado, pelo Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, que transpõe a Directiva n.º 2008/98/CE, de 19 de novembro.

² Metas definidas no artigo 8.º do Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de agosto.

Tendo em consideração este enquadramento político, foram definidos no âmbito desta dissertação os seguintes quatro objetivos:

1. Propor uma estratégia para a gestão de biorresíduos em Portugal;
2. Avaliar a capacidade tecnológica para tratar biorresíduos de recolha seletiva e as necessárias adaptações;
3. Avaliar o deficit de capacidade de TB face às metas propostas de recolha seletiva de biorresíduos para os horizontes temporais de 2020 (50%), 2025 (60%) e 2030 (65%);
4. Propor um conjunto de medidas destinadas a promover implementação da recolha seletiva de biorresíduos, com base em instrumentos de política de ambiente, designadamente, regulamentares, de mercado, de informação e voluntários.

1.3. Organização da dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada nos seguintes cinco capítulos:

1. Introdução

Neste capítulo é feita uma breve introdução ao tema, localizando aquilo que é a gestão de RUB no global da gestão de resíduos, sendo abordada de forma resumida a situação nacional ao nível da gestão destes resíduos. É também apresentada uma breve introdução relativa aos conceitos associados à recolha e valorização de RUB. São ainda descritos os objetivos, a metodologia geral e a organização da dissertação.

2. Revisão da literatura

Este capítulo contempla o enquadramento legislativo relativo à gestão de RUB, a caracterização da situação ao nível nacional e na Europa, assim como um conjunto de considerações e apresentação de casos de estudo relevantes para a parte prática da dissertação.

3. Metodologia

Neste capítulo descreve-se a metodologia seguida para atingir os objetivos definidos, designadamente a forma de obtenção dos dados necessários à elaboração de cenários, os métodos selecionados para avaliar os cenários da recolha seletiva e a avaliação de indicadores com base na revisão da literatura.

4. Tratamento e análise dos resultados

Este capítulo compreende quatro objetivos principais: a proposta de uma estratégia para gestão de biorresíduos em Portugal continental, a estimativa da produção de biorresíduos, a proposta de metas de recolha seletiva destes resíduos a par da sugestão de medidas para as alcançar, e finalmente, a avaliação da capacidade de TB no âmbito do cenário definido.

5. Conclusão e revisão da dissertação

Neste capítulo é apresentado um quadro de conclusões com sugestões de implementação de diversas medidas no âmbito da recolha seletiva de biorresíduos. São também apresentadas as principais limitações ao estudo, assim como possíveis desenvolvimentos futuros relacionados com o foco da dissertação.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Enquadramento legal

Com o objetivo de reduzir os impactos negativos resultantes da deposição de RUB em aterro, a UE com a Diretiva Aterro (1999/31/CE) obriga os Estados-membros a definir uma estratégia nacional para a redução de RUB destinados a aterro, a qual contempla, para 2016, uma meta de redução dos RUB destinados a aterro de 35%, em peso, da quantidade total de RUB produzidos em 1995. A estratégia a adotar para atingir este objetivo, designadamente os destinos alternativos à deposição em aterro, não vem definida na Diretiva Aterro, cabendo a cada Estado-membro a definição da sua própria estratégia. Esta Diretiva foi transposta para direito interno pelo Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de agosto, o qual contempla a prorrogação permitida a Portugal de adiar esta meta por mais quatro anos, ou seja, até 2020.

Por outro lado, na Diretiva Quadro de Resíduos (2008/98/CE), a UE considera prioritário reforçar a prevenção da produção de resíduos e fomentar a sua reutilização e reciclagem com vista a prolongar o seu uso na economia antes de os devolver em condições adequadas ao meio natural. Além disso, considera importante promover o aproveitamento de um mercado estabelecido para a transação de sub-produtos associados à valorização de RU como forma de promover a valorização de resíduos, e apresentando vantagens para os agentes económicos.

A nível nacional, e com o propósito de se consolidar este objetivo no que respeita à valorização orgânica de resíduos biodegradáveis, o artigo 22º-B do Decreto-Lei 73/2011, de 17 de junho, indica que o composto, obtido por compostagem ou digestão anaeróbia, pode ser colocado no mercado como corretivo orgânico desde que sejam observados os requisitos constantes de portaria a aprovar pelos membros do Governo responsáveis pelas áreas do ambiente, da agricultura e da economia. A colocação deste composto no mercado deverá ser acompanhada de um plano de controlo de qualidade, sendo que o operador responsável pela sua colocação no mercado deve dispor de um técnico qualificado e de um laboratório, que permitam a verificação desses critérios de qualidade.

Em 2015 o Ministério da Economia publicou o Decreto-Lei nº 103/2015, de 15 de junho, sobre matérias fertilizantes que já inclui os parâmetros para a caracterização e admissão, em mercado, das matérias fertilizantes que têm origem na valorização orgânica de biorresíduos. Sendo o objetivo a disponibilização de um quadro legislativo que permita o estabelecimento de normas associadas à colocação de matérias vertilizantes num mercado bem estruturado. Com vista a enquadrar as exigências que se afiguram fundamentais na utilização sustentável das matérias fertilizantes com componentes orgânicos, estabelecem-se critérios de qualidade para estas matérias produzidas a partir de resíduos e matérias orgânicas biodegradáveis. A Tabela 2.1 apresenta as diferentes aplicabilidades dos materiais fertilizantes (incluindo os corretivos orgânicos obtidos por TB) consoante a sua gama de qualidade.

Tabela 2.1 Aplicabilidade de matérias fertilizantes por classe de qualidade

Classe do material fertilizante	Aplicabilidade
Classe I e II	Agricultura
Classe IIa	Culturas agrícolas arbóreas e arbustivas, nomeadamente pomares, olivais e vinhas. Espécies silvícolas
Classe III	Solo onde não se pretenda implantar culturas destinadas à alimentação humana e animal: Cobertura final de aterros e lixeiras, pedreiras e minas, tendo em vista a restauração da paisagem; Cobertura de valas e taludes, no caso da construção de estradas (integração paisagística); Fertilização de solos destinados à silvicultura (espécies cujo fruto não se utilize na alimentação humana ou animal); culturas bioenergéticas; jardinagem; Produção florícola (excluem-se as culturas edíveis); Campos de futebol e de golfe.

(fonte: Decreto-Lei n.º 103/2015, de 15 de junho)

Foi ainda definido, no artigo 44º-B do do Decreto-Lei 73/2011, de 17 de junho, a aplicação do Fim de Estatuto de Resíduo (FER) a determinados resíduos que tenham sido submetidos a uma operação de valorização, como o caso do composto, passando este a ser caracterizado como produto e não como resíduo, sendo que os critérios a satisfazer para a aplicação deste estatuto podem incluir valores limite para os poluentes e ter em conta eventuais efeitos ambientais adversos da substância ou objeto.

A Diretiva Quadro de Resíduos, bem como o Decreto-Lei 73/2011, de 17 de junho, apresenta ainda o conceito de análise de ciclo de vida aplicada aos resíduos provenientes da atividade humana, introduzindo o mecanismo da responsabilidade alargada do produtor. Esta abordagem da gestão de resíduos tem em conta o ciclo de vida dos produtos e materiais e não apenas a fase de fim de vida, com as inerentes vantagens do ponto de vista da utilização eficiente dos recursos e do impacto ambiental.

Ainda ao nível da política nacional, é de destacar o terceiro Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos (PERSU 2020), aprovado, pela Portaria n.º 187-A/2014, de 17 de setembro, que constitui um documento de referência da política e situação atual da gestão dos RU em Portugal continental. O PERSU 2020 integra ainda o Programa de Prevenção de Resíduos Urbanos (PPRU), onde se estabelece a visão, os objetivos e as metas globais e específicas de cada SGRU entre 2014 e 2020. Entre vários objetivos, o PERSU 2020 contempla a prevenção e perigosidade dos RU, o aumento da preparação para reutilização e reciclagem, a redução de deposição de RU em aterro e o reforço de instrumentos económico-financeiros. Este plano prevê ainda o acompanhamento da evolução dos indicadores relativos das metas nacionais, indicadas na Tabela 2.2, de prevenção, preparação para reutilização e reciclagem de RU, reciclagem de resíduos de embalagens e redução da deposição em aterro de RUB, que implicarão um aumento significativo da recolha seletiva, o

aumento da eficiência dos sistemas e infraestruturas de gestão dos RU, acompanhados de uma recuperação sustentável dos custos.

Tabela 2.2 Metas nacionais para a gestão de RU estabelecidas no PERSU 2020

Objetivos	Metas	
	2016	2020
Prevenção de RU	Diminuir a produção de resíduos <i>per capita</i> em, pelo menos, 7,6% face ao valor de 2012.	Diminuir a produção de resíduos <i>per capita</i> em, pelo menos, 10% face ao valor de 2012.
Preparação para reutilização e reciclagem de RU	--	Aumento mínimo global para 50%, em peso.
Reciclagem de resíduos de embalagens	--	Reciclagem de, pelo menos, 70% em peso dos RU de embalagens.
Redução da deposição de RUB em aterro	--	Redução para 35% face ao valor de 1995

Destaca-se ainda a Directiva 2008/1/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de janeiro de 2008, relativa à prevenção e controlo integrados da poluição (Diretiva IPPC) (que em breve será substituída pela Diretiva relativa às emissões industriais) que estabelece os princípios fundamentais para a autorização e o controlo de instalações de tratamento de RUB com uma capacidade superior a 50 t /dia.

Ainda a nível nacional, foi consagrada na Lei 82-D de 2014, a Reforma da Fiscalidade Verde, que tem em vista contribuir para a ecoinovação e a eficiência na utilização de recursos, a redução da dependência energética do exterior e a indução de padrões de produção e de consumo mais sustentáveis. Esta reforma procede à alteração de um conjunto de normas fiscais ambientais nos vários setores da sociedade, incluindo o dos resíduos. Relativamente ao setor dos resíduos, esta reforma apresenta objetivos como reforçar o princípio do poluidor-pagador e promover a eficiência na utilização de recursos, através de um conjunto de medidas que inclui a revisão da taxa de gestão de resíduos (TGR), que define a taxa associada à deposição de RU em aterro e é paga pelos municípios (Diário da República, 2014a).

Por outro lado, e mais recentemente, a UE começa a reconhecer a necessidade de transição para uma economia mais circular, em que o valor dos produtos, materiais e recursos se mantém na economia o máximo de tempo possível e a produção de resíduos se reduz ao mínimo, sendo um contributo fundamental para os esforços da UE no sentido de desenvolver uma economia sustentável, hipocarbónica, eficiente em termos de recursos e competitiva. A Comissão Europeia define assim um plano de ação da Europa para a economia circular, o Pacote de Economia Circular (PEC), aprovado em 2015. Neste plano, os Estados-membros são convidados a assumir plenamente a sua parte na ação da UE, integrando-a e complementando-a com ações a nível nacional (Comissão Europeia, 2015d).

O PEC aprova alterações às Diretivas 2008/98/CE, relativa aos resíduos, e 1999/31/CE, relativa à deposição de resíduos em aterro, sendo que, de acordo com as tendências recentes, é possível avançar no plano da utilização eficiente dos recursos, o que pode significar grandes benefícios económicos, ambientais e sociais. A transformação dos resíduos em recursos é crucial para aumentar a eficiência dos recursos e fechar o ciclo numa economia circular. No contexto desta proposta por parte da Comissão Europeia foram efetuados vários estudos de avaliação de impacto, de modo a avaliar o benefício económico e ambiental que advém da admissão destas diretivas relativamente às condições anteriores. A avaliação de impacto permitiu concluir que, com uma combinação de opções, se obteriam vários benefícios ao nível da gestão de resíduos, designadamente:

- Redução das emissões de gases com efeito de estufa (redução até 600 milhões de toneladas entre 2015 e 2035);
- Efeitos positivos na competitividade dos setores da gestão e da reciclagem de resíduos, bem como da indústria transformadora da UE;
- Reinjeção de matérias-primas secundárias na economia da UE, o que, por sua vez, reduzirá a dependência da UE em relação às importações destas matérias.

Com isto, de acordo com a proposta da Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho que altera a Diretiva n.º 2008/98/CE relativa aos resíduos (Comissão Europeia, 2015), são apresentadas as seguintes metas em matéria de gestão de RU:

- Até 2025, a preparação para a reutilização e a reciclagem de RU devem aumentar para um mínimo de 60%, em peso;

- Até 2030, a preparação para a reutilização e a reciclagem de RU devem aumentar para um mínimo de 65%, em peso.

Caso este prazo seja prorrogado (até 2024), cada Estado-membro deve tomar as medidas necessárias para aumentar a preparação para a reutilização e a reciclagem de RU para um mínimo de 50 % e 60 %, em peso, até 2025 e 2030, respetivamente Comissão Europeia. (2015c).

A meta nacional de preparação para reutilização e reciclagem de RU, para 2020, apresentada no PERSU 2020, é a seguinte:

“(…) um aumento mínimo global para 50%, em peso, relativamente à preparação para a reutilização e reciclagem de resíduos urbanos, incluindo o papel, o cartão, o plástico, o vidro, o metal, a madeira e os resíduos urbanos biodegradáveis” integra a fração dos biorresíduos.

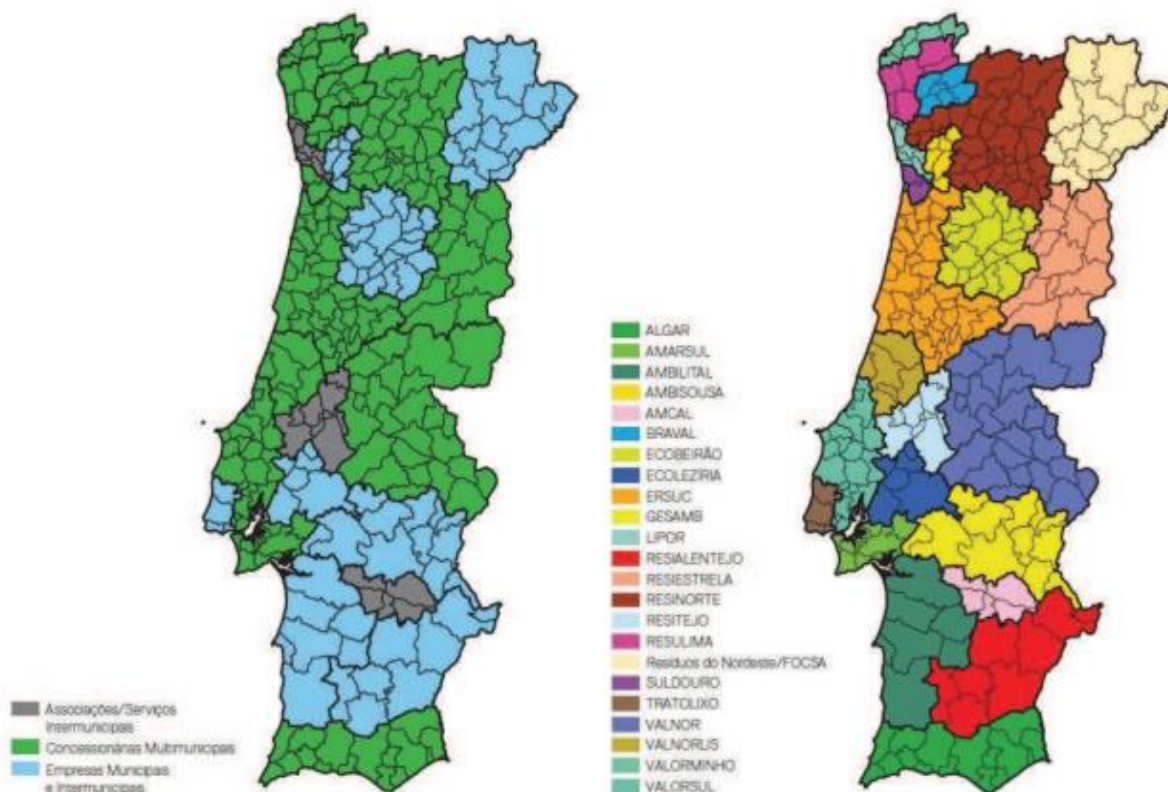
A elevada percentagem de biorresíduos na composição dos RU, e o facto da produção de um composto com qualidade estar associado à separação na fonte dos biorresíduos (Fernández-Nava *et al*, 2013), requer a implementação de recolha seletiva desta componente.

O PERSU 2020 apresenta também como medidas para atingir o objetivo de “*aumentar a preparação para reutilização e reciclagem de RU*”, a generalização de boas práticas e incentivo à recolha seletiva de RUB (o que obviamente inclui os biorresíduos).

2.2. Situação nacional em matéria de gestão de biorresíduos

Ao nível de Portugal continental a gestão de RU é assegurada por 23 sistemas de gestão de resíduos urbanos (SGRU), 11 intermunicipais e 12 multimunicipais (Figura 2.1), designadamente:

- Sistemas multimunicipais: Valorminho, Resulima, Braval, Resinorte, Suldouro, Valorlis, Ersuc, Resistrela, Valnor, Valorsul, Amarsul, Algar;
- Sistemas intermunicipais: Ambisousa; Lipor, Resíduos do Nordeste, Ecobeirão, Resitejo, Ecolezíria, Tratolixo, Ambital, Gesamb, Resialentejo, Amcal.



(fonte: APA, 2015b)

Figura 2.1 SGRU em Portugal continental

A falta de homogeneidade entre os vários SGRU relativamente às características do sistema, como a quantidade de municípios abrangidos, dispersão geográfica e populações a servir, reflete-se nas soluções adotadas em termos da recolha e tratamento dos RU, assim como nas tecnologias e infraestruturas utilizadas.

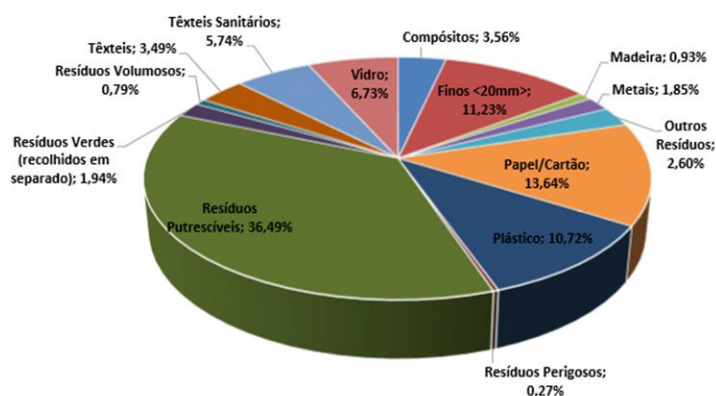
Na Tabela 2.3 apresentam-se as várias infraestruturas de gestão de RU existente em Portugal continental.

Tabela 2.3 Tipo e número de infraestruturas de gestão de RU existentes em Portugal continental

Infraestruturas	Nº
Aterros	33
Unidades de Tratamento Mecânico	4
Unidades de Tratamento Mecânico e Biológico	17
Unidades de Valorização Orgânica	5
Unidades de Valorização Energética (incineração)	2
Unidade de Preparação de CDR	5
Instalação de Valorização e Tratamento de Escórias	1
Estação de Triagem	27
Estação de Transferência	89
Ecocentros	105

(Fonte: APA, 2015b)

A produção de RU em Portugal continental, em 2015, foi aproximadamente de 4.523 milhões de toneladas, o que representa um aumento de 1% relativamente ao ano anterior (APA, 2015b). Relativamente à composição física dos RU, para o mesmo ano (Figura 2.2), do total de RU produzidos, cerca de 50% corresponde aos RUB³ e 36,5% aos biorresíduos, ou seja, em média, cerca de 70% dos RUB são biorresíduos.



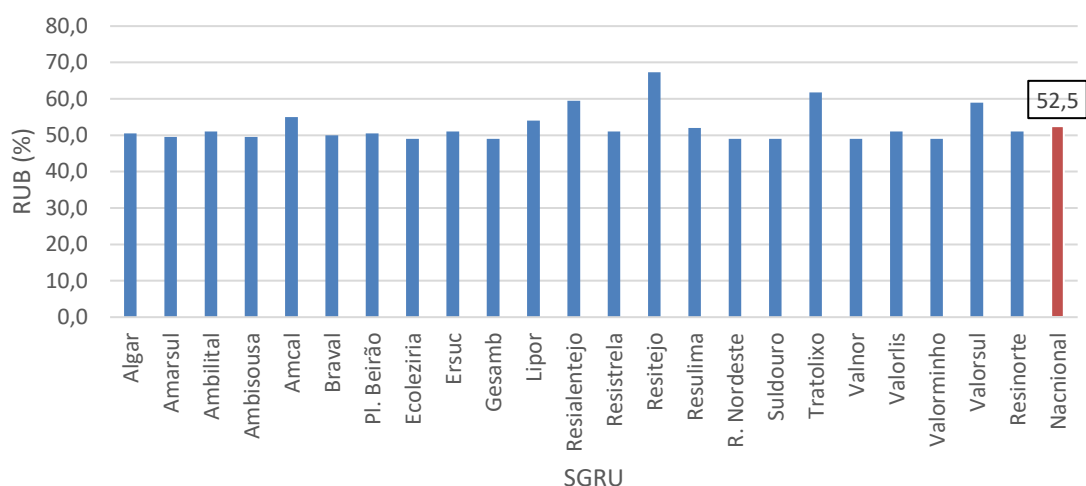
(fonte: adaptado de APA. 2015b)

Figura 2.2 Composição geral dos RU em Portugal continental.

³ Somatório das componentes biorresíduos, resíduos verdes e papel/cartão, incluindo ECAL, conforme pressupostos adotados para monitorização do cumprimento da Diretiva Aterros.

A Figura 2.3 pretende ilustrar a percentagem de RUB presente nos RU dos vários SGRU, com uma média a rondar os 52% é possível compreender o peso desta fração no total de RU gerados.

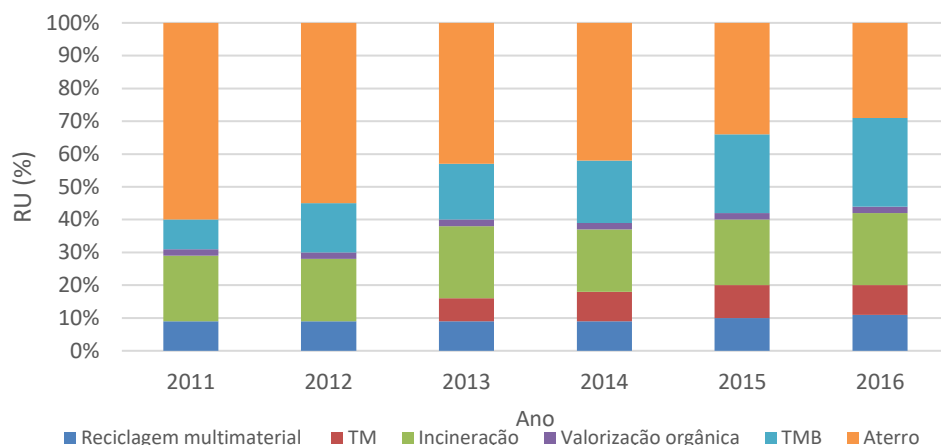
Ao nível do encaminhamento final dos RU, a maioria dos SGRU mantém o aterro como destino preferencial, apesar de existir uma previsão para os próximos anos para favorecer os sistemas de TM, TMB e CVO em detrimento do envio para aterro, conforme o previsto na estratégia nacional (APA, 2015b).



(Fonte: adaptado de APA, 2015b);

Figura 2.3 Percentagem de RUB presente nos RU, por SGRU e a nível nacional, em 2015

Com o objetivo de aumentar o desvio de RU de aterro, nos últimos anos tem havido um elevado investimento em unidades de TMB. A Figura 2.4 ilustra o peso destas unidades naquilo que tem correspondido ao desvio de RU de aterro. Com um aumento médio de 12% ao ano, entre 2011 e 2016, as várias unidades de TMB contribuíram com um total de 27% de desvio de RU de aterro em Portugal continental no ano de 2016.



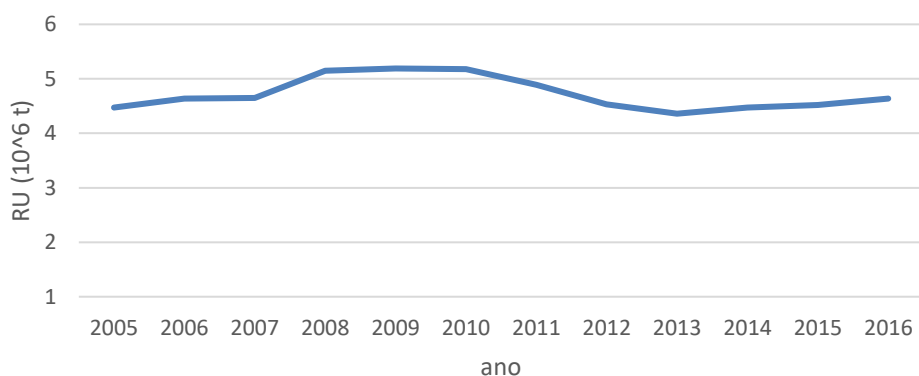
(Fonte: Adaptado de APA, 2017e)

Figura 2.4 Evolução do destino direto dos RU em Portugal continental

Relativamente à incineração, as duas unidades em funcionamento, da Valorsul e da Lipor, receberam perto de 1,1 milhões de toneladas de resíduos indiferenciados em 2016 (APA, 2017a), o que inclui os três SGRU que incineram os indiferenciados recolhidos diretamente (Lipor, Valorsul e Tratolixo) e os rejeitados associados aos TM de outros SGRU, o que compreende indicadores na ordem dos 100-110 kg/hab.ano de resíduos admitidos (APA, 2017e). A valorização orgânica de resíduos recolhidos seletivamente apresenta pouca expressão (2%), sobretudo devido à baixa taxa de implementação de programas de recolha seletiva para estes resíduos.

2.2.1. Geração e prevenção de biorresíduos

Tendo em conta que em Portugal, em média, 35-36% (com uma pequena variação ao ano) dos RU produzidos são biorresíduos, é possível estimar o total de biorresíduos gerados. De acordo com os dados mais recentes, apresentados no relatório ambiental do PERSU de 2016 (APA, 2017e) foram gerados em 2016 cerca de 4,6 milhões de toneladas de RU, dos quais, perto de 1,75 milhões correspondem a biorresíduos. A geração de RU tem aumentado continuamente desde 2013, apesar de ter sofrido uma diminuição entre 2010 e 2012, como é possível observar na Figura 2.5.



(Fonte: Adaptado de APA, 2017e)

Figura 2.5 Evolução da geração de RU em Portugal, de 2005 a 2016

Apesar da população residente estar a diminuir em Portugal continental (INE, 2017b) verificou-se nos últimos anos um aumento da produção de RU. De acordo com o relatório ambiental de 2016 do PERSU 2020, a capitação de RU em Portugal Ccontinental foi de 472 kg/hab.ano e tem aumentado a par da produção de RU (APA, 2017e)

No âmbito das metas nacionais e daquilo que é o desenvolvimento sustentável na gestão de biorresíduos, existe um conjunto de estratégias que podem ser implementadas para a redução dos biorresíduos, por exemplo, a implementação de programas piloto que combatam o desperdício alimentar.

O PERSU 2020 apresenta um conjunto de metas, das quais algumas estão diretamente relacionadas com a gestão integrada da fração orgânica dos RU.

Das metas nacionais, aquelas que mais impacto têm na gestão dos RUB são:

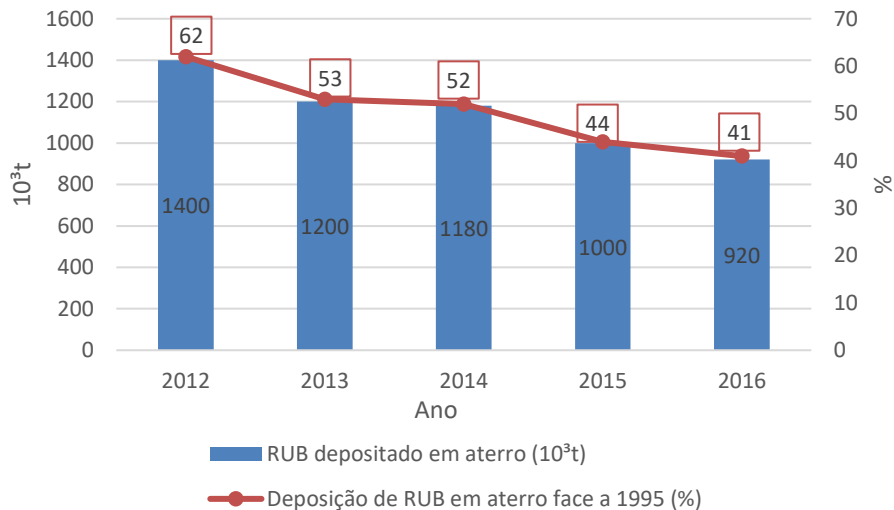
- **Deposição de RUB em aterro:**
Esta meta define que, *“até julho de 2020, os RUB destinados a aterro devem ser reduzidos para 35% da quantidade total, em peso, dos resíduos urbanos biodegradáveis produzidos em 1995”* (PERSU 2020)
- **Preparação para reutilização e reciclagem:**
Esta meta define que se atinja até 2020 *“um aumento mínimo global para 50% em peso relativamente à preparação para a reutilização e reciclagem de resíduos urbanos, incluindo o papel, o cartão, o plástico, o vidro, o metal, a madeira e os resíduos urbanos biodegradáveis”* (PESRU 2020).

Com o objetivo de fazer cumprir meta de deposição de RUB em aterro, o PERSU 2020 apresenta um conjunto de medidas a tomar, designadamente:

- *Estabelecer metas intercalares diferenciadas de deposição de RUB em aterro ao nível dos sistemas de gestão de RU;*

- Promover a otimização dos investimentos em infraestruturas através da partilha entre sistemas de gestão de RU de menor escala.

Avaliando o indicador relativo ao desvio de RUB de aterro, apresenta-se na Figura 2.5 a evolução deste indicador, para Portugal continental, de 2012 a 2016.



(Fonte: Adaptado de APA, 2017e)

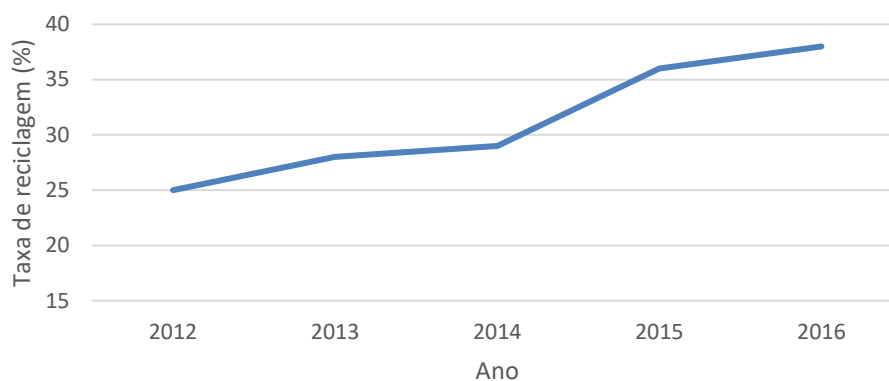
Figura 2.6 Evolução do desvio de RUB de aterro, de 2012 a 2016

Com uma redução de 59% na deposição de RUB em aterro em 2016, face aos valores de 1995, Portugal ainda não atingiu a meta proposta para 2020 (35%). Avaliando por uma simples extrapolação, considerando uma descida percentual de 5,25 ao ano entre 2012 e 2016, facilmente parece possível o cumprimento da meta de 2020. Por outro lado, é também necessário considerar que a redução na deposição de RUB em aterro nos últimos anos se deve à entrada em funcionamento de várias unidades de TMB e para que a descida se mantenha a um ritmo satisfatório que permita atingir da meta, será necessário um continuar da implementação de estratégias (como separação na fonte) assim como o desenvolvimento e melhoramento dessas unidades de tratamento.

Com o objetivo de fazer cumprir a meta de preparação para reutilização e reciclagem, o PERSU 2020 (APA, 2017e) apresenta um conjunto de medidas a tomar no âmbito da gestão integrada dos RUB que foca o aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos RUB recolhidos seletivamente, designadamente:

- Promover a partilha e generalização de boas práticas de recolha seletiva de RUB;
- Fomentar as redes de recolha seletiva de RUB.

A Figura 2.6 apresenta a evolução da taxa de reciclagem de resíduos domésticos e semelhantes, associada à avaliação do cumprimento da meta de preparação para reutilização e reciclagem de RU.



(Fonte: Adaptado de APA, 2017e)

Figura 2.7 Evolução da taxa de preparação para reutilização e reciclagem, entre 2012 e 2016.

Com uma taxa de 38%, em 2016, ainda não foi possível atingir a meta, e com uma subida de apenas 2%, entre 2015 e 2016, o cumprimento desta meta até 2020 pode estar comprometido.

Considerando que, para o efeito do cálculo da taxa de reciclagem de resíduos domésticos e semelhantes (de acordo com Diretiva n.º 2008/98/CE) utilizada a equação apresentada na Figura 2.8, deduz-se que para o cálculo das taxas de reciclagem de RU apresentadas na Figura 2.7, foi utilizada uma ponderação de 54% em relação aos RU indifenciados encaminhados para as TMB, e considerados todos os RUB recolhidos seletivamente (100%), o que mais uma vez evidencia o peso da baixa eficiência do TM associado às TMB.

$$\begin{aligned}
 \text{Taxa de reciclagem de} &= \frac{\text{(Recolha seletiva (papel, cartão, plástico, metal, vidro, madeira) +} \\
 \text{resíduos domésticos e} & \text{recicláveis TM/TMB recuperados (papel, cartão, plástico, metal, vidro,} \\
 \text{semelhantes} & \text{madeira) + Valorização RUB (54\% recolha indiferenciada + 100\%} \\
 & \text{recolha seletiva) + escórias metálicas de Incineração com produção de} \\
 & \text{energia + outros materiais recicláveis)}}{\text{Total RU reciclável produzido (plástico, metal, vidro, madeira, RUB,} \\
 & \text{outros materiais recicláveis)}}
 \end{aligned}$$

(fonte: Comissão Europeia, 2008a)

Figura 2.8 Taxa de reciclagem de resíduos domésticos e semelhante.

No âmbito da prevenção de biorresíduos é ainda importante referir a TGR, a taxa que os municípios têm que pagar pela eliminação dos RU. Esta taxa, que funciona como um instrumento económico, visa alterar os comportamentos dos operadores económicos e dos consumidores finais, no sentido de impulsionar uma redução da produção de resíduos e uma gestão mais conforme com o princípio da hierarquia de gestão de resíduos. O regime da TGR prevê que a verba arrecadada seja consignada para projetos associados ao cumprimento de metas nacionais na gestão de RU (APA, 2017b). A TGR atualmente em vigor é 7,7 €/t resíduos depositados em aterro, estando previsto o seu aumento até 11 €/t em 2020 (Tabela 2.3).

Tabela 2.4 Valores da TGR para o período de 2015 a 2020

Ano	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Valor da TGR (€/t)	5,5	6.6	7.7	8.8	9.9	11,0

(fonte: adaptado de APA, 2017c)

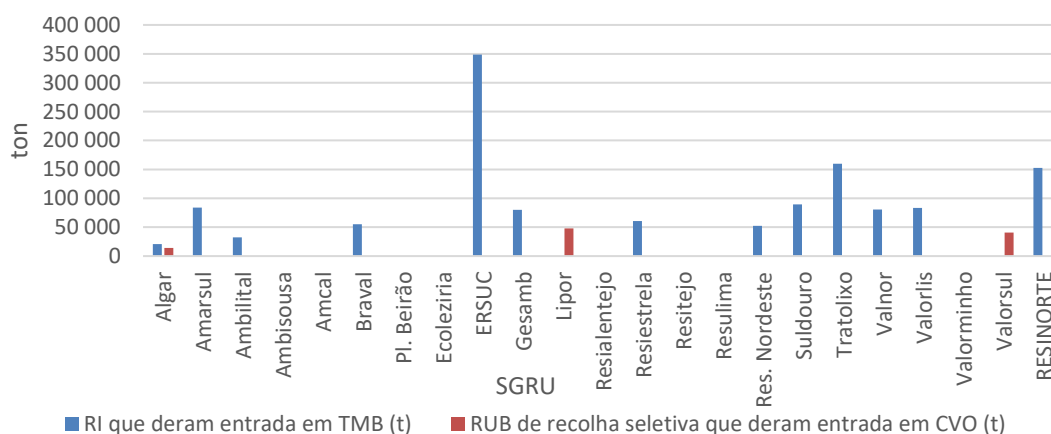
O valor da TGR é aplicado consoante a operação de destino dos RU, no caso da deposição em aterro (eliminação) o valor da taxa é de 100%, se o destino for a incineração sem recuperação energética (eliminação) é aplicado um coeficiente de 70% e no caso da valorização energética o coeficiente aplicado é de 25% (APA, 2017c). Fomenta-se desta forma o desvio de resíduos de aterro para operações de valorização ou reciclagem

Além da definição de metas nacionais, ao nível dos SGRU, alguns municípios e conjuntos de municípios aplicaram programas piloto de recolha seletiva de restos alimentares, que serão abordados na secção 2.2.2.

2.2.2. Recolha de biorresíduos

Os biorresíduos presentes nos RU podem ser recolhidos por duas vias, ou através da recolha seletiva dos mesmos, com recurso a sistemas de recolha seletiva, ou através da recolha indiferenciada, que engloba a fração biodegradável dos mesmos. Nesta última situação, os resíduos podem ser encaminhados diretamente para aterro ou incineração, não havendo nestes casos possibilidade de os valorizar organicamente, ou podem ser encaminhados para as unidades de TMB, onde, após a separação de recicláveis e rejeitados num pré-tratamento, são submetidos a valorização orgânica, com produção de composto e/ou de energia, no caso da digestão anaeróbia.

De acordo com os dados mais recentes (Figura 2.8), deram entrada cerca de 1 milhão e 300 mil toneladas de resíduos indiferenciados nas TMB em funcionamento em Portugal continental, no ano de 2016, sensivelmente a mesma quantidade de RU depositados diretamente em aterro nesse ano.



(Fonte: APA, 2017a)

Figura 2.9 Resíduos indiferenciados enviados para TMB e RUB de recolha seletiva enviados para TB, em 2016.

Considerando a população de Portugal de 2016, perto de 10 milhões de habitantes, e sabendo que o crescimento populacional em Portugal se encontra atualmente estagnado (Eurostat, 2017), é possível assumir quantitativos de recolha indiferenciada na ordem dos 125-130 kg/hab.ano. Por outro lado, no mesmo ano, a recolha seletiva de biorresíduos foi apenas de 113.000 toneladas, o que se traduz em quantitativos de recolha seletiva de biorresíduos na ordem dos 10 kg/hab.ano, valor muito baixo, quando comparado com os quantitativos associados a recolha indiferenciada.

É evidente a necessidade de se recolher e encaminhar para valorização uma percentagem superior de RUB, face às metas e objetivos comunitários e nacionais. A solução mais eficaz para resolver este problema, reduzir a elevada quantidade de rejeitados associada aos TMB e à baixa qualidade do composto, é a separação na fonte, com a aplicação da recolha seletiva de resíduos orgânicos (Diário da República, 2014b).

Em 2016 apenas quatro SGRU (Valorsul, Lipor, Algar e Tratalixo) tinham implementados sistemas de recolha seletiva de biorresíduos, com a finalidade de aumentar a eficiência da valorização orgânica, diminuindo a quantidade de rejeitado (grande parte associada ao processo do tratamento mecânico), o que leva a uma diminuição da quantidade de resíduos enviados para aterro, e por outro lado, permite a obtenção de um composto com melhor qualidade.

A VALORSUL implementou o programa “+ Valor”. Este consiste num sistema de recolha seletiva e aplica-se a vários setores, sendo que em média a 35 a 50% dos resíduos recolhidos são provenientes de restaurantes, 30 a 45% são provenientes de mercados (sobretudo do mercado abastecedor da região de Lisboa), 10 a 20% dos resíduos recolhidos são originários de cantinas e os restantes (0-10%) são provenientes de jardins e cemitérios (Valorsul, 2016). Como forma de apoio aos estabelecimentos envolvidos no programa “+ Valor”, este programa ofereceu os contentores de deposição e garante a lavagem periódica dos mesmos, recolhas diárias de segunda a sábado e apoio telefónico em caso de dúvidas ou informações (Valorsul, 2016). Por outro lado, além do sistema de recolha seletiva, também é possível a receção de RUB na Estação de Tratamento e Valorização Orgânica (ETVO), associada a uma licença de descarga que implica o pagamento de uma tarifa de deposição que varia consoante o grau de contaminação dos resíduos rececionados. Apesar da qualidade do composto produzido (designado com o nome comercial Ricaterra) se manter na gama IIA, com pouca aplicabilidade e baixo valor económico, do ponto de vista da diminuição do envio de RUB para aterro e no âmbito do PEC o programa “+ Valor” traz um cenário positivo à gestão dos resíduos orgânicos em Portugal (Valorsul, 2016).

À semelhança da VALORSUL, a LIPOR implementou um projeto denominado de “Operação Restauração 5 Estrelas”, em que foram definidos 17 circuitos de recolha seletiva porta-a-porta de biorresíduos em vários estabelecimentos de restauração e similares (Lipor, 2016). A recolha é efetuada mediante a utilização de contentores fechados de média/grande capacidade, sendo a frequência de recolha estabelecida de acordo com a quantidade de resíduos produzida (normalmente entre 3 a 7 dias por semana) (Lipor, 2016). Este projeto engloba os oito municípios associados à LIPOR e atualmente mais três pertencentes a outros SGRU. Relativamente à recolha porta-a-porta de resíduos putrescíveis domiciliares, foi realizada uma experiência-piloto no

município da Maia, abrangendo cerca de 270 edifícios com compartimento para resíduos, tendo sido disponibilizado, para além dos contentores para as várias frações recicláveis, recipientes castanhos para a deposição dos resíduos putrescíveis cuja frequência de recolha é três vezes por semana em horário diurno (Lipor, 2016).

A ALGAR, apesar de não ter nenhum sistema de recolha seletiva do tipo porta-a-porta, admite nas suas unidades de valorização orgânica os resíduos verdes provenientes da manutenção de jardins públicos e os resíduos verdes e semelhantes de particulares ou grandes produtores (Algar, 2016).

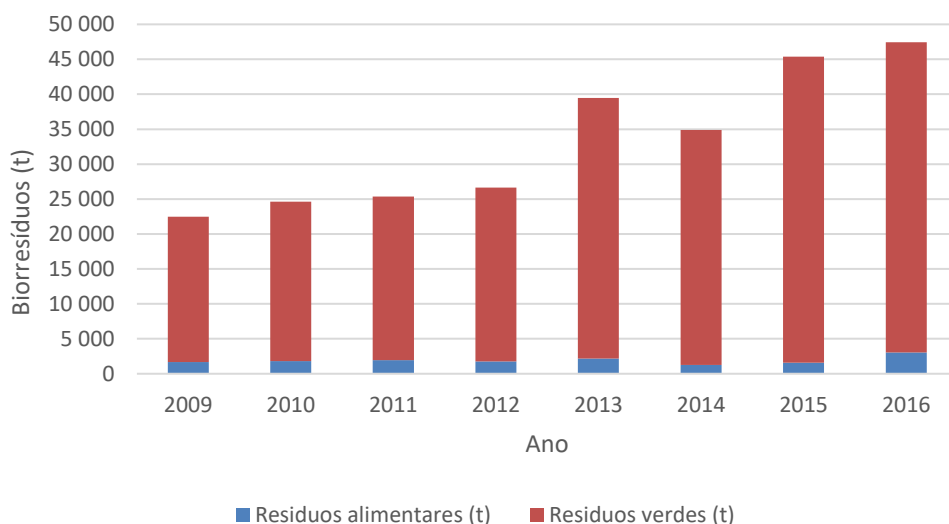
Na Tabela 2.5 apresentam-se as quantidades de RUB recolhidos seletivamente nestes três SGRU, em 2016, alcançando cerca de de 103 mil toneladas recolhidas seletivamente.

Tabela 2.5 Balanço relativo aos RUB recolhidos seletivamente pela Algar, Lipor e Valorsul, em 2016

	Algar	Lipor	Valorsul
Quantidade total de RUB entrados em unidades de valorização orgânica provenientes de recolhida seletiva (t)	14 389	47 943	40 600
RUB e resíduos verdes de recolhas municipais (t)	9 696	36 790	28 534
RUB de particulares/grandes produtores (t)	4 693	5 281	5 340
RUB recebido de outro SGRU (t)		897	
Resíduos não urbanos (RNU) (t)		4 975	6 726

(fonte: APA, 2017a)

A TratoLixo também aplicou, com entrada em funcionamento em 2012, um sistema de recolha seletiva porta-a-porta de biorresíduos (resíduos alimentares e verdes) às habitações nos municípios de Cascais, Mafra, Sintra e Oeiras, assim como a alguns particulares na sua área de intervenção, com o objetivo de reduzir a quantidade de RUB enviada para aterro. A Figura 2.9 apresenta os resíduos recolhidos através deste programa em 2016. Contudo, os resíduos recolhidos seletivamente são enviados para a Unidade de Digestão Anaeróbia (UDA) juntamente com a fração orgânica dos resíduos da recolha indiferenciada dos municípios de Oeiras, Cascais e Sintra, levando à produção de um composto de classe IIA, com baixa qualidade e pouca aplicabilidade.



(Fonte: Adaptado Tratolixo, 2016)

Figura 2.10 Biorresíduos recolhidos seletivamente no SGRU Tratolixo

A fraca qualidade do composto é devida ao elevado grau de contaminação dos resíduos provenientes da separação mecânica dos resíduos orgânicos associados à recolha de resíduos indiferenciados dos municípios referidos anteriormente. Apesar desta questão, por motivos de logística relacionados com o transporte de resíduos, a UDA está desde 2013 a receber essa fração, em vez de ser definida uma linha separada para cada tipo de resíduo consoante o tipo de recolha (Tratolixo, 2016).

2.2.3. Tratamento, valorização e destino final dos RUB

Atualmente existem em Portugal continental 17 SGRU que possuem unidades destinadas ao tratamento/valorização de resíduos orgânicos, quer sejam recolhidos seletivamente, quer sejam provenientes de um tratamento mecânico de separação da fração não biodegradável de resíduos indiferenciados. A Tabela 2.6 apresenta e caracteriza, de uma forma sintetizada, essas unidades de TMB por SGRU.

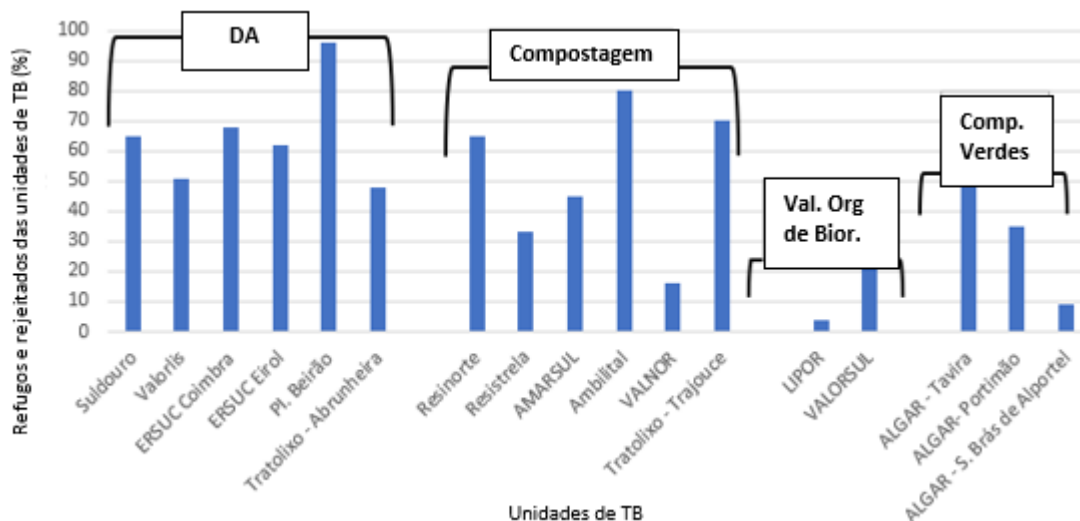
Tabela 2.6 Unidades de TBB em funcionamento em Portugal continental

Unidades de DA e Compostagem	Compostagem	DA	Resíduos Indiferenciados	Biorresíduos	Capacidade de tratamento (t RUB/ano)	Tecnologia	Entrada em funcionamento
Amarsul-1 (Setúbal)	x		x		30000	Arejamento	1995
Amarsul-2 (Seixal)	x	x	x		60000	DA + Túnel + Arejamento	2014
Algar		x	x		20000	DA + Túnel + Arejamento	2014
Algar-1	x			x	10000	Arejamento	2012
Algar-2	x			x	5000	Arejamento	2002
Algar-3	x			x	5000	Arejamento	2002
R. Nordeste		x	x		10000	DA + Arejamento	2010
Pl. Beirão		x	x		30000	DA + Arejamento	2010
Gesamb	x		x		48000	Túnel + Arejamento	2014
Resialentejo	x		x		40000	Túnel + Arejamento	2014
Braval	x		x		40000	Túnel + Arejamento	2016
Resinorte	x		x		60000	Arejamento	2002
Suldouro		x	x		20000	DA + Túnel + Arejamento	2010
Valorlis		x	x		20000	DA + Túnel + Arejamento	2010
Ersuc-1	x	x	x		63000	DA + Túnel + Arejamento	2012
Ersuc-2	x	x	x		63000	DA + Túnel + Arejamento	2012
Resistrela	x		x		30000	Arejamento	2001
Valnor		x	x		45000	DA + Túnel + Arejamento	2012
Ambital	x		x		20000	Túnel + Arejamento	2006
Tratolixo		x	x		75000	DA + Túnel + Arejamento	2012
LIPOR	x			x	60000	Túnel + Arejamento	2005
VALORSUL		x		x	40000	DA + Túnel + Arejamento	2005

(Fonte: Elaborado pelo autor, consultar Anexo I)

Observando a Tabela 2.6 é possível compreender que das 22 infraestruturas de TB, 5 estão atualmente a processar biorresíduos de recolha seletiva, enquanto que as restantes 17 infraestruturas recebem resíduos indiferenciados.

Em Portugal, o TB está quase sempre associado a um pré-tratamento mecânico e a uma elevada quantidade de rejeitado que acaba por ir para aterro (ou incineração). A Figura 2.10, com o objetivo de ilustrar a importância e o peso do rejeitado associado aos processos de valorização dos resíduos indiferenciados, apresenta os refugos e rejeitados enviados para aterro e incineração por unidade de tratamento/valorização de resíduos orgânicos, no ano de 2013 (APA, 2015a).

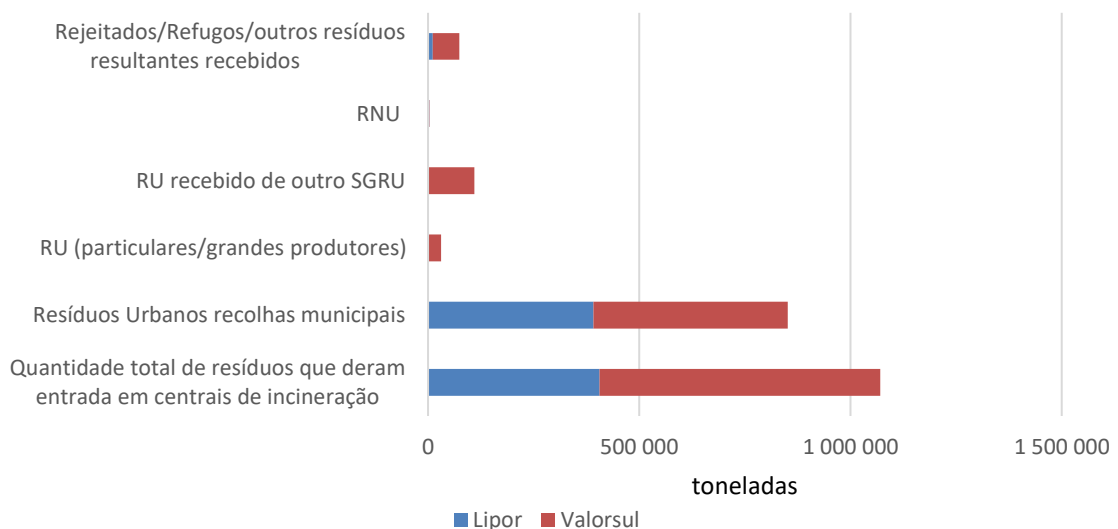


(Fonte: adaptado de APA, 2015a)

Figura 2.11 Rejeitados e refugo provenientes das unidades de TMB e valorização orgânica enviados para aterro ou incineração

Mais uma vez se destaca a importância da separação na fonte em relação à produção de rejeitados associado ao tratamento de RU, com a valorização de RUB provenientes da recolha seletiva e a compostagem de resíduos verdes recolhidos a apresentarem bastante menos contaminação que os resíduos indiferenciados admitidos nas TMB.

Relativamente à incineração, as duas unidades de incineração em funcionamento receberam cerca de 1,1 milhões de toneladas em 2016. Na Figura 2.12 apresenta-se o total de RU admitidos nestas unidades de acordo com a origem dos mesmos.

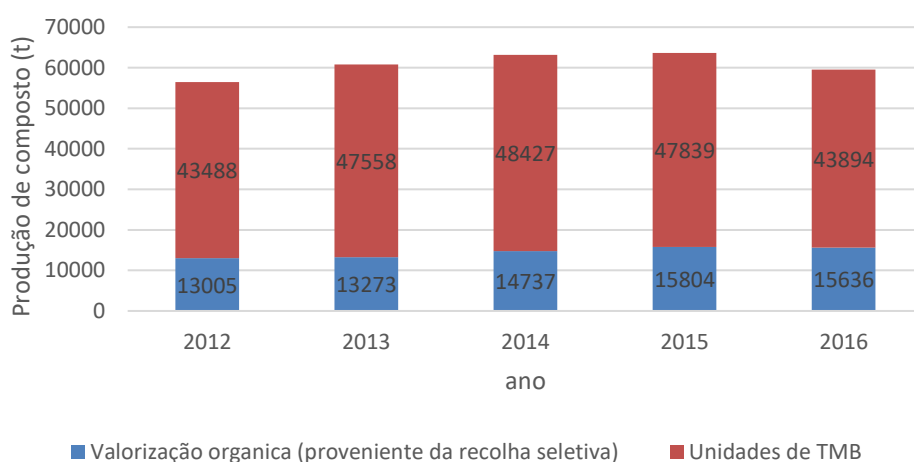


(Fonte: APA, 2017a)

Figura 2.12. RU admitidos em incineração em 2016 em Portugal continental

Sabendo que em 2016, em média, a fração de RUB presente nos RU foi de 52%, significa que mais de 50% dos resíduos indiferenciados recebidos em incineração são RUB, que na sua maioria são biorresíduos. Assim é fácil supor que mais de 500.000 toneladas de biorresíduos foram incineradas juntamente com os resíduos indiferenciados (cerca de 1 milhão) no ano de 2016.

Avaliando a Figura 2.13 é possível observar que: a) a quantidade de composto produzida através das unidades de TMB estar a diminuir; b) a quantidade de composto produzido através de valorização orgânica (biosresíduos provenientes da recolha seletiva) tem aumentado nos últimos anos; c) verificou-se uma diminuição da produção de composto entre 2015 e 2016. Relativamente ao total de composto produzido em 2016, 83% foi escoado como fertilizante, sendo que os restantes 17% foram enviados para aterro (deposição ou cobertura de aterro), mas apenas 28% do composto produzido apresentou boa qualidade (classe I) (APA, 2015a).



(fonte: APA, 2015a)

Figura 2.13 Produção de composto (t/ano)

2.3. Situação Europeia na gestão dos biorresíduos

Na Europa, em média, 120 kg/hab.ano de RU são depositados em aterro; em alguns países mais atrasados na gestão de RU estes valores podem chegar aos 90%, como no caso da Bulgária, do Chipre e até mesmo da Polónia (Lyndhurst *et al.*, 2010). Com a aplicação de políticas europeias que exigem a diminuição da deposição de RUB de aterro, foi possível diminuir a quantidade de RU depositados em aterro. O indicador de deposição de RU em aterro (*per capita*), diminuiu de 288 kg/hab.ano, em 2000 (COM, 2008), para 120 kg/hab.ano, em 2014 (Eurostat, 2017).

A composição dos RU varia de país para país, dependendo de fatores económicos, socioculturais e tecnológicos. A Tabela 2.7 apresenta a fração orgânica associada aos RU em alguns países europeus.

Tabela 2.7 Fração orgânica nos resíduos municipais de alguns países da Europa

País	Fração orgânica (%)	País	Fração orgânica (%)
Áustria	29	Irlanda	29
Bélgica	45-48	Itália	32-35
Dinamarca	37	Luxemburgo	44
Finlândia	35	Holanda	46
França	29	Portugal	36
Alemanha	32	Espanha	44
Grécia	49	Suécia	40
Reino Unido	22	Média da UE	32

(Fonte: Adaptado de Brook Lyndhurst, 2009)

A fração de biorresíduos associados à composição dos RU apresenta elevada importância, quer pela sua quantidade, que está diretamente relacionada com a quantidade geral de resíduos enviados para aterro, quer pelo potencial de recuperação energética e de nutrientes quando submetidos a processos de valorização (Schott *et al*, 2013). Ao nível europeu, a crescente preocupação com a gestão destes resíduos remonta a 1999, com a Diretiva 1999/31/CE onde existe especial referência ao desvio de RUB de aterro sobretudo devido a questões ambientais, até mais recentemente, no âmbito do PEC e do paradigma do *life cycle thinking* (LCT), onde a gestão dos resíduos orgânicos relacionada com o desperdício alimentar assume uma importância urgente e onde se prevê que resíduos com potencial de valorização sejam aproveitados.

Apesar de a gestão de resíduos orgânicos já ser alvo de estudos e de atenção por parte da UE há várias décadas, é notória a diferença ao nível dos sistemas de recolha seletiva e capacidade de tratamento de biorresíduos entre os vários países da Europa. Alguns dos países da Europa Central e do Norte, como a Áustria, a Alemanha, a Bélgica, a Noruega e a Suécia, há praticamente duas décadas que já aplicam sistemas de recolha e tratamento de biorresíduos associados a produção de biocombustíveis, enquanto que países como a Bulgária, Croácia, Espanha, Grécia, Polónia e Portugal começaram apenas nos últimos anos a explorar o potencial destes resíduos (ECN, 2017). A diferença de desenvolvimento ao nível da gestão destes resíduos torna-se evidente observando, por exemplo, a quantidade de resíduos enviados para aterro (ECN, 2017). Por outro lado, ainda, nos últimos 15 anos, países como a Eslovénia, a Estónia, a França, a Finlândia, a Itália e o Reino Unido desenvolveram significativamente os seus sistemas de recolha-valorização de biorresíduos, sobretudo para os resíduos verdes e restos alimentares, sendo que em alguns destes casos a compostagem caseira é uma solução com alguma expressão (ECN, 2017).

2.3.1. Geração e prevenção de biorresíduos

A média da UE, relativamente à fração de biorresíduos associada ao total de RU produzidos é perto de 32% (ECN, 2017). Considerando que, em 2015, o quantitativo de produção média de RU na UE foi 476 kg/hab.ano (Eurostat,2017), e sabendo que a UE apresenta atualmente uma população de cerca de 510 milhões de habitantes (Eurostat, 2017), é possível assumir que foram produzidos perto de 242 milhões de toneladas de RU, dos quais 78 milhões são biorresíduos.

Com o objetivo de tornar a recolha de biorresíduos economicamente viável, e no âmbito do combate ao desperdício alimentar, a Agência Europeia do Ambiente (EEA) define que é possível melhorar a eficiência económica do processo de recolha de RUB através da adoção dos seguintes dois tipos de abordagem (EEA, 2002):

- Implementação de restrições ou proibições progressivas relativas ao fluxo de resíduos específicos para aterro;
- Implementação de sistemas de tributação que originem um aumento progressivo dos custos associados à deposição de determinados resíduos em aterro, até ao ponto em que a opção de os depositar em aterro deixe de ser economicamente viável.

Em Espanha, na Região da Catalunha, desde 1993 a legislação define que municípios com mais de 5000 habitantes têm de definir um programa de recolha seletiva de biorresíduos, assim como uma taxa adicional de 10 €/t para todos os RU depositados em aterro indiretamente provenientes de infraestruturas de valorização/reciclagem (ECN, 2003). A legislação compreende ainda um programa de controlo de qualidade do composto produzido que incentiva à recolha seletiva destes resíduos (ECN, 2003).

No Reino Unido, com a exceção da Escócia, a taxa de deposição de RU em aterro é uma das principais medidas que incentivam à recolha seletiva de biorresíduos, sobretudo por ser bastante elevada (100 €/t). A Irlanda do Norte, com o objetivo de combater o desperdício alimentar, obriga à recolha e tratamento dos resíduos alimentares provenientes de habitações e espaços comerciais (ECN, 2016a; Brook Lyndhurst, 2010).

Em Itália, apesar de não estar implementada a recolha obrigatória de biorresíduos, as metas municipais de 65% de reciclagem implicam, em grande parte dos municípios, a implementação deste tipo de recolha. Por outro lado, em algumas regiões, como é o caso de Véneto (Itália) os municípios que não consigam atingir as metas pré-definidas de 35% de reciclagem são obrigados a implementar a recolha seletiva de resíduos alimentares (ECN, 2016f; Brook Lyndhurst, 2010).

Na Dinamarca, desde 1997, que é proibida a deposição em aterro de todos os RU incineráveis. É também obrigatório por lei, a recolha de resíduos alimentares de superfícies comerciais (restaurantes, cantinas e supermercados) que gerem mais do que 100 kg destes resíduos por semana (ECN, 2016b; Brook Lyndhurst, 2010).

Na Holanda, desde 1994 que a legislação obriga à recolha seletiva de resíduos alimentar e de jardim e desde 1995 que estes resíduos estão proibidos de serem depositados em aterro (ECN, 2016c). A gestão dos biorresíduos na Holanda é feita com recurso ao *Dutch Nacional Managment Plan* que define as condições padrão nas quais assenta a recolha seletiva e o tratamento a dar aos biorresíduos (ECN, 2016c; Brook Lyndhurst, 2010).

Na Alemanha, o *Act of Circular Economy* obriga à recolha seletiva de biorresíduos no âmbito da existência de um mercado para a produção de um composto de elevada qualidade. Por outro lado, é proibido por lei a deposição de RU com carbono orgânico total (COT) superior a 3%, o que também tem impulsionado a valorização destes resíduos em vez da sua deposição em aterro (ECN, 2016h; Brook Lyndhurst, 2010).

Na Suécia, devido à elevada utilização da incineração para produção de energia e ao crescimento de uma economia associada à utilização de biogás no setor dos transportes de resíduos (metas para 2030), desde 2002 que é proibida a deposição de resíduos combustíveis em aterro, assim como a deposição RUB desde 2005 (ECN, 2016g).

Na Noruega, devido à elevada utilização de biogás para produção de energia, desde 2009 que é proibida a deposição de resíduos biodegradáveis que contenham COT superior a 10% ou em que a concentração em matéria orgânica seja superior a 20%. Atualmente está também prevista, com entrada em vigor entre 2017 e 2018, a obrigatoriedade por lei de recolher seletivamente a fração de plásticos e de biorresíduos associada aos RU (ECN, 2016e; Brook Lyndhurst, 2010).

Na região de Flandres, na Bélgica, desde 1998 que os biorresíduos recolhidos seletivamente estão proibidos de ser depositados em aterro, assim como a fração combustível dos resíduos indiferenciados provenientes de habitações. Além disto, apenas os RU com COT < 6% são admitidos em aterro (ECN, 2016i; Brook Lyndhurst, 2010)

2.3.2. Recolha de biorresíduos

Em determinados Estados-membros, como a Áustria, Suécia, regiões da Bélgica, a Catalunha (Espanha) e regiões do norte de Itália, a recolha seletiva aliada à reciclagem multimaterial, ao desvio de RUB de aterro e à valorização dos biorresíduos assume elevada importância, enquanto que outros países da UE optaram por recorrer à compostagem de verdes e recolher o resto dos RUB juntamente com os RU (muitas das vezes enviados maioritariamente para aterro) (Brook Lyndhurst, 2010). No entanto, independentemente da abordagem, em todas as regiões em que a recolha seletiva de biorresíduos foi implementada, foi considerada uma boa opção na gestão destes resíduos, assim como na gestão integrada dos RU em geral (Comissão Europeia, 2008).

De acordo com dados do ECN de 2016 (ECN, 2017), apresenta-se na Tabela 2.8 a situação em alguns países que com sucesso aplicam atualmente a recolha seletiva de biorresíduos em larga escala, bem como os que estão atualmente a implementar sistemas destes.

Tabela 2.8 Situação de alguns países da Europa em relação à recolha seletiva de biorresíduos, em 2016.

Recolha seletiva atualmente implementada	Biorresíduos recolhidos seletivamente em 2015 (t)	População (hab.)	Geração de biorresíduos <i>per capita</i> (kg/hab.ano)
Suécia (67 regiões)	1 070 000	9 747 355	109,8
Holanda (135 regiões)	4 200 000	16 900 726	248,5
Alemanha (912 regiões)	8 870 000	81 197 537	109,2
Suíça (287 regiões)	1 000 000	8 417 700	118,8
Itália (298 regiões)	5 300 000	60 795 612	87,2
Recolha seletiva em implementação	Biorresíduos recolhidos seletivamente em 2015 (t)	População (hab.)	Geração de biorresíduos <i>per capita</i> (kg/hab.ano)
Finlândia (259 regiões)	480 000	5 471 753	87,7
Reino Unido (199 regiões)	2 950 000	64 875 165	45,5
Bélgica (81 regiões)	2 030 000	11 208 986	181,1
França (692 regiões)	4 260 000	66 415 161	64,1
Espanha (67 regiões)	870 000	46 449 565	18,7

(fonte: adaptado de ECN, 2017; com recurso a dados populacionais de Eurostat, 2015)

De acordo com o *Livro Verde dos Biorresíduos na Europa* (Comissão Europeia, 2008), estimou-se que os custos adicionais associados à implementação da recolha seletiva de biorresíduos variam entre 0-15 €/t, sendo que, onde já existem outras recolhas seletivas, o valor associado à implementação deste sistema pode apresentar custos nulos, através da otimização dos sistemas já existentes. Por outro lado, em COWI (2004, citado em Comissão Europeia, 2008) são apresentados custos mais elevados, entre 37-135 €/t, apesar de ser estimada a recuperação de parte desse valor pelas receitas da venda de energia e composto.

De acordo com aquilo que acontece atualmente na Europa, é possível definir três tipos de abordagem na implementação de sistemas de recolha de biorresíduos (ISWA, 2013):

- Recolher os biorresíduos separadamente através de sistemas de recolha porta-a-porta, como é o caso de Itália;
- Recolher estes resíduos juntamente com resíduos verdes, como acontece com a Alemanha e a Holanda;
- A recolha destes resíduos estar associada ao sistema de recolha de outros recicláveis por meio de um veículo de recolha compartimentado (co-recolha).

Em certos casos, como a Bélgica e a Holanda, os sistemas implementados são do tipo *Vegetable Garden, Fruit* (VGF), que não abrange a recolha de carne (ISWA, 2013).

Apesar de ser esta a realidade de grande parte Europa, de acordo um estudo da ISWA (2013), o esquema de recolha seletiva mais vantajoso consiste em recolher os resíduos alimentares separadamente, o que apresenta numerosas vantagens, como o facto de ser necessário um volume menor, facilitar a recolha em habitações e, por outro lado, a maior densidade aparente dos resíduos permite diminuir os custos associados aos veículos de recolha (sem necessidade de compactador).

Esquemas de recolha deste tipo (associados a elevada frequência de recolha) aliados à utilização de veículos de recolha a utilizarem o biogás tratado como combustível apresentam-se como uma solução bastante sustentável na gestão dos biorresíduos. (ISWA, 2013). Por outro lado, com a implementação de um sistema deste género com elevada frequência de recolha, é ainda possível diminuir a frequência de recolha dos resíduos indiferenciados (uma vez que parte considerável destes resíduos é fração alimentar) (ISWA, 2013).

Relativamente à recolha seletiva de biorresíduos, um dos casos de interesse é a situação de Itália. Este país optou por uma estratégia mista, utilizando simultaneamente sistemas de recolha seletiva de biorresíduos e sistemas de recolha indiferenciadas de RU com posterior encaminhamento para TMB (Saveyn e Eder, 2014).

De acordo com os dados mais recentes da ECN (2017) no final do ano de 2015, o total de RUB recolhidos seletivamente excederam os 5 milhões de toneladas. O sucesso deste caso deve-se em parte ao programa de recolha porta-a-porta, que foi implementado em várias centenas de municípios, e na última década expandido para grandes cidades italianas como Milão (ECN, 2016f). Este programa consiste num sistema de recolha porta-a-porta através da utilização de *caddies* de cozinha de pequeno volume equipados com sacos biodegradáveis. A frequência de recolha é variável, adaptando-se às necessidades dos utilizadores com o objetivo de aumentar a taxa de participação da população (ECN, 2016f).

Ainda de acordo com relatório anual da ECN (2016f), o caso da cidade de Milão (com uma área metropolitana associada a uma população de perto de 3 milhões de habitantes) foi um sucesso, com uma taxa de participação da população que se traduziu em valores de 70 a 120 kg/hab de RUB recolhidos seletivamente.

Como exemplos da aplicação deste programa apresentam-se também os casos de estudo dos distritos de Asti e Turin, na região de Piedmont, em que ambos o caso da recolha porta-a-porta foi aplicada com uma frequência de recolha de três vezes por semana. No caso de Asti, que abrange 114 municípios e perto de 210 000 habitantes (Blengini, 2008) a aplicação do programa traduziu-se na obtenção de quantitativos de recolha de 73 kg/hab.ano e, de acordo com dados de DEFRA (2010), os custos associados a recolha foram de 16 €/hab.ano. Relativamente ao caso de Turin, uma das maiores cidades de Itália com quase 1 milhão de habitantes, os custos de recolha associados foram de 11,40 €/hab.ano e os quantitativos de recolha foram perto de 80,8 kg/hab.ano (Ricci, 2013).

Na Catalunha, em Espanha, a legislação em vigor desde 1993 permitiu aumentar de 1 a 13% a quantidade de biorresíduos recolhidos seletivamente (ECN, 2003). A recolha seletiva destes resíduos é implementada na maioria dos casos através de um sistema porta-a-porta individual articulado com a recolha seletiva das restantes frações, o que permite diminuir os custos (ECN, 2003). A opção por este esquema de recolha em vez de sistema de recolha coletivo (também designados por contentores de rua, o sistema de recolha inicial na Catalunha) permitiu um aumento

da taxa de participação da população, assim como uma diminuição na quantidade de contaminantes (ECN, 2003).

Na Noruega, 70% da população vive em municípios abrangidos por sistemas de recolha seletiva porta-a-porta, o que em 2015 permitiu alcançar quantitativos de recolha de 64 kg/hab.ano, sendo que entre 2011 e 2016 a quantidade de RUB recolhidos seletivamente aumentou mais de 50% (ECN, 2016e).

Outro país interessante de avaliar é o Reino Unido, onde, em 2012 cerca de 20% das habitações eram abrangidas por programas de recolha seletiva de restos alimentares (ECN, 2016a). Na Inglaterra, o sistema de recolha seletiva de biorresíduos implementado na Inglaterra, consiste numa recolha porta-a-porta de resíduos alimentares e verdes, com uma frequência de recolha semanal ou quinzenal, que, de acordo com dados de 2013, apresentou quantitativos de recolha de cerca de 74 kg/hab.ano ao nível dos municípios abrangidos por este programa (Hogg s.d.). Economicamente viável, este programa apresentou custos estimados de aproximadamente 10 €/t, no caso de uma recolha quinzenal, e entre os 11 e 33 €/t, no caso das recolhas semanais (Hogg s.d.).

De acordo com os dados mais recentes do European Compost Network (ECN), atualmente 108 dos 450 municípios na Finlândia são abrangidos por um programa de recolha seletiva de RUB obrigatório para restaurantes, cantinas entre outros espaços dedicados à restauração, assim como para edifícios de habitação com mais de 5-10 apartamentos (em algumas regiões a partir de 2 apartamentos) (ECN 2016d). A recolha é efetuada utilizando sacos de papel ou plástico biodegradável, e sua deposição em contentores de 240 l, e a frequência de recolha é variável, consoante as características das diferentes regiões, mas com um mínimo de uma vez por semana durante os meses de verão (ECN, 2016d).

Na Alemanha, a aplicação da recolha seletiva de biorresíduos é uma condição necessária no âmbito da legislação. A recolha destes resíduos engloba a recolha porta-a-porta em habitações na qual são utilizados *biobins* (contentores/caixas biodegradáveis para deposição de resíduos), a recolha de restos alimentares em espaços comerciais e a recolha de resíduos verdes provenientes de jardins e parques públicos. Esta estratégia permitiu atingir quantitativos de recolha nacionais de cerca de 100 kg/hab.ano, em 2016 (ECN, 2016h).

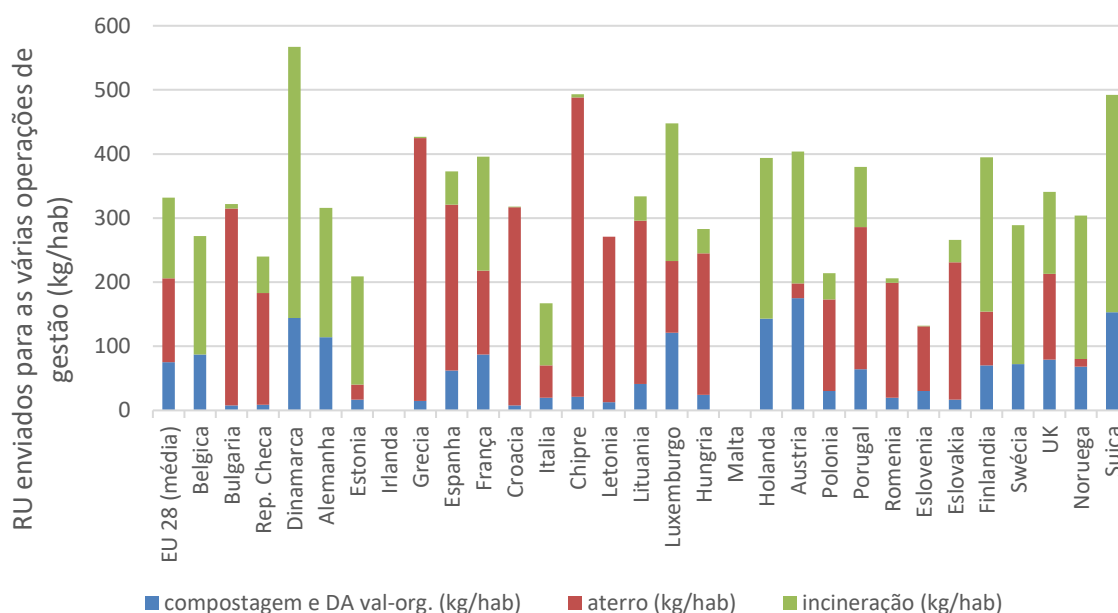
Na Suécia, atualmente, 16% do total de RU é sujeito a valorização biológica, sobretudo os resíduos verdes e os restos alimentares, que são recolhidos seletivamente. O tipo de recolha mais comum é a recolha porta-a-porta em habitações, através da utilização de um contentor separado para os biorresíduos na qual são utilizados, na maioria das vezes, sacos de papel biodegradáveis (ECN, 2016g). Atualmente está a ser testado um sistema piloto em algumas das cidades que consiste na deposição conjunta de vários fluxos no mesmo contentor, que são recolhidos em simultâneo pela mesma viatura de recolha, sendo depois os sacos de cores diferentes separados e encaminhados para as diferentes operações de reciclagem/valorização, por meio de sistema de sensor ótico (ECN, 2016g). A utilização deste sistema permite uma diminuição dos custos de recolha, uma vez que apenas é necessário um único contentor de deposição, assim como o facto das viaturas de recolha

poderem ser monocompartmentadas. A nível geral do país, a utilização destes programas de recolha associados à legislação em vigor neste setor, permitiu atingir quantitativos de recolha seletiva de perto de 100 kg/hab.ano (ECN, 2016g).

2.3.3. Tratamento, valorização e destino final dos RUB

As estratégias para a gestão de biorresíduos na Europa variam consoante um conjunto de fatores, nomeadamente pelas diferentes opções de sistemas de recolha – recolha porta-a-porta, recolha coletiva – até ao tipo de RUB que é recolhido seletivamente e ao tipo de fonte selecionada para efetuar a recolha. Apesar de ser referente aos RU, a Figura 2.13 permite avaliar também o encaminhamento dos RUB para as várias opções de gestão, considerando a fração biodegradável associada aos resíduos recolhidos indiferenciadamente.

Através da Figura 2.14 é possível compreender que os países que apresentam indicadores de recolha seletiva de biorresíduos mais elevados são também aqueles que apresentam menor quantidade de RU enviados para aterro, como são os casos da Dinamarca, Alemanha, Suíça, Noruega, Austria e Bélgica.



(Fonte: Eurostat, 2017; dados em falta: Irlanda e Malta)

Figura 2.14 Quantidade de RU enviados para valorização orgânica (compostagem e D.A.), incineração e aterro (per capita) no ano de 2014 nos vários países da UE e espaço Schengen.

De acordo com os estudos subjacentes à definição da Diretiva IPPC (Directiva 2008/1/CE, de 15 de Janeiro de 2008, relativa à prevenção e controlo integrados da poluição), o custo de investimento associado à implementação de centrais de compostagem aberta é cerca de 60-150 €/t e para a implementação de unidades de digestão anaeróbia ou centrais de compostagem fechada ronda os 350-500 €/t (Comissão Europeia, 2008). No entanto, de acordo com uma análise económica

efetuada pela Eunomia (2002, citado em Comissão Europeia, 2008), os custos financeiros relativos à gestão global dos biorresíduos são:

- Recolha seletiva de biorresíduos, seguida de compostagem: 35-75 €/t;
- Recolha seletiva de biorresíduos, seguida de digestão anaeróbia/compostagem fechada: 80-125 €/t

Em Itália, de acordo com a ECN (2016f), em 2015 estavam em funcionamento 261 instalações de compostagem e 47 unidades de DA, compreendidas entre unidades TMB e de unidades de valorização orgânica que tratam resíduos de recolha seletiva. No total, estas infraestruturas de TB têm capacidade para cerca de 8 milhões de toneladas, com as 10 maiores instalações a ultrapassar as 100.000 toneladas por ano (ECN, 2016f). A grande maioria das unidades de DA recorre a uma pós-compostagem tal como em Portugal. Estas unidades recebem maioritariamente restos alimentares e resíduos verdes, mas admitem ocasionalmente resíduos orgânicos provenientes da agroindústria e lamas das estações de tratamento de águas residuais (ETAR). Os biorresíduos recolhidos seletivamente são tratados na maioria dos casos nas centrais de compostagem (61% são tratados por compostagem e os restantes 39% por DA). Em 2015 foram produzidos cerca de 1,76 milhões de toneladas de composto (ECN, 2016f).

Na Noruega, relativamente à valorização orgânica foi adotada uma estratégia mista; atualmente existem em funcionamento cerca de 40 incineradoras e 40 centrais de compostagem por todo o país, com as centrais de compostagem a valorizar os biorresíduos recolhidos seletivamente e as centrais de incineração a produzir energia através da cogeração dos resíduos indiferenciados (ECN, 2016e).

No Reino Unido, à exceção da Escócia, devida à elevada taxa de deposição em aterro, as restantes regiões optaram por uma estratégia que compreende simultaneamente o envio de RU recolhidos para TMB e incineração prioritariamente à sua deposição direta em aterro, assim como a valorização orgânica dos biorresíduos recolhidos seletivamente. As 259 unidades de DA e as 330 centrais de compostagem em funcionamento em 2014 no Reino Unido permitiram tratar um total de 11,1 milhões de toneladas de resíduos orgânicos (ECN,2016a).

Na Finlândia, os biorresíduos recolhidos separadamente são tratados maioritariamente pelas 20 centrais de compostagem (que utilizam sobretudo tuneis fechados de compostagem) espalhadas pelo país e com capacidade de tratamento a variar entre a 5000 e as 50 000 t/ano. A restante fração destes resíduos é tratada por DA (15 centrais em funcionamento com capacidade a variar entre os 4000 84000 t/ano) juntamente com as lamas provenientes das ETAR. Relativamente ao composto produzido, devido à recolha seletiva, a grande maioria do composto é de classe I, com aplicabilidade direta na agricultura ou em parques e jardins públicos (ECN, 2016d).

Na Suécia, a valorização orgânica dos biorresíduos passa exclusivamente por centrais de valorização orgânica, sendo que não se utilizam unidades de TMB. Atualmente existem em funcionamento cerca de 40 unidades de compostagem, das quais apenas 11 estão a tratar unicamente resíduos alimentares. Com o desenvolvimento da tecnologia de DA nos últimos 10

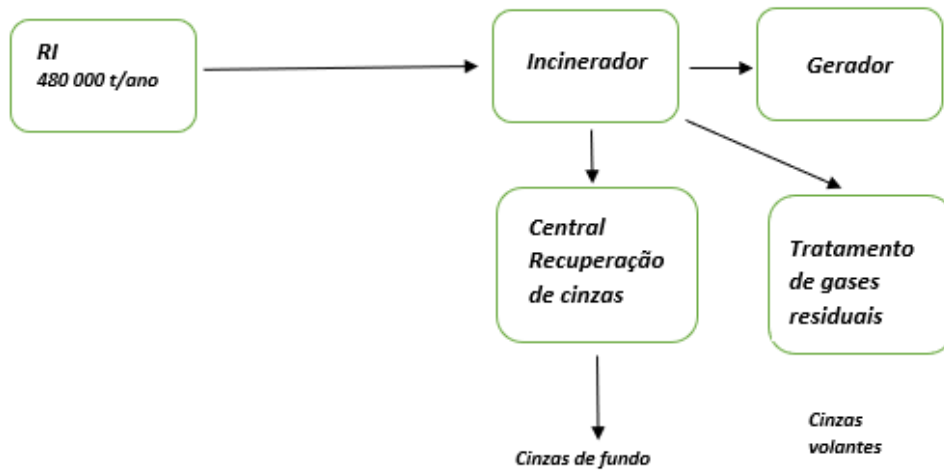
anos, tem havido um aumento do encaminhamento de resíduos alimentos para as 35 unidades de DA, em detrimento das unidades de compostagem, sendo que algumas dessas unidades estão a tratar apenas resíduos provenientes de indústrias agroalimentares. Relativamente ao biogás produzido, é praticamente todo afinado e utilizado como bio-metano no setor dos transportes (ECN, 2016g). Quanto ao digerido produzido, devido a elevada qualidade (classe I) é um substrato popular no setor da agricultura, apesar de ainda não existir um mercado definido para este produto, o que faz com que não lhe seja aplicado o FER pelo que não pode ser comercializado, sendo assim cedido aos agricultores pelas indústrias de DA. (ECN, 2016g)

Na Alemanha, a valorização dos RUB varia consoante a origem dos resíduos a tratar; de acordo com o ECN (2016h), em 2014, existiam em funcionamento 524 unidades de compostagem e 168 unidades de D.A. a receber parte da fração orgânica dos RU e 9 unidades de compostagem dedicadas a receber apenas lamas provenientes do tratamento de águas. Esta estratégia de valorização permitiu obter cerca de 3.8 milhões de toneladas de composto, dos quais 60% foram aplicados na agricultura e 4.4 milhões de toneladas de digerido que foi, praticamente na totalidade, escoado também para o setor da agricultura. Ainda de acordo com a mesma fonte, devido a recolha seletiva obrigatória, desde 2015 que a grande maioria do composto produzido é de classe I.

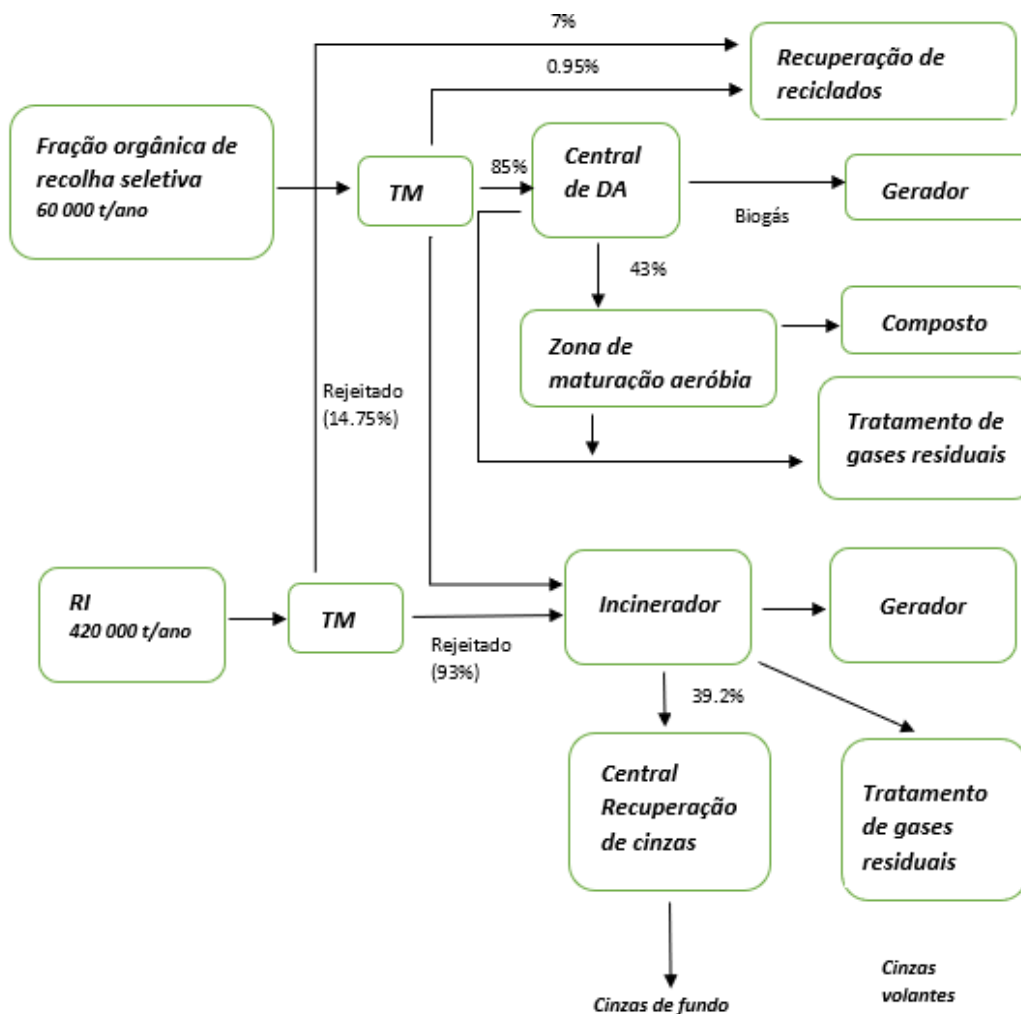
2.4. Considerações finais

De modo a definir uma estratégia na gestão de biorresíduos em Portugal serão observados nesta secção alguns casos de estudo que permitam avaliar as possibilidades existentes com base em casos semelhantes.

Com o objetivo de avaliar qual a melhor estratégia na gestão de biorresíduos a adotar, na região das Astúrias em Espanha, a *University of Oviedo* (Fernández-Nava *et al*, 2013) levou a cabo uma análise de ciclo de vida (ACV) que definiu um conjunto de cenários possíveis a adotar. A análise dos vários cenários revelou que aquele apresenta menores impactos para o ambiente e para a saúde humana é a solução que combina a recolha indiferenciada de RU com encaminhamento para TM e incineração, com a recolha seletiva de biorresíduos e encaminhamento para DA. A Figura 2.15 apresenta o cenário atual (a) e o cenário que obteve melhor classificação na ACV (b) relativamente ao caso de estudo anteriormente referido (Fernández-Nava *et al*, 2013).



a) Cenário atual na gestão de resíduos do caso de estudo



b) Cenário que obteve melhor classificação na ACV no caso de estudo apresentado

(adaptado de: Fernández-Nava et al Y., 2013)

Figura 2.15. Cenários e resultados obtidos para caso de estudo das Asturias, realizado pela Universidade de Oviedo

Outro caso de estudo importante de referir é o da gestão de biorresíduos numa região que fica na fronteira entre a Alemanha e a Dinamarca, em que são comparados os sistemas de gestão de cada lado da fronteira, através de uma ACV. A Alemanha recorre a unidades de TMB, centrais de valorização orgânica a receber biorresíduos de recolha seletiva e incineração, enquanto que na Dinamarca apenas é utilizado TM dos resíduos indiferenciados com encaminhamento para incineração. Este estudo, desenvolvido por Jensen *et al.*, (2015), demonstra que a solução utilizada pela Dinamarca apresenta menos impacto ambiental e para a saúde humana, e, por outro lado, a solução utilizada pela Alemanha ao nível das infraestruturas de TMB não produz energia (uma vez que estas unidades processam os resíduos via aeróbia, sem produção de biogás e consequentemente de energia), além do facto de que o composto produzido desta forma, de acordo com a legislação na Alemanha, não apresenta qualidade para ser colocado no mercado. Isto faz com que, de acordo com os critérios de avaliação da ACV, as TMB por via aeróbia apenas apresentam impactos negativos, não gerando qualquer produto ou energia. Este estudo propõe ainda como solução para melhorar a gestão de biorresíduos do lado da Alemanha, a gradual adaptação das unidades de TMB para unidades de TB a operar com biorresíduos de recolha indiferenciada.

Dentro daquilo que acontece em alguns países da Europa, como Portugal, Grécia e Itália, que optaram por uma estratégia mista na gestão dos biorresíduos (recorrendo a unidades de TMB, CVO e incineradoras como encaminhamento da fração orgânica dos RU), e com a noção de que a estratégia mais sustentável para a gestão destes resíduos passa pela implementação de programas de recolha seletiva, surge a necessidade de avaliar a possibilidade da adaptação de unidades TMB, que recebem atualmente indiferenciados, para centrais de valorização orgânica a operarem apenas com biorresíduos.

Neste âmbito, um caso de estudo importante de referenciar é o da região de Attica na Grécia, onde foi testada a conversão da unidade de TMB (que trata resíduos de recolha indiferenciada) para tratar RUB de recolha seletiva por compostagem (Malamis *et al.*, 2017). Estes autores referem que a adaptação da unidade foi bem-sucedida, e o composto produzido apresentou uma qualidade muito acima do que estava a ser produzido quando do funcionamento da unidade como TMB, sobretudo ao nível dos metais pesados e livre de agentes patogénicos. Os autores concluem que o estudo prova que a adaptação de unidades TMB que recorrem a compostagem para tratar RUB de recolha seletiva é uma solução possível e vantajosa a par da implementação de estratégias associadas à recolha seletiva destes resíduos, demonstrando também que o fator principal que permite aumentar a qualidade do composto é a eficiência da separação na fonte.

Em síntese, e face aos exemplos dados, para Portugal continental uma estratégia para gestão de biorresíduos deverá passar pela implementação de programas de recolha seletiva de biorresíduos, pela adaptação gradual das unidades de TMB para tratarem biorresíduos de recolha seletiva. Os SGRU que não possuem infraestruturas de TB podem avaliar a possibilidade de enviar os biorresíduos recolhidos para as centrais dos SGRU vizinhos (*i.e.* partilha de infraestruturas);

3. METODOLOGIA

3.1. Objetivos específicos e hipótese a testar

Apesar de não existir legislação em vigor relativa a metas e objetivos específicos da recolha seletiva de biorresíduos, o PERSU 2020 e o PEC da UE apresentam metas que se aplicam à preparação para a reutilização e reciclagem de RU, incluindo os RUB.

No PERSU 2020 (Portaria n.º 187-A/2014), é apresentada a seguinte meta nacional para 2020:

Um aumento mínimo global para 50% em peso relativamente à preparação para a reutilização e reciclagem de resíduos urbanos, incluindo o papel, o cartão, o plástico, o vidro, o metal, a madeira e os resíduos urbanos biodegradáveis.

Já em relação ao PEC, aprovado em 2015, que altera a Diretiva 2008/98/CE relativa aos resíduos, são definidas as seguintes metas:

Até 2025, a preparação para a reutilização e a reciclagem de resíduos urbanos devem aumentar para um mínimo de 60%, em peso;

Até 2030, a preparação para a reutilização e a reciclagem de resíduos urbanos devem aumentar para um mínimo de 65%, em peso.

Em 2017, o Parlamento Europeu reviu e aprovou novas metas e objetivos para o PEC, que incluíam uma taxa de redução de resíduos alimentares de 50%, até 2020, a recolha selectiva obrigatória de RUB até 2020, uma taxa de preparação para a reutilização e reciclagem de RU de 70%, até 2030, uma taxa de reciclagem de resíduos de embalagens de 80%, até 2030, e um limite de deposição de RUB e RU em aterro de, no máximo, de 5%, até 2030 (não podendo incluir resíduos recicláveis e compostáveis). Contudo, em 19 de dezembro de 2017, e após difíceis negociações entre as três instituições europeias (Conselho, Parlamento e Comissão), o resultado limitou-se a uma taxa de preparação para a reutilização e reciclagem de RU de 55% até 2025, 60% até 2030 e de 65% para 2035, e um limite para a deposição de RU em aterro de 10% até 2035 (Perchard, 2017).

Portanto, embora tenham sido adiados, a nível da UE, os objetivos de redução e de recolha seletiva de RUB, a tendência vai ser para, a curto prazo, estas metas virem a ser definidas com carácter obrigatório para os Estados-membros.

Face ao exposto, e tendo em consideração o objetivo de melhorar a gestão de biorresíduos a nível nacional e preparar o país para as eventuais metas que possam vir a ser impostas a nível comunitário e nacional, o principal objetivo da presente dissertação consiste em avaliar a capacidade infraestrutural do país para tratar biorresíduos de recolha seletiva, tendo-se considerado um cenário com as seguintes submetas de evolução para a recolha seletiva de biorresíduos:

- Atingir 50% de recolha seletiva de biorresíduos em 2020;
- Atingir 60% de recolha seletiva de biorresíduos em 2025;

- Atingir 65% de recolha seletiva de biorresíduos em 2030;

Face a este objetivo, e para estas metas, foram colocadas as seguintes hipóteses a serem testadas:

- H1. Os SGRU têm capacidade para processar os biorresíduos gerados dentro do seu sistema, através da adaptação das unidades de TMB;
- H2. O país tem capacidade para processar todos biorresíduos gerados, através da adaptação das unidades de TMB.

Sabendo que “a melhor forma de promover o fecho do ciclo de materiais e garantir a qualidade dos materiais recicláveis é através da atuação a montante, ou seja, através da recolha seletiva” (Portaria n.º 187-A/2014), nesta dissertação apresenta-se um cenário em que as metas propostas de recolha seletiva de biorresíduos são cumpridas, e onde é avaliada a capacidade de TB destes resíduos a nível nacional.

Pretendendo-se avaliar se a tecnologia instalada para processar os biorresíduos é suficiente para tratar os biorresíduos que se estima resultarem do cenário de recolha seletiva proposto,. foram ainda considerados os seguintes objetivos:

- Estudar as tecnologias existentes de valorização orgânica de biorresíduos, em termos de tecnologia e capacidade instalada;
- Estudar a produção de biorresíduos em Portugal e por SGRU e previsão da geração para os anos de 2020, 2025 e 2030;
- Propor medidas estratégicas para Portugal poder implementar a recolha seletiva de biorresíduos, para os anos de 2020, 2025 e 2030.

3.2. Planeamento do trabalho

Com o objetivo de atingir os objetivos propostos, a dissertação estrutura-se em três fases:

Fase 1: Variáveis a analisar

Para estudar o cumprimento das metas de recolha seletiva de biorresíduos, foram avaliadas as produções, recolha e encaminhamento da fração orgânica dos RU dos vários SGRU em Portugal continental, assim como a capacidade de tratamento de RUB em paralelo com as metas nacionais e Europeias em matéria de gestão de resíduos. As variáveis a analisar são:

- Produção de biorresíduos (total e *per capita*) em 2016;
- Evolução de capitação de biorresíduos (histórico);
- Estimativa da população por SGRU no horizonte temporal em estudo;
- Estimativa da produção de biorresíduos no horizonte temporal em estudo.

Fase 2: Elaboração de cenário de cumprimento de metas de gestão de biorresíduos

O trabalho prático tem como objetivo a elaboração de um cenário de recolha seletiva a par da previsão da evolução da produção de biorresíduos, e consiste principalmente em:

1. Apresentação das metas propostas relativas à recolha seletiva de biorresíduos em Portugal continental no intervalo temporal 2016-2030, no âmbito das políticas em vigor;
2. Avaliação da capacidade de tratamento de RUB de recolha seletiva em Portugal continental, por SGRU e por infraestrutura de TB;
3. Elaboração de um cenário em que são atingidas as metas propostas de recolha seletiva de biorresíduos (avaliando os respetivos indicadores), a par da adaptação das unidades TMB para receber RUB de recolha seletiva e avaliação da capacidade de tratamento.

Fase 3: Tratamento dos resultados

Após a elaboração do cenário de cumprimento de metas em 2020, 2025 e 2030 serão avaliadas as capacidades de TB, nacional e por SGRU. Através da análise das variáveis em questão, serão apresentados:

1. Indicadores de recolha seletiva de biorresíduos a nível de Portugal continental e por SGRU, para os anos propostos;
2. Com base nos indicadores de recolha e com recurso à informação presente na revisão da literatura, será definido um conjunto de medidas a tomar a curto (2020), médio (2025) e longo prazo (2030);
3. Incremento necessário à capacidade de TB para fazer face aos resíduos recolhidos no cenário de recolha seletiva proposto;
4. Com base nos resultados obtidos, serão propostas medidas para atingir as metas de recolha de biorresíduos propostas.

3.3. Elaboração do cenário e considerações efetuadas

Com o objetivo de elaborar um cenário que inclui a previsão futura da produção de biorresíduos foram efetuadas as seguintes considerações:

1. Foi avaliada a evolução da capitação de RU (o que inclui os biorresíduos);
2. Devido à escassez de dados, com o objetivo de calcular a quantidade de biorresíduos produzidos em 2016 (o ano de referência no estudo) foi considerada a fração de RUB presente nos RU dos vários SGRU, sabendo que, de acordo com o RARU 15 (APA, 2015b), em média, e para Portugal Continental, os biorresíduos representam cerca de 36,5% do total de RU, foi calculada a relação entre os RUB e os biorresíduos (considerando, de acordo com a secção 2, que cerca de 70% dos RU compreendidos na categoria de RUB correspondem à fração de biorresíduos) a nível nacional, com o objetivo de calcular assim a produção de biorresíduos, minimizando o erro associado a esta extrapolação e entrando em conta com as características de produção de biorresíduos por SGRU;
3. Com isto, considerando os dados populacionais por SGRU foram calculados os indicadores de produção *per capita*;

4. Com o objetivo de calcular a produção de biorresíduos, no intervalo temporal 2017-2030, foi avaliada a quantidade de RUB produzida por SGRU e considerada também a fração de biorresíduos presentes nos RUB a nível nacional e a previsão da evolução da capitação de RU (de modo a ser aplicada também aos indicadores de produção de biorresíduos). As taxas de crescimento populacional, por NUTS II, também foram consideradas com o objetivo de contabilizar as variações de crescimento demográfico à escala de Portugal continental e por SGRU.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1. Cálculo das variáveis para a elaboração do cenário

4.1.1. Geração de biorresíduos para 2016

Devido à escassez de dados foram utilizados dois anos de referência neste estudo, 2015 e 2016. De modo a determinar a produção de biorresíduos no ano 2016 recorreu-se aos seguintes indicadores:

- Fração de RUB (%) nos RU por SGRU no ano de 2015 - Os dados utilizados resultam da Figura 2.3, presente na secção revisão de literatura (APA, 2015b);
- Fração de biorresíduos (%) nos RU em Portugal Continental no ano de 2015 - De acordo com o RARU (2015), 36,5% dos RU pertencem à categoria de biorresíduos e 52,5% dos RU pertencem à categoria de RUB, face isto, é possível calcular, em média, a fração de biorresíduos presentes nos RUB, onde foi obtido o valor de 69,5% (APA, 2015b), através do qual foi possível calcular a quantidade de biorresíduos presentes nos RUB por SGRU. Na ausência de outros dados, e assumindo que a geração de RU é função da população e das suas características de consumo, foi definida esta abordagem de modo a contabilizar as diferentes captações de biorresíduos por SGRU, com a noção de que existe um erro associado a estas estimativas;
- Geração de RU por SGRU (t/ano) no ano de 2016 (APA, 2017).

Sabendo a produção de biorresíduos por SGRU, através da população por SGRU (APA,2017d), é possível calcular uma estimativa da captação destes resíduos (kg/hab.ano). A Tabela 4.1 apresenta a captação de biorresíduos (t e kg/hab.ano) em Portugal continental, por SGRU, para o ano 2016.

Tabela 4.1 Estimativa da captação de biorresíduos por SGRU.

SGRU	RUB nos RU (%)	Biorresíduos nos RU (%)	RU 2016 (ton)	Biorresíduos 2016 (t)	População 2016	Captação de biorresíduos (kg/hab.ano)
Algar	50,5	35,1	347 981	122 133	441 469	276,7
Amarsul	49,5	34,4	408 749	140 620	783 414	179,5
Ambilital	51,0	35,4	62 634	22 201	111 621	198,9
Ambisousa	49,5	34,4	131 681	45 301	334 116	135,6
Amcal	55,0	38,2	12 875	4 921	24 387	201,8
Braval	50,0	34,8	111 815	38 856	287 399	135,2
Pl. Beirão	50,5	35,1	126 567	44 422	336 287	132,1
Ecoleziria	49,0	34,1	55 827	19 012	124 562	152,6
Ersuc	51,0	35,4	388 818	137 817	927 690	148,6
Gesamb	49,0	34,1	79 933	27 221	146 645	185,6
Lipor	54,0	37,5	492 893	184 983	957 023	193,3
Resialentejo	59,5	41,4	53 847	22 267	90 918	244,9

SGRU	RUB nos RU (%)	Biorresíduos nos RU (%)	RU 2016 (ton)	Biorresíduos 2016 (t)	População 2016	Capitação de biorresíduos (kg/hab.ano)
Resistrela	51,0	35,4	73 782	26 152	190 863	137,0
Resitejo	67,3	46,8	92 566	43 296	200 758	215,7
Resulima	52,0	36,1	132 231	47 788	314 368	152,0
R. Nordeste	49,0	34,1	56 551	19 258	135 446	142,2
Suldouro	49,0	34,1	187 640	63 901	439 824	145,3
Tratolixo	61,8	43,0	414 483	178 024	847 627	210,0
Valnor	49,0	34,1	116 023	39 512	255 037	154,9
Valorlis	51,0	35,4	118 130	41 871	301 791	138,7
Valorminho	49,0	34,1	36 966	12 589	74 615	168,7
Valorsul	59,0	41,0	765 064	313 715	1 579 588	198,6
Resinorte	51,0	35,4	352 164	124 824	928 528	134,4
P. continental	52,5	36,5	4 619 215	1 720 683	9 833 976	154,9

4.1.2. Evolução da capitação de biorresíduos

De acordo com os dados do PERSU 2020 (Diário da República, 2014b), e do Relatório anual do PERSU (APA, 2017e) de 2016, e, devido à escassez de dados específicos da capitação de biorresíduos, estimou-se uma capitação de RU em 2002 e 2016, respetivamente, de 441kg/hab.ano e de 472 kghab/ano.

Considerando que a capitação de RU assenta num crescimento aritmético, foi calculada a taxa de crescimento aritmético (T_a , Figura 4.1) para estimar esta capitação no intervalo de tempo referido, tendo-se obtido uma $T_a = 0.48\%$.

$$C_n = C_0 * \left(\frac{T_a}{100} + 1\right)^n \quad T_a = \left(\sqrt[n]{\frac{C_n}{C_0}} - 1\right) * 100$$

T_a	Taxa de crescimento aritmético (%)
n	Número de anos
C	Capitação no ano n
C_0	Capitação no ano 0

Figura 4.1 Taxa de crescimento aritmético utilizada para estimar a capitação de biorresíduos

Uma vez que não existem dados disponíveis sobre a variação da capitação de biorresíduos ao longo do tempo, e sendo estes uma componente dos RU, foi admitida esta taxa para a estimativa da evolução da capitação de biorresíduos, assumindo assim que a tendência nos próximos anos será para o crescimento da capitação de biorresíduos com uma taxa de crescimento de 0,48% ao ano. Com a aplicação desta taxa foi calculada então a capitação de biorresíduos, entre 2017 e 2030, para cada SGRU (tabela no Anexo II) e para Portugal continental (Figura 4.2).

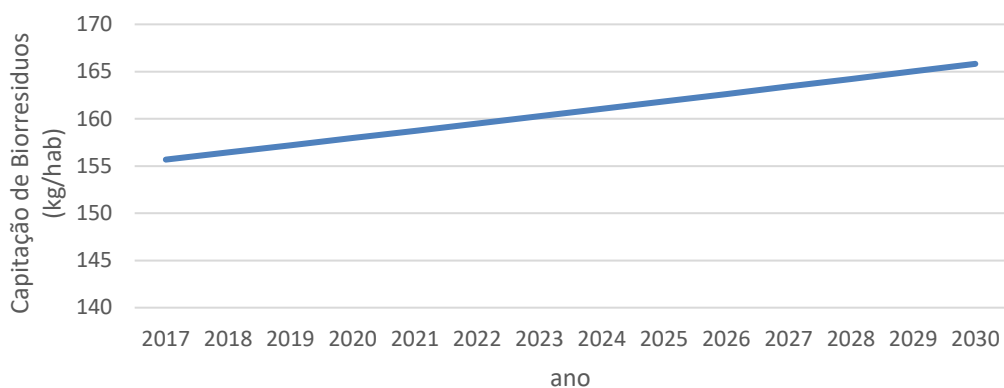


Figura 4.2 Estimativa da evolução da capitação de biorresíduos em Portugal continental, entre 2017 e 2030

4.1.3. Estimativa da população por SGRU no horizonte temporal em estudo

Com o objetivo de determinar a variação da população por SGRU, estes foram subdivididos de acordo com a referência geográfica NUTS II.

Como os SGRU não estão necessariamente separados pelas delimitações dos NUTS II (Figura 4.3), foi definido, para efeitos do cálculo da população, que o SGRU Ecoleziria pertence ao Alentejo, uma vez que a maior parte da área deste SGRU se encontra nessa área geográfica.

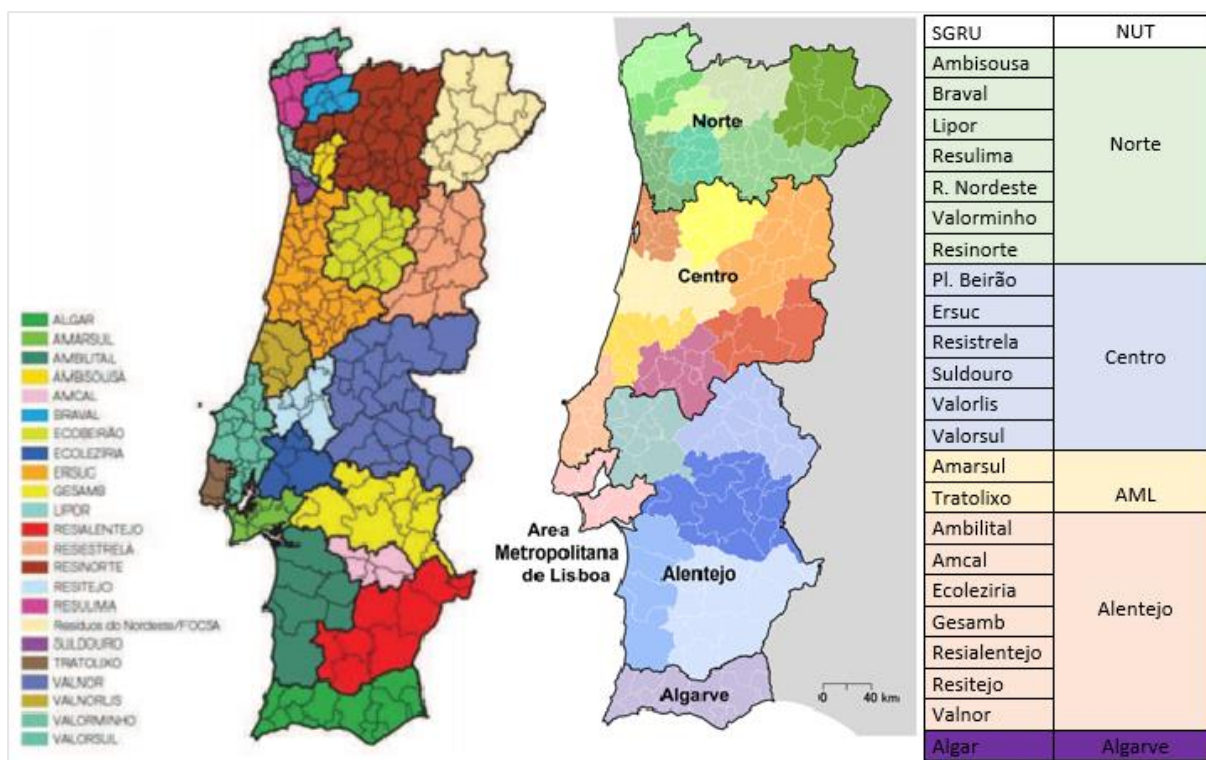


Figura 4.3 Definição da área geográfica por NUTS II dos vários SGRU em Portugal continental.

Com esta abordagem, e com recurso a dados de previsões demográficas da população residente em Portugal continental do INE (INE, 2017), e sabendo que a população atualmente em Portugal apresenta um crescimento aritmético, obteve-se a variação anual da taxa de crescimento aritmético (T_a) da população por NUTS II, representada na Figura 4.4.

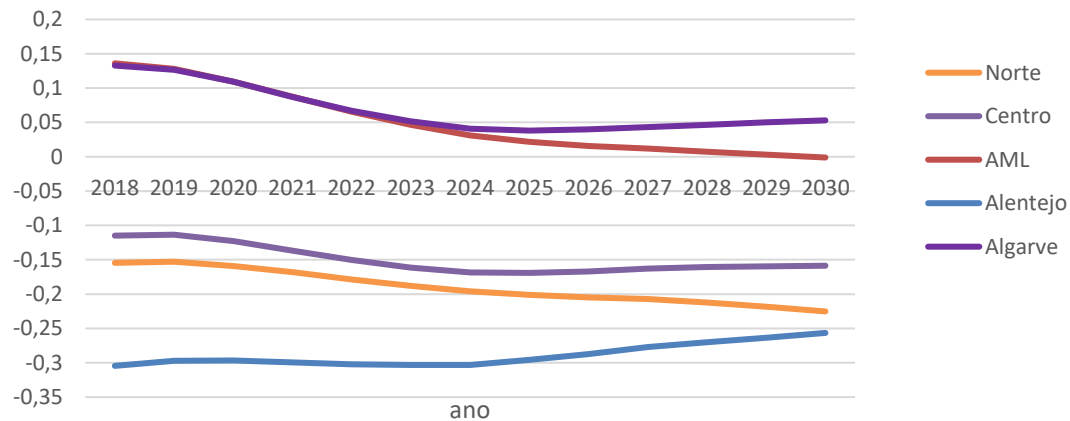
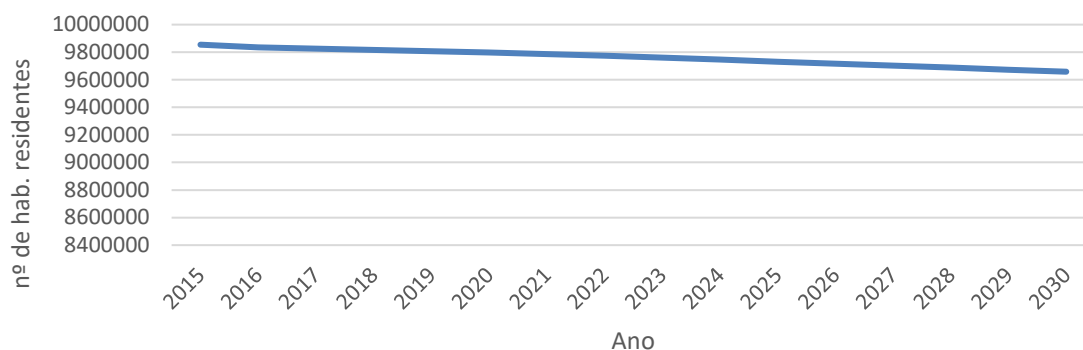


Figura 4.4 Variação da taxa de crescimento populacional por NUTS II, entre 2018 e 2030

O cálculo destas taxas advém da projeção da população da base de dados do INE, sendo uma previsão de um cenário central e que compreende indicadores de migração. Como é possível observar pela Figura 4.4, prevê-se a continuação da diminuição da população ($T_a < 0$) dos SGRU pertencentes às Regiões Centro, Alentejo e Norte, enquanto a população pertencente à Área Metropolitana de Lisboa e ao Algarve continua a crescer ($T_a > 0$).

Aplicando a taxa a cada zona geográfica em que se enquadra cada SGRU, calculou-se a população, por SGRU, no horizonte temporal 2017-2030. Mais uma vez, e devido a escassez de dados, esta estimativa está associada a algum erro, apesar das previsões demográficas utilizadas contemplarem as migrações ao longo do país e o êxodo rural. Na Figura 4.5. apresenta-se a evolução demográfica estimada, a qual, vai no sentido de uma diminuição da população residente de Portugal continental, com $T_a = -0.13\%$.

Figura 4.5 Estimativa da evolução da população residente em Portugal continental, entre 2017 e 2030



4.1.4. Estimativa da geração de biorresíduos no horizonte temporal em estudo

Com a estimativa da população e da capitação de biorresíduos entre 2017 e 2030, é então possível estimar a geração de biorresíduos por SGRU ao longo deste período. Apesar da população estar a diminuir, a estimativa da evolução da capitação de biorresíduos aponta para o aumento da mesma (Figura 4.6), o que se deve ao aumento da capitação de biorresíduos ao longo do tempo.

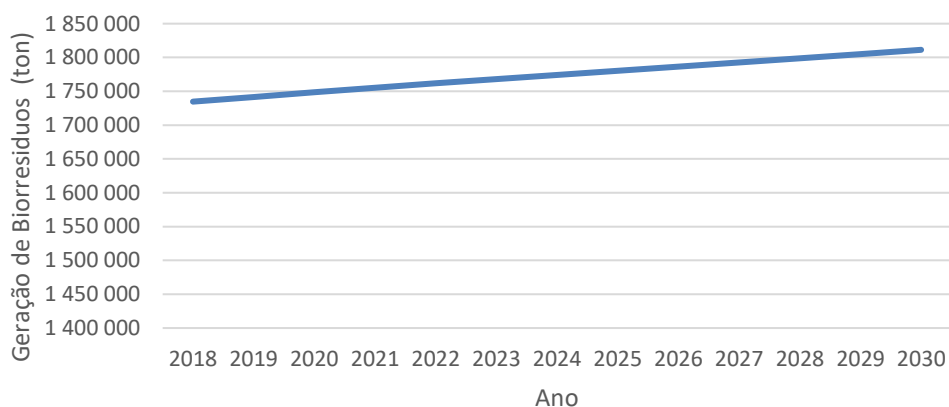


Figura 4.6 Estimativa da geração de biorresíduos em Portugal continental, entre 2018 e 2030

Na Figura 4.7 apresenta-se a geração de biorresíduos ao nível dos SGRU, para os anos em que são aplicadas as metas de recolha seletiva.

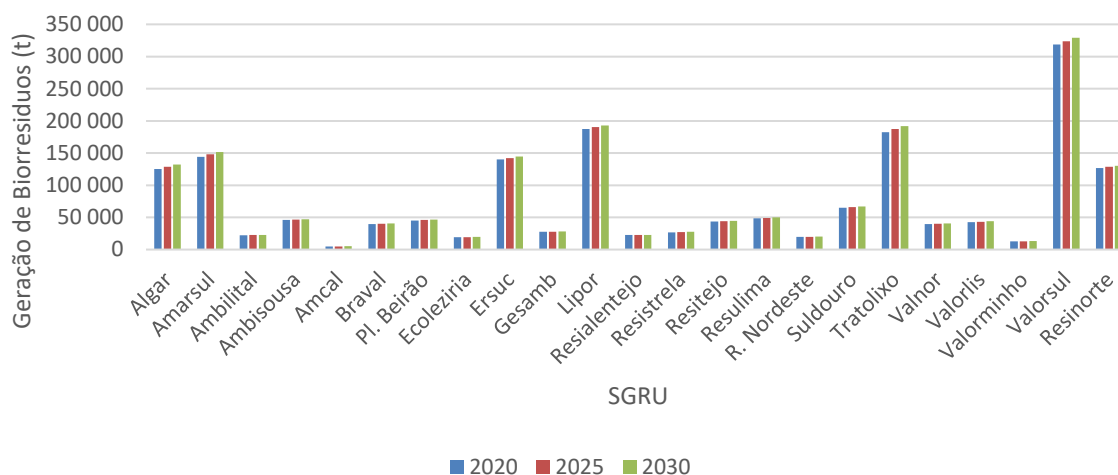


Figura 4.7 Estimativa da geração de biorresíduos por SGRU, para os anos 2020, 2025 e 2030

Como é possível observar, os SGRU Algar, Amarsul, Ersuc, Tratolixo e Valorsul apresentam um maior aumento da produção de biorresíduos ao longo do tempo, o que seria de prever uma vez que são estes sistemas que servem as áreas maior densidade populacional e estão associadas as maiores cidades. Por outro lado, também é de referir que o SGRU que mais quantidade de biorresíduos produz é a Valorsul, ultrapassando, de acordo com as previsões efetuadas, as 300.000 t/ano, em qualquer um dos anos de referência. (ver anexo III).

4.2. Elaboração do cenário de cumprimento de metas de gestão de biorresíduos

Considerando a estimativa da produção de resíduos por SGRU, apresenta-se um cenário em que as metas propostas de recolha seletiva são cumpridas. Este cenário compreende a recolha seletiva de 50%, 60% e 65% dos biorresíduos produzidos, respetivamente, em 2020, 2025 e 2030. Neste cenário, pressupõem-se que serão implementados programas de recolha seletiva de biorresíduos para o cumprimento das metas definidas a nível nacional e que as unidades de TMB sejam convertidas para processarem os biorresíduos de recolha seletiva, não sendo construídas novas unidades de valorização orgânica até 2030.

De modo a atingir as metas propostas, a nível de Portugal continental, estas metas são também aplicadas individualmente a cada SGRU. Isto permite também compreender quais os SGRU que possuem ou não infraestruturas com capacidade para tratar os resíduos recolhidos, de modo a que seja possível avaliar a possibilidade de aumentar a capacidade de tratamento ou definir uma estratégia que passe pelo encaminhamento dos biorresíduos recolhidos para infraestruturas de outro SGRU.

Com o objetivo de determinar a relação entre a quantidade de resíduos recolhidos, estimada neste cenário, e a capacidade existente de TB, elaborou-se o gráfico apresentado na Figura 4.8. Como se

pode observar, para além dos SGRU que não possuem infraestruturas de TB (sistemas Ambisousa, Amcal, Ecoleziria, Resitejo, Resulima e Valorminho), os sistemas Algar, Lipor, Suldouro, Tratolixo, Valorlis, Valorsul e Resinorte não têm capacidade para tratar a totalidade dos biorresíduos gerados em nenhum dos anos do cenário em análise. O sistema R. Nordeste apenas tem capacidade para tratar os biorresíduos recolhidos no ano 2020, e os sistemas Planalto Beirão e Amarsul apenas consegue fazer face aos quantitativos de 2020 e 2025.

Face a estes resultados, a hipótese H1 é apenas verificada parcialmente, pois só têm capacidade para as três metas estabelecidas os SGRU da Ambital, Braval, Ersuc, Gesamb, Resialentejo Resistrela e Valnor.

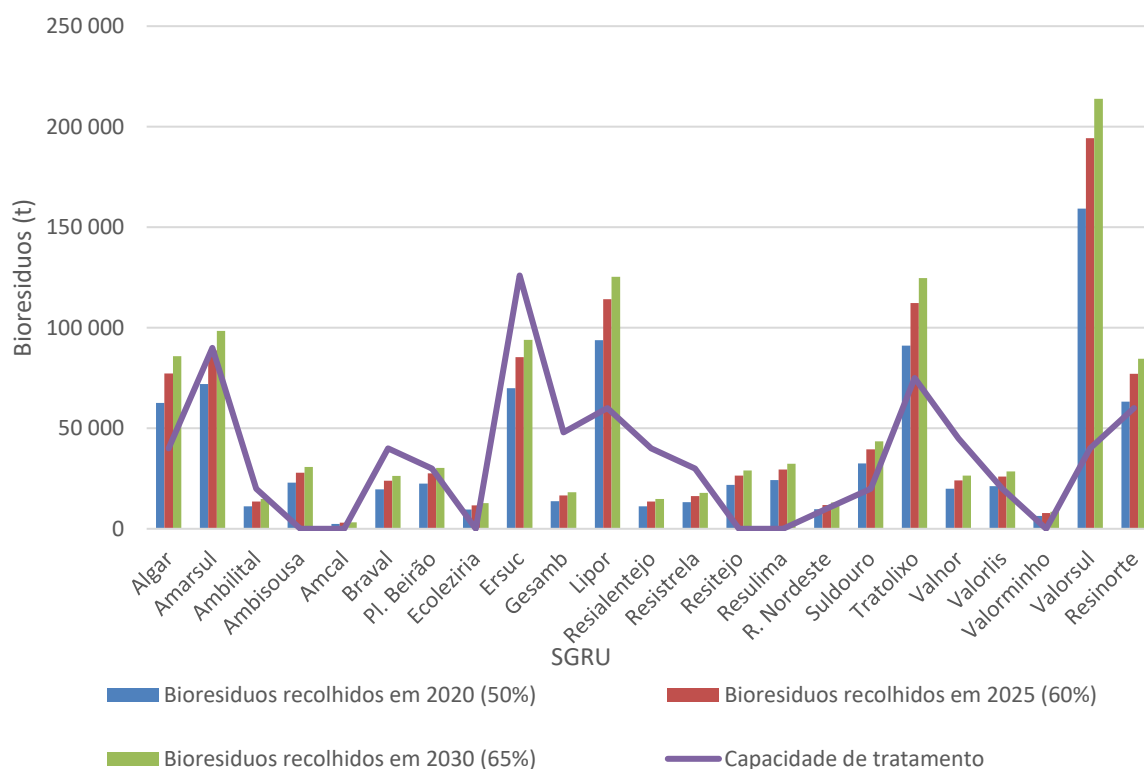


Figura 4.8 Biorresíduos a recolher no cenário proposto versus capacidade instaladas de TB (por SGRU)

Para avaliar o deficit de capacidade de TB por SGRU, utilizaram-se os dados indicados na Tabela 2.6, relativos à capacidade instalada de cada. Devido à falta de dados, foi assumido, para efeitos de cálculo, que a capacidade instalada de TB da Ambital seria de 20000 t/ano.

Na Tabela 4.2 apresentam-se os deficits estimados de capacidade de tratamento dos SGRU para os três anos do cenário proposto que, possuindo infraestruturas de TB, não conseguem fazer face aos biorresíduos recolhidos neste cenário. É possível verificar que a Valorsul é o SGRU que apresenta maior deficit de capacidade de tratamento, ultrapassando os 80% de capacidade em falta em 2030.

Tabela 4.2 Deficite estimado de capacidade de TB para os SGRU que possuem infraestruturas de TB, nos anos 2020, 2025 e 2030 dos

SGRU	Deficite de capacidade (%)		
	2020	2025	2030
Algar	36,1	48,2	53,4
Amarsul			8,6
Pl. Beirão			1,0
Lipor	36,0	47,5	52,1
R. Nordeste		15,9	23,4
Suldouro	38,3	49,5	54,1
Tratolixo	17,7	33,2	39,9
Valorlis	5,9	22,9	29,9
Valorsul	74,9	79,4	81,3
Resinorte	5,1	21,5	28,7

Por outro lado, e com o objetivo de avaliar o cenário a nível nacional, apresenta-se a Figura 4.9, que ilustra a situação para Portugal continental, verificando-se que para o cenário de recolha seletiva de biorresíduos proposto, a nível nacional a capacidade instalada total de TB é insuficiente, pressupondo-se que os SGRU que têm capacidade excedentária recebam biorresíduos de outros SGRU que não têm capacidade de TB.

De acordo com o cenário definido, e considerando que a capacidade de tratamento é constante ao longo dos anos em estudo (aproximadamente 839 000 t/ano), em 2020, para uma taxa de recolha seletiva de biorresíduos de 50% (847 300 t/ano), a capacidade instalada de TB apenas consegue processar 95,9%, em 2025, para uma taxa de recolha seletiva de 60% (1 068 188 t/ano), esse valor baixa para 78,5%, e em 2030, para uma taxa de recolha seletiva de 65% (1 177 350 t/ano), baixa ainda mais para 71,2%. (Figura 4.9)

Face a estes resultados, a hipótese H2, relativa à capacidade do país para processar os biorresíduos recolhidos seletivamente no país, não se confirma.

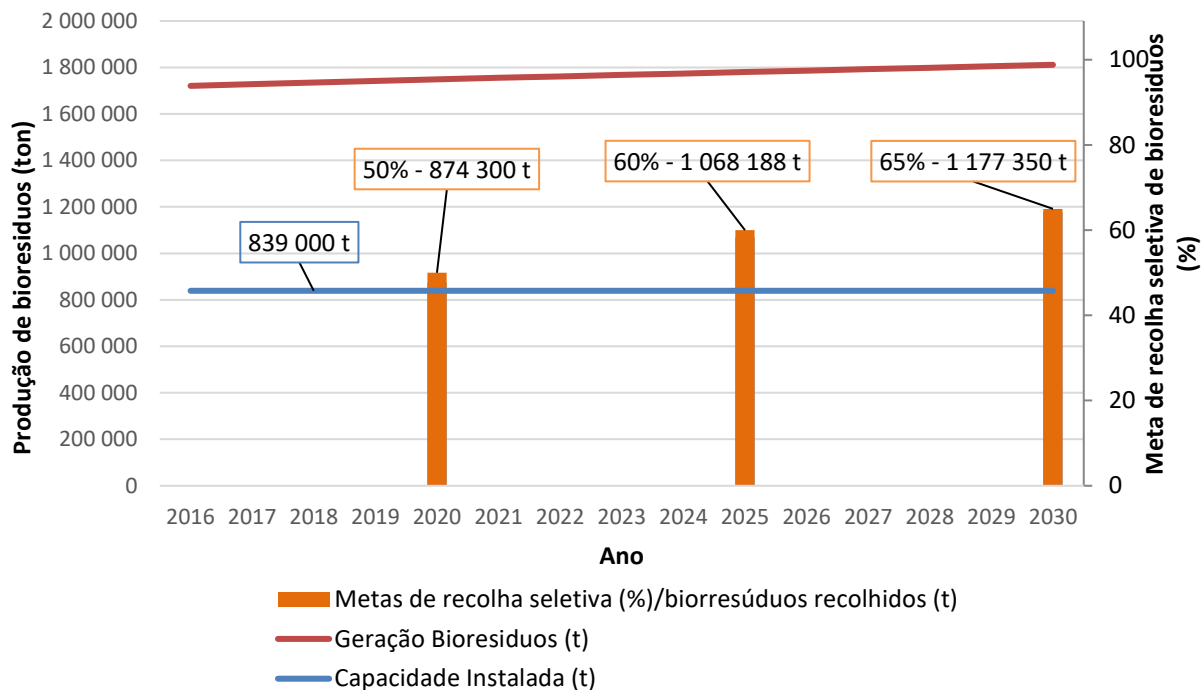


Figura 4.9 Cenário apresentado para Portugal Continental

4.3. Propostas de medidas a tomar no âmbito da estratégia definida

Para que as taxas de recolha seletiva de biorresíduos, propostas para 2020, 2035 e 2030, possam ser alcançadas, é fundamental que se promovam medidas que permitam alcançar os seguintes objetivos:

1. Aumento da recolha seletiva de biorresíduos no âmbito das metas a atingir;
2. Diminuição da geração de biorresíduos;
3. Promoção do TB destes resíduos, em vez de outras soluções possíveis a dar aos mesmos, incluindo a fração orgânica compreendida nos RI;
4. Promoção do desenvolvimento de um mercado para o composto com origem no TB de biorresíduos de recolha seletiva.

De modo a atingir os objetivos apresentados, apresentam-se as seguintes medidas específicas, por objetivo:

1. *Aumentar a recolha seletiva de biorresíduos no âmbito das metas a atingir.*
 - Aplicação de programas de recolha seletiva de restos alimentares de superfícies comerciais e de resíduos verdes de jardins públicos, nos SGRU que possuam infraestruturas de TB;
 - Implementação de um contentor específico para os biorresíduos, para além dos três contentores nos ecopontos – sistemas de recolha coletiva de biorresíduos;

- Implementação de programas de recolha seletiva porta-a-porta de biorresíduos em áreas de densidade populacional considerável, em SGRU que não tenham cumprido uma meta anterior, programa esse que pode compreender a aplicação de taxas/benefícios económicos associados à qualidade da separação na fonte (limitando a contaminação);
- Elaborar campanhas de sensibilização associadas à recolha seletiva de biorresíduos incluindo o fomentar de boas praticas de separação na fonte;
- Garantir uma melhor aplicação das atuais obrigações em matéria de recolha seletiva destes resíduos, através da revisão da legislação existente no âmbito dos RU.

2. *Diminuir a geração de biorresíduos*

- Combater o desperdício alimentar através da implementação de programas de recolha de alimentos em superfícies comerciais, associadas a venda ou retalho de alimentos, com a respetiva parametrização de qualidade, e a entrega dos mesmos a fundações/iniciativas de combate a fome/pobreza.
- Incentivo à compostagem caseira através de campanhas de sensibilização.

3. *Promover o TB de biorresíduos em vez de outras soluções para o tratamento dos mesmos, incluindo a fração associada aos RI*

- Implementação de restrição à deposição de resíduos orgânicos em aterro, como limitar a admissão de resíduos com uma quantidade de carbono orgânico total superior a um valor de referência;
- Utilização de instrumentos financeiros, como a TGR, de modo a aumentar os custos associados à deposição de resíduos indiferenciados em aterro ou da sua incineração;
- Adaptação das unidades TMB para unidade de TB que rececionam biorresíduos de recolha seletiva, recorrendo a um *by-pass* ao TM;
- Implementação de um programa de financiamento, recorrendo a fundos comunitários da UE, para aumentar a capacidade instalada para o tratamento de biorresíduos.

4. *Promover o desenvolvimento de um mercado para a transação de fertilizantes com origem nos produtos do TB de biorresíduos de recolha seletiva:*

- Promover um mercado destes produtos através de benefícios económicos associados à utilização destes corretivos orgânicos em vez de outros;
- Promover a utilização de compostos caseiros;
- Revisão da legislação em vigor em matéria de compostos fertilizantes e corretivos orgânicos, uniformizando os parâmetros de qualidade e aplicabilidade em paralelo com as restrições da UE de modo a que seja possível a internacionalização desse mercado na UE.

4.4. Propostas de medidas específicas para a recolha seletiva de biorresíduos

Com o objetivo de atingir as metas propostas de recolha seletiva de biorresíduos é necessário a adoção de um conjunto de medidas que permitam aumentar a taxa de recolha seletiva destes, as medidas são apresentadas, à escala nacional e à escala dos SGRU, e compreendem a utilização de instrumentos regulamentares e económicos. Dado que são propostas metas para os anos 2020, 2025 e 2030, as medidas apresentadas são, respetivamente, de curto, médio e longo prazo.

a) Medidas a tomar a curto prazo – meta de 2020

- Promoção de programas de recolha de restos alimentares de superfícies comerciais e de resíduos verdes de jardim de espaços públicos, nos SGRU que possuem infraestruturas de TB;
- Incentivo à compostagem caseira;
- Aumento da TGR em 20%;
- Investimento nas infraestruturas de valorização orgânica com o objetivo de incrementar a capacidade de tratamento;
- Fomentar boas práticas de separação na fonte de biorresíduos;

b) Medidas a tomar a médio prazo – meta de 2025

- Implementação de programas de recolha seletiva de biorresíduos porta-a-porta nos SGRU que não cumpriram a meta proposta para 2020;
- Continuação do investimento nas infraestruturas de valorização orgânica com o objetivo de incrementar a capacidade de tratamento;
- Aumento da TGR em 50%;
- Implementação de restrições à deposição de biorresíduos em aterro: proibição de admissão de resíduos em aterro com COT > 10%.

c) Medidas a tomar a longo prazo – meta para 2030

- Obrigatoriedade de implementação de programas de recolha seletiva de biorresíduos porta-a-porta nos SGRU que não cumpriram a meta proposta para 2025;
- Continuação do investimento nas infraestruturas de valorização orgânica com o objetivo de incrementar a capacidade de tratamento;
- Aumento da TGR em 100%;
- Implementação de restrições à deposição de biorresíduos em aterro: proibição de admissão de resíduos em aterro com COT > 5%;

- Obrigatoriedade de implementação de programas de recolha seletiva de biorresíduos em municípios com mais do que 5000 habitantes.

5. Conclusões

5.1. Síntese conclusiva

Os biorresíduos representam cerca de 40% dos RU gerados em Portugal continental, e atualmente a sua gestão assenta na recolha indiferenciada associada a um TM de separação de recicláveis, onde o resíduo remanescente compreende a fração orgânica dos RU com elevado grau de contaminação, e é depois encaminhado para operações de TB (compostagem ou DA), incineração ou deposição direta em aterro.

A deposição destes resíduos em aterro acarreta graves consequências para o ambiente devido à libertação de metano e de lixiviados muito contaminados e com elevada carga orgânica, a incineração dos biorresíduos como parte integrante dos resíduos indiferenciados também não é a melhor solução, devido a elevada percentagem de humidade presente nestes resíduos. Também o tratamento de resíduos indiferenciados nas TMB origina um composto de fraca qualidade, devido ao elevado grau de contaminação, apesar de atualmente este composto (classe IIa) estar praticamente a ser todo escoado para agricultura, não lhe é associado grande valor económico, quando comparado com corretivos orgânicos de classe I, como aquele que pode ser obtido aquando do TB de biorresíduos de recolha seletiva.

Com uma Europa em transição para uma economia circular e da necessidade de promover o FER ao composto produzido através da valorização da fração orgânica dos RU, nesta dissertação analisou-se um cenário para Portugal Continental, que compreende a implementação de uma estratégia de recolha seletiva de biorresíduos, a par da adaptação das unidades de TMB para processarem biorresíduos de recolha seletiva. Partindo-se de uma estimativa da produção de biorresíduos, a nível nacional e por SGRU, e do levantamento das características das unidades de TB existentes em Portugal, avaliou-se a capacidade instalada e a sua adequação ao cenário proposto de recolha seletiva de biorresíduos de 50%, 60% e 65%, para 2020, 2025 e 2030, respetivamente

Com a avaliação do cenário elaborado ao nível de Portugal continental foi possível concluir que, caso as metas propostas de recolha seletiva sejam alcançadas, em 2020, com uma taxa de recolha seletiva de biorresíduos de 50%, a capacidade instalada de TB apenas consegue processar 96% dos biorresíduos recolhidos, em 2025, com uma taxa de recolha seletiva de 60%, esse valor baixa para 79%, e em 2030, com uma taxa de recolha seletiva de 65%, esse valor baixa ainda mais para 71 %. Como tal, não verificou a Hipotese H2 (o país tem capacidade de processar os biorresíduos gerados no país, à luz das metas definidas, através da adaptação das unidades de TMB).

Avaliando a capacidade instalada de cada SGRU, para as taxas de recolha seletiva de biorresíduos propostas e para os mesmos três anos de referência, conclui-se que, para além dos SGRU que não possuem infraestruturas de TB, os sistemas Algar, Lipor, Suldouro, TratoLixo, Valorlis, Valorsul e Resinorte não vão ter capacidade para tratar a totalidade dos biorresíduos gerados em nenhum dos

anos de referência. O sistema Resíduos do Nordeste apenas tem capacidade para tratar os biorresíduos recolhidos no ano 2020, e os sistemas Planalto Beirão e Amarsul apenas consegue fazer face às quantidades recolhidas em 2020 e 2025. Assim, verifica-se a Hipótese H1 (os SGRU têm capacidade de processar os biorresíduos gerados dentro do seu sistema, através da adaptação das unidades de TMB) apenas se confirma para alguns SGRU, que têm capacidade para as três metas estabelecidas (*i.e.* Ambilital, Braval, Ersuc, Gesamb, Resistrela e Valnor).

Para que o cenário de recolha seletiva de biorresíduos seja possível, para as taxas propostas, apresentaram-se ainda nesta dissertação um conjunto de propostas de medidas destinadas a aumentar a taxa de recolha seletiva de biorresíduos, diminuir a sua geração, promover o TB destes resíduos, em vez de outras opções de tratamento e promover o desenvolvimento de um mercado sólido para a transação do composto fertilizante. Indicou-se igualmente um conjunto de medidas a aplicar a curto, médio e longo prazo, direcionadas especificamente para a promoção da recolha seletiva de biorresíduos, com base em instrumentos económicos e regulamentares, em campanhas de sensibilização e na implementação de programas de recolha seletiva do tipo porta-a-porta.

5.2. Principais limitações ao estudo

No desenvolver da dissertação é de referenciar como principais limitações ao estudo a escassez de dados associados à produção de biorresíduos, tanto a nível de Portugal continental como à escala dos SGRU. Tal obrigou ao estabelecimento de pressupostos sobre a evolução da capitação de biorresíduos, onde se assumiu que se comporta da mesma forma que a evolução da capitação de RU e que a razão entre biorresíduos e RUB produzidos se mantém constante ao nível dos vários SGRU, de modo a que fosse possível elaborar a estimativa da produção de biorresíduos no horizonte temporal de referência no estudo. Por outro lado, é também de referenciar a dificuldade associada ao levantamento da informação relacionada com as características das infraestruturas de TB em Portugal Continental.

5.3. Pesquisas e projetos futuros

No âmbito do trabalho desenvolvido nesta dissertação é possível apresentar um conjunto de estudos possíveis a desenvolver em futuras pesquisas, designadamente:

- ACV comparativa entre uma central de valorização orgânica a receber biorresíduos de recolha seletiva e uma unidade de TMB a receber resíduos indiferenciados;
- Análise técnica, económica e financeira associada à adaptação de uma central de valorização orgânica para uma unidade de TMB através de um *by-pass* ao tratamento mecânico;
- Análise de mercado associada à transação de um composto corretivo orgânico de classe I em Portugal continental;

- Aplicação da estratégia apresentada a um caso de estudo à escala dos SGRU;
- Análise SWOT/multicritério das medidas apresentadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Algar (2016). *Relatório e contas da Algar de 2016*. Disponível em: <http://www.algar.com.pt/pt/> (Consultado em setembro de 2017).
- APA (2015a). *Plano estratégico para os resíduos urbanos – Relatório de avaliação de 2014. Relatório final 2014*. Disponível em: https://apambiente.pt/_zdata/DESTAQUES/2014/PERSU2020_Relatorio_Ambiental_Final.pdf (Consultado em agosto de 2017).
- APA. (2015b); *Resíduos Urbanos – Relatório Anual 2015*
- APA. (2016); *Relatório do Estado do Ambiente 2016*
- APA. (2017a). *Dados de Resíduos Urbanos, do ano 2016*; Formulários do Mapa de Registo de Resíduos Urbanos disponibilizados através da Plataforma *SILiAmb*. Disponível em: <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=933&sub3ref=936> (Consultado em setembro 2017).
- APA. (2017b); Taxa de gestão de Resíduos. Disponível em: <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=1118> (Consultado em setembro 2017)
- APA. (2017c); Valor da Taxa de gestão de Resíduos. Disponível em: <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=1118&sub3ref=1119> (Consultado em setembro de 2017)
- APA. (2017d); *Fichas técnicas do RARU 2015 por SGRU versão 2*. Disponível em: <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=933&sub3ref=936> (Consultado em setembro 2017)
- APA. (2017e) *Plano estratégico para os resíduos urbanos – Relatório de avaliação de 2016. Relatório final 2016*. Disponível em: https://www.apambiente.pt/_zdata/Politic/Residuos/Residuos_Urbanos/RA_PERSU_2016.pdf (Consultado em novembro de 2017)
- A. P. Gomes, M. A. Matos e I.C Carvalho. (2008). *Separate collection of biodegradable fraction of MSW: An economic assessment. Environment and Planning Department, University of Aveiro* 3810-193.
- Brook Lyndhurst. (2009). *Enhancing participation in kitchen waste collections. Defra Waste & Resources. Evidence Programme (WR0209). Final Project Report* (p. 36).
- Brook Lyndhurst. (2010). *Enhancing participation in kitchen waste collections: International review of overseas experience. Defra Waste & Resources Evidence Programme (WR0209)*.

- Comissão Europeia. (2008). *Livro verde sobre a gestão dos bio-resíduos na União Europeia*. *Official Journal of the European Union*, COM(2008).
- Comissão Europeia. (2008a). Diretiva 2008/98/CE do parlamento europeu e do conselho relativa aos resíduos e que revoga determinadas diretivas. *Official Journal of the European Union*.
- Comissão Europeia. (2015a). Fechar o ciclo – plano de ação da UE para a economia circular. *Official Journal of the European Union*, COM(2015).
- Comissão Europeia. (2015b). Proposta de Diretiva do parlamento europeu e do conselho que altera a Diretiva 2008/98/CE relativa aos resíduos. *Official Journal of the European Union*, COM(2015).
- Comissão Europeia. (2015c). Proposta de Diretiva do parlamento europeu e do conselho que altera a Diretiva 1999/31/CE relativa à deposição de resíduos em aterros. *Official Journal of the European Union*, COM(2015).
- Comissão Europeia. (2015d). Anexo I da Comunicação da comissão ao parlamento europeu, ao conselho, ao comité económico e social europeu e ao comité das regiões - Fechar o ciclo – plano de ação da UE para a economia circular.
- Comissão Europeia. (1999). Diretiva 1999/31/CE do parlamento europeu e do conselho relativa á deposição de resíduos em aterros. *Official Journal of the European Union*.
- Diário da República. (2011). Decreto-lei n.º 73/2011 de 17 de junho.
- Diário da República. (2014a). Lei 82-D/2014. 1.ª série, 31 de dezembro.
- Diário da República. (2014b); Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos 2020. (Aprovado pela Portaria n.º 187-A/2014, publicada no D.R. n.º 179 Suplemento, Série I de 2014-09-17)
- Diário da República. (2015). Decreto-Lei n.º 103/2015 de 15 junho.
- Diário da República. (2016). Decreto-lei n.º 178/2006 de 5 de setembro.
- Duarte, I. (2016). *Análise da recolha seletiva de resíduos urbanos em Portugal e comparação com outros países*. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente na Especialidade de Tecnologia e Gestão do Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/37119/1/In%C3%AAs%20Duarte%20%20VER%20S%C3%83O%20FINAL.pdf> (Consultado em setembro de 2017)
- D. Hogg (s.d.). *Costs for municipal waste management in the EU: Final Report to Directorate Environment*, European Commission. *Eunomia – Research & Consulting*
- EEA. (2002). *Biodegradable municipal waste management in Europe Part 1: Strategies and instruments*, European Environment Agency.

- Eunomia. (2007). *Managing Biowastes from Households in the UK: Applying Life-cycle Thinking in the Framework of Cost-benefit Analysis*. Eunomia – Research & Consulting
- Eurostat. (2017). Municipal waste generation and treatment, by type of treatment method for 1995-2016. Disponível em:
<http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=tsdpc240> (Consultado em setembro de 2017)
- ECN. (2016a). *Europe Compost Network – Country Report United Kingdom*. Disponível em:
<https://www.compostnetwork.info/download/country-report-united-kingdom/> (Consultado em agosto de 2017)
- ECN. (2016b). *Europe Compost Network – Country Report Denmark*. Disponível em:
<https://www.compostnetwork.info/download/country-report-denmark/> (Consultado em agosto de 2017)
- ECN. (2016c). *Europe Compost Network – Country Report Netherlands*. Disponível em:
<https://www.compostnetwork.info/download/country-report-netherlands/> (Consultado em agosto de 2017)
- ECN. (2016d). *Europe Compost Network – Country Report Finland*. Disponível em:
<https://www.compostnetwork.info/download/country-report-finland/> (Consultado em setembro de 2017)
- ECN. (2016e). *Europe Compost Network – Country Report Norway*. Disponível em:
<https://www.compostnetwork.info/download/country-report-norway/> (Consultado em setembro de 2017)
- ECN. (2016f). *Europe Compost Network – Country Report Italy*. Disponível em:
<https://www.compostnetwork.info/download/country-report-italy/> (Consultado em setembro de 2017)
- ECN. (2016g); *Europe Compost Network – Country Report Sweden*. Disponível em:
<https://www.compostnetwork.info/download/country-report-sweden/> (Consultado em setembro de 2017)
- ECN. (2016h); *Europe Compost Network – Country Report German*. Disponível em:
<https://www.compostnetwork.info/download/country-report-germany/> (Consultado em setembro de 2017)
- ECN. (2016i); *Europe Compost Network – Country Report Flanders*. Disponível em:
<https://www.compostnetwork.info/publications/> (Consultado em setembro de 2017)
- ECN. (2017). *Biowaste Management in Europe*. Disponível em:
<https://www.compostnetwork.info/publications/> (Consultado em junho de 2017)

- ECN. (2003). *Situation of the source separated collection of Biowaste in Catalunya. Balance of one decade (1993-2003) Junta de Residus - Departament de Medi Ambient Generalitat de Catalunya.*
- G. Blengini, (2008). *Using LCA to evaluate impacts and resources conservation potential of composting: A case study of the Asti District in Italy. Resources, Conservation and Recycling, 52, 1373-1381*
- Hans Saveyn e Peter Eder. (2014). End-of-waste criteria for biodegradable waste subjected to biological treatment (compost & digestate): *Technical proposals*. Disponível em: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/end-waste-criteria-biodegradable-waste-subjected-biological-treatment-compost-digestate>. (Consultado em julho de 2017)
- INE. (2017a). População residente (projeções 2015-2080-Nº) por local de residência (NUTS II). Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0009098&contexto=bd&selTab=tab2 2017. (Consultado em novembro de 2017)
- INE. (2017b); População residente (estimativas 2012-2016) por local de residência (NUTS I). Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0004163&contexto=bd&selTab=tab2. (Consultado em novembro de 2017)
- ISWA. (2013); *Food Waste As A Global Issue from the perspective of municipal solid waste management, ISWA – the International Solid Waste Association*. Disponível em: https://www.iswa.org/index.php?eID=tx_iswaknowledgebase. (Consultado em julho de 2017)
- J. Fuchs, T. Kupper, L. Tamn e K. Schenk. (2008). *Compost and digestate: sustainability, benefits, impacts for the environment and for plant production*
- Jensen, M. B., Møller, J., & Scheutz, C. (2016). Comparison of the organic waste management systems in the Danish-German border region using life cycle assessment (LCA). *Waste Management, 49, 491–504*.
- Lipor. (2016). *Relatório e contas da Lipor de 2016*, Disponível em: <https://www.lipor.pt/pt/bibliotecas/> (Consultado em outubro de 2017)
- Malamis, D., Bourka, A., Stamatopoulou, E, Moustakas, K., Skiadi, O., & Loizidou, M. (2017). Study and assessment of segregated biowaste composting: The case study of Attica municipalities. *Journal of Environmental Management, 203, 664-669*.
- M. Fehr, M. Calçado e D. Romão. (2002) The basis of a policy for minimizing and recycling food waste. *Environmental Science and Policy 5(3): 247-253*

- Perchard, E. (2017). Are Circular Economy Laws Ambitious to Meet Challenges Facing Europe?, *Resource*, 19 December 2017. Disponível em: <http://resource.co/article/are-circular-economy-laws-ambitious-enough-meetchallenges-facing-europe-12315>.
- Ricci, M. (2013). *How to plan a separate collection for biowaste*. In *BIOWASTE – SOFIA 2013 Implementation of Organic Waste Management in Southern and Eastern European Countries. Status, challenges and solutions*. Disponível em: http://www.moew.government.bg/static/media/ups/tiny/file/Waste/Biowaste/MOEWECSNLSWA/EN/Sofia2013-Biowaste-seminar_v3_05.pdf (Consultado em junho de 2017)
- Schott, A. B., Vukicevic, S., Bohn, I., & Andersson, T. (2013). Potentials for food waste minimization and effects on potential biogas production through anaerobic digestion. *Waste Management & Research*, 31(8), 811-819.
- SPV. (2016). Pacote da economia circular da Comissão Europeia- Sumário Executivo. Disponível em: http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/?fuseaction=feedbackattachment&fb_id=366C17F8-E245-C650-51457CE97287FDE2 (Consultado em novembro de 2017)
- Tratolixo. (2016). *Relatório e contas da Tratolixo de 2016*. Disponível em: <http://www.tratolixo.pt/index.php?/documentos> (Consultado em outubro de 2017)
- Valorsul. (2016). *Relatório e contas da Valorsul de 2016*. Disponível em: <http://www.valorsul.pt/pt/seccao/planos-e-relatorios/> (Consultado em novembro de 2017)
- Y. Fernandez-Nava, J. del Río, Rodríguez-Iglesias, L. Castrillón e E. Marañón. (2013). Life cycle assessment of diferente municipal solid waste management options: a case study of Asturias (Spain).
- Zero, (2017); Bioresíduos permitiram poupar €100 milhões por ano, disponível em: <http://expresso.sapo.pt/sociedade/2017-02-08-Bioresiduos-permitiram-poupar-100-milhoes-por-ano> (Consultado em janeiro de 2018)

7. ANEXOS

Anexo I – Tabela utilizada para elaboração da tabela 2.6

TMB	Processo de valorização	Especificações técnicas	Entrada em funcionamento	Capacidade TB (tonRUB/ano)	Fonte
Amarsul-1 (Setúbal)	TM-C	C- Pilhas de compostagem com arejamento por revolvimento	1995	30000	ReC Amarsul (2016); Portal on-line: http://www.amarsul.pt/
Amarsul-2 (Seixal)	TM-DA-PréC-PósC	D.A. -Tecnologia Kompogaz. Esta unidade tem 3 Digestores horizontais em paralelo com fluxo de pistão (2 dedicados aos RI e 1 dedicado a RUB). O processo é por via seca, em condições termofílicas (55°C). PréC- 10 túneis fechados com arejamento forçado. PósC- Pilhas triangulares com 3m em área impermeabilizada	2014	60000	ReC Amarsul (2016); Licença ambiental UTMB - Seixal; portal on-line: http://www.amarsul.pt/
Algar	TM-DA-C	D.A. - Sem informação sobre as especificações técnicas C – Sem informação sobre as especificações técnicas	2014	20000	ReC Algar (2016); Alvará de licença UTMB São Brás de Alportel; portal on-line: http://www.algar.com.pt/pt/
Algar-1	C	C- Pilhas de compostagem, com revolvimento mecânico e sistema de aspersão de água	2012	10000	ReC Algar (2016); Alvará de licença CVO São Brás de Alportel; portal on-line: http://www.algar.com.pt/pt/
Algar-2	C	C- Pilhas de compostagem, com revolvimento mecânico e sistema de aspersão de água	2002	5000	ReC Algar (2016); Alvará de licença CVO Portimão; portal on-line http://www.algar.com.pt/pt/
Algar-3	C	C- Pilhas de compostagem, com revolvimento mecânico e sistema de aspersão de água	2002	5000	ReC Algar (2016); 2016; Alvará de licença CVO Tavira; portal on-line: http://www.algar.com.pt/pt/
R.Nordeste	TM-DA-C	DA -Tecnologia Draco. Esta unidade utiliza biodigestores com gasómetro associado a recirculação e extração de biogás. C- Naves de maturação com arejamento forçado e afinação	2010	10000	ReC R. Nordeste (2016); portal on-line: http://www.residuosdonordeste.pt/

Pl. Beirão	TM-DA-C	DA - Esta unidade contém um digester cilíndrico horizontal, o processo é por via seca (Teor em mat. Seca=17-32%), o sistema de agitação é pneumático com reinjeção de biogás em pressão na base (42 injetores). C - Esta unidade contém 5 silos constituídos por paredes paralelas e o arejamento é mecânico e por revolvimento.	2010	30000	ReC Ecobeirão (2016); portal on-line: http://www.planaltobeirao.pt/home/
Gesamb	TM-PréC-PósC	PréC - Ocorre num túnel fechado. PósC - Nave de maturação com revolvimento forçado.	2014	48000	ReC Gesamb (2016); portal on-line: http://www.gesamb.pt/
Resialentejo	TM-PréC-PósC	PréC - Esta unidade está munida de túneis estanques e o arejamento é por aspiração e admissão de ar (renovação da massa de ar no interior dos túneis). PósC - Esta unidade contém uma nave com 4 pilhas de maturação e o arejamento é por revolvimento mecânico	2014	40000	ReC Resialentejo (2016); Licença ambiental UTMB Beja; portal on-line: http://www.resialentejo.pt/new/
Braval	TM-PréC-PósC	PréC - Esta unidade está munida de 8 tuneis anaeróbios. A unidade utiliza recirculação do material digerido pelo que o circuito é sequencial PósC - Esta unidade contém 4 tuneis aeróbios.	2016	40000	ReC Braval (2016); portal on-line: http://www.braval.pt/
Resinorte	TM-C	C - Ocorre em birreatores, com fermentação forçada. T°C= 70	2002	60000	ReC Resinorte (2016); PAPERSU2020-Resinorte; portal on-line: http://www.resinorte.pt/
Suldouro	TM-DA	DA - Sem informação sobre as especificações técnicas	2010	20000	ReC Suldouro (2016); portal on-line: http://www.suldouro.pt/
Valorlis	TM-DA	DA - Sem informação sobre as especificações técnicas	2010	20000	ReC Valorlis (2016); portal on-line: http://www.valorlis.pt/
Ersuc-1	TM-DA-préC-PósC	DA - Sem informação sobre as especificações técnicas. PréC - Túneis fechados. PósC - Ocorre em mesetas de compostagem	2012	63000	ReC Eesuc (2016) portal on-line: http://ersuc.pt/
Ersuc-2	TM-DA-préC-PósC	DA - Sem informação sobre as especificações técnicas PréC - Túneis fechados. PósC - Ocorre em mesetas de compostagem	2012	63000	ReC Eesuc (2016) portal on-line http://ersuc.pt/
Resistrela	TM-PréC-PósC	PréC - Pilhas de compostagem com arejamento forçado. PósC - Pilhas de maturação com revolvimento mecânico	2001	30000	ReC Resistrela (2016); portal on-line: http://www.resiestrela.pt/
Valnor	TM-DA-C	DA – Sem informação sobre as especificações técnicas C – Sem informação sobre as especificações técnicas	2012	45000	Portal on-line: http://www.valnor.pt/

Ambital	TM-PréC- PósC	PréC - Trincheiras fechadas de fermentação (T°C=65), arejamento forçado por injeção de ar. PósC - Mesetas de afinação com ventilador de impulsão	2006	20000*	ReC Ambital (2016); Alvará de licença ambiental UTMB Santiago do Cacém; portal on-line: http://www.ambital.pt/
Tratolixo	TM-DA-préC- PósC	DA - Esta unidade utiliza 3 digestores com gasómetro associado a recirculação e extração de biogás. PréC – Túneis fechados de compostagem PósC – Pilhas de maturação com revolvimento mecânico.	2012	75000	ReC Tratolixo (2016); Alvará de licença do Ecoparque da Abrunheira; portal on-line: http://www.tratolixo.pt/
Lipor	PréC- PósC	PréC - 12 tuneis fechados de arejamento forçado. PósC - 8 túneis de maturação.	2005	60000	ReC Lipor (2016); portal on-line: https://www.lipor.pt/pt/
Valorsul	DA-PréC- PósC	DA – Esta unidade utiliza 2 Bioreatores, o processo por via húmida, com temperaturas na gama termofilia, processa-se em 2 fases. PréC - Túneis fechados com arejamento forçado. PósC – Pilhas de compostagem	2005	40000	ReC Valorsul (2016); portal on-line: http://www.valorsul.pt/pt/

* Valor assumido para efeitos de cálculo

Anexo II - Capitação de biorresíduos por SGRU entre 2016 e 2030

SGRU/Cap Bior. (kg/hab.ano)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Algar	276,7	278,0	279,3	280,7	282,1	283,4	284,8	286,2	287,6	289,0	290,4	291,8	293,2	294,7	296,1
Amarsul	179,5	180,4	181,2	182,1	183,0	183,9	184,8	185,7	186,6	187,5	188,4	189,3	190,3	191,2	192,1
Ambilital	198,9	199,9	200,8	201,8	202,8	203,8	204,8	205,8	206,8	207,8	208,8	209,8	210,8	211,8	212,9
Ambisousa	135,6	136,2	136,9	137,6	138,2	138,9	139,6	140,3	141,0	141,6	142,3	143,0	143,7	144,4	145,1
Amcal	201,8	202,8	203,8	204,8	205,8	206,8	207,8	208,8	209,8	210,8	211,8	212,9	213,9	214,9	216,0
Braval	135,2	135,9	136,5	137,2	137,8	138,5	139,2	139,9	140,5	141,2	141,9	142,6	143,3	144,0	144,7
Pl. Beirão	132,1	132,7	133,4	134,0	134,7	135,3	136,0	136,7	137,3	138,0	138,7	139,3	140,0	140,7	141,4
Ecoleziria	152,6	153,4	154,1	154,9	155,6	156,4	157,1	157,9	158,7	159,4	160,2	161,0	161,8	162,6	163,4
Ersuc	148,6	149,3	150,0	150,7	151,5	152,2	152,9	153,7	154,4	155,2	155,9	156,7	157,5	158,2	159,0
Gesamb	185,6	186,5	187,4	188,3	189,3	190,2	191,1	192,0	193,0	193,9	194,9	195,8	196,8	197,7	198,7
Lipor	193,3	194,2	195,2	196,1	197,1	198,0	199,0	200,0	200,9	201,9	202,9	203,9	204,9	205,9	206,9
Resialentejo	244,9	246,1	247,3	248,5	249,7	250,9	252,2	253,4	254,6	255,8	257,1	258,3	259,6	260,9	262,1
Resistrela	137,0	137,7	138,4	139,0	139,7	140,4	141,1	141,8	142,4	143,1	143,8	144,5	145,2	145,9	146,7
Resitejo	215,7	216,7	217,8	218,8	219,9	221,0	222,0	223,1	224,2	225,3	226,4	227,5	228,6	229,7	230,8
Resulima	152,0	152,8	153,5	154,2	155,0	155,7	156,5	157,3	158,0	158,8	159,6	160,3	161,1	161,9	162,7
R. Nordeste	142,2	142,9	143,6	144,3	145,0	145,7	146,4	147,1	147,8	148,5	149,3	150,0	150,7	151,4	152,2
Suldouro	145,3	146,0	146,7	147,4	148,1	148,9	149,6	150,3	151,0	151,8	152,5	153,3	154,0	154,7	155,5
Tratolixo	210,0	211,0	212,1	213,1	214,1	215,2	216,2	217,3	218,3	219,4	220,5	221,5	222,6	223,7	224,8
Valnor	154,9	155,7	156,4	157,2	158,0	158,7	159,5	160,3	161,1	161,8	162,6	163,4	164,2	165,0	165,8
Valorlis	138,7	139,4	140,1	140,8	141,5	142,1	142,8	143,5	144,2	144,9	145,6	146,3	147,1	147,8	148,5
Valorminho	168,7	169,5	170,4	171,2	172,0	172,9	173,7	174,5	175,4	176,2	177,1	178,0	178,8	179,7	180,6
Valorsul	198,6	199,6	200,5	201,5	202,5	203,5	204,5	205,5	206,5	207,5	208,5	209,5	210,5	211,5	212,6
Resinorte	134,4	135,1	135,7	136,4	137,1	137,7	138,4	139,1	139,8	140,4	141,1	141,8	142,5	143,2	143,9
Nacional	154,9	155,7	156,4	157,2	158,0	158,7	159,5	160,3	161,1	161,8	162,6	163,4	164,2	165,0	165,8

Anexo III – Geração de biorresíduos por SGRU entre 2016 e 2030

SGRU/Geração Biorresíduos (t/ano)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Algar	122 133	122 964	123 727	124 486	125 228	125 947	126 644	127 326	127 997	128 669	129 346	130 032	130 725	131 426	132 135
Amarsul	140 620	141 338	142 219	143 093	143 947	144 773	145 573	146 349	147 106	147 854	148 597	149 338	150 075	150 810	151 542
Ambilital	22 201	22 248	22 288	22 330	22 372	22 414	22 455	22 495	22 536	22 579	22 624	22 671	22 719	22 770	22 822
Ambisousa	45 301	45 459	45 610	45 762	45 911	46 057	46 199	46 336	46 470	46 602	46 733	46 863	46 991	47 117	47 239
Amcal	4 921	4 932	4 941	4 950	4 959	4 969	4 978	4 987	4 996	5 005	5 015	5 026	5 036	5 048	5 059
Braval	38 856	38 991	39 120	39 251	39 379	39 504	39 625	39 743	39 858	39 971	40 084	40 195	40 305	40 413	40 518
Pl. Beirão	44 422	44 600	44 766	44 933	45 096	45 253	45 405	45 552	45 696	45 841	45 987	46 136	46 285	46 436	46 588
Ecoleziria	19 012	19 053	19 087	19 123	19 159	19 194	19 229	19 264	19 299	19 336	19 374	19 414	19 456	19 499	19 544
Ersuc	137 817	138 371	138 885	139 402	139 908	140 396	140 867	141 323	141 771	142 220	142 673	143 134	143 599	144 067	144 538
Gesamb	27 221	27 280	27 329	27 380	27 432	27 483	27 533	27 583	27 633	27 685	27 740	27 798	27 857	27 919	27 983
Lipor	184 983	185 628	186 243	186 863	187 473	188 069	188 646	189 207	189 755	190 294	190 829	191 360	191 882	192 395	192 895
Resialentejo	22 267	22 315	22 355	22 397	22 439	22 481	22 522	22 563	22 604	22 647	22 691	22 739	22 788	22 838	22 890
Resistrela	26 152	26 257	26 355	26 453	26 549	26 641	26 731	26 817	26 902	26 988	27 074	27 161	27 249	27 338	27 427
Resitejo	43 296	43 389	43 467	43 549	43 631	43 712	43 792	43 871	43 951	44 034	44 121	44 213	44 308	44 406	44 508
Resulima	47 788	47 955	48 114	48 274	48 432	48 585	48 735	48 879	49 021	49 160	49 298	49 436	49 571	49 703	49 832
R. Nordeste	19 258	19 326	19 390	19 454	19 518	19 580	19 640	19 698	19 755	19 811	19 867	19 922	19 977	20 030	20 082
Suldouro	63 901	64 158	64 396	64 636	64 870	65 097	65 315	65 527	65 734	65 942	66 153	66 366	66 582	66 799	67 017
Tratolixo	178 024	178 933	180 048	181 156	182 236	183 283	184 295	185 277	186 236	187 183	188 123	189 061	189 995	190 925	191 852
Valnor	39 512	39 596	39 668	39 742	39 817	39 891	39 964	40 036	40 109	40 185	40 264	40 348	40 435	40 524	40 617
Valorlis	41 871	42 040	42 196	42 353	42 507	42 655	42 798	42 937	43 073	43 209	43 347	43 487	43 628	43 770	43 913
Valorminho	12 589	12 633	12 674	12 717	12 758	12 799	12 838	12 876	12 913	12 950	12 986	13 023	13 058	13 093	13 127
Valorsul	313 715	314 977	316 146	317 323	318 475	319 586	320 658	321 697	322 716	323 738	324 769	325 818	326 877	327 943	329 015
Resinorte	124 824	125 260	125 675	126 093	126 505	126 907	127 296	127 675	128 045	128 409	128 769	129 128	129 480	129 826	130 164