



**Cláudia Sofia de  
Assunção Sousa e  
Silva**

**Recolha de resíduos urbanos no município de  
Espinho – sistemas de recolha porta-a-porta e  
tarifário**





**Cláudia Sofia de  
Assunção Sousa e  
Silva**

**Recolha de resíduos urbanos no município de  
Espinho – sistemas de recolha porta-a-porta e  
tarifário**

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica da Prof. Doutora Ana Paula Duarte Gomes, Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro



*“Tudo é ousado para quem a nada se atreve.”  
(Fernando Pessoa)*

Dedico este trabalho aos meus três grandes pilares ao longo desta jornada:  
à minha família, aos meus amigos e ao meu agrupamento.



## **o júri**

Presidente

**Prof. Doutor Mário Miguel Azevedo Cerqueira**  
Professor Auxiliar, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Orientador

**Prof. Doutora Ana Paula Duarte Gomes**  
Professora Auxiliar, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Arguente

**Prof. Doutora Maria Alzira Pimenta Dinis**  
Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Fernando Pessoa





## **agradecimentos**

O caminho percorrido até à conclusão deste trabalho foi possível pela cooperação daqueles que fui encontrando no seu trajeto. Assim, uma palavra de agradecimento, especialmente:

À minha orientadora, Professora Ana Paula Gomes, pela orientação prestada, por todas as correções, sugestões e disponibilidade demonstrada ao longo da realização deste trabalho.

Ao Engenheiro Joaquim Sá, chefe da Divisão de Serviços Básicos e Ambiente (DSBA) da Câmara Municipal de Espinho, por me ter dado a oportunidade de realizar este estágio e por todo o apoio dedicado.

À Engenheira Anna Krusta-Mano, que sempre se mostrou disponível para me auxiliar, por todo o acompanhamento e pela partilha de conhecimentos. Não posso deixar de agradecer à restante equipa da DSBA, que sempre me acolheram e acarinharam, em especial à Estela, Sueli e Vera.

Aos meus pais, por todo o apoio e carinho que me presentearam ao longo destes anos todos. E em especial, pela paciência que sempre têm comigo nos momentos de maior aperto.

Ao meu irmão pela compreensão e tenacidade nos momentos de maior tensão. À minha família, em especial à minha madrinha, por serem o meu exemplo e o meu porto de abrigo.

Aos meus amigos de Espinho, que sempre acreditam em mim e que têm sempre uma palavra de ânimo para me dar.

Ao meu agrupamento de escuteiros, que sempre foi uma segunda casa. Em especial, ao clã com quem vivi momentos inesquecíveis que me fizeram aprender e crescer rumo ao Homem Novo.

Ao FAS Sopa, pelo carinho e apoio em me ajudar a ser mais e melhor.

Aos meus amigos de Aveiro, pessoas que tive oportunidade de conhecer ao longo do meu percurso académico, pessoas com quem tive o prazer de dividir todas as horas de estudo e de diversão, e em especial aos amigos que levo para a vida: Carlos, Cátia, Costinha, Diogo, Filipe, Gabriela, Mafalda, Miguel, Pedro, Rui, Sofia, Sofia Filipe e Tiago.



## palavras-chave

Resíduos urbanos, gestão de resíduos, recolha seletiva porta-a-porta, sistema tarifário PAYT, desempenho ambiental e económico, Espinho.

## resumo

O presente trabalho teve como base um estágio curricular realizado na Divisão de Serviços Básicos e Ambiente da Câmara Municipal de Espinho. O principal objetivo foi avaliar os primeiros nove meses de um sistema piloto de recolha de resíduos urbanos (RU) porta-a-porta no município de Espinho, para verificar a viabilidade da expansão do projeto e posterior alteração do sistema tarifário, para um sistema baseado no princípio *pay-as-you-throw* (PAYT).

O Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos, PERSU 2020, é o documento de referência ao nível das políticas de gestão de RU em Portugal, que aponta a necessidade de reduzir o quantitativo de RU enviados para aterro e de aumentar a taxa de recuperação de recicláveis, impondo metas para o efeito.

As metas estabelecidas para o sistema de gestão de RU da LIPOR, onde o município se insere, são de 50 kg/hab/ano de retomas de recicláveis da recolha seletiva e 35 % de preparação para reutilização e reciclagem. Para cumprimento das metas fixadas, em agosto de 2018, a Câmara Municipal de Espinho, em parceria com a LIPOR, espoletou um projeto piloto de recolha seletiva porta-a-porta, cobrindo 29 % da área municipal e 18 % da população. O modelo tradicional por deposição em ecopontos, foi substituído por contentores de pequenas dimensões, mais especificamente de 40 L para fogos residenciais e de capacidade variável (40, 140, 240 ou 800 L) para fogos não residenciais.

A avaliação do sistema implementado permitiu averiguar, através de diversos indicadores (económicos e comportamentais), que foi bem-sucedido, apresentando, de um modo geral, um incremento das quantidades de resíduos recolhidas seletivamente face ao processo de deposição comum em ecopontos. As retomas de recicláveis da recolha seletiva e a preparação para reutilização e reciclagem aumentaram, respetivamente, de 24,8 kg/hab/ano e de 16 %, em 2014, para 39,8 e 21 %, em 2018. De modo a analisar os custos da possível expansão da zona piloto, criaram-se dois cenários que possibilitaram verificar que este modelo de gestão, apesar de acarretar mais encargos económicos ao nível da recolha e transporte dos resíduos seletivos, ocasiona uma redução dos custos totais de gestão e uma melhoria do desempenho ambiental do município, garantindo o cumprimento das metas de gestão de resíduos urbanos preconizadas até 2020.

Com o projeto porta-a-porta, o Município dá os primeiros passos para a implementação do sistema PAYT, visto que os equipamentos distribuídos são equipados com um *chip* e a viatura tem um leitor para monitorização das recolhas, associando o produtor ao respetivo equipamento de deposição. Portanto, os utilizadores serão cobrados pelo número de vezes que colocarão o seu contentor para recolha, sendo possível ter acesso a esses dados através de uma plataforma de registo *on-line*.

Uma vez que se pretende que o município subsidie 15 % do sistema de gestão de RU, é necessária uma receita mensal de 123 M€, através da aplicação de uma tarifa PAYT dupla. A tarifa fixa doméstica e não doméstica terá um custo de 2,9503 e 6,7398 €/30 dias, respetivamente, enquanto a tarifa variável altera com a capacidade do contentor. Para os contentores do setor doméstico, 40 L, esta terá um valor de 0,4846 €/contentor, uma vez que o preço volúmico dos resíduos é de 0,0121 €/L.



**keywords**

Urban waste, waste management, door-to-door selective collection, PAYT tariff system, environmental and economic performance, Espinho.

**abstract**

This dissertation is based on a curricular internship carried in the Division of Basic Services and Environment of Espinho municipality. The main goal was to evaluate the first nine months of a pilot project of door-to-door waste collection system in this city. This was done to verify the viability of the project's expansion and the subsequent modification of the tax system to a system based on the pay-as-you-throw principle.

According to PERSU 2020, the reference document to urban waste management policies in Portugal, there is a need to not only reduce the percentage of that same waste sent to a landfill, but also increase the percentage of recovery of recyclable waste.

With the goals, set by LIPOR's system, of 50 kg/hab per year of selective collection recovery and 35 % of preparation for reuse and recycling, it was found that, in the year 2014, the city of Espinho was under the stipulated figures of 24.75 kg/hab and 15.84 %. Thus, in august 2018, Espinho municipality, in partnership with LIPOR, started a pilot project of door-to-door selective collection in order to improve the city's quantitative data and achieve the agreed goals. This pilot project covered 29 % of the city's area and 18 % of the population. This same project differs from the traditional model of disposing waste in recycling bins, since it uses small containers, more specifically 40 L containers for residential areas and others of variable capacity (40, 140, 240 or 800 L) for non-residential areas.

Through the use of several indicators, the evaluation of the implemented system allowed to verify its success, showing an increase in the amount of the selective waste that was recovered comparing to those collected in the common recycling bins disposal. Recycling returns from selective collection and preparation for reuse and recycling increased respectively from 24.8 kg/hab/year and from 16 % in 2014 to 39.8 and 21 % in 2018. In order to analyze the capitations and costs of the possible expansion, scenarios were created to verify this management model. Despite entailing more economic costs in waste due to selective waste collection and transportation, this allowed a total management costs reduction and a municipal environmental performance improvement, thus ensuring the fulfilment of the proposed management goals of urban waste by 2020.

With the door-to-door project, the city takes its first steps towards the implementation of the PAYT system, since the distributed equipment are equipped with a chip and the vehicle holds a scanner for the collection monitorization, which associates the producer with the corresponding disposal equipment. Therefore, users are charged by the number of times they place their garbage container for collection, making it possible to have access to this data through a platform with online register.

Since it is intended that the municipality would fund 15 % of the UW management system, a monthly income of 123 M€ is required, through the application of a double PAYT rate. The domestic and non-domestic fixed tax will have a cost of 2.9503 and 6.7398 €/30 days, respectively, while this tax changes accordingly to the capacity of the container. For domestic containers, 40 L, this will have a value of 0.4846 €/container, since the volume price of waste is 0.0121 €/L.



# Índice

<b>Índice</b> .....	<b>xv</b>
<b>Índice de Figuras</b> .....	<b>xvii</b>
<b>Índice de Tabelas</b> .....	<b>xix</b>
<b>Lista de abreviaturas</b> .....	<b>xxiii</b>
<b>Nomenclatura</b> .....	<b>xxv</b>
<b>1 Enquadramento</b> .....	<b>1</b>
1.1 Considerações Preliminares .....	1
1.2 Enquadramento do Estágio na Entidade Acolhedora.....	2
1.3 Objetivo do Trabalho e Metodologia Aplicada .....	4
1.4 Estrutura do Relatório de Estágio .....	5
<b>2 Introdução</b> .....	<b>7</b>
2.1 Resíduos .....	7
2.1.1 Resíduos urbanos .....	7
2.1.2 Produção dos resíduos urbanos .....	8
2.1.3 Composição Física dos resíduos urbanos .....	11
2.2 Gestão de Resíduos Urbanos.....	11
2.3 Metas para a gestão de resíduos urbanos .....	14
2.3.1 Estratégia Comunitária.....	14
2.3.2 Estratégia Nacional .....	15
2.4 Sistema de recolha porta-a-porta .....	16
2.4.1 Experiências da recolha porta-a-porta em Portugal .....	19
2.4.2 Experiências da recolha porta-a-porta na Europa .....	22
2.5 Sistema Tarifário PAYT .....	23
2.5.1 Tipos de sistemas PAYT .....	24
2.5.2 Preços de PAYT .....	25
2.5.3 Barreiras à implementação do PAYT .....	26
2.5.4 Fatores que influenciam o sucesso do PAYT .....	27
2.5.5 Experiências do sistema PAYT na Europa .....	27
<b>3 Caso Estudo - Município de Espinho</b> .....	<b>31</b>
3.1 Caraterização do Município .....	31
3.1.1 Localização e Divisão por freguesias.....	31
3.1.2 Evolução Populacional.....	32
3.1.3 Atividade Económica.....	35
3.2 Produção e Caraterização dos Resíduos Urbanos .....	35
3.3 Recolha e Gestão de Resíduos .....	39
3.3.1 Recolha Indiferenciada.....	39
3.3.2 Recolha Seletiva de Ecopontos .....	40
3.3.3 Recolha Seletiva em Ecocentros .....	40
3.3.4 Recolha Seletiva em Comércio e Serviços .....	41

3.3.5	Recolha Seletiva de RUB.....	41
3.3.6	Recolha Seletiva de Verdes.....	41
3.3.7	Outras Recolhas Seletivas.....	42
3.4	Sistema Tarifário de Resíduos Urbanos.....	42
3.5	Objetivos e metas municipais.....	42
3.6	Potencialidade de captação multimaterial no Município.....	43
<b>4</b>	<b>Sistema de Recolha PaP de RU Implementado no Caso de Estudo.....</b>	<b>45</b>
4.1	Descrição da zona piloto.....	45
4.2	Sistema implementado.....	47
4.2.1	Objetivos.....	48
4.2.2	Sistema de recolha.....	48
4.2.3	Caraterização Económica.....	51
4.3	Avaliação do sistema implementado.....	56
4.3.1	Quantitativos de resíduos recolhidos.....	57
4.3.2	Análise Económica.....	60
<b>5</b>	<b>Expansão do sistema PaP e implementação do tarifário PAYT.....</b>	<b>63</b>
5.1	Expansão do sistema PaP.....	63
5.1.1	Descrição das novas zonas.....	63
5.1.2	Sistema a implementar.....	65
5.1.3	Caraterização económica.....	66
5.2	Evolução das captações e custos associados.....	66
5.3	Descrição do sistema PAYT a implementar.....	73
5.3.1	Estrutura do sistema PAYT a implementar.....	73
5.3.2	Serviços complementares.....	75
5.3.3	Cálculo da tarifa.....	76
<b>6</b>	<b>Conclusões e sugestões.....</b>	<b>85</b>
6.1	Conclusões.....	85
6.2	Sugestões para trabalho futuro.....	86
	<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>89</b>
	<b>Anexo A – Circuitos de recolha porta-a-porta.....</b>	<b>93</b>
	<b>Anexo B – Distância desde Espinho até à LIPOR.....</b>	<b>95</b>
	<b>Anexo C – Custos.....</b>	<b>97</b>
	<b>Anexo D – Plataforma DataCenter LIPOR.....</b>	<b>99</b>
	<b>Anexo E – Edital municipal sobre as tarifas.....</b>	<b>103</b>



## Índice de Figuras

Figura 1.1 - Organização dos serviços municipais da CME (Fonte: CME, 2018).....	3
Figura 1.2 - Estrutura orgânica da DSBA (Fonte: DSBA, 2019).....	4
Figura 2.1 – Evolução da produção anual de RU na UE e em Portugal (Fonte: EUROSTAT, 2018). .....	8
Figura 2.2 – Destino dos RU em Portugal Continental, entre 2012 e 2017 (Fonte: APA, 2018). ....	10
Figura 2.3 – Caracterização física média dos RU produzidos em Portugal Continental, no ano 2017 (Fonte: APA, 2018). ....	11
Figura 2.4 – Sistemas de Gestão de Resíduos Urbano, em Portugal Continental (Fonte: Naturlink, 2018). ....	12
Figura 2.5 – Área de intervenção do sistema LIPOR (Fonte: Naturlink, 2018a).....	13
Figura 2.6 - Análise SWOT do sistema de recolha porta-a-porta.....	17
Figura 2.7 – Modelos do sistema PAYT. ....	24
Figura 3.1 - Freguesias do Concelho de Espinho (Fonte: Gazilion, 2014). ....	32
Figura 3.2 - Evolução da população no concelho de Espinho entre 1864 e 2017.....	32
Figura 3.3 - Projeção da população no concelho de Espinho até 2030.....	34
Figura 3.4 - População empregada por sector de atividade económica, entre 1960 e 2011 (PORDATA, 2015).....	35
Figura 3.5 - Evolução da Produção de RU, no ME, entre 2015 e 2018 (Fonte: DSBA, 2019). ....	37
Figura 3.6 - Evolução da percentagem de RU produzidos, no ME, entre 2015 e 2018 (Fonte: DSBA, 2019). ....	37
Figura 3.7 - Quantidade de resíduos recolhidos, no ME, no ano de 2018 (Fonte: DSBA, 2019). ...	38
Figura 3.8 - Composição física dos resíduos indiferenciados no ME, em 2016 (Fonte: LIPOR, 2018b). .....	39
Figura 4.1 - Localização da zona piloto no concelho de Espinho (Fonte: DSBA, 2019).....	45
Figura 4.2 - Localização de ecopontos no município de Espinho (Fonte: DSBA, 2019). ....	46
Figura 4.3 - Localização de ecopontos na zona piloto porta-a-porta (raio de influência de 100 m) (Fonte: DSBA, 2019).....	47
Figura 4.4 - Contentores da recolha porta-a-porta de indiferenciados e de multimaterial trifluxo. ...	48
Figura 4.5 - Saco da recolha porta-a-porta de resíduos verdes.....	49
Figura 4.6 – Mapa da frequência de recolha do sistema porta-a-porta. ....	49
Figura 4.7 - Viatura movida a gás natural utilizada para a recolha de indiferenciados e multimaterial trifluxo. ....	50

Figura 4.8 - Viatura utilizada para a recolha de resíduos verdes. ....	50
Figura 4.9 - Deposição de resíduos de papel/cartão no ecocentro de Anta. ....	51
Figura 4.10 - Compactador de 20 m <sup>3</sup> para deposição de resíduos de papel/cartão ou embalagens provenientes do PaP. ....	53
Figura 4.11 – Contentor de 20 m <sup>3</sup> para deposição de resíduos de vidro provenientes do PaP. ....	53
Figura 4.12 - Caixa de 20 m <sup>3</sup> para deposição de resíduos verdes provenientes do PaP. ....	56
Figura 5.1 - Localização das zonas de expansão do sistema porta-a-porta, Mancha 1 e Mancha 2, no ME. ....	64
Figura 5.2 - Localização de ecopontos na cidade (raio de influência de 100 m). ....	65
Figura 5.3 - Análise das distâncias percorridas para recolha de resíduos depositados em ecoponto. ....	69
Figura 5.4 - Custos dos diferentes fluxos para cada cenário. ....	73
Figura 5.5 - Situações em que os contentores de 40 L não são suficientes. ....	74
Figura 5.6 - Exemplos de contentores equipados com mecanismos de controlo de acesso (Fonte: ERSAR, 2018). ....	75
Figura 5.7 - Estimativa de produção de resíduos indiferenciados para o ano de 2019. ....	77
Figura 5.8 - Estimativa de produção de resíduos seletivos para o ano de 2019. ....	77
Figura 5.9 – Influência de cada variável no custo total do sistema PAYT. ....	81

## Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Quantidades de RU produzidos em Portugal (Fonte: APA, 2018a).....	9
Tabela 2.2 – Posicionamento do sistema LIPOR face à meta de retoma de recolhas seletivas.....	14
Tabela 2.3 - Posicionamento do sistema LIPOR face à meta preparação para reutilização e reciclagem.....	14
Tabela 2.4 – Casos de implementação de sistemas de recolha PaP, na Europa, e respetivos resultados (Adaptado de: Pardilhó, 2016). .....	17
Tabela 2.5 – Casos de implementação de sistemas de recolha PaP, em Portugal (Adaptado de: Lavita, 2008).....	19
Tabela 2.6 – Panorama dos sistemas de recolha nas capitais europeias (Adaptado de: CE, 2015). .....	22
Tabela 2.7 – Casos de implementação do sistema tarifário PAYT, na Europa (Fonte: EcoWerf, 2018; ERSAR, 2018).....	27
Tabela 3.1 - Análise da área das freguesias (Fonte: INE, 2018). .....	32
Tabela 3.2 - Métodos mais adequados para a estimativa de população (Fonte: Marques & Sousa, 2008). .....	33
Tabela 3.3 - Projeção habitacional através de diferentes métodos. ....	34
Tabela 3.4 - População estimada para o ME entre o período de 2018 e 2023. ....	35
Tabela 3.5 - População considerada para cálculo de capitações para os anos entre 2015 e 2018 (PORDATA, 2018).....	36
Tabela 3.6 - Resíduos recolhidos no concelho de Espinho e respetivas capitações. ....	36
Tabela 3.7 - Produção de RU per capita em Portugal.....	36
Tabela 3.8 - Evolução prevista do posicionamento em relação às metas (Fonte: CME, 2015). ....	43
Tabela 3.9 - Evolução prevista da recolha seletiva (Fonte: CME, 2015). .....	43
Tabela 3.10 - Capitação dos resíduos multimaterial 3F provenientes de ecopontos e ecocentros no ano 2016. ....	44
Tabela 3.11 - Resíduos multimaterial 3F presentes nos resíduos urbanos indiferenciados e capitações possíveis. ....	44
Tabela 3.12 - Capitação possíveis dos resíduos multimaterial 3F para o Município de Espinho. ....	44
Tabela 4.1 - Quantitativos esperados para a recolha seletiva PaP residencial (Fonte: CME, 2015). .....	48
Tabela 4.2 - Quantidade de contentores distribuídos em fogos não residenciais de acordo com o fluxo e capacidade (Fonte: DSBA, 2019).....	49

Tabela 4.3 – Quantidades totais de resíduos recolhidos pelo sistema PaP, em quilogramas (Fonte: DSBA, 2019). .....	57
Tabela 4.4 - Quantidades totais de resíduos recolhidos pelo sistema PaP, em percentagem (Fonte: DSBA, 2019). .....	57
Tabela 4.5 – Captações mensais do sistema de recolha PaP. ....	58
Tabela 4.6 - Captações diárias do sistema de recolha PaP. ....	58
Tabela 4.7 - Quantidades totais de resíduos recolhidos no ME nos anos de 2017 e 2018, entre agosto e dezembro, e variação entre os anos. ....	59
Tabela 4.8 – Meta preparação para reutilização e reciclagem no ME nos anos 2017 e 2018. ....	59
Tabela 4.9 – Valores de retomas de recolha seletiva no ME nos anos 2017 e 2018. ....	60
Tabela 4.10 - Análise dos custos de recolha e deposição de resíduos indiferenciados no período de agosto a dezembro nos anos de 2017 e 2018. ....	61
Tabela 5.1 - Caracterização das zonas de expansão do sistema PaP. ....	63
Tabela 5.2 - Capturas propostas para multimaterial trifluxe. ....	67
Tabela 5.3 - Características do trifluxe. ....	68
Tabela 5.4 - Custo de multimaterial 3F pelo sistema PaP. ....	68
Tabela 5.5 - Custo de recolha de resíduos multimaterial 3F por ecopontos. ....	69
Tabela 5.6 - Custo de transporte de resíduos multimaterial 3F por ecopontos. ....	69
Tabela 5.7 - Custo total dos resíduos multimaterial trifluxe. ....	70
Tabela 5.8 - Capturas propostas para resíduos verdes. ....	70
Tabela 5.9 - Custo da recolha dos resíduos verdes pelo sistema PaP. ....	71
Tabela 5.10 - Custo do transporte dos resíduos verdes pelo sistema PaP. ....	71
Tabela 5.11 - Custo de verdes pelo sistema PaP. ....	71
Tabela 5.12 - Custo de verdes de cemitério. ....	71
Tabela 5.13 - Custo de verdes do ecocentro. ....	71
Tabela 5.14 - Custo total dos resíduos verdes. ....	71
Tabela 5.15 - Capturas propostas para os RI e consequentes quantidades. ....	72
Tabela 5.16 - Custo de resíduos indiferenciados pelo sistema PaP. ....	72
Tabela 5.17 - Custo de resíduos indiferenciados por ecopontos. ....	72
Tabela 5.18 - Custo total dos resíduos indiferenciados. ....	72
Tabela 5.19 - Custos estimados para cada cenário. ....	72
Tabela 5.20 - Projeção da quantidade de resíduos indiferenciados no Município de Espinho. ....	78
Tabela 5.21 - Projeção da quantidade de resíduos seletivos no Município de Espinho. ....	78
Tabela 5.22 - Valor dos custos referentes à gestão de resíduos indiferenciados. ....	79

Tabela 5.23 - Custo referente aos resíduos seletivos através do sistema PaP.....	79
Tabela 5.24 - Custo referente aos resíduos seletivos através da deposição comum em ecopontos. .....	79
Tabela 5.25 - Valor dos custos referentes à gestão de resíduos seletivos.....	80
Tabela 5.26 - Tarifa fixa a aplicar no sistema PAYT. ....	81
Tabela 5.27 - Tarifa variável a aplicar no sistema PAYT. ....	82
Tabela 5.28 - Preços do sistema PAYT.....	82
Tabela 5.29 - Comparação entre o valor mensal pago na tarifa atual e o valor que será pago com a nova tarifa, para um consumidor doméstico.....	83



## Lista de abreviaturas

AMP	- Área Metropolitana do Porto
CDR	- Combustíveis Derivados de Resíduos
CME	- Câmara Municipal de Espinho
DQR	- Diretiva Quadro de Resíduos
DSBA	- Divisão de Serviços Básicos e Ambiente
ECAL	- Embalagens de Cartão para Alimentos Líquidos
EDP	- Energias de Portugal
LER	- Lista Europeia de Resíduos
ME	- Município de Espinho
OAU	- Óleos Alimentares Usados
PaP	- Porta-a-Porta
PAPERSU	- Plano de Ação do Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos
PAYT	- <i>pay-as-you-throw</i>
PERSU	- Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos
PO SEUR	- Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos
REEE	- Resíduos de Equipamento Elétrico e Eletrónico
RU	- Resíduos Urbanos
RUB	- Resíduos Urbanos Biodegradáveis
SGRU	- Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos
SIRER	- Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos
SUMA	- Serviços Urbanos e Meio Ambiente
SWOT	- <i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats</i>
TGR	- Taxa de Gestão de Resíduos
TM	- Tratamento Mecânico
TMB	- Tratamento Mecânico-Biológico
UE	- União Europeia
3F	- Trifluxe





## Nomenclatura

C	- Capitações	[kg/hab/ano]
C <sub>a</sub>	- Custo de aluguer das viaturas	[€/mês]
C <sub>c</sub>	- Custo de combustível	[€/viagem]
C <sub>f</sub>	- Custo fixo de gestão de resíduos	[€/30 dias]
C <sub>ip</sub>	- Custo da inspeção da viatura	[€/ano]
C <sub>m</sub>	- Custo de manutenção da viatura	[€/ano]
C <sub>p</sub>	- Custo de aquisição de pneus	[€/ano]
C <sub>r</sub>	- Custo associado à recolha de resíduos	[€/ano]
C <sub>r,verdes</sub>	- Custo associado à recolha de resíduos verdes	[€/mês]
C <sub>RH</sub>	- Custo horário dos trabalhadores	[€/h]
C <sub>s</sub>	- Custo do seguro da viatura	[€/ano]
C <sub>T</sub>	- Encargos salariais dos trabalhadores	[€/viagem]
C <sub>Tp</sub>	- Custo referente ao transporte dos resíduos seletivos até ao Centro de Triagem da LIPOR	[€/mês]
C <sub>Tt</sub>	- Custo associado ao transporte de resíduos	[€/ano]
C <sub>V</sub>	- Custo específico da viatura	[€/mês]
C <sub>vei</sub>	- Consumo médio para tipo de veículo	[L/km]
C <sub>verdes</sub>	- Custo associado aos resíduos verdes	[€/ano]
C <sub>Vr</sub>	- Custo específico da viatura a <i>renting</i>	[€/mês]
d <sub>Tp</sub>	- Distância percorrida no transporte dos resíduos seletivos até ao Centro de Triagem da LIPOR	[km/viagem]
F	- Custo associado ao serviço de fiscalização	[€/ano]
K <sub>t<sub>f</sub></sub> <sup>ND</sup>	- Coeficiente de diferenciação da tarifa fixa para utilizadores domésticos e não domésticos	[-]
M	- Meta retomas de recolha seletiva	[kg/hab/ano]
n <sub>D</sub>	- Número de utilizadores domésticos	[utilizadores]
n <sub>ND</sub>	- Número de utilizadores não domésticos	[utilizadores]
N <sub>t</sub>	- Número de trabalhadores	[trabalhadores]
n <sub>v</sub>	- Número de viagens	[viagem/mês]
P <sub>c</sub>	- Custo unitário do combustível	[€/L]
P <sub>m</sub>	- População municipal	[habitantes]
Q	- Quantidade de resíduos	[kg/ano]
T <sub>f</sub> <sup>D</sup>	- Tarifa fixa de gestão de resíduos para utilizadores domésticos	[€/30 dias]
T <sub>f</sub> <sup>ND</sup>	- Tarifa fixa de gestão de resíduos para utilizadores não domésticos	[€/30 dias]
t <sub>r</sub>	- Tempo dedicado à recolha dos resíduos	[h/viagem]

$t_{Tp}$	- Tempo dedicado ao transporte dos resíduos seletivos até ao Centro de Triagem da LIPOR	[h/viagem]
V	- Número de viagens	[viagem/ano]
vol/viat	- Razão volume/viagem	[m <sup>3</sup> /viagem]
y	- Fração mássica	[-]
$\rho$	- Densidade mássica	[kg/m <sup>3</sup> ]
%P	- Percentagem de população	[%]

#### Subscritos

A	- Referente ao Cenário A
B	- Referente ao Cenário B
ec	- Referente à recolha de ecoponto
i	- Referente aos fluxos (papel/cartão, embalagens, vidro e verdes)
pp	- Referente ao circuito de recolha porta-a-porta
1	- Referente ao circuito 1
2	- Referente ao circuito 2

# 1 ENQUADRAMENTO

---

Neste capítulo é feito um enquadramento inicial da problemática associada à produção de resíduos e a sua gestão. É também aludido o interesse do presente relatório de estágio abordar a temática dos resíduos urbanos (RU), sendo enumerados os objetivos a atingir com a elaboração do mesmo e o modo como este se encontra estruturado. Numa outra instância, é apresentada a entidade acolhedora onde decorreu o estágio curricular.

## 1.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Nos dias de hoje, a temática ambiente tem assumido uma crescente posição na nossa sociedade. Este tema tornou-se emblemático, no ano de 1972, com a conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, mais conhecida por Conferência de Estocolmo, por ter ocorrido neste lugar, onde se estabeleceram diversos princípios de atuação, que estão na base do quadro legislativo em matéria ambiental (APA, 2018b).

Tendo em conta que, nos últimos anos, tem havido um crescimento demográfico e um desenvolvimento de atividades económicas, a produção de resíduos também sofreu um aumento significativo. Ora, este desenvolvimento tem levado a mudanças dos hábitos de vida e a um aumento no consumo de bens, que contribuem, em larga escala, para a produção de grandes quantidades de resíduos (CME, 2014). Em média, a União Europeia (UE) produz três mil milhões de toneladas de resíduos todos os anos, visto que cada um dos seus 500 milhões de habitantes produz cerca de 6 toneladas por ano, dos quais meia tonelada são RU (CE, 2010).

A gestão de RU é uma das questões ambientais com maior impacto sobre a vida quotidiana dos consumidores e produtores e é uma das lutas da dura batalha global para a melhor utilização dos recursos do planeta na perspetiva da sustentabilidade. É uma matéria complexa e multidisciplinar, incorporando diversos domínios, como ambientais, económicos, políticos, sociais e tecnológicos.

A adequada gestão dos resíduos produzidos é harmonizada no âmbito nacional pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, que transpõe a Diretiva 2008/98/CE, e pelo Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos, PERSU 2020, que constitui o principal documento de referência ao nível das políticas de gestão de RU em Portugal Continental, alterando o anterior PERSU II. Com a publicação das recentes Diretivas 2018/850/CE, relativa à deposição de resíduos em aterro, 2018/851/CE, relativa aos resíduos e a 2018/852/CE, relativa a embalagens e a resíduos de embalagens, são estabelecidos novos objetivos para os estados membros, fundamentais no contexto da transição para uma economia circular. Para dar cumprimento às novas diretivas, os estados membros tem de colocar em vigor as disposições legislativas, regulamentares e administrativas até 2020.

O PERSU 2020 determina os princípios gerais, os objetivos, as metas e medidas associadas à prevenção dos RU. As metas nacionais definidas focam-se na redução da produção de resíduos, no aumento da preparação para a reutilização e a reciclagem dos RU, no crescimento da reciclagem dos resíduos de embalagens e na diminuição da quantidade de resíduos urbanos biodegradáveis (RUB) depositados em aterro (APA, 2014).

Em termos organizacionais, a gestão de RU em Portugal Continental é assegurada por 23 Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU), cobrindo a totalidade do território. Um destes sistemas é a LIPOR - Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto, que é a entidade responsável pela gestão, valorização e tratamento dos RU produzidos pelos oito municípios que a integram, sendo o município de Espinho um deles e no âmbito do qual se enquadra o presente estudo (APA, 2018f).

De forma a atingir as metas definidas a nível nacional, foram estabelecidas no PERSU 2020, metas aplicáveis aos sistemas de gestão de RU, tendo sido fixadas para o sistema LIPOR as seguintes: 50 kg/hab/ano de retomas de materiais com origem em recolha seletiva, 35 % a fração de preparação para reutilização e reciclagem e o máximo de 10 % de RUB a serem depositados em aterro (LIPOR, 2015).

Para que a LIPOR consiga atingir as suas metas é necessário o contributo de todos os seus municípios. O Município de Espinho (ME) integra-se neste sistema e, em 2014, os seus resultados foram de 24,75 kg/hab de retomas de recolha seletiva e 15,84 % de preparação para reutilização e reciclagem, levando-o a definir vários eixos de intervenção, que constam no seu PAPERSU (Plano de Ação do PERSU 2020) com vista a contribuir para o alcance das metas estabelecidas no PERSU 2020 (CME, 2015).

De forma a obter-se uma boa gestão, requer-se a necessidade de criar várias medidas ambientais, adotando políticas específicas que assegurem o respeito pelo ambiente e consequentemente contribuam para um desenvolvimento sustentável. Os municípios devem ajudar a despertar uma consciência cívica de carácter ambientalista a todos os seus munícipes.

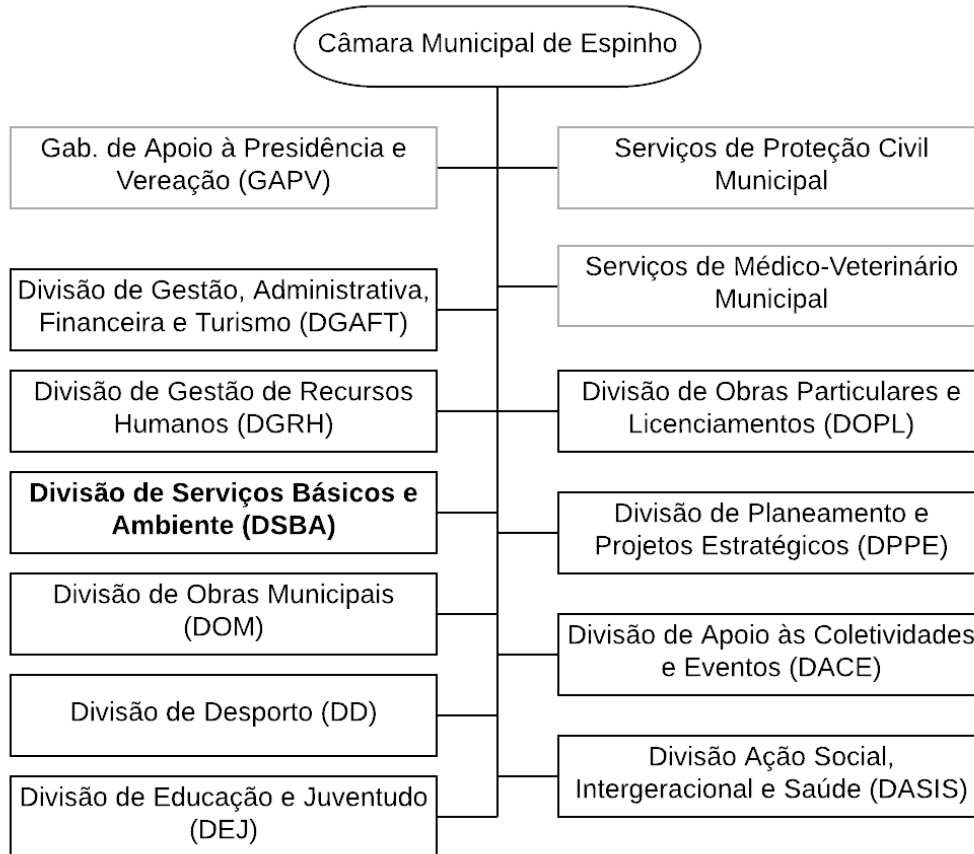
Um sistema de recolha seletiva porta-a-porta (PaP) de RU, ao nível residencial, contribui para se atingir um incremento da recolha seletiva multimaterial e de recolha seletiva de RUB (Lavita, 2008), que constitui o segundo e terceiro eixos de ação, respetivamente, do PAPERSU do Município de Espinho. Assim, o município, em parceria com a LIPOR, esboçou em 2018 um projeto piloto de recolha seletiva PaP, cobrindo 29 % da área municipal e 18 % da população. Passado quase um ano, torna-se importante realizar a avaliação do sistema de recolha PaP implementado na zona piloto do município e estudar a possibilidade de o alargar a novas zonas, bem como, estudar a possibilidade de implementação de um sistema tarifário baseado no princípio *pay-as-you-throw* (PAYT).

## **1.2 ENQUADRAMENTO DO ESTÁGIO NA ENTIDADE ACOLHEDORA**

A Câmara Municipal de Espinho (CME) é o órgão autárquico do Município de Espinho, localizado no distrito de Aveiro e pertencente à Área Metropolitana do Porto, que tem como função o desenvolvimento do município em todas as áreas de vida, como abastecimento público, ação social e habitação, ambiente e saneamento básico, defesa do consumidor, desporto e cultura, educação, ordenamento do território e urbanismo, proteção civil, saúde e transportes e comunicações. Este órgão tem como missão estabelecer e executar políticas de forma a defender os interesses e a satisfazer as necessidades da sua população (Portal do Cidadão, 2018).

Compete ainda à Câmara Municipal de Espinho organizar e gerir o funcionamento dos seus serviços, para prestar uma melhor resposta aos cidadãos e cumprir todos os interesses públicos e legalidades. Assim, de acordo com o Regulamento nº 396/2017

(CME, 2014), Regulamento de Organização dos Serviços Municipais, a CME estrutura-se em torno de onze unidades orgânicas flexíveis de 2º grau, correspondentes a divisões municipais, como se pode observar na Figura 1.1.



**Figura 1.1** - Organização dos serviços municipais da CME (Fonte: CME, 2018).

A Divisão de Serviços Básicos e Ambiente (DSBA), onde decorre este estágio curricular, situa-se na zona industrial de Silvalde, no edifício administrativo junto ao armazém da Câmara, e é a quem compete, segundo o artigo 12.º do Regulamento nº 396/2017, entre outras funções:

- “Promover a recolha de resíduos sólidos e a limpeza das vias e locais públicos; (...)
- Garantir e assegurar a prossecução das atribuições do município em matéria de gestão de resíduos, nos termos da legislação aplicável; (...)
- Supervisionar os equipamentos eletromecânicos de recolha de resíduos sólidos urbanos no município;
- Gerir o mercado municipal e as feiras na área do concelho; (...)
- Realizar e promover ações de sensibilização da população e dos agentes económicos para a necessidade de proteção do ambiente e educação ambiental com vista à preservação e melhoria da qualidade de vida”.

Esta divisão encontra-se organizada de acordo com a estrutura orgânica apresentada na Figura 1.2.

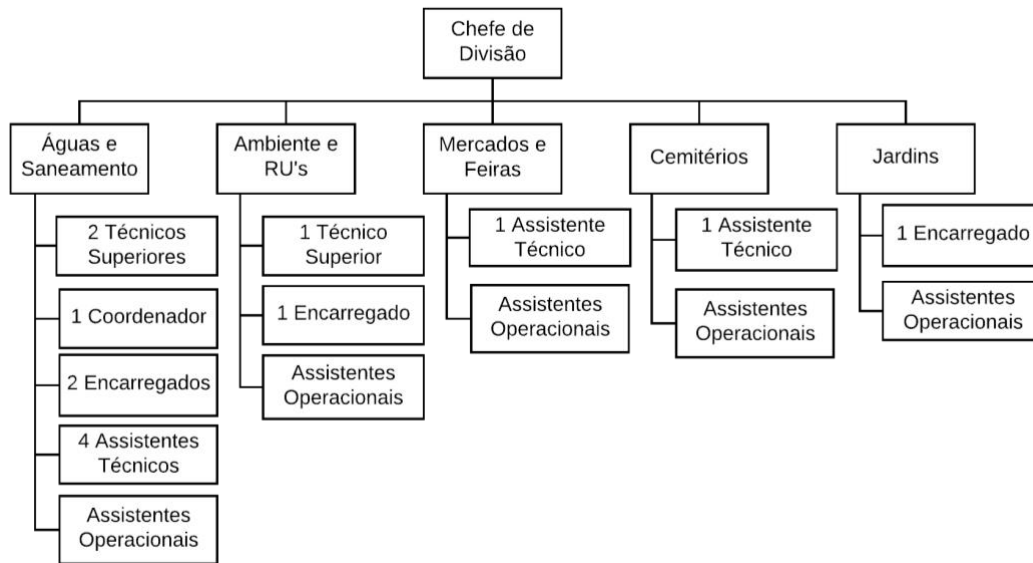


Figura 1.2 - Estrutura orgânica da DSBA (Fonte: DSBA, 2019).

### 1.3 OBJETIVO DO TRABALHO E METODOLOGIA APLICADA

O presente relatório de estágio visa a conclusão do ciclo de estudos do Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente da Universidade de Aveiro, de forma à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente.

O estágio curricular foi realizado na Câmara Municipal de Espinho, mais especificamente na Divisão de Serviços Básicos e Ambiente, com duração de um ano letivo, incidindo na área de resíduos urbanos.

Visando o modo como o município de Espinho encara e lida com a gestão de resíduos urbanos são apresentados os seguintes objetivos como base orientadora deste trabalho:

- Avaliação do sistema de recolha porta-a-porta de resíduos urbanos implementado numa zona piloto do município de Espinho, com vista à sua expansão a novas zonas, e;
- Proposta dum tarifário baseado no princípio *pay-as-you-throw*.

De forma a atingir os objetivos propostos, o estágio teve a seguinte metodologia:

- A. Pesquisa sobre práticas de recolha de RU porta-a-porta e sistema PAYT, no país e na Europa;
- B. Caracterização do município de Espinho, relativamente à geração e gestão de resíduos urbanos;
- C. Análise da informação e resultados do sistema atual;
- D. Cálculo de indicadores de desempenho;
- E. Proposta de expansão do sistema;
- F. Proposta do método de implementação do sistema *pay-as-you-throw*;

Paralelamente, ao longo do estágio, foram desenvolvidas outras atividades inseridas nas restantes áreas de atuação da DSBA, como é exemplo, o envolvimento numa sessão educativa para comemorar o Dia da Árvore, com as escolas do primeiro ciclo do município,

e uma visita técnica, realizada em Pontevedra, pela LIPOR e o projeto “Revitaliza”, com o intuito de conhecer um projeto de compostagem comunitária.

## **1.4 ESTRUTURA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO**

Com o intuito de alcançar os objetivos anteriormente descritos, organizou-se o presente relatório de estágio em 6 capítulos, sucedidos das Referências Bibliográficas e Anexos.

O presente e primeiro capítulo, designado Enquadramento, apresenta a temática dos resíduos urbanos, do ponto de vista ambiental, apresenta a entidade acolhedora do estágio e descreve os objetivos do trabalho bem como a metodologia seguida e a estrutura do presente documento.

O Capítulo 2, denominado por Introdução, cria uma súmula do estado da arte relativamente à gestão de RU e legislação aplicável, dando ênfase à operação de recolha, apresentando exemplos de recolha porta-a-porta e de modos de implementação do princípio *pay-as-you-throw*, de forma a servir de orientação para o presente estudo.

No Capítulo 3 descreve-se a área de estudo, o Município de Espinho, relativamente à sua localização e divisão por freguesias, evolução populacional e atividade económica. Descreve-se também a produção, caracterização, recolha e gestão subsequente dos RU, incluindo a questão do tarifário, objetivos e metas implementadas sobre o mesmo. Analisa-se ainda o potencial de recolha seletiva inerente aos resíduos indiferenciados.

O Capítulo 4 destina-se à apresentação e avaliação do projeto piloto de recolha seletiva PaP implementado no Município de Espinho, contando com uma descrição da zona piloto e do sistema e uma avaliação dos seus primeiros nove meses de implementação.

No Capítulo 5 apresenta-se a proposta de expansão do sistema PaP e da implementação do sistema tarifário PAYT. Numa primeira instância, estudam-se as zonas passíveis de alargamento e o melhor método de aplicação. De seguida, passa-se para uma análise da possível evolução de capituições com a expansão às novas zonas PaP e os custos associados a ela. Finaliza-se com a identificação dos melhores métodos de execução de um sistema tarifário PAYT no Município de Espinho, os serviços complementares e a tarifa a aplicar.

No Capítulo 6, onde se apresentam as conclusões e sugestões, é feita uma reflexão de todo o trabalho realizado no estágio, apresentando as principais conclusões e um conjunto de sugestões para serem abordados em futuros estudos nesta área.





## 2 INTRODUÇÃO

---

Este capítulo inicia com a definição do termo resíduos, focando-se posteriormente na produção, composição física e gestão dos resíduos urbanos, destacando-se a apresentação do sistema de gestão LIPOR, onde está inserido o Município de Espinho. Dando ênfase à operação de recolha, apresenta exemplos de recolha porta-a-porta e de modos de implementação do princípio *pay-as-you-throw*, de forma a servir de orientação para o presente estudo.

### 2.1 RESÍDUOS

A definição de resíduo pode ser considerada subjetiva, visto que o que uma pessoa considera resíduo pode ser considerado como um recurso valioso para outra. No entanto, existe a necessidade de uma definição e classificação legal do conceito, de forma a permitir a elaboração precisa dos planos de gestão local, regional e nacional. A nível nacional, o Decreto-Lei nº 178/2006 alterado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, conhecido como Lei Quadro dos Resíduos, e em termos europeus, a Diretiva Quadro dos Resíduos (DQR) - Diretiva 2008/98/CE alterada pela Diretiva 2018/851/CE, define que resíduos são “quaisquer substâncias ou objetos de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer” (CE, 2018b; MAOT, 2011; Williams, 2005).

Os resíduos podem ser classificados tendo em conta a sua origem, isto é, em resíduos urbanos, resíduos industriais, resíduos agrícolas, resíduos hospitalares e resíduos de construção e demolição. De igual modo, podem ser classificados de acordo com as suas características em resíduos inertes, não perigosos e resíduos perigosos (MAOT, 2011).

#### 2.1.1 RESÍDUOS URBANOS

Em Portugal, a definição de resíduo urbano (RU) decorre do Decreto-Lei n.º 73/2011. Este decreto refere que os RU são os provenientes das habitações ou que, pela sua natureza ou composição, se assemelhem a estes (MAOT, 2011).

Considera-se RU os resíduos gerados por agregados familiares (resíduos domésticos) e por pequenos e grandes produtores de resíduos semelhantes, quando a produção diária é inferior ou igual a 1100 L e quando a produção diária é superior a 1100 L, respetivamente. Porém, apesar de se considerar a mesma tipologia de resíduos, existe diferenciação no referente à responsabilidade de gestão, cabendo a responsabilidade aos municípios, nos casos em que a produção diária é inferiores a 1100 L, e aos respetivos produtores nos restantes casos (APA, 2018c).

A classificação dos resíduos urbanos é sempre efetuada de acordo com a Lista Europeia de Resíduos (LER), publicada através da Decisão 2014/955/UE, que altera a Decisão 2000/532/CE, referida no artigo 7.º da Diretiva 2008/98/CE, de forma a uniformizar os critérios de classificação de resíduos, na União Europeia (UE). Esta lista agrupa os resíduos em vinte categorias sendo que cada uma delas se subdivide em várias subcategorias (APA, 2018c). Os RU pertencem à vigésima categoria.

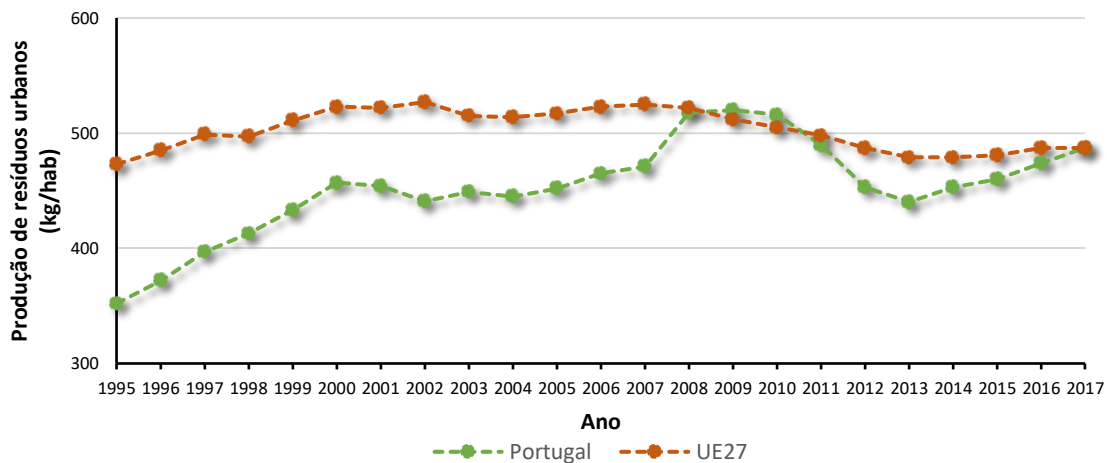
### 2.1.2 PRODUÇÃO DOS RESÍDUOS URBANOS

A produção de resíduos é influenciada por diferentes fatores, como o clima e estação do ano, a situação económica e hábitos da população, tipologia da urbanização, características económicas da região e eficiência de recolha dos resíduos (Pardilhó, 2016).

É necessário refletir sobre o modo como produzimos, utilizamos e recuperamos os resíduos, de modo a promover a redução da sua produção, bem como a sua reutilização e reciclagem, com vista a uma evolução para uma economia circular (PCM, 2018).

Em Portugal, denota-se uma diferença acentuada entre a produção de resíduos na região interior e litoral do país, devido ao facto das principais atividades como comércio, turismo ou indústria se encontrarem essencialmente localizadas no litoral, provocando uma maior concentração da população nessas regiões (Sousa, 2016).

A evolução da produção de resíduos, quer na União Europeia (27 países), quer em Portugal tem vindo a variar. A Figura 2.1 representa a evolução da produção de RU desde 1995 a 2017.



**Figura 2.1** – Evolução da produção anual de RU na UE e em Portugal (Fonte: EUROSTAT, 2018).

Na Figura 2.1 observa-se que a produção de RU *per capita* na UE é sempre superior à portuguesa, excetuando nos anos 2009 e 2010. Observa-se, também, que a produção de resíduos na UE tem sido mais constante e que a referente a Portugal apresenta mais oscilações. O aumento verificado em Portugal de 2007 para 2008 pode-se justificar pela implementação, em 2007, do SIRER, Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos, que visa disponibilizar, por via eletrónica um mecanismo de registo e acesso a dados sobre todos os tipos de resíduos, substituindo os anteriores sistemas e mapas de registo (MAOTDR, 2006).

Os dados apresentados apontam para que, em média, no ano de 2017, cada habitante da UE-27 e Portugal tenha produzido cerca de 487 kg de RU. Segundo o PERSU 2020 (APA, 2014), era esperado que a produção de RU *per capita* não excedesse os 421 kg/hab/ano, em 2016, o que não se observa visto ter sido contabilizado 474 kg/hab/ano no referido ano. Averigua-se então que Portugal não está a acompanhar as metas nacionais definidas e que se encontra longe da meta até 2020 de 410 kg/hab/ano. Em parte, pode-se justificar estes valores, entre outros fatores, à falta de incentivos para

uma gestão de resíduos conforme a hierarquia das operações de gestão de resíduos<sup>1</sup>, insuficiente recolha seletiva de resíduos porta-a-porta e escasso contributo financeiro dos sistemas de responsabilidade alargada do produtor (CE, 2019).

É de referir que a produção de RU varia expressivamente entre os diferentes países da União Europeia. Em 2017, os valores mais altos de produção de RU, superiores a 700 kg/hab, registaram-se na Dinamarca, Noruega e Suíça, e o valor mais baixo, de 272 kg/hab, registou-se na Roménia (EUROSTAT, 2019). Observa-se aqui a relação da economia com a produção de resíduos, visto que se verifica que os países com mais condições económicas produzem mais resíduos e os mais pobres produzem menos. Atualmente, caminhamos para que os países mais desenvolvidos alterem os seus hábitos de consumo e que os tornem mais sustentáveis, contribuindo assim para uma diminuição da produção de grandes quantidades de RU.

Em 2017 foram produzidas em Portugal 5 milhões de toneladas de RU, mais 2 % do que em 2016, mantendo-se a tendência de crescimento dos últimos três anos. Na Tabela 2.1 são apresentadas as quantidades de RU produzidos entre o ano 2012 e 2017, bem como a variação registada face ao ano anterior.

**Tabela 2.1** – Quantidades de RU produzidos em Portugal (Fonte: APA, 2018a).

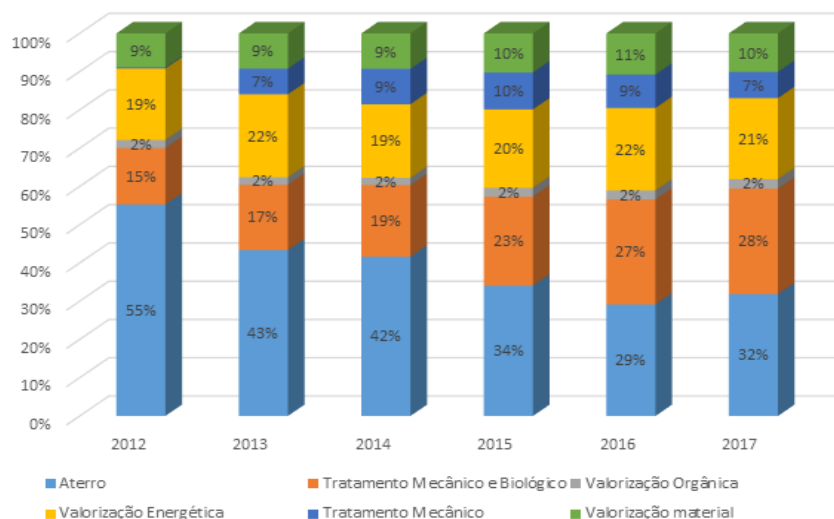
Região\Ano	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Portugal Continental	4525	4363	4474	4523	4640	4745
Região Autónoma da Madeira	114	106	110	110	119	124
Região Autónoma dos Açores	143	139	136	132	132	137
<b>Total</b>	<b>4.782</b>	<b>4.608</b>	<b>4.719</b>	<b>4.765</b>	<b>4.891</b>	<b>5.006</b>
Varição face ao ano anterior	↓ 7 %	↓ 4 %	↑ 2 %	↑ 1 %	↑ 3 %	↑ 2 %

unidade: milhares de toneladas

Tanto pela Figura 2.1 como pela Tabela 2.1, observa-se que a redução mais acentuada ocorreu entre o ano de 2011 e 2012, onde consta uma redução de 7 % na produção total de resíduos em Portugal. No ano de 2013, a quantidade de resíduos também diminuiu, 4 %, já em 2014 ocorreu uma inversão na tendência de decréscimo, observando-se um aumento de 2 % em relação a 2013, que pode ter como causa a melhoria das condições económicas em Portugal.

O destino final dos resíduos urbanos tem vindo a sofrer uma alteração nos últimos anos. A Figura 2.2 apresenta a distribuição relativa do destino de RU em Portugal Continental, entre 2012 e 2017.

<sup>1</sup> Apresenta-se a hierarquia da gestão de resíduos como o pilar da legislação e política em matéria de resíduos. Esta prioriza a prevenção e redução dos resíduos, no topo da pirâmide. A reutilização, reciclagem e outros tipos de valorização, como por exemplo a compostagem ou a incineração, vêm, sequencialmente, primeiro e só como última solução a eliminação (MAOT, 2011).



**Figura 2.2** – Destino dos RU em Portugal Continental, entre 2012 e 2017 (Fonte: APA, 2018).

Da análise da Figura 2.2 denota-se que existe uma evolução nas principais operações de gestão de RU em Portugal Continental. Em 2017 verifica-se uma diminuição de 42 % dos quantitativos depositados diretamente em aterro, relativamente a 2012, sendo ainda a opção com maior realce. Destaca-se, também, o aumento de 87 % do Tratamento Mecânico-Biológico (TMB), em 2017, relativamente a 2012, e a implementação do Tratamento Mecânico (TM) em 2013.

No ano de 2017, verificou-se uma evolução desfavorável do cumprimento da hierarquia das operações de gestão de resíduos, com um aumento na deposição de resíduos em aterro e uma diminuição na valorização material e na valorização energética, comparativamente ao ano de 2016.

Ainda que os sistemas de gestão de RU identifiquem diversas razões que justifiquem este decréscimo, a conclusão principal é que apesar dos esforços que se têm vindo a realizar com o intuito de aumentar a deposição seletiva, não têm havido reflexos nos comportamentos da população.

Para o ano em análise, somente cinco SGRU depositaram diretamente em aterro mais de 50 % dos RU produzidos, sendo, na sua maioria, os SGRU que não ostentam outras infraestruturas de tratamento para além da unidade de triagem e aterro. De modo a diminuir a deposição direta em aterro desses cinco SGRU, deverão entrar em plena atividade as unidades de TM e TMB (APA, 2018e).

Apesar que o indicador “destino direto dos resíduos” seja extremamente relevante na análise da gestão de resíduos, este fica aquém do que realmente se verifica, uma vez que não considera toda a quantidade de resíduos que são, de facto, depositados em aterro, visto não considerar os refugos e rejeitados dos processos de tratamento. Caso essa contabilização fosse efetuada, a fração de resíduos depositada em aterro, em 2017, representaria cerca de 57 % dos resíduos gerados, valor consideravelmente superior aos 32 % apurados como destino direto (APA, 2018e).

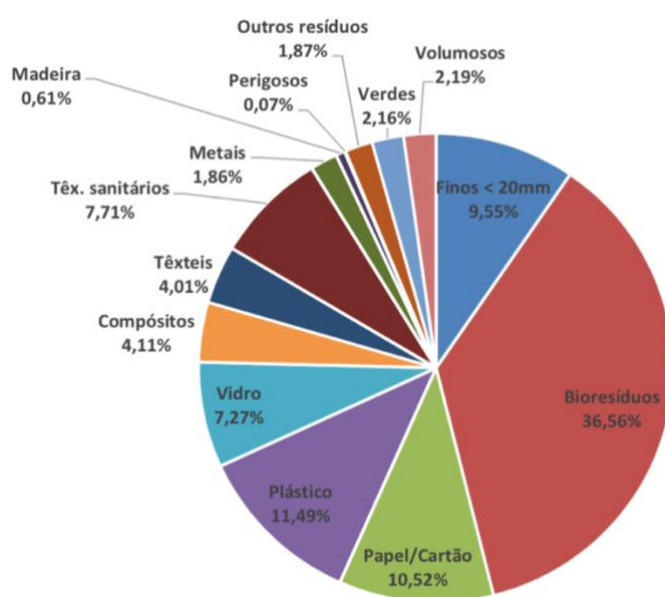
Apesar dos esforços da implementação das unidades de TM e TMB, uma grande percentagem dos resíduos processados nestes tratamentos não consegue ser recuperada e encaminhada para reciclagem e valorização, demonstrando que a implementação de apenas estas unidades não é a solução para reduzir a quantidade de resíduos enviada

para aterro. A aplicação de ações na fonte, ou seja, em casa do produtor, nomeadamente a adoção da prevenção da produção de desperdícios, em conjunto com a utilização das unidades de tratamento podem reduzir de forma mais significativa a quantidade de resíduos encaminhados para aterro, beneficiando o cumprimento das metas.

### 2.1.3 COMPOSIÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS URBANOS

A gestão dos resíduos urbanos impõe, hoje em dia, um conhecimento sistemático e aprofundado das características, quer quantitativas, quer qualitativas dos resíduos (LIPOR, 2000).

A Figura 2.3 apresenta os resultados da caracterização física média dos RU produzidos em Portugal Continental, no ano de 2017, elaborada de acordo com as especificações técnicas da Portaria n.º 851/2009, 7 de agosto (MAOT, 2009).



**Figura 2.3** – Caracterização física média dos RU produzidos em Portugal Continental, no ano 2017 (Fonte: APA, 2018).

Pode verificar-se que a percentagem dos resíduos urbanos biodegradáveis (RUB)<sup>2</sup> é de cerca de 50,5 %, valor inferior ao adotado para os efeitos de cálculo no PERSU 2020 – 55 %. Consta-se, ainda, que a fração de resíduos recicláveis<sup>3</sup> é de cerca de 71,7 %, sendo também inferior ao valor apresentado no PERSU 2020 (73,4 %) e utilizado para efeitos de cálculo de metas (APA, 2018e).

## 2.2 GESTÃO DE RESÍDUOS URBANOS

Segundo o artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 73/2011 (MAOT, 2011), entende-se como gestão de resíduos “a recolha, o transporte, a valorização e a eliminação de resíduos,

<sup>2</sup> Somatório das categorias biorresíduos, resíduos verdes (recolhidos em separado) e papel/cartão incluindo ECAL.

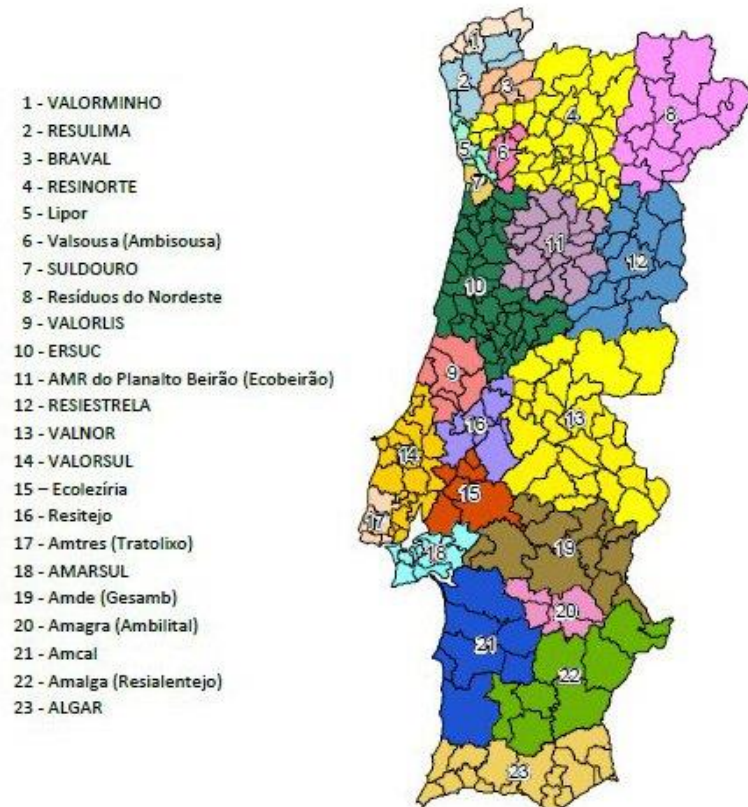
<sup>3</sup> De acordo com o Quadro n.º 4 da Portaria n.º 851/2009, 7 de agosto, considera-se resíduos recicláveis: biorresíduos, papel/cartão (incluindo ECAL), plástico, metais (ferrosos e não ferrosos), vidro, madeira, resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos e pilhas e acumuladores.

incluindo a supervisão destas operações, a manutenção dos locais de eliminação no pós-encerramento, bem como as medidas adotadas na qualidade de comerciante ou corretor”.

Os municípios organizam-se em sistemas municipais ou multimunicipais, possibilitando a intervenção privada, através de concessões. Nos sistemas municipais, os municípios transferem a sua gestão para associações de municípios, empresas intermunicipais ou concessões privadas.

Um Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU) consiste num conjunto de meios humanos, logísticos, equipamentos e infraestruturas, com o intuito de levar a cabo as operações inerentes à gestão dos RU (APA, 2018g).

Atualmente, em Portugal Continental, existem 23 SGRU, em todo o território continental divididos por 12 sistemas municipais e 11 intermunicipais, tal como apresentado na Figura 2.4. Cada um destes sistemas possui infraestruturas para assegurar um destino adequado para os RU produzidos nessa área (APA, 2018e).



**Figura 2.4** – Sistemas de Gestão de Resíduos Urbano, em Portugal Continental (Fonte: Naturlink, 2018).

Analogamente, de acordo com a Resolução do Conselho de Ministros n.º 11-C/2015, de 16 de março (APA, 2015), a gestão de RU na Região Autónoma dos Açores é da responsabilidade dos municípios, com exceção na Ilha do Pico e de S. Miguel, cuja responsabilidade é inerente às respetivas Associações Municipais. Por outro lado, na Região Autónoma da Madeira a responsabilidade foi atribuída, mediante concessão em regime de serviço público e de exclusividade, à Valor Ambiente, Gestão e Administração de Resíduos da Madeira, S.A..

Importa salientar a grande heterogeneidade existente entre SGRU, no que toca ao número de municípios abrangidos, dispersão geográfica, demografia e condições

socioeconómicas, que afetam nas opções de recolha e tratamento de RU adotadas, bem como nos equipamentos, infraestruturas e custos de gestão de resíduos (APA, 2018e).

A LIPOR – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto – é a entidade responsável pela gestão, valorização e tratamento de RU produzidos por oito municípios associados: Espinho, Gondomar, Maia, Matosinhos, Porto, Póvoa de Varzim, Valongo e Vila do Conde (Figura 2.5), abrangendo uma área de atuação de aproximadamente 646 km<sup>2</sup>, onde a população servida é sensivelmente um milhão de habitantes, com uma produção anual de RU de cerca de 500 kt. Representa, assim, a nível nacional, cerca de 1 % do território em termos de área de influência, concentrando 10 % da população e 11 % da produção anual de RU (LIPOR, 2015).



**Figura 2.5** – Área de intervenção do sistema LIPOR (Fonte: Naturlink, 2018a).

Atualmente, a LIPOR rege-se pela Lei-Quadro que estabelece o regime jurídico das autarquias locais, aprova o estatuto das entidades intermunicipais e define o regime jurídico da transferência de competências do Estado para as Autarquias Locais e para as entidades Intermunicipais (LIPOR, 2018a).

Em 1982, foi constituída como Associação de Municípios, e, atualmente, de forma a implementar uma gestão integrada de resíduos, detém dois pólos, localizados em Baguim do Monte e em Moreira da Maia, expandindo uma estratégia de gestão assente em três pilares fundamentais de Valorização: Multimaterial, Orgânica e Energética, estando estas complementadas com um Aterro Sanitário para receção dos resíduos que não possuem potencial de valorização (LIPOR, 2018a).

Os SGRU incentivam à hierarquização das operações de gestão dos resíduos, promovendo programas de prevenção de resíduos através da recuperação de resíduos orgânicos, da recolha seletiva e com a responsabilização financeira do produtor.

Ao longo do ano de 2017, o sistema LIPOR verificou um aumento na receção de embalagens e vidro em 528,7 toneladas face a 2016, porém no papel/cartão houve uma diminuição de 541,0 toneladas, tendo sido encaminhadas para reciclagem multimaterial um total de 43562 toneladas, referentes a esses três principais fluxos. Relativamente às metas definidas pelo PERSU 2020 para a LIPOR, apresentam-se as Tabela 2.2 e Tabela 2.3

correspondentes à retoma de recolha seletiva e de preparação para reutilização e reciclagem, respetivamente. Saliencia-se a vital importância de um forte envolvimento dos municípios associados para se atingirem as metas (LIPOR, 2016, 2017, 2019).

**Tabela 2.2** – Posicionamento do sistema LIPOR face à meta de retoma de recolhas seletivas.

	2016	2017	2018
<b>Valor atingido</b>	43,97	44,22	48,00
<b>Valor da meta</b>	42,50	43,00	45,00

unidade: kg/hab/ano

**Tabela 2.3** - Posicionamento do sistema LIPOR face à meta preparação para reutilização e reciclagem.

	2016	2017	2018
<b>Valor atingido</b>	29,35	29,95	31,94
<b>Valor da meta</b>	28,48	30,00	32,00

unidade: percentagem

Verifica-se que o sistema de gestão se encontra bem posicionado para o cumprimento das metas. Quanto às retomas com origem em recolhas seletivas, o valor foi ultrapassado desde o ano de 2016, tendo atingido, em 2018, 48 kg/hab/ano. Referente à meta preparação para reutilização e reciclagem, esta foi atingida em 2016, registando um valor próximo aos fixados nos últimos dois anos.

Relativamente à deposição de RUB em aterro, a LIPOR também apresenta uma situação favorável, pois encaminha só 2,32 % de RUB, resultado inferior à meta estipulada, que é no máximo 10 % de RUB (LIPOR, 2019).

## 2.3 METAS PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS URBANOS

Face à gestão dos resíduos urbanos, a harmonização legislativa é um instrumento fundamental para que os diferentes países pertencentes à União Europeia atinjam as metas definidas nesta área ambiental. De seguida, expor-se-á, de forma sintetizada, as Estratégias Comunitária e Nacional consideradas mais relevantes sobre a temática dos resíduos urbanos, foco de estudo neste relatório.

### 2.3.1 ESTRATÉGIA COMUNITÁRIA

A nível da União Europeia, a gestão dos resíduos urbanos está definida pela Diretiva 2018/851/CE, de 30 de maio, que altera a Diretiva 2008/98/CE. Esta visa complementar a transição europeia para uma economia circular, estabelecendo medidas em matéria de produção e consumos sustentáveis, centradas em todo o ciclo de vida dos produtos, de modo a recuperar e regenerar recursos. É, ainda, fixada a necessidade de um incremento da reutilização e reciclagem de resíduos urbanos, transpondo assim para novas metas de: até 2025, aumentar para um mínimo de 55 %, em peso; até 2030, aumentar para um mínimo de 60 %, em peso; até 2035, aumentar para um mínimo de 65 %, em peso (CE, 2018b).

Assumem, ainda, especial relevância, no que toca a implementar uma economia circular na Europa, a Diretiva “Aterros” (Diretiva 2018/850/CE, de 30 de maio) e a Diretiva “Embalagens” (Diretiva 2018/852/CE, de 30 de maio).

A Diretiva 2018/850/CE, de 30 de maio, relativa à deposição de resíduos em aterros, que altera a Diretiva 1999/31/CE, tem como objetivo a redução progressiva da deposição de resíduos em aterro, enquadrando uma política integrada que assegura a correta



aplicação da hierarquia das operações de gestão dos resíduos, e prever medidas, processos e orientações destinados a evitar ou reduzir os efeitos nefastos para o ambiente, bem como quaisquer riscos para a saúde humana resultantes da deposição de resíduos em aterros. É notória ainda, a importância de reforçar as restrições referentes aos resíduos biodegradáveis, uma vez que estes representam uma grande proporção dos RU e que a deposição destes resíduos não tratados em aterro acarreta importantes efeitos ambientais. Ao mesmo tempo, a referida diretiva estabelece que os estados membros tomem as medidas necessárias de forma a garantir que, até 2035, a quantidade de RU depositados em aterros seja reduzida para 10 %, ou menos, da quantidade total de RU produzidos (por peso) (CE, 2018a).

A Diretiva “Embalagens”, que altera a Diretiva 94/62/CE, estabelece, como prioridade, evitar a produção de resíduos de embalagens, e, por conseguinte, incentiva a reutilização de embalagens, a reciclagem e as outras formas de valorização dos resíduos de embalagens. Esta fixa que, até 31 de dezembro de 2025, devem ser reciclados pelo menos 65%, em peso, de todos os resíduos de embalagens, e que, até 31 de dezembro de 2030, devem ser reciclados pelo menos 70 %, em peso, de todos os resíduos de embalagens. Relativamente à reciclagem dos materiais específicos contidos nos resíduos de embalagens devem ser cumpridas as seguintes metas mínimas, em peso: até 31 de dezembro de 2025, 50 % do plástico, 25 % da madeira, 70 % dos metais ferrosos, 50 % do alumínio, 70 % do vidro e 75 % do papel e do cartão; até 31 de dezembro de 2030, 55 % do plástico, 30 % da madeira, 80 % dos metais ferrosos, 60 % do alumínio, 75 % do vidro e 85 % do papel e do cartão (CE, 2018c).

Para dar cumprimento às novas diretivas, os estados membros têm de colocar em vigor as disposições legislativas, regulamentares e administrativas até 2020.

### **2.3.2 ESTRATÉGIA NACIONAL**

Atualmente, a estratégia nacional ao nível da gestão de resíduos urbanos rege-se pelo PERSU 2020 (Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos), aprovado pela Portaria n.º 187-A/2014, de 17 de setembro, que estabelece “a visão, os objetivos, as metas globais e as metas específicas por Sistema de Gestão de RU e as medidas a implementar no quadro da gestão de resíduos urbanos no período 2014 a 2020, bem como a estratégia que suporta a execução” (APA, 2014).

A revisão do PERSU 2020, em 2017, motivada pelas alterações legislativas comunitárias decorrentes do Pacote de Economia Circular, que estabelecem novas metas ambiciosas, mas também pelas dificuldades verificadas no cumprimento dos objetivos apontados para 2020, revelou a necessidade de um novo alinhamento com os futuros desafios e indicou a necessidade de se avaliar a estratégia nacional para os resíduos urbanos. Assim, foi criado o PERSU 2020+ que apresenta as ideias gerais do alinhamento necessário a introduzir ao PERSU 2020 e a “visão, os objetivos, as metas globais e as medidas a implementar no quadro da gestão de resíduos urbanos”. Ainda que o horizonte temporal do PERSU 2020+ se alargue apenas até 2025, é fundamental que as medidas e investimentos previstos tenham em mente que em 2030 e 2035 estarão em vigor metas ainda mais exigentes do ponto de vista do estímulo a uma Economia Circular (APA, 2018d).

De forma a impulsionar o efetivo alcance das metas, o documento estabelece uma análise por região com base nas infraestruturas existentes, respetivas capacidades e taxas

alcançadas nas metas de deposição de RUB em aterro e de preparação para reutilização e reciclagem, sendo apontadas as prioridades para cada região.

Para a região Norte prevê-se o incremento da capacidade da unidade de valorização energética (incineração), na LIPOR, do tratamento biológico e da triagem multimaterial. Para a região Centro, a aposta é no incremento da produção e escoamento de combustíveis derivados de resíduos (CDR) para as cimenteiras e outras unidades adaptadas à sua receção. Na região de Lisboa e Vale do Tejo é feita a mesma sugestão aos CDR, além da necessidade de reforçar as capacidades de triagem e tratamento biológico. A região do Alentejo e a região do Algarve deverão apostar num projeto piloto para avaliar a possibilidade de adaptação da Central Termoelétrica da EDP – Energias de Portugal, em Sines, para tratamento por gaseificação ou outro processo dos refugos destas regiões. No Algarve, estima-se necessário o reforço da capacidade de tratamento biológico. Releva-se o facto de na maioria das regiões ser necessário reforçar a recolha seletiva porta-a-porta dos recicláveis secos e dos biorresíduos (APA, 2018d).

## 2.4 SISTEMA DE RECOLHA PORTA-A-PORTA

O sistema de recolha porta-a-porta (PaP), como o nome indica, supõe a recolha de resíduos à “porta” do produtor de resíduos. Este sistema aplica-se aos setores: comércio, serviços e doméstico. No setor doméstico, cada família possui pequenos contentores, ou sacos, para depositar os vários fluxos abrangidos pelo sistema e coloca-os à sua porta na altura da recolha. Este sistema é uma peça fundamental no âmbito da reciclagem multimaterial, quando é aplicado à recolha seletiva de RU, sendo usual processar-se em dias e horários pré-definidos (Lavita, 2008).

O modo de deposição de resíduos varia consoante a tipologia das habitações das zonas alvo. Para edifícios em altura com casa do lixo, geralmente opta-se pelo fornecimento de contentores entre 120 e 800L. Para edifícios de baixo porte (moradias), o mais usual é o fornecimento de pequenos contentores ou baldes, cestos coloridos, sacos translúcidos ou fitas coloridas para serem atados aos sacos. Para edifícios de alto porte, sem casa do lixo nem espaço para armazenar contentores, são normalmente utilizados os sistemas de sacos ou fitas, mas para este tipo de edificado a melhor solução geralmente passa pela utilização de eco-ilhas (Lavita, 2008).

O sistema PaP tem a vantagem de ser um sistema de deposição de fácil acesso, pois os utilizadores não têm que se deslocar para deixar os recicláveis num ponto de recolha, originando melhores resultados de participação. Este favorece, também, uma maior recolha de resíduos separados e material recolhido, com menores taxas de contaminação. A sua aplicação tem, no entanto, custos de gestão que podem ser mais elevados, comparando com o sistema de contentores de proximidade, resultantes de maiores encargos operacionais, com as equipas de recolha e no que diz respeito à manutenção das viaturas, porque potencia o seu desgaste físico. Além disso, ao nível da sensibilização, apresenta grandes exigências na explicação do processo para a correta separação do material (Campos, 2015).

Para facilitar a compreensão dos benefícios e inconvenientes deste sistema, é apresentada uma análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats* – Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças, respetivamente), Figura 2.6.

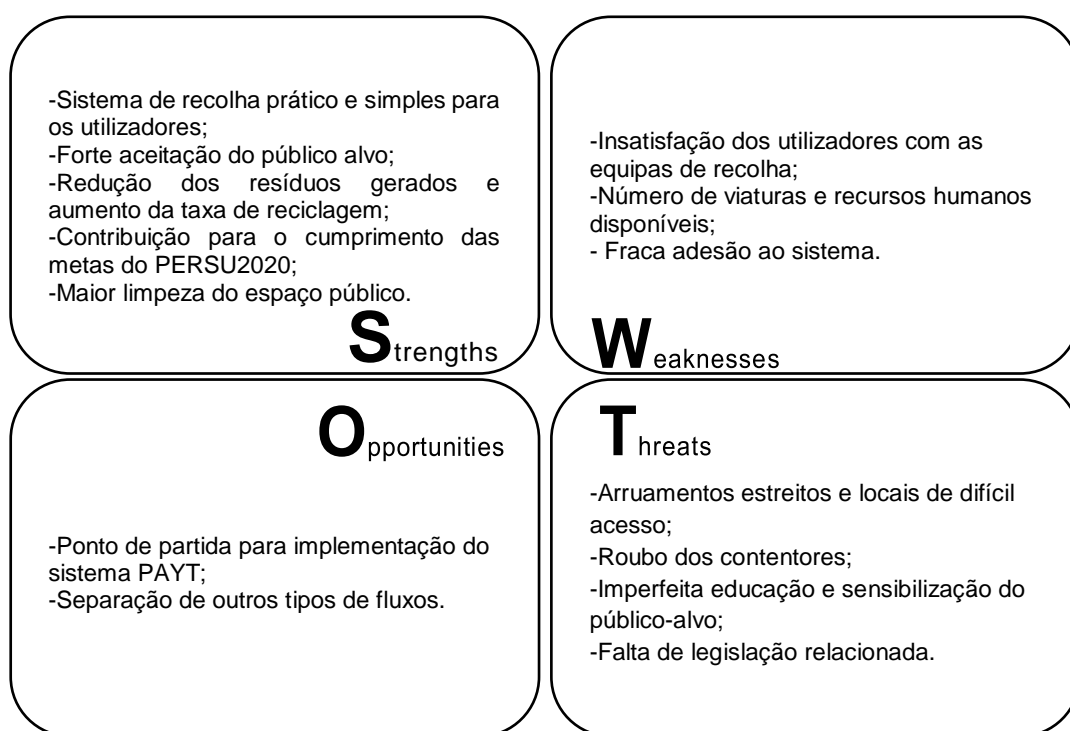





Figura 2.6 - Análise SWOT do sistema de recolha porta-a-porta.

Torna-se fundamental a análise de experiências de recolha seletiva PaP, a nível internacional e nacional, com o intuito de conhecer diferentes métodos de implementação, bem como os resultados obtidos. Desta forma, a Tabela 2.4 relata algumas dessas experiências, enquadrando-as e apresentando os seus principais resultados. Constata-se, através dos resultados da tabela, que apesar da diversidade de soluções passíveis à implementação de um sistema porta-a-porta, este provoca uma redução na quantidade de resíduos indiferenciados e um aumento da quantidade de resíduos seletivos.

Tabela 2.4 – Casos de implementação de sistemas de recolha PaP, na Europa, e respetivos resultados (Adaptado de: Pardilhó, 2016).

LOCAL	PARÂMETROS	RESULTADOS (dados de 2014)
 <p>Albairate, Itália</p>	<p><b>CARATERÍSTICAS DA ZONA ANALISADA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Área (km<sup>2</sup>):</b> 14</li> </ul> <p><b>CARATERÍSTICAS DA POPULAÇÃO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>População abrangida (hab):</b> 4152</li> <li>- <b>Densidade populacional (hab/km<sup>2</sup>):</b> 297</li> </ul> <p><b>DADOS SOBRE CIRCUITOS DE RECOLHA PAP</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Ano de Implementação:</b> 1998</li> <li>- <b>Resíduos recolhidos:</b> papel, plástico/latas, vidro, orgânicos e indiferenciados</li> <li>- <b>Equipamentos de deposição:</b> contentor de 40 L (para papel, plástico/latas e vidro), de 140 L (para indiferenciados) e de 35 L, sacos biodegradáveis (em papel) e cestos de 10L (para orgânicos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decréscimo acentuado de resíduos indiferenciados;</li> <li>- Aumento da taxa de reciclagem de 10 % para 65-70 %, incluindo resíduos orgânicos;</li> <li>- Aplicação de um sistema tarifário PAYT.</li> </ul>


LOCAL	PARÂMETROS	RESULTADOS (dados de 2014)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Frequência de recolha:</b> quinzenal (papel, plástico/latas e vidro), 1 vez/semana (indiferenciados) e 2 vezes/semana (orgânicos)</li> </ul> <p><b>Outros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Inexistência de equipamentos de deposição permanentes na via pública;</li> <li>– Utilização de pontos de deposição coletivos em condomínios e contentores individuais para habitações;</li> </ul>	
 <p><b>Argenton, Espanha</b></p>	<p><b>CARATERÍSTICAS DA ZONA ANALISADA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Área (km<sup>2</sup>):</b> 25,2</li> </ul>	<p>1ª Fase</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Decréscimo de 80 para 48% resíduos indiferenciados;</li> <li>– Aumento da taxa de reciclagem de 20 % para 52 %.</li> </ul> <p>2ª Fase</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aumento da taxa de reciclagem para 68,5 %;</li> <li>– Capitação de orgânicos de 280 g/dia para 357 g/dia;</li> <li>– Redução da capitação média dos resíduos produzidos de 1,67 kg/hab/dia para 1,47 kg/hab/dia, representando uma redução de 12,7 % dos quantitativos globais dos resíduos produzidos, no mesmo período.</li> <li>– Redução de custos com viaturas de recolha, contentorização e incineração.</li> </ul>
	<p><b>CARATERÍSTICAS DA POPULAÇÃO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>População abrangida (hab):</b> 11999</li> <li>– <b>Densidade populacional (hab/km<sup>2</sup>):</b> 3450</li> </ul>	
	<p><b>DADOS SOBRE CIRCUITOS DE RECOLHA PAP</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Ano de implementação:</b> 2004 (1ª fase), 2007 (2ª fase)</li> <li>– <b>Resíduos recolhidos:</b> orgânicos e fração resto (1ª fase), embalagens, papel, fraldas e vidro (2ª fase)</li> <li>– <b>Equipamentos de deposição:</b> pequenos contentores castanhos (para orgânicos), sacos vermelhos (para fração resto), sacos amarelos semitransparentes (para embalagens), caixas de cartão (para papel), sacos brancos (para fraldas) e contentores na via pública (para vidro)</li> <li>– <b>Frequência de recolha:</b> diariamente (fraldas), 1 vez/semana (papel/cartão e fração resto), 2 vezes/semana (embalagens), 3 vezes/semana e 4 vezes por semana no verão (orgânicos)</li> </ul> <p><b>Outros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Colocação dos resíduos na via pública entre as 20 e as 22 h, com recolha após as 22 h (recolha noturna).</li> <li>– Os munícipes pagam a recolha através da aquisição de sacos seletivos taxados, à venda em superfícies comerciais.</li> </ul>	
	<p><b>CARATERÍSTICAS DA ZONA ANALISADA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Área (km<sup>2</sup>):</b> 83,7</li> </ul> <p><b>CARATERÍSTICAS DA POPULAÇÃO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>População abrangida (hab):</b> 135817</li> <li>– <b>Densidade populacional (hab/km<sup>2</sup>):</b> 1623</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Redução de 6 % dos resíduos indiferenciados;</li> <li>– Aumento da quantidade de resíduos seletivos de 6,6 para 9,2</li> </ul>



LOCAL	PARÂMETROS	RESULTADOS (dados de 2014)
<b>Maia, Portugal</b>	<b>DADOS SOBRE CIRCUITOS DE RECOLHA PAP</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Ano de implementação:</b> 2012</li> <li>– <b>Resíduos recolhidos:</b> plástico/metalo, papel/cartão, vidro e indiferenciado</li> <li>– <b>Equipamentos de deposição:</b> contentores de 140 L</li> <li>– <b>Frequência de recolha:</b> 1 vez/semana (plástico/metalo, papel/cartão e vidro) e 2 vezes/semana (indiferenciado)</li> </ul>	milhares de toneladas, isto é, em cerca de 40 %; <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aumento da taxa de reciclagem de 26,9 % para 32 %;</li> <li>– No global, cada cidadão da Maia reciclou, em 2014, cerca de 70 kg de papel, embalagens e vidro, valor acima da meta definida no PERSU 2020.</li> </ul>
	<b>Outros:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Habitações em altura possuem compartimentos de resíduos;</li> <li>– Em habitações sem espaço para os recipientes, ou de difícil acesso, recorre-se a equipamentos de deposição coletiva;</li> <li>– Recolhas diurnas (manhã e tarde), de segunda a sexta-feira.</li> </ul>	


#### 2.4.1 EXPERIÊNCIAS DA RECOLHA PORTA-A-PORTA EM PORTUGAL

Adicionalmente aos casos anteriormente explicados, em Portugal existem mais casos de implementação de sistemas de recolha seletiva PaP. Assim, apresentam-se na Tabela 2.5 alguns exemplos.

Tabela 2.5 – Casos de implementação de sistemas de recolha PaP, em Portugal (Adaptado de: Lavita, 2008).

LOCAL	PARÂMETROS
 <b>Município do Funchal</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DA ZONA ANALISADA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Área (km<sup>2</sup>):</b> 76,2</li> <li>– <b>Tipologia habitacional:</b> edifícios em altura e moradias</li> </ul>
	<b>CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>População abrangida (hab):</b> 63596</li> <li>– <b>Densidade populacional (hab/km<sup>2</sup>):</b> 1306</li> </ul>
	<b>DADOS SOBRE CIRCUITOS DE RECOLHA SELETIVA PAP</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Resíduos recolhidos:</b> papel/cartão, plástico/metalo e vidro</li> <li>– <b>Ano de implementação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fluxo azul: maio 2008</li> <li>Fluxo verde: março 2003</li> <li>Fluxo amarelo: outubro 2006</li> </ul> </li> <li>– <b>Equipamentos de deposição:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fluxo azul: contentores de 50 ou 120 L ou sacos de 110 L</li> <li>Fluxo verde: contentores de 50 ou 120 L</li> <li>Fluxo amarelo: contentores de 50, 75 ou 120 L</li> </ul> </li> <li>– <b>Frequência de recolha:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fluxo azul: 3 x/semana na zona da Sé e nas restantes zonas 1 x/semana</li> <li>Fluxo verde: 1 x/semana</li> <li>Fluxo amarelo: 1 x/semana</li> </ul> </li> <li>– <b>Nº de circuitos:</b> 9</li> <li>– <b>Tempo médio de cada circuito (h):</b> 10,8</li> <li>– <b>Distância média por circuito (km):</b> 92</li> <li>– <b>Quantidades retomadas previstas (2007) (kg/hab/ano):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fluxo azul: 1,6</li> </ul> </li> </ul>

LOCAL	PARÂMETROS
	Fluxo verde: 11,6 Fluxo amarelo: 2,3
	<b>DADOS SOBRE CIRCUITOS DE RECOLHA DE INDIFERENCIADOS</b> – <b>Frequência de recolha:</b> 2 x/semana – <b>Nº de circuitos:</b> 6
 <b>Freguesia da Portela, Loures</b>	<b>CARATERÍSTICAS DA ZONA ANALISADA</b> – <b>Área (km<sup>2</sup>):</b> 0,95 – <b>Tipologia habitacional:</b> edifícios em altura com conduta e casa do lixo
	<b>CARATERÍSTICAS DA POPULAÇÃO</b> – <b>População abrangida (hab):</b> 15441 – <b>Densidade populacional (hab/km<sup>2</sup>):</b> 16254
	<b>DADOS SOBRE CIRCUITOS DE RECOLHA SELETIVA PAP</b> – <b>Resíduos recolhidos:</b> papel/cartão, plástico/metálico, vidro e orgânicos – <b>Ano de implementação:</b> Fluxo azul: setembro de 1995 Fluxo verde e amarelo: dezembro de 1999 Orgânicos: julho 2005 – <b>Equipamentos de deposição:</b> Fluxo azul, verde e amarelo: contentores de 240 L para cada lote e para cada habitação três cestos de 35 L com as cores de cada fluxo Orgânicos: contentores de 120 L para cada lote e para cada habitação um contentor de cozinha de 45 L – <b>Frequência de recolha:</b> Fluxo azul, verde e amarelo: 1 x/semana Orgânicos: 6 x/semana – <b>Nº de circuitos:</b> 4 (1 por fluxo) – <b>Tempo médio de cada circuito (h):</b> Fluxo azul: 4,88 Fluxo verde: 2,43 Fluxo amarelo: 4,60 – <b>Distância média por circuito (km):</b> Fluxo azul: 71 Fluxo verde: 47 Fluxo amarelo: 60 – <b>Quantidades retomadas previstas (2007) (kg/hab/ano):</b> Fluxo azul: 14,6 Fluxo verde: 13,8 Fluxo amarelo: 5,1
	<b>DADOS SOBRE CIRCUITOS DE RECOLHA DE INDIFERENCIADOS</b> – <b>Frequência de recolha:</b> 5 x/semana – <b>Nº de circuitos:</b> 1
 <b>Município de Óbidos</b>	<b>CARATERÍSTICAS DA ZONA ANALISADA</b> – <b>Área (km<sup>2</sup>):</b> 59,5 – <b>Tipologia habitacional:</b> moradias
	<b>CARATERÍSTICAS DA POPULAÇÃO</b> – <b>População abrangida (hab):</b> 2108 – <b>Densidade populacional (hab/km<sup>2</sup>):</b> 76
	<b>DADOS SOBRE CIRCUITOS DE RECOLHA SELETIVA PAP</b> – <b>Resíduos recolhidos:</b> papel/cartão, plástico/metálico e vidro – <b>Ano de implementação:</b> abril 2007 – <b>Equipamentos de deposição:</b> Fluxo azul e amarelo: sacos azuis e amarelos translúcidos

LOCAL	PARÂMETROS
 <b>Município de Marinha Grande</b>	Fluxo verde: vidrões colocados na via pública – <b>Frequência de recolha:</b> Fluxo azul e amarelo: 1 x/semana – <b>Nº de circuitos:</b> 3 (1 por cada fluxo) – <b>Tempo médio de cada circuito (h):</b> Fluxo azul: 5,75 Fluxo amarelo: 6,85 – <b>Distância média por circuito (km):</b> Fluxo azul: 30 Fluxo amarelo: 50 – <b>Quantidades retomadas previstas (2007) (kg/hab/ano):</b> Fluxo azul: 8,1 Fluxo amarelo: 9,9
	<b>CARATERÍSTICAS DA ZONA ANALISADA</b> – <b>Área (km²):</b> 187,2 – <b>Tipologia habitacional:</b> edifícios de baixo porte e moradias
	<b>CARATERÍSTICAS DA POPULAÇÃO</b> – <b>População abrangida (hab):</b> 4700 – <b>Densidade populacional (hab/km²):</b> 146
	<b>DADOS SOBRE CIRCUITOS DE RECOLHA SELETIVA PAP</b> – <b>Resíduos recolhidos:</b> papel/cartão, plástico/metal e vidro – <b>Ano de implementação:</b> outubro 2001 – <b>Equipamentos de deposição:</b> Fluxo azul e amarelo: sacos azuis e amarelos (os sacos são distribuídos gratuitamente e quinzenalmente) Fluxo verde: vidrões colocados na via pública – <b>Frequência de recolha:</b> Fluxo azul e amarelo: 1 x/semana – <b>Nº de circuitos:</b> 3 (1 por fluxo) – <b>Tempo médio de cada circuito (h):</b> 4 a 4,5 – <b>Distância média por circuito (km):</b> 56 – <b>Quantidades retomadas previstas (2007) (kg/hab/ano):</b> Fluxo azul: 8,1 Fluxo amarelo: 9,2

Constata-se que, em Portugal, existe heterogeneidade nos casos implementados. Somente em Loures a recolha porta-a-porta inclui biorresíduos, através de contentores de 45 L, e, quer em Óbidos quer na Marinha Grande, a implementação do sistema foi aplicada apenas ao papel/cartão, plásticos e metal, através de sacos de azul e amarelo, respetivamente, sendo que para o vidro a deposição é coletiva em vidrões, colocados na via pública. No caso do Município do Funchal, a deposição recorre a contentores de capacidades variadas, para todos os fluxos.

As frequências de recolha são similares em todos os casos, salvo a exceção da recolha de orgânicos, em Loures, que é realizada seis vezes por semana, e do papel e cartão, no Funchal, na zona da Sé, que é de três vezes por semana. A mesma semelhança acontece com o número de circuitos sendo um por cada fluxo, com a exceção do Município de Funchal.

Verifica-se que, para o indicador “quantidades retomadas previstas”, o fluxo azul atinge melhores resultados no Funchal, com um sistema de Alto Porte (predominância de edifícios em altura) com casas do lixo, e para o fluxo amarelo são obtidos valores mais

altos em Óbidos e na Marinha Grande, com um sistema de Baixo Porte (predominância de habitações unifamiliares/moradias) e Porte Misto (alternância de zonas com edifícios em altura e habitações unifamiliares/moradias), respetivamente. Conclui-se, então, que não é clara a respetiva variação de resultados em função da tipologia de habitação.

#### 2.4.2 EXPERIÊNCIAS DA RECOLHA PORTA-A-PORTA NA EUROPA

Como complemento aos estudos já enunciados, apresenta-se a experiência da recolha porta-a-porta nas 28 capitais europeias, descrita pela Comissão Europeia (2015) (Tabela 2.6). Ao todo, 25 cidades operam um sistema de recolha porta-a-porta, sendo as três que não o fazem Bratislava, Bucareste e Praga.

**Tabela 2.6** – Panorama dos sistemas de recolha nas capitais europeias (Adaptado de: CE, 2015).

CAPITAL	FLUXOS RECOLHIDOS E FREQUÊNCIA
Amsterdão	Papel/Cartão: quinzenal Biorresíduos: semanal
Atenas	Biorresíduos: quinzenal Papel/Cartão, plástico, metal: diário
Berlin	Papel/Cartão: variável Vidro: 3 ou 4 semanas Biorresíduos: quinzenal Plástico e metal: semanal e quinzenal
Bratislava	<i>Não existe recolha PaP</i>
Bruxelas	Papel/Cartão, plástico e metal e compósitos: quinzenal Vidro: sob demanda Biorresíduos: semanal
Bucareste	<i>Não existe recolha PaP</i>
Budapeste	Papel/Cartão: semanal ou 4 semanas Biorresíduos: semanal Plástico e metal: 4 semanas
Copenhaga	Papel/Cartão: quinzenal ou 4 semanas Vidro, metal, plástico e biorresíduos: sob demanda
Dublin	Biorresíduos: mensal Papel/Cartão, plástico, vidro e metal: semanal ou quinzenal
Estocolmo	Papel/Cartão, vidro, plástico e metal: mediante acordo Biorresíduos: semanal ou quinzenal
Helsínquia	Papel/Cartão: sob demanda Vidro e metal: 4/8 semanas Biorresíduos: variável
Lisboa	Papel/Cartão: semanal Vidro: 1 ou 3 x/semana Biorresíduos: diário Plástico: não definido
Liubliana	Biorresíduos: diário ou semanal ou quinzenal Papel/Cartão, plástico e metal: semanal ou 3 semanas
Londres	Papel/Cartão, vidro, plástico, metal, biorresíduos: semanal ou quinzenal
Luxemburgo	Papel/Cartão, vidro e biorresíduos: semanal Metal, plástico e compósitos: quinzenal
Madrid	Papel/Cartão: não definido Plástico, metal e caixas de bebidas
Nicósia	Papel/Cartão: semanal Plástico, metal e caixas de bebidas: semanal



CAPITAL	FLUXOS RECOLHIDOS E FREQUÊNCIA
Paris	Vidro: semanal Papel/Cartão, plástico, metal e compósitos: 2 x/semana
Praga	<i>Não existe recolha PaP</i>
Riga	Papel/Cartão, vidro e plástico: semanal
Roma	Papel/Cartão, plástico, metal e vidro: 2 x/semana Biorresíduos: 3 x/semana
Sófia	Papel/Cartão e plástico: semanal Vidro e biorresíduos: mensal Plástico, vidro e metal: variável
Talin	Papel/Cartão: 1 ou 2 x/semana Biorresíduos: 1 ou 3 x/semana Embalagens
Valeta	Vidro: mensal Papel/Cartão, plástico e metal: semanal
Varsóvia	Vidro e biorresíduos: mensal Papel/Cartão, plástico e metal: semanal ou mensal
Viena	Papel/Cartão: semanal Vidro: 4 semanas Plástico e metal: quinzenal Biorresíduos: semanal ou quinzenal
Vilnius	Papel/Cartão, vidro, plástico e metal: quinzenal
Zagreb	Biorresíduos: semanal

No geral, este tipo de sistema de recolha, na Europa, concentra-se principalmente em papel/cartão, biorresíduos e plástico. A frequência de recolha varia entre as capitais, mas é principalmente semanal e quinzenal para a maioria das frações. A recolha de biorresíduos tende a ser mais frequente, presumivelmente devido à natureza dessa fração, enquanto muitas cidades aplicam a recolha mais frequente durante o período mais quente do ano. Para alguns materiais, a recolha em alguns casos acontece sob demanda das residências. A maioria das cidades fornece às famílias cestos para a recolha seletiva dos materiais, embora também haja casos de recolha com base em sacos coloridos.

## 2.5 SISTEMA TARIFÁRIO PAYT

Os sistemas PAYT (*pay-as-you-throw*) baseiam-se na aplicação conjunta de dois princípios fundamentais de uma política ambiental: o princípio do poluidor-pagador e o conceito da responsabilidade partilhada, segundo os quais os cidadãos deverão pagar os custos que a sua parte de responsabilidade na cadeia de consumo gera (Batllell & Hanf, 2008).

O PAYT também conhecido, segundo Bilitewski (2008), como preço pelo resíduo que produz, preço unitário do resíduo ou tarifa diferenciada, tem como objetivo promover a participação dos cidadãos nas ações conjuntas para alcançar os objetivos das políticas de resíduos, criando um incentivo económico. Os custos suportados pelo utilizador correspondem à sua efetiva produção de resíduos (Batllell & Hanf, 2008; Bilitewski, 2008).

Enquanto que nos sistemas de taxa fixa todos os cidadãos pagam o mesmo montante pelas despesas com resíduos, independentemente da quantidade de resíduos que gera, nos sistemas de preços variáveis – tarifários PAYT – os que geram menos resíduos pagam

menos. Dessa forma, estes sistemas fazem a distinção clara entre quem colabora na redução de resíduos e no aumento da deposição seletiva e quem não o faz, sendo que aqueles que contribuem veem o seu esforço compensado pagando menos, enquanto que os que não colaboram, assumem esse facto com o pagamento dos resíduos em excesso que produzem (Batllell & Hanf, 2008).

A implementação de tarifários PAYT tem por base três pilares fundamentais (Bilitewski, 2008):

- Identificação do produtor de resíduos para assegurar a contabilização da quantidade de resíduos produzida ou do nível de serviço prestado;
- Medição da quantidade de resíduos produzida e/ou do serviço prestado;
- Tarifário variável para a cobrança individual do serviço disponibilizado.

O sistema PAYT funciona verdadeiramente se existir uma relação entre a produção e o pagamento, pois só assim os cidadãos se sentem tratados de igual forma e protegidos pelas suas corretas políticas ambientais e de minimização na produção de resíduos. Só assim se consegue, na hierarquia da gestão dos resíduos, dois pilares fundamentais: o da minimização da produção de resíduos e o do aumento dos resíduos seletivos (Batllell & Hanf, 2008).

Segundo Santos (2005), que estudou a aplicação de tarifários progressivos, concluiu que os efeitos a médio prazo da implementação do PAYT são a redução na produção de resíduos urbanos de 15 a 50 %, o aumento de 5 a 10 % das quantidades recolhidas seletivamente e o incentivo à implementação da compostagem doméstica.

### 2.5.1 TIPOS DE SISTEMAS PAYT

O modo de identificação dos sistemas PAYT reparte-se em duas categorias: os que se baseiam na identificação do utilizador e os que se fundamentam na identificação do recipiente de deposição – saco ou contentor. Estes dividem-se em dois métodos de quantificação: volume e peso dos resíduos (Figura 2.7) (ERSAR, 2018).

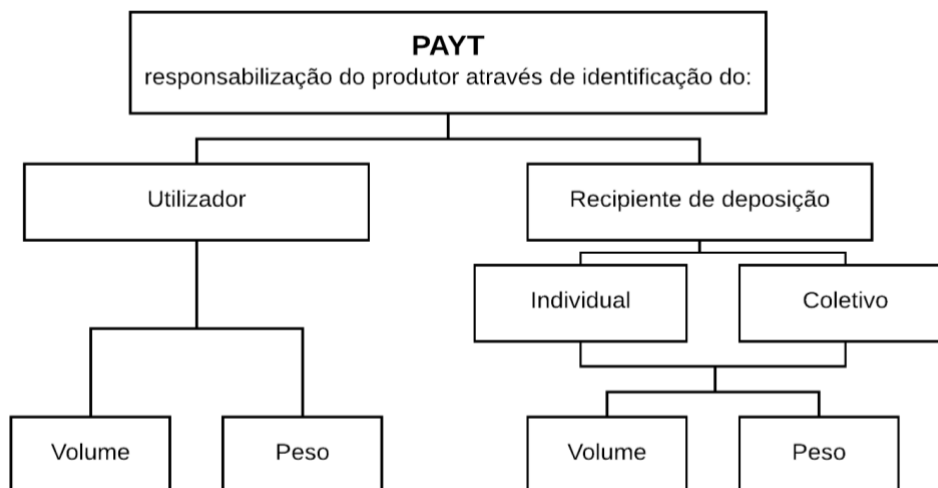


Figura 2.7 – Modelos do sistema PAYT.

Os sistemas com base na identificação do utilizador são normalmente aplicados nos métodos de deposição em contentores coletivos, através dum cartão magnético ou similar, que autoriza utilizar o sistema. Em casos isolados, estes sistemas também podem ser

utilizados pela introdução de fichas pré-compradas ou moedas. Quando tem por base o volume dos resíduos, o contentor contém um dispositivo (câmara de deposição), que permite a deposição duma quantidade máxima de resíduos em cada utilização. Tendo por base o peso, os princípios são equivalentes, com a exceção de que em vez de os contentores coletivos disporem de uma câmara de deposição, estão munidos com balança que, depois de o utilizador ser identificado, pesa os resíduos depositados (ERSAR, 2018).

Os sistemas PAYT baseados na identificação do recipiente de deposição estão associados aos sistemas de recolha porta-a-porta e requerem uma identificação prévia do utilizador, quer se trate de utilizador individual, quer coletivo (condomínio). No caso da tarifa variável segundo o volume, existem várias opções que podem ser influenciadas pela tipologia de habitações, rapidez de deposição e os custos de implementação e manutenção dos equipamentos. Existem quatro grandes métodos para este tipo baseado no volume (Canterbury, 1994; ERSAR, 2018; Skumatz, 2002):

- a) Sistemas de contentorização – os utilizadores selecionam o número de contentores e a capacidade necessária à sua produção de resíduos e à frequência de recolha, pagando pela quantidade de vezes que colocam para recolha;
- b) Programa de sacos com tara perdida – os utilizadores adquirem previamente os sacos, que já incorporam o valor da tarifa por saco adquirido;
- c) Sistema dos selos ou do imposto – muito idêntica ao programa dos sacos, onde o utilizador adquire o selo, para colocação nos seus próprios sacos de lixo;
- d) Sistema híbrido – as autarquias são responsáveis pela definição, de acordo com a área de residência e a frequência da recolha, do número de sacos ou de contentores que disponibiliza aos utilizadores. Poderá ainda dispor de um sistema de sacos ou de selos, caso o utilizador necessite de depósitos extra.

Nos sistemas por peso, os contentores são munidos de um *chip* legível por leitor eletrónico do equipamento de recolha. Para isso, os equipamentos e viaturas de recolha têm que ser equipados com sistemas de pesagem que pesam o contentor magneticamente identificado (ERSAR, 2018).

Os sistemas pré-pagos devem ter uma definição clara e homóloga das características dos sacos, com diferentes capacidades dada a diversidade da dimensão das famílias. E apenas devem ser recolhidos os sacos oficiais (ERSAR, 2018).

Constata-se que os sistemas tarifados através do peso dos resíduos recolhidos são em muito menor número do que os sistemas PAYT em função do volume. Apesar deste permitir um cálculo mais preciso da produção, é mais dispendioso, pois obriga à aquisição de equipamento especial para instalação nos contentores e nas viaturas de recolha (ERSAR, 2018).

Qualquer destes sistemas, ao ser implementado, necessita de uma forte campanha de informação e sensibilização seguida de fiscalização, dado que existe uma forte possibilidade de colocação ilegal de resíduos na via pública.

### **2.5.2 PREÇOS DE PAYT**

Nos sistemas de tarifas PAYT, as tarifas cobradas têm como objetivo assegurar os custos totais das operações do sistema de resíduos urbanos. Estas encontram-se divididas em três tipos de tarifários (Canterbury, 1994; Canterbury & Gordon, 1999; ERSAR, 2018):

- Tarifa fixa: é cobrado o mesmo montante por cada unidade de resíduos colocada para recolha;

- Tarifa variável: o utilizador subscreve um serviço básico, acima do nível de serviço o preço é diferente e o utilizador terá de pagar uma taxa adicional;
- Tarifa fixa e variável: resulta do somatório de uma taxa fixa com uma taxa variável baseada na quantidade de resíduos produzida. A primeira componente é destinada a cobrir os custos fixos do sistema e a segunda os custos variáveis.

A tarifa fixa é contrária ao sistema PAYT, pois parte do facto que cada habitação produz a mesma quantidade e tipologia de resíduos, ou, quando muito, varia com a dimensão da habitação ou o número de componentes do agregado familiar. Concluindo, esta não contribui para a redução da produção de resíduos ou de incremento da recolha seletiva (Canterbury, 1994; ERSAR, 2018).

Na tarifa fixa e variável, os indicadores mais utilizados para o estabelecimento da componente fixa são os indivíduos, as famílias (podendo ou não considerar-se a sua dimensão), as características da infraestrutura habitacional ou comercial e o número de contentores distribuídos ou a sua capacidade global. A componente variável resulta da aplicação de variados vetores, de acordo com o tipo de sistema implementado (ERSAR, 2018):

- Tratando-se de deposição e recolha coletivas, através do volume ou do peso transmitidos informaticamente pelos dispositivos associados, com a identificação do utilizador através de uma chave de abertura do equipamento de deposição;
- No caso da deposição e recolha porta-a-porta, através duma estimativa do volume removido dos diversos tipos de resíduos, baseados na capacidade dos contentores distribuídos e a frequência de remoção, ou numa estimativa do peso de resíduo recolhido.

Para escolher a melhor tarifa a implementar é importante ter em consideração a realidade da região e o orçamento que se tem para a sua implementação, tendo como principais objetivos o aumento da reciclagem e compostagem, e a obtenção de um sistema sustentável (Canterbury & Gordon, 1999).

### **2.5.3 BARREIRAS À IMPLEMENTAÇÃO DO PAYT**

Apesar do sistema PAYT apresentar inúmeros aspetos positivos, existem barreiras face à sua implementação que devem ser refletidas.

Segundo Canterbury (1994), os impasses são essencialmente as deposições ilegais, já que alguns utilizadores oferecem resistência quanto à implementação do preço unitário, encorajando assim a deposição noutros locais com o intuito de evitar o pagamento de tarifas superiores. A melhor forma de combater este problema é com um programa eficaz de educação pública e conhecimento profundo do terreno. Para o cálculo do preço unitário é essencial conhecer os custos reais das operações e das quantidades e potenciais resíduos produzidos, de forma que seja suficiente para a cobertura dos custos. Dada a dificuldade de estabelecer uma tarifa unitária e efetuar a faturação e cobrança, os custos administrativos provavelmente aumentarão, podendo criar uma perceção aos utilizadores que o valor cobrado é superior ao sistema pré-existente. Mais uma vez, só uma campanha eficaz de divulgação pública que demonstre claramente os custos atuais da gestão de resíduos e as potenciais reduções oferecidas pelo preço unitário ajudarão a ultrapassar esta barreira.

A implementação deste sistema em habitações multifamiliares é um grande desafio. Na maioria dos casos, os resíduos gerados são colocados num local central para

deposição, sendo impossível identificar as quantidades de resíduos gerados individualmente, pelo que a solução será taxar o edifício como um todo e implementar medidas individuais de minimização na produção de resíduos.

O consenso público é considerado como a maior barreira na implementação do PAYT, dada a resistência natural à mudança por parte dos utilizadores. Apenas com um conhecimento muito profundo da realidade e de um planeamento atempado, conciliado com fortes campanhas de sensibilização e informação para comunicar a necessidade de preços unitários, ajudará a garantir o sucesso do sistema.

#### 2.5.4 FATORES QUE INFLUENCIAM O SUCESSO DO PAYT


De forma a contornar os problemas descritos anteriormente, é necessário uma equipa multidisciplinar que seja capaz de reconhecer os mecanismos – técnicos, políticos, económicos e sociais – certos para potenciar ao máximo estes projetos.



De acordo com Santos (2005), os mecanismos técnicos (e de conveniência) traduzem-se na necessidade de separação dos resíduos, identificação do produtor de resíduos e diminuição da distância aos ecopontos. Necessita, também, garantir a qualidade dos serviços prestados e do modo de cálculo do valor a cobrar, e a transparência no serviço de gestão de resíduos. As estruturas políticas são essenciais porque é necessário garantir a participação política em processos de tomada de decisão e envolver atores locais, sendo prioritário intensificar e contribuir na qualidade de informação ao público, e principalmente na devida aplicação de penalizações aos prevaricadores. As questões económicas, por exemplo, os incentivos das tarifas são fundamentais, visto que se obtém um tratamento justo para todos os cidadãos e equidade nas tarifas implementadas. Por último, o fator social agarra-se à criação do estatuto financeiro do cidadão, obrigando a uma maior consciência ambiental que conduzirá à progressão do nível de educação dos mesmos cidadãos.

#### 2.5.5 EXPERIÊNCIAS DO SISTEMA PAYT NA EUROPA

De forma a entender melhor este sistema tarifário torna-se importante a análise de diferentes casos de implementação. Em Portugal, a implementação deste sistema ainda é muito limitada, existindo apenas zonas piloto de estudo, como o caso do Centro Histórico de Guimarães. Na União Europeia, 10 das 28 capitais já o têm executado, sendo elas Berlim, Budapeste, Copenhaga, Dublin, Helsínquia, Liubliana, Estocolmo, Talin, Viena e Varsóvia. Para além destas capitais, existem casos de implementação a nível municipal, como se apresenta descritivamente na tabela seguinte (ERSAR, 2018).

**Tabela 2.7** – Casos de implementação do sistema tarifário PAYT, na Europa (Fonte: EcoWerf, 2018; ERSAR, 2018).

LOCAL	PARÂMETROS
 Dresden, Alemanha	<b>CARACTERÍSTICAS DA ZONA E POPULAÇÃO</b> – Área (km <sup>2</sup> ): 328,8 – População (hab): 500000
	<b>DADOS SOBRE O SISTEMA</b> – Ano de Implementação: 1994/95 – Porta-a-porta: indiferenciados, orgânicos, embalagens e papel Equipamentos: contentores de 80, 120, 240, 660, 1100 e 2500 L

LOCAL	PARÂMETROS																														
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Tarifa baseada:</b> no volume de resíduos indiferenciados e orgânicos recolhidos, e ainda uma componente relativa a outros serviços a pedido</li> <li>– <b>Valores associados às componentes da tarifa:</b> Componente base (€/mês) + Componente de serviço (€/recolha) + resíduos orgânicos (€/mês)</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Capacidade do contentor (L)</th> <th colspan="2">Resíduos indiferenciados</th> <th rowspan="2">Resíduos Orgânicos (€/mês)</th> </tr> <tr> <th>Componente base (€/mês)</th> <th>Componente de serviço (€/recolha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>3,60</td> <td>3,66</td> <td>7,00</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>5,39</td> <td>4,40</td> <td>10,50</td> </tr> <tr> <td>240</td> <td>10,79</td> <td>7,33</td> <td>21,00</td> </tr> <tr> <td>660</td> <td>29,67</td> <td>18,33</td> <td>57,75</td> </tr> <tr> <td>1100</td> <td>49,45</td> <td>22,10</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2500</td> <td>112,38</td> <td>46,80</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>RESULTADOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Produção total de resíduos diminuiu cerca de 12 %, passando de uma captação de 319 kg/hab/ano para 281 kg/hab/ano</li> </ul>	Capacidade do contentor (L)	Resíduos indiferenciados		Resíduos Orgânicos (€/mês)	Componente base (€/mês)	Componente de serviço (€/recolha)	80	3,60	3,66	7,00	120	5,39	4,40	10,50	240	10,79	7,33	21,00	660	29,67	18,33	57,75	1100	49,45	22,10	-	2500	112,38	46,80	-
Capacidade do contentor (L)	Resíduos indiferenciados		Resíduos Orgânicos (€/mês)																												
	Componente base (€/mês)	Componente de serviço (€/recolha)																													
80	3,60	3,66	7,00																												
120	5,39	4,40	10,50																												
240	10,79	7,33	21,00																												
660	29,67	18,33	57,75																												
1100	49,45	22,10	-																												
2500	112,38	46,80	-																												
 <p><b>Província Brabante Flamengo, Bélgica</b></p>	<p><b>CARATERÍSTICAS DA ZONA E POPULAÇÃO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Área (km²):</b> 999,6</li> <li>– <b>População (hab):</b> 380000</li> </ul> <p><b>DADOS SOBRE O SISTEMA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Ano de Implementação:</b> 2005</li> <li>– <b>Porta-a-porta:</b> Indiferenciados e orgânicos</li> <li><b>Equipamentos:</b> contentores de 40, 120 e 240 L</li> <li>– <b>Tarifa baseada:</b> no peso dos resíduos indiferenciados e orgânicos recolhidos</li> <li>– <b>Valores associados às componentes da tarifa:</b> Taxa de aluguer mensal (€) + Valor por recolha (€) + Valor por quantidade em peso recolhido (€/kg)</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Capacidade do contentor (L)</th> <th rowspan="2">Valor do aluguer mensal (€)</th> <th colspan="2">Valor por recolha (€)</th> <th colspan="2">Valor por quantidade em peso recolhido (€/kg)</th> </tr> <tr> <th>Indiferenciados</th> <th>Orgânicos</th> <th>Indiferenciados</th> <th>Orgânicos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40/120</td> <td>0,84</td> <td>0,50</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>240</td> <td>1,66</td> <td>1,00</td> <td>0,00</td> <td>0,25</td> <td>0,18</td> </tr> <tr> <td>1100</td> <td>4,58</td> <td>5,00</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Outros:</b> Município de Bertem adicionou ao sistema PaP a recolha de papel/cartão, mas não cobram custos à recolha.</li> </ul> <p><b>RESULTADOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Redução da produção de resíduos em cerca de 20 % no caso dos indiferenciados e de 50 % no caso dos orgânicos</li> </ul>	Capacidade do contentor (L)	Valor do aluguer mensal (€)	Valor por recolha (€)		Valor por quantidade em peso recolhido (€/kg)		Indiferenciados	Orgânicos	Indiferenciados	Orgânicos	40/120	0,84	0,50				240	1,66	1,00	0,00	0,25	0,18	1100	4,58	5,00					
	Capacidade do contentor (L)			Valor do aluguer mensal (€)	Valor por recolha (€)		Valor por quantidade em peso recolhido (€/kg)																								
Indiferenciados		Orgânicos	Indiferenciados		Orgânicos																										
40/120	0,84	0,50																													
240	1,66	1,00	0,00	0,25	0,18																										
1100	4,58	5,00																													
 <p><b>Argenteira, Espanha</b></p>	<p><b>CARATERÍSTICAS DA ZONA E POPULAÇÃO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Área (km²):</b> 25,2</li> <li>– <b>População (hab):</b> 12000</li> </ul> <p><b>DADOS SOBRE O SISTEMA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Ano de Implementação:</b> 2009</li> <li>– <b>Porta-a-porta:</b> orgânicos, indiferenciados, embalagens, papel/cartão e fraldas</li> <li><b>Equipamentos:</b> sacos para todos com a exceção dos orgânicos que no comércio são utilizados contentores de 25, 35, 60, 120 e 140 L</li> <li>– <b>Tarifa baseada:</b> no volume, no programa de sacos com tara perdida, para indiferenciados e embalagens, e em contentores para orgânicos em comércio</li> <li>– <b>Valores associados às componentes da tarifa:</b></li> </ul>																														

LOCAL	PARÂMETROS																																													
	<p>Modelo de sacos homologados para recolha:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de produtor</th> <th>Fluxo</th> <th>Capacidade (L)</th> <th>Preço unitário (€)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Doméstico</td> <td>Indiferenciado</td> <td>17</td> <td>0,65</td> </tr> <tr> <td>Embalagens</td> <td>35</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>Fraldas</td> <td>17</td> <td>Gratuita para bebés e pessoas com problemas de incontinência</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Comércio</td> <td>Indiferenciado</td> <td>65</td> <td>2,50</td> </tr> <tr> <td>Embalagens</td> <td>100</td> <td>1,00</td> </tr> </tbody> </table> <p>Doméstico:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Número de elementos na família</th> <th>Custo anual do serviço (€/ano)</th> <th>Nº de sacos para indiferenciados oferecido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 ou 2</td> <td>119</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>3 ou 4</td> <td>129</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>5 ou mais</td> <td>139</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table> <p>Preço aplicado para a recolha de resíduos orgânicos em comércios:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Capacidade (L)</th> <th>Preços unitários (€/ano)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>25</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>54</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>66</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>143</td> </tr> <tr> <td>240</td> <td>203</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de produtor	Fluxo	Capacidade (L)	Preço unitário (€)	Doméstico	Indiferenciado	17	0,65	Embalagens	35	0,35	Fraldas	17	Gratuita para bebés e pessoas com problemas de incontinência	Comércio	Indiferenciado	65	2,50	Embalagens	100	1,00	Número de elementos na família	Custo anual do serviço (€/ano)	Nº de sacos para indiferenciados oferecido	1 ou 2	119	10	3 ou 4	129	20	5 ou mais	139	25	Capacidade (L)	Preços unitários (€/ano)	25	43	35	54	60	66	120	143	240	203
Tipo de produtor	Fluxo	Capacidade (L)	Preço unitário (€)																																											
Doméstico	Indiferenciado	17	0,65																																											
	Embalagens	35	0,35																																											
	Fraldas	17	Gratuita para bebés e pessoas com problemas de incontinência																																											
Comércio	Indiferenciado	65	2,50																																											
	Embalagens	100	1,00																																											
Número de elementos na família	Custo anual do serviço (€/ano)	Nº de sacos para indiferenciados oferecido																																												
1 ou 2	119	10																																												
3 ou 4	129	20																																												
5 ou mais	139	25																																												
Capacidade (L)	Preços unitários (€/ano)																																													
25	43																																													
35	54																																													
60	66																																													
120	143																																													
240	203																																													
	<p><b>RESULTADOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Redução da produção de resíduos indiferenciados em 15 % e de embalagens em 16 %</li> </ul>																																													
	<p><b>CARACTERÍSTICAS DA ZONA E POPULAÇÃO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Área (km<sup>2</sup>):</b> 260</li> <li>– <b>População (hab):</b> 190000</li> </ul>																																													
	<p><b>DADOS SOBRE O SISTEMA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Ano de Implementação:</b> 2015</li> <li>– <b>Porta-a-porta:</b> orgânicos, papel/cartão, garrafas, latas e indiferenciados</li> <li>– <b>Equipamentos:</b> sacos descartáveis e contentores</li> <li>– <b>Tarifa baseada:</b> no volume, no programa de sacos com tara perdida, para indiferenciados</li> <li>– <b>Valores associados às componentes da tarifa:</b> Componente fixa (nº de elementos do agregado familiar e da área de habitação, já inclui um nº mínimo de recolhas) + componente variável: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0,70€ por saco</li> <li>- 1,40€ por contentor pequeno</li> <li>- 4,20€ por contentor com rodas</li> </ul> </li> <li>– <b>Outros:</b> <b>Eco-Station:</b> uma espécie de quiosque para situações em que é impossível a colocação dos resíduos nos dias/horários estabelecidos para o PaP. É necessário um cartão para se poder utilizar e o valor cobrado aplica-se apenas aos indiferenciados sendo um montante de 0,70€ por cada saco de 40L <b>Eco-Wagon:</b> assemelha-se ao funcionamento de um autocarro, com rotas fixas e zonas de paragens pré-definidas, onde os cidadãos podem colocar os seus resíduos de embalagens e indiferenciados, e o montante cobrado, apenas para os indiferenciados, é de 0,70€ por saco, sendo o produtor identificado através do identificador existente no respetivo saco.</li> </ul>																																													
	<p><b>RESULTADOS</b></p>																																													



Parma, Itália

LOCAL	PARÂMETROS
	– Os quantitativos de resíduos produzidos desde 2012 até 2016 sofreram uma redução de cerca de 56 % de indiferenciados e os fluxos de recolha seletiva aumentaram de 49 % para 76 %

Verifica-se que, no geral, as tarifas têm sempre associado uma componente fixa e uma componente variável incidindo sobre o custo de gestão de resíduos, que na maior parte dos casos, apenas se refere aos custos associados à gestão dos resíduos indiferenciados. Averigua-se também, na análise destes quatro exemplos que o mais frequente é um sistema PAYT baseado na identificação do recipiente de deposição e no seu volume.



## 3 CASO ESTUDO - MUNICÍPIO DE ESPINHO

---

Neste capítulo é feita a caracterização da área de estudo, o Município de Espinho, incidindo sobre a localização e divisão por freguesias, evolução populacional e atividade económica. Descreve também a produção, caracterização, recolha e gestão subsequente dos RU, incluindo a questão do tarifário, objetivos e metas implementados sobre o mesmo. Analisa ainda o potencial de recolha seletiva inerente aos resíduos indiferenciados.

### 3.1 CARATERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

As primeiras referências a Espinho datam da segunda metade do século XIX. Até 1855, a Costa de Espinho pertencia à freguesia de Ovar, passando nesse ano a fazer parte da freguesia de Anta, concelho de Santa Maria da Feira. Em 1899 foi criado, por desagregação de Santa Maria da Feira, o concelho de Espinho (CME, 2018b).

O concelho de Espinho tem um conjunto vasto de serviços a oferecer tanto aos seus munícipes como a quem o visita. Para além das praias, possui um centro hospitalar (Vila Nova de Gaia/Espinho), um parque da cidade e diversas zonas verdes, uma pousada da juventude e um parque de campismo, e a maior feira semanal do país. A nível de cultura e ciência, este tem o Museu Municipal, a Biblioteca Municipal e o Centro Multimeios, e no que diz respeito ao desporto, existe um campo de golfe, a Nave Polivalente, o Complexo de Ténis, duas piscinas e um conjunto de infraestruturas espalhadas por todas as freguesias (CME, 2018b).

Todos estes serviços são uma mais-valia para a cidade, tornando-a assim capaz de acolher os milhares de visitantes nacionais e estrangeiros que visitam o município ao longo do ano.

#### 3.1.1 LOCALIZAÇÃO E DIVISÃO POR FREGUESIAS

O Concelho de Espinho tem uma área aproximada de 21,1 km<sup>2</sup> e é constituído, na atualidade, por quatro freguesias (Espinho, Anta/Guetim, Paramos e Silvalde). A divisão geográfica do concelho está representada na Figura 3.1 e a análise das áreas das freguesias na Tabela 3.1.

Espinho localiza-se na Região Norte de Portugal, pertence ao distrito de Aveiro e à Área Metropolitana do Porto (AMP), e tem por limites, a norte, o concelho de Vila Nova de Gaia, a leste, Santa Maria da Feira, a sul, Ovar e a oeste o Oceano Atlântico. A aproximação do município à cidade do Porto faz com que, para efeitos da gestão de resíduos, esteja integrado na LIPOR.



**Figura 3.1** - Freguesias do Concelho de Espinho (Fonte: Gazilion, 2014).

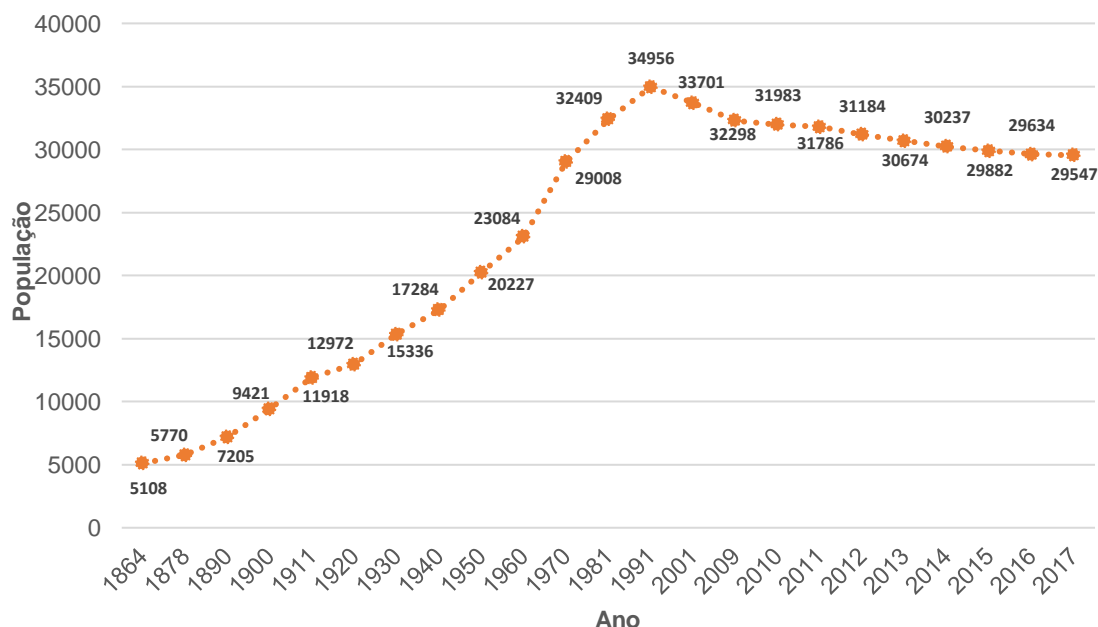
**Tabela 3.1** - Análise da área das freguesias (Fonte: INE, 2018).

Freguesia	Área (km <sup>2</sup> )
Espinho	1,77
Anta e Guetim	7,96
Paramos	5,87
Silvalde	5,45
<b>Total Município</b>	<b>21,06</b>

### 3.1.2 EVOLUÇÃO POPULACIONAL

De acordo com os resultados do Recenseamento Geral da População e da Habitação de 2011 (INE, 2012), Espinho tinha uma população residente total de 31786 habitantes em todo o concelho, dos quais 15119 (47,6 %) de género masculino e 16667 (52,4 %) são do género feminino.

A Figura 3.2 representa a evolução da população do concelho de Espinho, desde o início dos Censos, em 1864, até aos dias de hoje 2017, através da adaptação de dados de todos os Censos e da base de dados PORDATA.



**Figura 3.2** - Evolução da população no concelho de Espinho entre 1864 e 2017.

Observa-se um crescimento desde 1864 até 1991, onde se atinge o maior número de habitantes no concelho, 34956. Desde aí, existe uma diminuição da população até aos dias de hoje.

Para aferir os quantitativos de RU que serão gerados no futuro, é essencial fazer uma projeção populacional. Segundo Sousa (2001), para a estimativa populacional os métodos mais utilizados são: os métodos gráficos, o método da taxa de crescimento decrescente, o método matemático da curva logística, entre outros.

Os métodos gráficos englobam os que modelam o crescimento principalmente segundo uma progressão, aritmética ou geométrica. O método aritmético é aplicado quando o crescimento populacional ocorre a uma taxa constante ao longo do tempo, tendo como referência a população da data inicial do período de previsão e sem acúmulo periódico. O método geométrico ou exponencial estima a população em um tempo  $t$  qualquer através da taxa média de crescimento da população entre dois períodos para os quais se conhece a população (Benetti, 2007; Colvero, 2018; Sousa, 2001).

O método da taxa de crescimento decrescente considera a premissa de que, à medida que a cidade cresce, a taxa de crescimento torna-se menor e a população tende assintoticamente a um valor de saturação (Benetti, 2007; Colvero, 2018).

O método matemático que resulta da aplicação da chamada curva logística tem em conta que o crescimento da população depende do tempo e é a que melhor se adapta à realidade (Sousa, 2001).

Na Tabela 3.2 apresentam-se as expressões para calcular os métodos de projeção populacional que melhor se adequam à tendência de crescimento populacional do município de Espinho.

**Tabela 3.2** - Métodos mais adequados para a estimativa de população (Fonte: Marques & Sousa, 2008).

Método	Expressão analítica	Significado dos parâmetros	Valor das constantes
Taxa de crescimento decrescente	$P = P_0 + (S - P_0) \times [1 - e^{-K(t-t_0)}]$	$P_0$ - população para $t = 0$ $S$ - população de saturação $K$ - taxa de crescimento decrescente $t$ - data na qual se pretende estimar a população $t_0$ - data do primeiro valor disponível	$S = \frac{2P_0P_1P_2 - P_1^2(P_0 + P_2)}{P_0P_2 - P_1^2}$ $K = \frac{-\ln \frac{S - P_2}{S - P_1}}{t_2 - t_1}$
Curva logística	$P = \frac{S}{1 + e^{a+b(t-t_0)}}$ ou com ajuste: $P = \frac{S}{1 + e^{a+b(t-t_0)}} + P'$	$a, b, P'$ - constantes	$a = \ln \frac{S - P_0}{P_0}$ $b = \frac{1}{t_2 - t_1} \ln \frac{P_0(S - P_1)}{P_1(S - P_0)}$ $P' = P_{t,\text{estático}} - P_t$

De forma a perceber qual dos dois métodos descreve de melhor forma a população do município de Espinho fizeram-se os cálculos, considerando  $P_0$  a população para o ano dos Censos de 1991,  $P_1$  para o ano de 2001 e  $P_2$  para o ano de 2011 e depois comparou-se os valores obtidos com os valores estimados pela base de dados PORDATA, entre os anos de 2013 e 2017.

Através da equação da taxa de crescimento decrescente e da curva logística, presentes na Tabela 3.2, com e sem ajuste foi possível construir a Tabela 3.3.

**Tabela 3.3** - Projeção habitacional através de diferentes métodos.

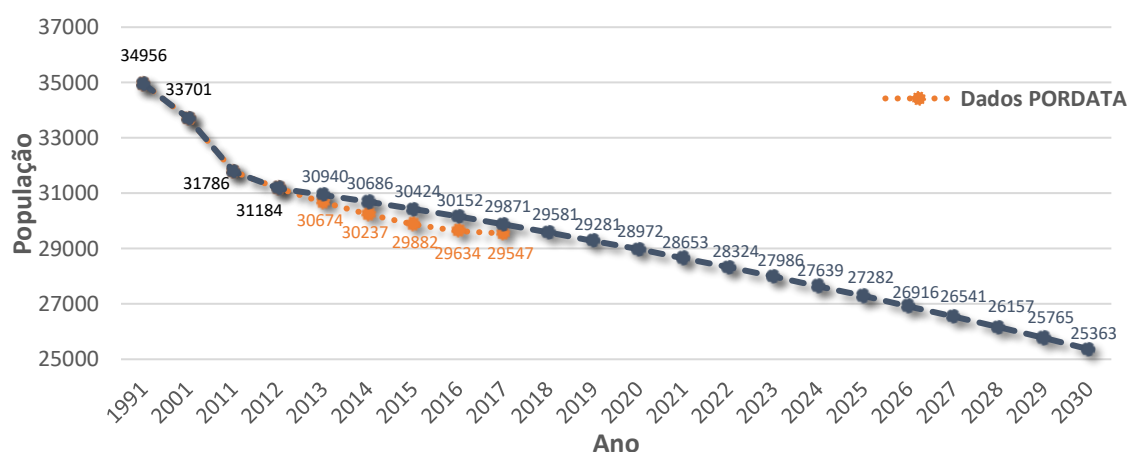
Ano	Base de Dados PORDATA	Método da taxa de crescimento decrescente	Método matemático - curva logística	Método matemático - curva logística com ajuste
2013	30674	31409	31550	30940
2014	30237	31134	31306	30686
2015	29882	30845	31052	30424
2016	29634	30542	30790	30152
2017	29547	30225	30518	29871

Observa-se que não há grande variação nos valores estimados pelos diferentes métodos, por isso, de forma a escolher-se o método mais ajustado a este município calculou-se o erro relativo percentual, através da média dos erros relativos, pela Equação 3.1:

$$E = \left| \frac{\text{Valor PORDATA} - \text{Valor calculado}}{\text{Valor PORDATA}} \right| \times 100 \quad (\text{Eq. 3.1})$$

Verifica-se que para o método da taxa de crescimento decrescente o erro médio é de 1,78 % e para o método matemático de 2,62 % e com ajuste de 1,40 %. Sendo, então, o método matemático – curva logística com ajuste o escolhido para projetar a população para os próximos anos.

Na Figura 3.3 apresenta-se a projeção da população para o concelho de Espinho, realizada através do método da curva logística com ajuste. Denota-se, através dela, que os valores obtidos são mais altos que os estimados pela base de dados PORDATA, por exemplo, para o ano de 2018 extrapola-se uma população de 29581 habitantes, valor superior ao estimado pela PORDATA para o ano de 2017 (29547 habitantes). Esta diferença pode ser justificada pelo facto de neste método matemático não serem considerados os nados vivos, óbitos, imigrantes e emigrantes, parâmetros que são tidos em conta na estimativa do PORDATA.


**Figura 3.3** - Projeção da população no concelho de Espinho até 2030.

Perspetiva-se então que o número de habitantes para o ano de 2018 e para os cinco anos seguintes seja o apresentado na Tabela 3.4.

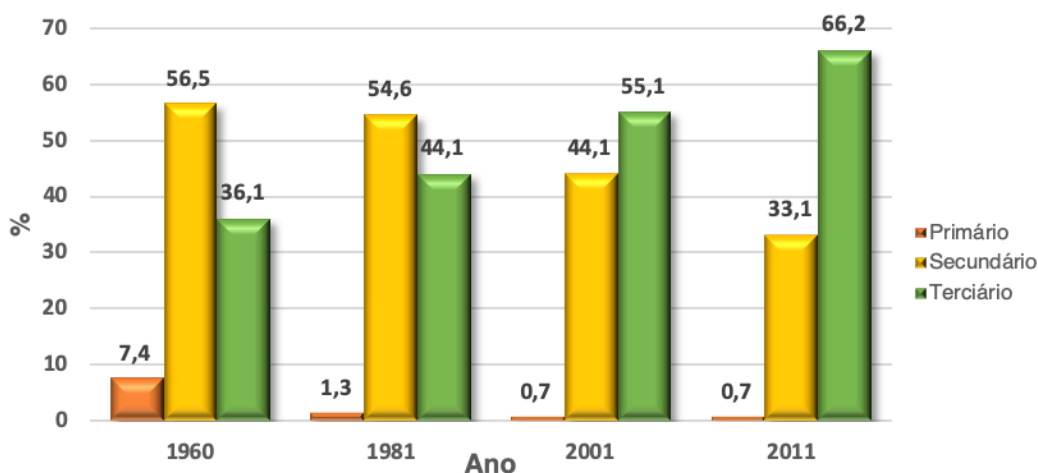
**Tabela 3.4** - População estimada para o ME entre o período de 2018 e 2023.

Ano	População estimada
2018	29581
2019	29281
2020	28972
2021	28653
2022	28324
2023	27986

### 3.1.3 ATIVIDADE ECONÓMICA

Para o ano de 2011, ano dos últimos Censos, verificou-se uma taxa de atividade no Município de 52,7 % e um total de 11925 pessoas empregadas (38 % da população).

A Figura 3.4 retrata a distribuição da população empregada por setor de atividade económica entre os anos 1960 e 2011.



**Figura 3.4** - População empregada por setor de atividade económica, entre 1960 e 2011 (PORDATA, 2015).

Estes valores permitem dizer que no concelho prevalece o setor terciário, com 66,2 %, onde pontua assim o setor dos serviços. O setor primário revela apenas um valor residual, com uma percentagem de 0,7 %. No que respeito ao setor secundário, tem vindo a observar-se uma diminuição do número de empresas sediadas no concelho, que ocorre, fundamentalmente, nos sectores da “indústria transformadora” e da “construção” (CME, 2013).

No Concelho de Espinho, o setor primário reúne uma pequena percentagem de 0,1 % do total de empresas, enquanto o setor secundário congrega 14 % e o terciário 86 %. Destacando-se, no setor terciário, o “Comércio por grosso e a retalho e a reparação de veículos automóveis e motociclos” com uma percentagem de 28,3 % do total de empresas concelhias (CME, 2013).

## 3.2 PRODUÇÃO E CARATERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS URBANOS

Avaliar as quantidades de resíduos urbanos produzidos num concelho é um desafio que deve ser tido em consideração para que se atinja uma boa gestão. É necessário

conhecer a situação passada e atual para se gerir o futuro. Desse modo, realizou-se uma compilação dos dados desde o ano 2015 até 2018, conforme registos realizados pela LIPOR e pelo Município, e criou-se a Tabela 3.6 com os quantitativos de resíduos recolhidos e suas respetivas capitações. Para o cálculo das capitações considerou-se para o número de habitantes o presente na Tabela 3.5. Os valores de habitantes correspondem aos dos anos anteriores, uma vez que a Base de Dados PORDATA só estima o valor de habitantes de um ano a meio do ano seguinte. Desse modo, as capitações são calculadas com o valor dos anos passados.

**Tabela 3.5** - População considerada para cálculo de capitações para os anos entre 2015 e 2018 (PORDATA, 2018).

Ano	2015	2016	2017	2018
Habitantes	30237	29882	29634	29547

**Tabela 3.6** - Resíduos recolhidos no concelho de Espinho e respetivas capitações.

Fluxo \ Ano	2015		2016		2017		2018	
	RU recolhidos	Capitação	RU recolhidos	Capitação	RU recolhidos	Capitação	RU recolhidos	Capitação
Indiferenciados	14465,2	478,4	14719,7	492,6	14847,8	501,0	15000,8	507,7
Embalagens	145,6	4,8	176,7	5,9	204,6	6,9	256,1	8,7
Papel/cartão	290,9	9,6	358,3	12,0	399,0	13,5	431,8	14,6
Plásticos	38,3	1,3	37,2	1,2	37,4	1,3	46,3	1,6
Vidro	393,7	13,0	490,4	16,4	521,3	17,6	525,0	17,8
Monstros	143,1	4,7	160,2	5,4	191,2	6,5	198,1	6,7
Orgânico - Restauração	470,3	15,6	603,9	20,2	680,7	23,0	659,6	22,3
Sucatas	3,3	0,1	4,8	0,2	5,4	0,2	5,3	0,2
Verdes	422,1	14,0	471,6	15,8	512,6	17,3	513,8	17,4
Escórias	22,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Esferovite	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
Lâmpadas	1,0	0,0	1,9	0,1	1,0	0,0	0,8	0,0
REEE	5,7	0,2	2,7	0,1	3,3	0,1	2,8	0,1
Madeiras	42,2	1,4	39,3	1,3	54,7	1,8	75,1	2,5
<b>Total</b>	<b>16443,7</b>	<b>543,8</b>	<b>17066,7</b>	<b>571,1</b>	<b>17459,1</b>	<b>589,2</b>	<b>17715,7</b>	<b>599,6</b>

unidade de: - RU recolhidos: tonelada  
- Capitação: kg/hab/ano

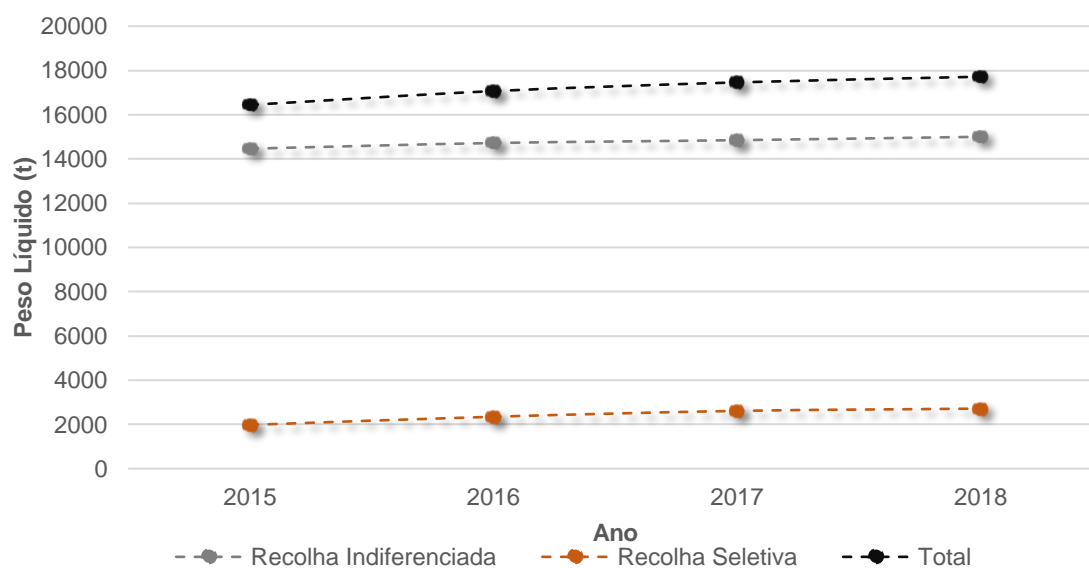
Segundo a base de dados da EUROSTAT (EUROSTAT, 2018), é possível construir a Tabela 3.7 que indica a produção de resíduos urbanos *per capita* em Portugal entre os anos de 2015 e 2017. Para o ano de 2018, à data de entrega deste relatório de estágio ainda não tinha sido publicado o valor.

**Tabela 3.7** - Produção de RU per capita em Portugal.

Ano	2015	2016	2017
Capitação (kg/hab/ano)	460	474	487

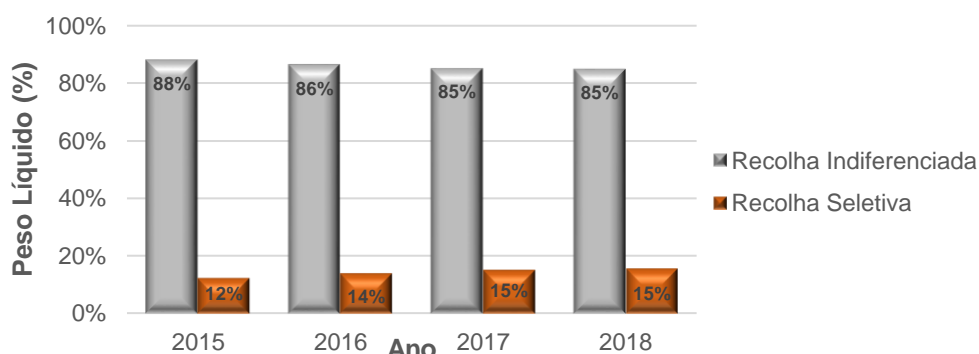
Observa-se assim que, em todos os anos, o concelho de Espinho apresenta valores de capitação superiores aos nacionais, demonstrando a necessidade de melhorar a gestão de resíduos municipal.

Como expressa a Figura 3.5, no Município de Espinho, a maioria dos resíduos é recolhida e encaminhada de forma indiferenciada. Referente ao ano 2018, foram produzidas 17716 toneladas de RU, o que equivale a 599 kg/hab/ano, considerando nesse ano uma população de 29581 habitantes, atendendo à projeção populacional apresentada no ponto 3.1.2 (Tabela 3.4). Pode-se também calcular o valor *per capita* tendo em conta o valor de habitantes em 2017, tal como o sistema LIPOR faz, contudo para o valor de 29547 habitantes (Figura 3.2), a produção de RU per capita é 600 kg/hab/ano, não se verificando uma grande diferença.



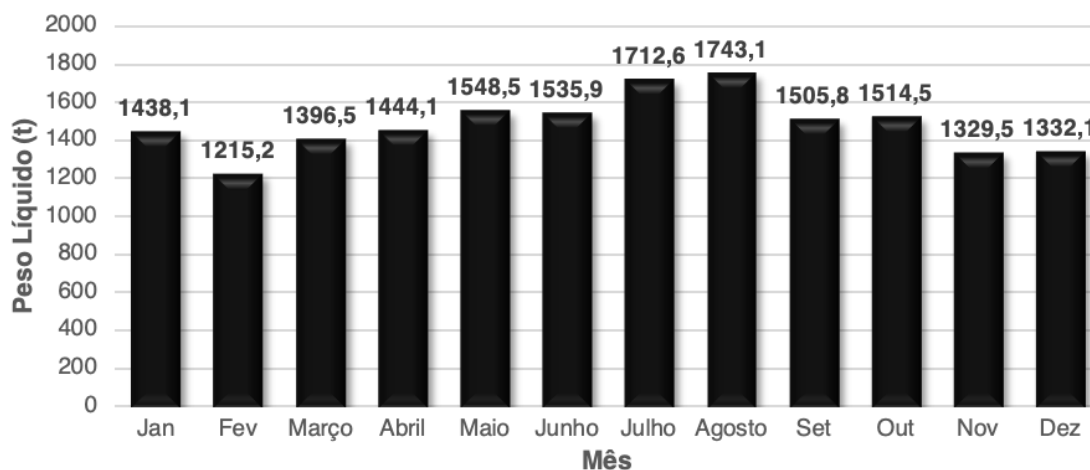
**Figura 3.5** - Evolução da Produção de RU, no ME, entre 2015 e 2018 (Fonte: DSBA, 2019).

Constata-se que há um predomínio significativo da recolha indiferenciada face à recolha seletiva. Apesar disso, esta tendência tem variado ao longo dos anos, sendo que em 2015 cerca de 12 % do total de resíduos foram recolhidos seletivamente e em 2017 essa percentagem subiu para 15 %, como se observa na Figura 3.6.



**Figura 3.6** - Evolução da percentagem de RU produzidos, no ME, entre 2015 e 2018 (Fonte: DSBA, 2019).

Analisar a variação anual da produção de RU num local, permite um conhecimento adicional relevante à gestão, possibilitando, por exemplo, a gestão das férias dos trabalhadores e os períodos onde é necessário um reforço das equipas. Assim, a Figura 3.7 apresenta as quantidades mensais de resíduos recolhidos no ano de 2018 em Espinho.



**Figura 3.7** - Quantidade de resíduos recolhidos, no ME, no ano de 2018 (Fonte: DSBA, 2019).

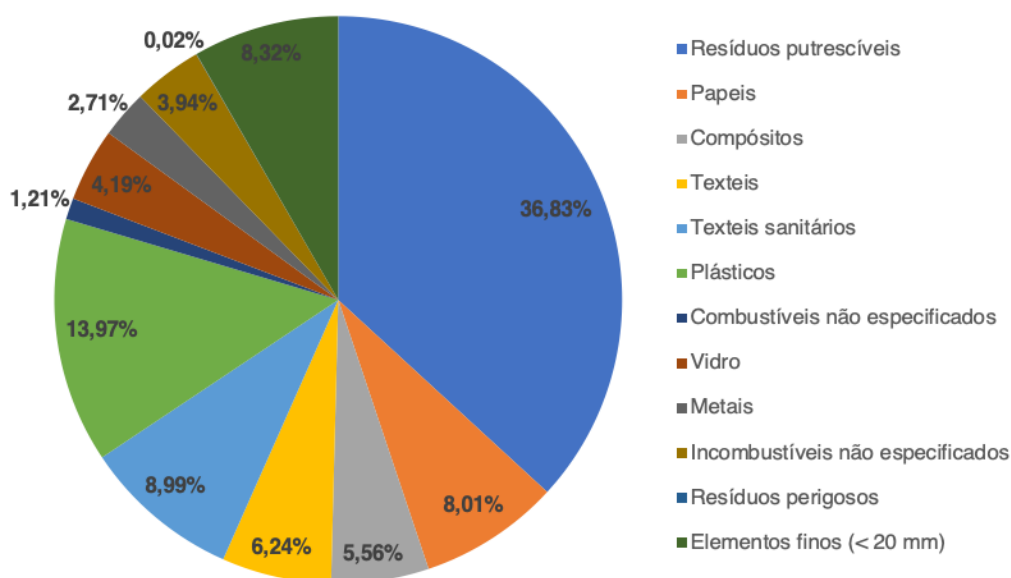
A produção de RU no Município não é constante durante o ano, registando-se alterações mensais. Destaca-se julho e agosto com maior produção de resíduos, com valores superiores a 1700 toneladas e, em contrapartida, fevereiro que apresenta um valor inferior a 1220 toneladas.

Os meses de maior produção correspondem à época balnear (compreendida entre junho e setembro). Sendo Espinho considerado um destino turístico balnear, é expectável exceder a normalidade nestes meses. O mês de janeiro acomoda o término das épocas festivas e de maior consumo, o Natal e Fim de Ano, o que pode explicar a oscilação desse mês.

Periodicamente, são efetuadas caracterizações físicas dos resíduos indiferenciados rececionados no SGRU, elaborada com bases nas especificações técnicas da Portaria n.º 851/2009, de 7 de agosto (APA, 2018a).

A partir dos dados das amostras, foi possível obter a Figura 3.8, que apresenta a composição física dos resíduos indiferenciados municipais, apurada em 2016, pela LIPOR, da qual se percebe que existe um potencial de valorizáveis de 68,09 %, presentes na fração indiferenciada. Afere-se então que nos resíduos da recolha indiferenciada existe uma clara predominância dos putrescíveis, representada por resíduos alimentares (26,12 %) e de jardim (10,12 %). A segunda fração mais importante, é a categoria dos plásticos, com 13,97 %, seguidas dos resíduos provenientes de têxteis sanitários, 8,99 %, dos elementos finos, ou seja, aqueles cuja dimensão é inferior a 20 mm, com 8,32 %, e dos resíduos de papel, com 8,01 % (LIPOR, 2018b).





**Figura 3.8** - Composição física dos resíduos indiferenciados no ME, em 2016 (Fonte: LIPOR, 2018b).

Sabendo que cerca de 70 % dos resíduos da fração indiferenciada são valorizáveis, o presente trabalho torna-se fundamental para estudar o aproveitamento destes materiais, mais precisamente, resíduos verdes, vidro, embalagens (plástico, metal e embalagens de cartão para alimentos líquidos - ECAL) e papel/cartão.

### 3.3 RECOLHA E GESTÃO DE RESÍDUOS

Em 2018, cerca de 15 % dos RU produzidos no concelho foram recolhidos seletivamente, através de ecopontos, ecocentros e do sistema de PaP, e de alguns serviços de recolha específicos, como a recolha seletiva a pedido, em comércios e serviços, de orgânicos (esta recolha apenas abrange grandes produtores através do programa Projeto Restauração 5 estrelas) e verdes. Os 85 % de recolha indiferenciada foram feitos através de um sistema misto de PaP e contentores de superfície colocados na via pública.

Note-se que, em julho, foi iniciado um sistema de recolha PaP de resíduos indiferenciados, de multimaterial trifluxo (3F) e verdes, em parte da União de Freguesias de Anta e Guetim, designada como zona piloto, começando em força no mês seguinte.

Após recolhidos, os resíduos têm como destino o tratamento nas várias unidades da LIPOR, sendo que os de origem da recolha multimaterial são encaminhados para o Centro de Triagem (LIPOR I), os biorresíduos vão para a Central de Valorização Orgânica (LIPOR I) e os resíduos indiferenciados são enviados para a Central de Valorização Energética (LIPOR II) (CME, 2015).

#### 3.3.1 RECOLHA INDIFERENCIADA

No ano de 2018, a recolha indiferenciada é realizada pelo sistema PaP e pelo sistema de contentores de proximidade, em cerca de 700 contentores de 800 L, 19 moloks de 5 m<sup>3</sup>,

4 moloks de 3 m<sup>3</sup> e por 1 enterrado de 3300L, distribuídos por todo o Município (DSBA, 2019).

A responsabilidade pela recolha e encaminhamento dos resíduos indiferenciados produzidos está atribuída, através de subcontratação, à SUMA – Serviços Urbanos e Meio Ambiente, S.A.. De referir que esta empresa também é responsável pela lavagem, desinfeção, desengorduramento e desodorização dos contentores destinados a esta recolha e pelos serviços de limpeza urbana.

O transporte de resíduos indiferenciados é efetuado por veículos propriedade da SUMA, estando a gestão destes a seu cargo.

Os circuitos de recolha deste tipo de resíduos são efetuados de segunda-feira a sábado, em horário diurno (das 05h00 às 11h00) nas freguesias de Silvalde, Paramos e União de Freguesias de Anta e Guetim (exceto na zona piloto do PaP), e em horário noturno (21h00 às 03h00) no centro da cidade de Espinho.

Em termos quantitativos, foram recolhidos e rececionados pela LIPOR, em 2018, um total de 15001 toneladas de RU provenientes da recolha indiferenciada.

### **3.3.2 RECOLHA SELETIVA DE ECOPONTOS**

A recolha seletiva em ecopontos conta com uma rede de, sensivelmente, 100 ecopontos localizados essencialmente na via pública, sendo que algumas unidades se encontram em escolas e instituições.

A recolha dos ecopontos é da responsabilidade do Município, sendo realizada com recurso a viaturas especializadas, propriedade do mesmo. As recolhas são efetuadas de segunda a sexta-feira, em período diurno (das 06h00 às 12h30), obedecendo às seguintes regras (DSBA, 2019):

- 2ª-feira: recolha de papelões da cidade<sup>4</sup>
- 3ª-feira: recolha de embalões da cidade;
- 4ª-feira: recolha de verdes de cemitério;
- 5ª-feira: recolha de papelões das freguesias;
- 6ª-feira: recolha de embalões das freguesias.

Dependendo da localização de alguns contentores, como por exemplo zonas de elevada produção, a frequência de recolha poderá variar. Os vidrões são recolhidos com uma frequência quinzenal, da parte da tarde, sendo maioritariamente depositados nos ecocentros.

De acordo com a informação constante da base de dados da LIPOR, os quantitativos referentes aos resíduos recolhidos, em 2018, totalizaram cerca de 429 toneladas.

### **3.3.3 RECOLHA SELETIVA EM ECOCENTROS**

O Município de Espinho tem à sua disposição dois ecocentros, o Ecocentro de Anta e o de Silvalde, estando preparados para receber resíduos de papel/cartão, plásticos, vidro, sucatas, REEE (Resíduos de Equipamento Elétrico e Eletrónico), madeiras, resíduos

---

<sup>4</sup> Utiliza-se o termo cidade atendendo que o concelho só tem uma cidade a que corresponde uma só freguesia, a de Espinho. Designando-se por freguesias as restantes freguesias do concelho, Anta e Guetim, Silvalde e Paramos.

verdes, entre outros materiais, estando em funcionamento de segunda a sexta-feira, das 09h00 às 12h e das 14h00 às 18h00 (CME, 2015).

Em 2018, os ecocentros rececionaram um total de 975 toneladas de resíduos. Os resíduos recolhidos nos ecocentros são depois encaminhados para reciclagem por entrega a operadores específicos, em geral a custo zero ou com contrapartida financeira.

Note-se que o elevado valor de resíduos recolhidos via ecocentros face à recolha por ecopontos deve-se, entre outros aspetos, ao facto de estes funcionarem como estações de transferência para os resíduos recolhidos nos ecopontos, quando o grau de enchimento das viaturas não justifica uma deslocação à SGRU.

### **3.3.4 RECOLHA SELETIVA EM COMÉRCIOS E SERVIÇOS**

A recolha seletiva multimaterial (papel/cartão, embalagens e vidro) em comércio e serviços, incluindo escolas, é realizada em contentores de 120 L e 240 L, sendo também efetuada em sacos ou a granel, todos os dias úteis entre as 13h30 e as 20h00, por um circuito específico, tendo, atualmente, 146 aderentes a este serviço de recolha.

Os resíduos provenientes desta recolha são transportados até aos ecocentros do concelho e enviados até à LIPOR para que ocorra a sua valorização/reciclagem.

### **3.3.5 RECOLHA SELETIVA DE RUB**

A recolha de resíduos urbanos biodegradáveis (RUB), ou seja, os biorresíduos, abrange cerca de 87 produtores não residenciais, enquadrados no projeto Restauração 5 estrelas, estimando-se que, em 2018, tenham sido recolhidas cerca de 660 toneladas de RUB, os quais tiveram como destino final a Central de Valorização Orgânica da LIPOR.

A recolha é efetuada através de um circuito específico, realizado apenas em dias úteis (segunda a sexta-feira) entre as 13h30 e as 20h00 (CME, 2015).

### **3.3.6 RECOLHA SELETIVA DE VERDES**

O Município efetua recolha seletiva de verdes (ramagens, podas e relva) porta-a-porta, na zona piloto, e nos cemitérios, com o objetivo de oferecer à população uma recolha específica de resíduos verdes e desviar dos contentores de resíduos indiferenciados este tipo de resíduos. Regra geral, os munícipes que não vivam na zona abrangida pelo PaP efetuam a descarga de verdes nos ecocentros, podendo ainda, em situações excecionais, ser solicitada a recolha à CME, sendo, nestes casos, as recolhas incorporadas no circuito de recolha de resíduos volumosos (monstros).

A recolha é efetuada nos cinco cemitérios do município, às quartas-feiras, entre as 06h00 e as 10h30. Nas freguesias de Anta/Guetim, Silvalde e Paramos, os resíduos são depositados em contentores enterrados, do tipo molok, com capacidade de 5 m<sup>3</sup>, sendo que no cemitério de Espinho a deposição é efetuada em contentores de 800 L (CME, 2015).

Referente ao ano de 2018 foram recuperados no Município um total de 514 t de resíduos verdes, dos quais 229 t correspondem a resíduos recolhidos nos cemitérios.

Os resíduos verdes recolhidos têm como destino final a Central de Valorização Orgânica da LIPOR.

### **3.3.7 OUTRAS RECOLHAS SELETIVAS**

Para além das recolhas seletivas expostas anteriormente, o Município de Espinho proporciona a recolha de óleos alimentares usados (OAU), sendo que para o efeito dispõe de 22 oleões para a deposição destes resíduos. A responsabilidade pela recolha e valorização, assim como pela manutenção e limpeza dos oleões pertence à EGI – Gestão de Resíduos, tendo sido recolhidos, em 2018, 3133 kg de OAU (CME, 2018c; DSBA, 2019).

No que concerne a resíduos têxteis, como roupa e calçado, o ME dispõe de 24 contentores específicos, distribuídos pelo Concelho. A empresa Sarah Trading é a responsável pela colocação destes equipamentos no terreno, bem como pela recolha e encaminhamento dos materiais neles depositados (CME, 2018e).

Adicionalmente, existe uma recolha de monstros que é efetuada mediante solicitação prévia, junto dos serviços da CME. Assim, no dia estipulado, quintas-feiras, os municípios devem colocar o resíduo acessível para que este possa ser recolhido no local marcado (CME, 2018d).

## **3.4 SISTEMA TARIFÁRIO DE RESÍDUOS URBANOS**

O Município de Espinho, através do seu Regulamento de Resíduos Sólidos (CME, 2014), fixou que a tarifa respeitante à Remoção e Tratamento de RU diz respeito “às actividades relativas à exploração e administração dos serviços de deposição, recolha, transporte, tratamento e destino final dos resíduos sólidos”, e que esta é determinada em função do consumo de água de cada alojamento, prédio ou estabelecimento comercial ou industrial.

Tal como acontece em grande parte de Portugal, no Município de Espinho as tarifas de serviço de gestão de resíduos urbanos aplicadas aos utilizadores estão indexadas à fatura da água. Esta medida tem sido recorrentemente alvo de críticas uma vez que não valoriza o esforço de recolha seletiva nem incentiva à minimização da produção de resíduos e que suscita a geração de situações injustas de relacionar maiores consumos de água com maiores produções de resíduos, uma vez que ambas as variáveis dependem da dimensão dos agregados familiares. E existem sempre situações de exceção: um agregado familiar pode produzir muitos resíduos sem consumir muita água, por possuir uma origem particular, ou um agregado familiar produzir poucos resíduos e/ou separá-los adequadamente, e consumir muita água, por exemplo, por causa de rega de jardins (Pires, 2013).

A tarifa a cobrar pelo Município de Espinho, desde o dia 1 de janeiro de 2018, respeitante à Remoção e Tratamento de RU, para utilizadores do tipo doméstico, consiste numa taxa fixa, no valor de 3,642 €/30 dias, acrescida de uma taxa variável de 40 % do valor relativo à tarifa variável de abastecimento de água (CME, 2018a).

## **3.5 OBJETIVOS E METAS MUNICIPAIS**

No âmbito do PERSU 2020 foram estabelecidas metas aplicáveis aos sistemas de gestão de resíduos, tendo sido fixadas para o sistema LIPOR as seguintes: 50 kg/hab de retomas de materiais com origem em recolha seletiva, 35 % de meta de preparação para

reutilização e reciclagem e 10 % de meta máxima de deposição de RUB em aterro (CME, 2015).

Para que a LIPOR consiga atingir as suas metas, é necessário o contributo de todos os seus municípios. O Município de Espinho integra-se neste sistema e, os seus resultados de 24,75 kg/hab de retomas de recolha seletiva e 15,84 % de preparação para reutilização e reciclagem, em 2014, levaram-no a definir vários eixos de intervenção, que constam do seu PAPERSU (Plano de Ação do PERSU 2020) com vista a contribuir para o alcance das metas estabelecidas no PERSU 2020. Assim sendo, o Município fixou as suas metas, até 2020, como se observa na Tabela 3.8 (CME, 2015), propondo-se atingir, em 2020, 45 kg/hab de retomas da recolha seletiva e 27 % de meta de preparação para reutilização e reciclagem.

**Tabela 3.8** - Evolução prevista do posicionamento em relação às metas (Fonte: CME, 2015).

<b>Metas</b>	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Retomas de recolha seletiva (kg/hab/ano)	27	32	40	41	43	45
Preparação para reutilização e reciclagem (%)	17	19	25	26	27	27

Atualmente, o ME está aquém no que diz respeito à meta de 2020, tendo alcançado, em 2018, 40 kg/hab de retomas da recolha seletiva e 22 % de preparação para reutilização e reciclagem (LIPOR, 2018b).

A Tabela 3.9 expõe as metas definidas, no horizonte temporal, enquadradas nos eixos de intervenção, traduzindo o referencial a concretizar no âmbito do município.

**Tabela 3.9** - Evolução prevista da recolha seletiva (Fonte: CME, 2015).

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>RU da recolha seletiva</b>	<b>1908</b>	<b>2119</b>	<b>2841</b>	<b>2893</b>	<b>2948</b>	<b>3005</b>
Multimaterial 3F (alvo meta retoma RU)	883	1026	1283	1332	1383	1437
RUB	399	463	924	924	924	925
Resíduos verdes	496	500	504	507	511	515
Madeiras	26	26	26	26	26	26
Outros	104	104	104	104	104	104

unidade: toneladas/ano

Tendo por base a compilação dos dados desde o ano 2015 até 2018, conforme registos realizados pela LIPOR e anteriormente apresentados na Tabela 3.6, observa-se que a meta RU da recolha seletiva total para o ano de 2015 e 2016 foi atingida, com captações de 65,4 e 78,5 kg/hab/ano, respetivamente.

No que concerne ao multimaterial 3F, esta meta anual foi atingida, apenas, em 2016, com 1063 t e ficou em 2018 nas 1259 toneladas. A meta dos RUB foi atingida em 2015 e 2016, em 2017 e 2018, foram recolhidos 681 e 660 t, respetivamente. Referente aos resíduos verdes, em 2015 e 2016 não foi atingida, já em 2018, recolheram-se 514 t. Em relação os *outros* em todos os anos as metas foram atingidas, estando em 2018 nas 254 t (DSBA, 2019).

Os resíduos de madeira gerados no município são enviados para a Luso Finsa, tendo sido enviadas, em 2018, 75 toneladas (DSBA, 2019).

### 3.6 POTENCIALIDADE DE CAPITAÇÃO MULTIMATERIAL NO MUNICÍPIO

Tendo em conta que o município ainda se encontra distante de atingir as suas metas é importante o estudo de novas formas de gestão, no sentido de aumentar a capitação dos

municípios Espinhenses, relativamente à fração multimaterial trifluxo. Para tal é necessário ter em consideração os resíduos provenientes dos ecopontos e ecocentros e o percentual dos componentes considerados valorizáveis presentes nos resíduos indiferenciados. Como a última caracterização da composição física dos resíduos indiferenciados municipais foi apurada em 2016, irá ser realizada a análise com base nos valores referentes a esse ano.

Na Tabela 3.10 apresentam-se as capitações dos três fluxos através dos ecopontos e ecocentros, para uma população de 29634 habitantes (Figura 3.2) e que o ano de 2016 possuiu 366 dias.

**Tabela 3.10** - Capitação dos resíduos multimaterial 3F provenientes de ecopontos e ecocentros no ano 2016.

Fluxo	t/ano	kg/hab/ano	kg/hab/dia
Papel/Cartão	358,32	12,09	0,03
Plásticos/Metais	213,92	7,22	0,02
Vidro	490,42	16,55	0,05

Para o mesmo ano (2016) apresenta-se na Tabela 3.11 a abundância percentual dos componentes respeitantes à fração multimaterial 3F, nos resíduos indiferenciados. Sabendo que em 2016 houve uma produção de 14719,7 toneladas de resíduos indiferenciados (Tabela 3.5), é possível gerar os valores de capitação que representam a fração multimaterial 3F, que não são alvo da recolha seletiva, ver Tabela 3.11. Considera-se para tal a mesma população do ano 2016.

**Tabela 3.11** - Resíduos multimaterial 3F presentes nos resíduos urbanos indiferenciados e capitações possíveis.

Fluxo	% nos RU indiferenciados	t/ano	kg/hab/ano	kg/hab/dia
Papeis	8,01	1179,05	39,79	0,11
Plásticos	13,97	2056,34	69,39	0,19
Metal	2,71	398,90	13,46	0,04
Compósitos	5,56	818,41	27,62	0,08
Vidro	4,19	616,75	20,81	0,06

Assim sendo, somando os valores de capitação dos resíduos provenientes de ecopontos, ecocentros e dos valorizáveis presentes nos RU indiferenciados é possível obter a potencial capitação dos três fluxos multimateriais para o Município de Espinho. Os resultados obtidos apresentam-se na Tabela 3.12.

**Tabela 3.12** - Capitação possíveis dos resíduos multimaterial 3F para o Município de Espinho.

Fluxo	t/ano	kg/hab/ano	kg/hab/dia
Papel/Cartão	1537,37	51,88	0,14
Plásticos/Metais	3487,58	117,69	0,32
Vidro	1107,17	37,36	0,10

É então possível concluir que o Município de Espinho tem potencial para aumento das capitações de resíduos multimaterial 3F e que um sistema de recolha seletiva porta-a-porta no município é uma peça fundamental nesse aumento, pois este sistema de deposição, de fácil acesso, é facilitador e potencia a adesão dos municípios, pois estes não têm de se deslocar para deixar os recicláveis num ponto de recolha.

## 4 SISTEMA DE RECOLHA PAP DE RU IMPLEMENTADO NO CASO DE ESTUDO

O presente capítulo destina-se à apresentação e avaliação do projeto piloto de recolha seletiva PaP implementado no Município de Espinho. Inicialmente faz-se uma descrição da zona piloto e do sistema e, por fim, uma avaliação dos seus primeiros nove meses de implementação.

### 4.1 DESCRIÇÃO DA ZONA PILOTO

No PAPERSU do Município de Espinho, enquadrado nos eixos de intervenção, consta a ação n.º 5: “implementação da recolha seletiva porta-a-porta residencial”, que visa o incremento da recolha seletiva multimaterial e de resíduos urbanos biodegradáveis (CME, 2015).

Previa-se a implementação deste sistema no início de 2017, cuja abrangência seria de cerca de 5000 fogos, contando com 7500 habitantes (CME, 2015). Contudo, só em julho de 2018 é que este sistema começou a ser implementado em parte da União de freguesias de Anta e Guetim, abrangendo uma área de 6,1 km<sup>2</sup> e uma população na ordem de 5400 habitantes, o que representa cerca de 29 % da área e 18 % da população do concelho.

Na Figura 4.1 apresenta-se a localização da zona definida para a implementação da recolha seletiva porta-a-porta (PaP) de resíduos urbanos no Município de Espinho.

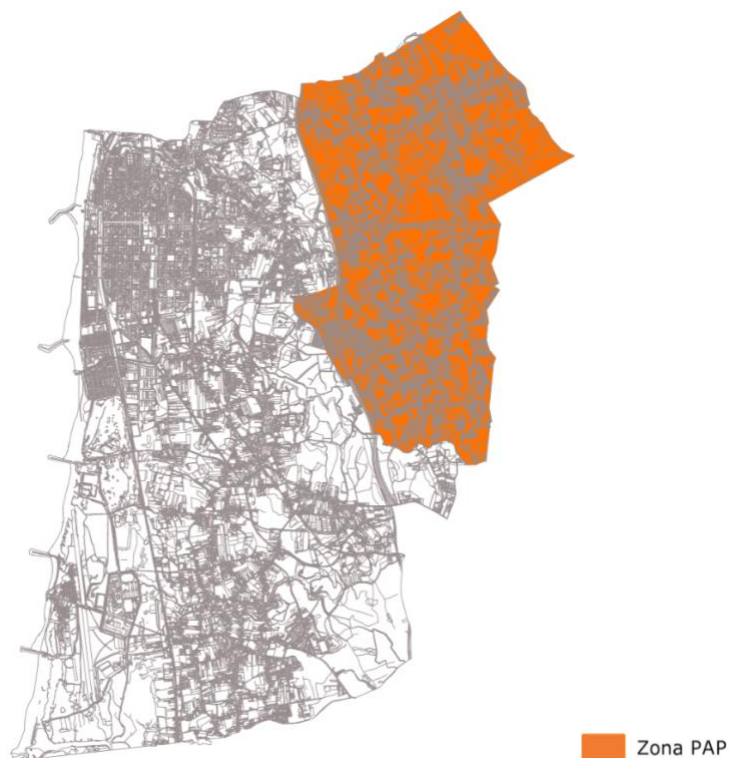


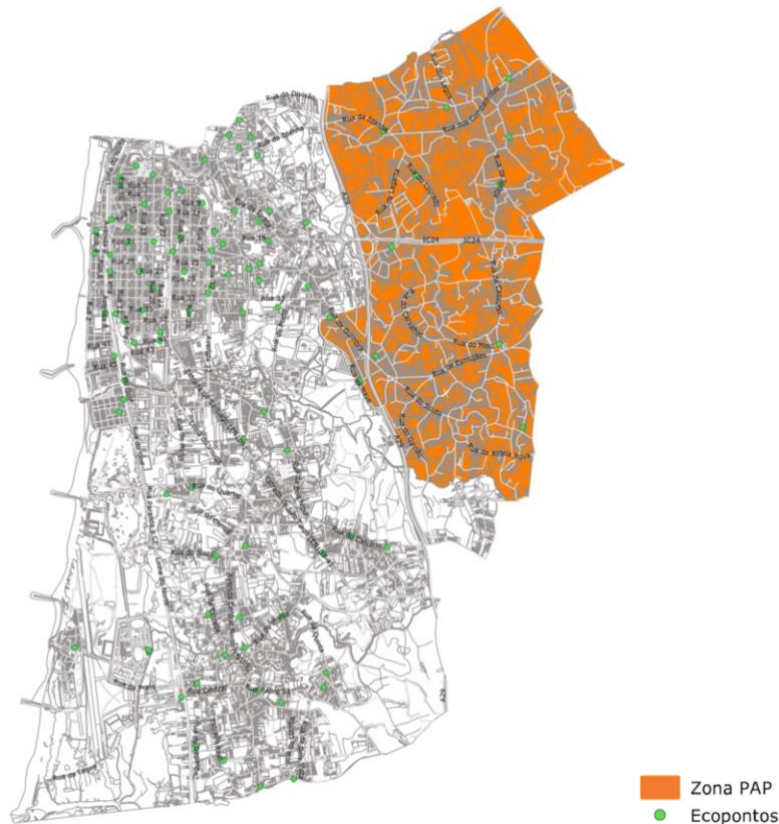
Figura 4.1 - Localização da zona piloto no concelho de Espinho (Fonte: DSBA, 2019).

A zona é constituída, na sua maioria por edifícios de baixo porte, uni ou bifamiliares. Cerca de 98 % dos edifícios possuem 1 ou 2 pisos e apresentam 1 ou 2 fogos. Foram identificados 1788 edifícios, contabilizando-se 1992 fogos (DSBA, 2019).

Nesta zona de estudo estima-se uma produção anual de cerca de 2800 toneladas de RU e a recolha seletiva dos fluxos multimaterial resume-se num total de 28 kg/hab/ano (DSBA, 2019). A recolha seletiva multimaterial é efetuada através de ecopontos na via pública, sendo este um procedimento de gestão muito oneroso e dificultado pela dispersão da população no território, verificando-se dificuldade em atingir os diferentes indicadores de acessibilidade do serviço aos utilizadores.

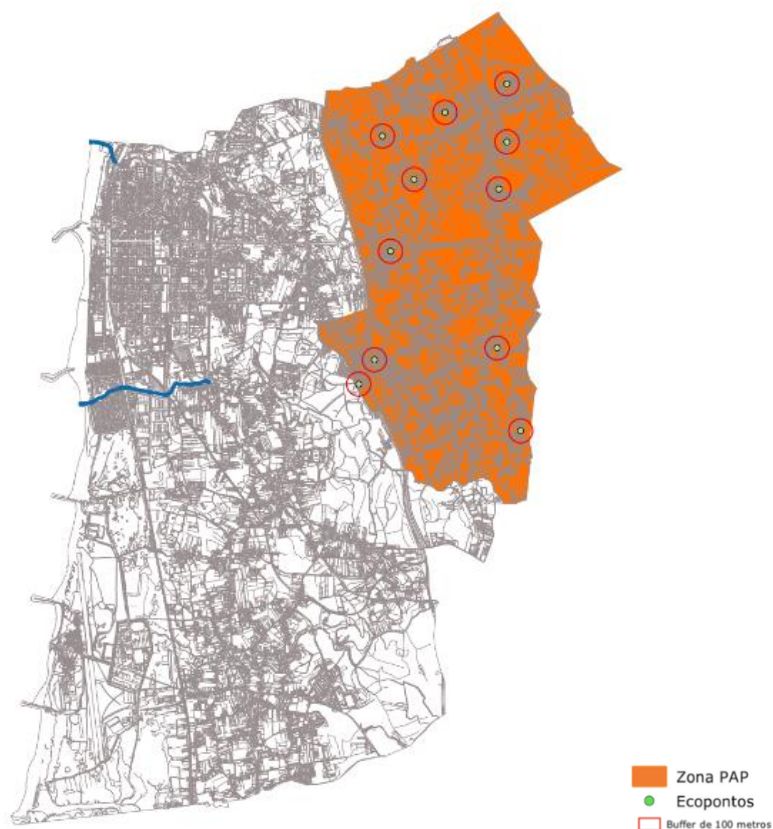
Existem três indicadores de acessibilidade do serviço aos utilizadores, sendo eles acessibilidade física do serviço (%), acessibilidade do serviço de recolha seletiva (%) e acessibilidade económica do serviço (%). O indicador de serviço de recolha seletiva diz respeito à proximidade do utilizador com os ecopontos e define-se como a percentagem de alojamentos servidos a uma distância máxima de 100 m nas freguesias classificadas como áreas predominantemente urbanas e 200 m nas freguesias classificadas como áreas mediantemente urbanas e áreas predominantemente rurais (ERSAR & LNEC, 2019).

O Município de Espinho é de tipologia de área predominantemente urbana por isso a distância máxima entre os alojamentos servidos é de 100 m. A acessibilidade encontra-se nos 57 %, o que representa uma qualidade de serviço insatisfatório. Na Figura 4.2 é possível observar a cobertura de ecopontos no município e na Figura 4.3 observa-se a cobertura de ecopontos na zona PaP com apresentação do raio de influência.



**Figura 4.2** - Localização de ecopontos no município de Espinho (Fonte: DSBA, 2019).





**Figura 4.3** - Localização de ecopontos na zona piloto porta-a-porta (raio de influência de 100 m) (Fonte: DSBA, 2019).

A análise da localização dos ecopontos no município permite concluir que atualmente a sua cobertura é suficiente apenas para a zona da cidade. Observando-se, em particular, que na zona da área piloto a cobertura é muito limitada, existindo somente 11 ecopontos. No entanto, é visível nesta zona uma cobertura de 1,8 ecopontos/km<sup>2</sup> e um rácio de 491 hab/ecoponto, inferior ao rácio de 500 hab/ecoponto definidos pela União Europeia e superior ao rácio de 262 hab/ecoponto em Portugal Continental (APA, 2014). Quanto menor for o rácio de habitantes por ecoponto, maior a possibilidade de se atingir capitações de recolha seletiva mais elevadas.

## 4.2 SISTEMA IMPLEMENTADO

A implementação da recolha seletiva porta-a-porta na zona piloto tem naturalmente implícito um esperado aumento significativo da captação de materiais recicláveis, incluindo designadamente os ainda presentes nos resíduos indiferenciados e que mais facilmente poderão ser objeto de desvio com uma recolha mais próxima do cidadão.

O sistema foi desenvolvido visando a recolha porta-a-porta de 5 fluxos de resíduos urbanos: papel/cartão, embalagens de plástico/metálico/ECAL (abreviadamente daqui em diante por “embalagens”), vidro, resíduos indiferenciados e verdes.

O Município de Espinho foi o 1º Município, a nível nacional, a implementar um sistema PaP com recolha de verdes.

#### 4.2.1 OBJETIVOS

Face ao potencial estimado, há ainda uma margem de aumento considerável dos quantitativos destes materiais suscetíveis de recolha seletiva, colocando-se então a questão da definição de objetivos realistas para este crescimento.

Os resultados considerados no PAPERSU do Município de Espinho referentes a esta ação preveem, na componente multimaterial, entre 2017 e 2020, nas zonas abrangidas, uma recuperação de 30 % a 35 % do potencial contido nos RU (taxa de crescimento anual de 5 %), no conjunto dos três fluxos, correspondendo aos quantitativos apresentados na Tabela 4.1.

**Tabela 4.1** - Quantitativos esperados para a recolha seletiva PaP residencial (Fonte: CME, 2015).

	2017	2018	2019	2020
Total multimaterial 3F (t)	400	420	441	463

Os objetivos de arranque, menos ambiciosos, contam atingir 26 % do potencial, no conjunto dos 3 fluxos. Em termos de cada fração valorizável, assume-se um maior acréscimo relativo das embalagens; nos anos seguintes considerou-se um crescimento anual de 3,5 % de todos os fluxos. Assim, com estas estimativas, o objetivo para 2020 é de recolha de 30 % do potencial-alvo (DSBA, 2019).

#### 4.2.2 SISTEMA DE RECOLHA

O esquema de recolha seletiva porta-a-porta implementado assenta na utilização de contentores individuais, para deposição seletiva dos 4 fluxos de resíduos urbanos: papel/cartão, embalagens, vidro e resíduos indiferenciados, e de um saco para a deposição dos verdes.

A recolha porta-a-porta incide quer nos produtores residenciais, quer nos não residenciais, integrados nos mesmos circuitos de recolha.

Os contentores residenciais têm uma capacidade de 40 L e tampas coloridas, correspondentes a cada um dos fluxos a recolher (Figura 4.4). Estes equipamentos fazem-se acompanhar de identificadores para monitorização das recolhas, associando o produtor ao respetivo equipamento de deposição. Os sacos da deposição dos verdes, apresentados na Figura 4.5, têm uma capacidade de 0,175 m<sup>3</sup> (50 cm x 50 cm x 70 cm)



**Figura 4.4** - Contentores da recolha porta-a-porta de indiferenciados e de multimaterial trifluxo.



**Figura 4.5** - Saco da recolha porta-a-porta de resíduos verdes.

Para os fogos não residenciais foram atribuídos contentores para os 4 fluxos, excluindo os verdes, de capacidade variável (40, 140, 240 ou 800 L) de acordo com a tipologia dos produtores. Através da Tabela 4.2 consegue-se saber a quantidade de contentores distribuídos de acordo com o fluxo e a capacidade.

**Tabela 4.2** - Quantidade de contentores distribuídos em fogos não residenciais de acordo com o fluxo e capacidade (Fonte: DSBA, 2019).

Fluxo \ Capacidade	40 L	140 L	240 L	800 L
Indiferenciados	44	3	4	0
Papel/Cartão	33	26	7	9
Embalagens	34	27	10	13
Vidro	34	23	8	8
<b>Total</b>	<b>145</b>	<b>79</b>	<b>29</b>	<b>30</b>

A frequência de recolha é igual independentemente de o fogo ser residencial ou não residencial. A recolha de indiferenciados realiza-se três vezes por semana, das embalagens duas vezes por semana, o papel/cartão e verdes uma vez por semana e o vidro de 15 em 15 dias, Figura 4.6, sendo feita em horário diurno (5h – 20h).

segunda	terça	quarta	quinta	sexta	sábado	domingo
PLÁSTICO E METAL	RESÍDUOS INDEFERENCIADOS	PAPEL E CARTÃO	RESÍDUOS INDEFERENCIADOS	VIDRO (15 EM 15 DIAS)	RESÍDUOS INDEFERENCIADOS	X
		VERDES		PLÁSTICO E METAL		

**Figura 4.6** – Mapa da frequência de recolha do sistema porta-a-porta.

A recolha dos resíduos indiferenciados e do trifluxe é feita com a utilização de uma viatura – Figura 4.7 – de 12 toneladas de peso bruto, equipada com superestrutura de recolha de resíduos de 10 m<sup>3</sup> de capacidade, movida a gás natural. A recolha dos resíduos verdes é feita por uma carrinha de caixa aberta – Figura 4.8 – de 3 m<sup>3</sup> de capacidade (3,60 m x 1,90 m x 0,45 m).



**Figura 4.7** - Viatura movida a gás natural utilizada para a recolha de indiferenciados e multimaterial trifluxo.



**Figura 4.8** - Viatura utilizada para a recolha de resíduos verdes.

O destino dos resíduos recicláveis recolhidos é o ecocentro de Anta, que para o efeito funciona como sistema de transferência, a partir do qual os resíduos seletivos posteriormente são transportados para o Centro de Triagem da LIPOR. Os resíduos indiferenciados são transportados diretamente para a LIPOR II. Na Figura 4.9 é possível observar a deposição de resíduos de papel/cartão no ecocentro.



**Figura 4.9** - Deposição de resíduos de papel/cartão no ecocentro de Anta.

Os pontos de partida e chegada das viaturas são os armazéns municipais. Após a saída dos armazéns, a viatura inicia o percurso de recolha PaP, percorrendo todos os pontos de recolha, destacando-se que para a concretização da totalidade de recolha de resíduos produzidos é necessário recorrer a 2 circuitos (Anexo A). A abrangência geográfica dos circuitos é idêntica para os 4 fluxos, ainda que os trajetos finais dos circuitos de recolha de resíduos indiferenciados difiram dos da recolha dos recicláveis, dado os pontos de descarga das viaturas não serem os mesmos.

Considera-se como tempo e distância total de um circuito, o tempo e distância que decorre desde que a viatura de recolha abandona o local de origem até ao momento em que regressa a este, após concluir o circuito de recolha. Em termos de distâncias percorridas, o circuito 1 faz 31 km e o circuito 2 faz 27 km, ambos numa média de 5,5 horas para o material trifluxe e indiferenciados, e de 7 h e 6,5 h, respetivamente, para a recolha dos verdes. Salienta-se o facto de que para cada circuito de resíduos indiferenciados acresce um percurso de ida e volta à LIPOR, cuja distância é de aproximadamente 70 km, desde o último ponto de recolha à SGRU, demorando cerca de 2 h nesse serviço, incluindo o tempo de descarga.

### **4.2.3 CARATERIZAÇÃO ECONÓMICA**

Em termos de custos financeiros e económicos, sabe-se que os custos referentes ao estudo, planificação e implementação deste novo projeto foi responsabilidade da parceria entre a LIPOR e o Município de Espinho.

Os custos dos contentores distribuídos pelos diversos fogos para a recolha porta-a-porta ficaram ao encargo do sistema LIPOR, ao abrigo do programa PO SEUR – Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso dos Recursos. Ainda, sob a alçada deste programa, o Município de Espinho recebeu uma viatura movida a gás natural para a recolha

dos resíduos referentes ao PaP, permitindo uma melhor qualidade ambiental na higiene pública e redução nos níveis de emissões.

Relativamente à recolha e transporte de resíduos, esta é dividida segundo o tipo de resíduos: custos referentes aos resíduos indiferenciados, custos referentes aos resíduos multimaterial trifluxo e custos referentes aos resíduos verdes.

O Município dispõe de um serviço subcontratado à SUMA, que ficou responsável pela recolha e transporte dos resíduos indiferenciados e multimaterial trifluxo, desde a respetiva área piloto até à LIPOR para os indiferenciados e para o Ecocentro de Anta para os seletivos, bem como custos relacionados com manutenção, amortizações dos veículos de recolha e custos operacionais, ou seja, de combustível e de mão-de-obra.

Tendo por base a bibliografia de referência no âmbito da gestão de resíduos (Tchobanoglous, Vigil, & Theisen, 1993), formularam-se as equações para os cálculos referentes aos custos, tendo em conta as adaptações necessário ao caso de estudo.

### **Custos referentes aos resíduos indiferenciados**

O serviço subcontratado à SUMA referente aos resíduos indiferenciados tem um custo de recolha de 27,50 €/t e de 1,81 €/t para o transporte (valores sem iva de 6 %). O valor do transporte é um valor baixo porque, aquando das negociações, previa-se a construção de uma estação de transferência no Município. Com efeito, o custo de transporte foi aplicado em grande parte ao custo de recolha.

A este tipo de resíduos ainda está associado o custo da deposição de resíduos na LIPOR de 57,39 €/t (em 2018), este valor já inclui o valor da taxa de gestão de resíduos (TGR) e o agravamento da mesma.

### **Custos referentes aos resíduos multimaterial trifluxo**

Os custos de recolha dos resíduos multimaterial trifluxo estão ao encargo da SUMA, tendo um custo mensal de 9850€ (valor sem iva de 6 %). Como a deposição dos resíduos multimaterial 3F por parte da SUMA é no ecocentro, o Município arca com a responsabilidade de, quando os compactadores (para papel e embalagens) e o contentor (vidro), Figura 4.10 e Figura 4.11, respetivamente, estiverem cheios, os enviar para a LIPOR, contando com uma distância de 72 km e uma deslocação e deposição de tempo médio de 2 h (Anexo B). Assim, o custo referente a esse transporte ( $C_{TP}$ ), em euros por mês, alude aos custos de combustível, custos da equipa de trabalhadores e custos específicos da viatura, e calcula-se através da seguinte equação:

$$C_{TP} = (C_c + C_T) \times n_v + C_v \quad (\text{Eq. 4.1})$$

Onde  $C_c$  é o custo do combustível, em €/viagem,  $C_T$  os encargos salariais, em €/viagem,  $n_v$  o número de viagens por mês e  $C_v$  os custos específicos da viatura, em €/mês.



**Figura 4.10** - Compactador de 20 m<sup>3</sup> para deposição de resíduos de papel/cartão ou embalagens provenientes do PaP.



**Figura 4.11** – Contentor de 20 m<sup>3</sup> para deposição de resíduos de vidro provenientes do PaP.

O custo de combustível ( $C_c$ ), em €/viagem, calcula-se com base na equação

$$C_c = P_c \times C_{vei} \times d_{Tp} \quad (\text{Eq. 4.2})$$

em que  $P_c$  é o custo unitário do combustível (€/L),  $C_{vei}$  é o consumo médio para o tipo de camião (L/km) e  $d_{Tp}$  é a distância percorrida (km/viagem). Assume-se  $P_c = 1,369$  €/L (com um valor médio de mercado a 01-04-2019 de 1,459 €/L e desconto de 0,09 €/L por compra a grosso) e  $C_{vei} = 0,5921$  L/km. Desta feita, estima-se um custo referente ao combustível de 58,36 €/viagem.

O valor dos encargos salariais dos trabalhadores ( $C_T$ ) afetos, em €/viagem, é dado por

$$C_T = C_{RH} \times t_{Tp} \times n_t \quad (\text{Eq. 4.3})$$

referente ao custo horário dos recursos humanos ( $C_{RH}$ ), em €/h, ao tempo dedicado ao transporte dos resíduos para o Centro de Triagem da LIPOR ( $t_{Tp}$ ), em horas/viagem, e ao número de trabalhadores afetos a este serviço ( $n_t$ ). O custo horário de um assistente operacional é de 5,22 €/h (ver Anexo C) e a equipa de trabalhadores é constituída por dois assistentes operacionais. Assim, este serviço tem um custo salarial de 20,88 €/viagem.

Através dos valores calculados acima, verifica-se que os custos de combustível e trabalhadores são de 79,24 €/viagem. Sabe-se que, nos primeiros meses, em média, o Município realizou 6 viagens para descargas de material trifluxe na LIPOR o que representa um total de 475,45 €/mês.

A viatura que realiza este serviço é do Município, o que significa ter um custo associado referente ao seguro ( $C_s$ ), inspeção ( $C_{ip}$ ) e manutenção ( $C_m$ ). Assim, o cálculo do custo específico da viatura ( $C_v$ ), em euros por mês, é baseado na seguinte equação:

$$C_v = \frac{C_s + C_{ip} + C_m}{12} \quad (\text{Eq. 4.4})$$

Sabendo que o seguro tem um custo de 900 €/ano, a inspeção de 40 €/ano e a manutenção de 10000 €/ano (ver Anexo C), é possível saber que o custo específico da viatura é de 911,67 €/mês.

Assim, a deslocação do ecocentro para a LIPOR para deposição do multimaterial trifluxe arca um custo total de 1387,12 €/mês.

### **Custos referentes aos resíduos verdes**

Os custos ao encargo do município referente aos resíduos verdes dizem respeito à recolha e transporte. Estes são recolhidos uma vez por semana, ou seja, em média, quatro vezes por mês, em dois circuitos, à responsabilidade do Município. O custo dessa recolha ( $C_{r,verdes}$ ), em euros por mês, é possível calcular através da seguinte equação:

$$C_{r,verdes} = C_{C1} + C_{T1} + C_{Vr1} + C_{C2} + C_{T2} + C_{Vr2} \quad (\text{Eq. 4.5})$$



em que  $C_c$  corresponde ao custo do combustível,  $C_T$  o valor dos encargos salariais dos trabalhadores afetos,  $C_{Vr}$  aos custos específicos da viatura a *renting* e os subscritos 1 e 2 aos valores correspondentes do circuito 1 e 2, respetivamente.

O circuito 1 tem uma duração de 7 h e percorre uma distância de 31 km, ao passo que o circuito 2 dura 6,5 h percorrendo 27 km.

O custo de combustível calcula-se com base na Equação 4.2 e assume-se  $P_c = 1,369 \text{ €/L}$  e  $C_{vei} = 0,1342 \text{ L/km}$ . Ora, estima-se um custo referente ao combustível no circuito 1 de  $5,70 \text{ €/recolha}$  e de  $4,96 \text{ €/recolha}$  no circuito 2, ou seja, considerando as 4 recolhas por mês, um custo de  $22,78 \text{ €/mês}$  e de  $19,84 \text{ €/mês}$ , respetivamente.

A equipa de trabalhadores é constituída por três assistentes operacionais. Assim, pela Equação 4.3, o valor do custo salarial é de  $109,62 \text{ €/recolha}$  para o circuito 1 e de  $101,79 \text{ €/recolha}$  para o circuito 2, o que corresponde a  $438,48 \text{ €/mês}$  para o circuito 1 e de  $407,16 \text{ €/mês}$  para o circuito 2.

As viaturas associadas a esta recolha são viaturas a *renting*, ou seja, são alugadas e têm um custo mensal de seguro ( $C_s$ ) e de aluguer associados ( $C_a$ ), e ainda o custo de aquisição dos pneus ( $C_p$ ). Assim, o cálculo do custo específico da viatura, em euros por mês, é baseado na seguinte equação:

$$C_V = C_s + C_a + \frac{C_p}{12} \quad (\text{Eq. 4.6})$$

Sabe-se que o custo de aluguer é de  $458,47 \text{ €/mês}$ , o de seguro é de  $106,24 \text{ €/mês}$  e que anualmente se gastam  $4\,980 \text{ €}$  em pneus. É então possível averiguar que as viaturas a *renting* têm um custo de  $979,71 \text{ €/mês}$ .

Atendendo a todos os valores calculados anteriormente e seguindo a Equação 4.5 torna-se finalmente possível calcular o custo da recolha de verdes.

$$\begin{aligned} C_{r,\text{verdes}} &= 22,78 + 438,48 + 979,71 + 19,84 + 407,16 + 979,71 \\ &= 2847,67 \text{ €/mês} \end{aligned}$$

Tal como acontece com os resíduos multimaterial, os verdes também são depositados no ecocentro e apenas quando a caixa (Figura 4.12) se encontra cheia é necessário ir depositá-los à LIPOR (72 km e 2h), sendo essa deslocação também da responsabilidade do Município.



**Figura 4.12** - Caixa de 20 m<sup>3</sup> para deposição de resíduos verdes provenientes do PaP.

Para o custo de combustível, assume-se  $P_c = 1,369 \text{ €/L}$  e  $C_{\text{vei}} = 0,3187 \text{ L/km}$ , obtendo-se um custo de 31,41 €/viagem. O custo referente à equipa de trabalho é de 20,88 €/viagem. Assume-se que, em média, a viatura faça 3 viagens por mês até à LIPOR, então a despesa de combustível e de trabalhadores é de 156,87 €/mês. O custo referente à viatura é de 911,67 €/mês. Conclui-se que esta deslocação tem um custo total de 1068,55 €/mês.

Em suma, a recolha e transporte de indiferenciados tem um custo de 31,07 €/t, correspondendo, em média, no ano de 2018 a 8731,48 €/mês, a de multimaterial trifluxe 11828,12 €/mês e de verdes de 3916,22 €/mês. No custo total de 24476 € os indiferenciados representam 36 %, o trifluxe 48 % e os verdes 16 %.

Uma vez que a recolha seletiva realizada no âmbito do projeto piloto porta-a-porta foi um serviço subcontratado à SUMA, este apresenta desde logo um valor acentuado pois o Município está a pagar a outra empresa para realizar o serviço, sendo esta responsável por todos os custos associados ao mesmo.

### 4.3 AVALIAÇÃO DO SISTEMA IMPLEMENTADO

Tendo em vista a análise do impacto da implementação deste sistema porta-a-porta, torna-se importante avaliar os quantitativos recolhidos e os custos de implementação e manutenção de forma a permitir orientar ações necessárias ao desenvolvimento do projeto a uma escala envolvendo mais municípios e mais recursos. Sabe-se que dos 1992 fogos existentes, 1903 já aderiram ao sistema, sendo 1823 fogos residenciais e 80 não residenciais.

### 4.3.1 QUANTITATIVOS DE RESÍDUOS RECOLHIDOS

Para a análise dos quantitativos de resíduos urbanos recolhidos pelo sistema porta-a-porta consideram-se os primeiros nove meses, de agosto de 2018 a abril de 2019. Apesar do sistema ter sido implementado em julho nem todos os fogos nem fluxos começaram ao mesmo tempo, por exemplo, o vidro só começou em agosto, por isso é que se considera este o primeiro mês para análise. A Tabela 4.3 representa o peso, em quilogramas, e a Tabela 4.4 representa a percentagem dos resíduos recolhidos nesse intervalo de tempo, tal como recebidos.

A falta de valores para os meses de agosto e setembro referentes aos verdes recolhidos deve-se ao facto de estes inicialmente serem misturados com os verdes de ecocentro, e só em outubro ter sido colocada uma caixa específica no ecocentro para deposição dos verdes oriundos do porta-a-porta, e assim facilitar a monitorização dos quantitativos recolhidos.

**Tabela 4.3** – Quantidades totais de resíduos recolhidos pelo sistema PaP, em quilogramas (Fonte: DSBA, 2019).

Fluxo \ Meses	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Março	Abril
<b>Indiferenciados</b>	132280	109200	86220	85240	94520	98040	86040	94920	101900
<b>Papel/Cartão</b>	3460	7140	6520	4080	10000	8260	3660	9140	5360
<b>Embalagens</b>	6800	5380	5700	7840	5500	9300	10100	8620	12840
<b>Vidro</b>	9280	8500	12720	9120	8520	13880	14380	11040	
<b>Verdes</b>			9780	8860	11040	15620	32420	24080	33540

**Tabela 4.4** - Quantidades totais de resíduos recolhidos pelo sistema PaP, em percentagem (Fonte: DSBA, 2019).

Fluxo \ meses	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Março	Abril
<b>Indiferenciados</b>	87,1	83,9	71,3	74,0	72,9	67,6	58,7	64,2	66,3
<b>Seletiva</b>	12,9	16,1	28,7	26,0	27,1	32,4	41,3	35,8	33,7
Multimaterial 3F	12,9	16,1	20,6	18,3	18,5	21,7	19,2	19,5	11,8
Verdes			8,1	7,7	8,5	10,8	22,1	16,3	21,8

Denota-se que ao longo destes meses as quantidades dos resíduos provenientes da recolha indiferenciada diminuíram significativamente e, conseqüentemente, os de recolha seletiva aumentaram, de forma que este sistema traz um incremento da recolha seletiva multimaterial. Contabilizou-se, nestes meses, um total de 888,4 t de resíduos indiferenciados (72 %) e 352,5 t de resíduos com origem em recolha seletiva (28 %), da qual 217,1 t diz respeito a multimaterial.

A capitação é o indicador mais usado para expressar a quantidades de resíduos produzidos numa localidade ou população, ou seja, o peso de resíduos produzido por cada cidadão e por unidade de tempo num determinado local.

Segundo o PAPERSU, o Município de Espinho esperava para o primeiro ano de implementação uma recolha de 400 toneladas, para uma zona com 7500 habitantes, o que representa 53,5 kg/hab/ano ou 4,44 kg/hab/mês. Pela Tabela 4.5 averigua-se que este objetivo do município é possível de se alcançar, tendo já sido alcançado na maioria dos meses.

**Tabela 4.5 – Capitações mensais do sistema de recolha PaP.**

<b>Fluxo \ meses</b>	<b>Agosto</b>	<b>Set.</b>	<b>Out.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dez.</b>	<b>Jan.</b>	<b>Fev.</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>
Papel/Cartão	0,64	1,32	1,21	0,76	1,85	1,53	0,68	1,69	0,99
Embalagens	1,26	1,00	1,06	1,45	1,02	1,72	1,87	1,60	2,38
Vidro	1,72	1,57	2,36	1,69	1,58	2,57	2,66	2,04	
<b>Total</b>	<b>3,62</b>	<b>3,89</b>	<b>4,62</b>	<b>3,90</b>	<b>4,45</b>	<b>5,82</b>	<b>5,21</b>	<b>5,33</b>	<b>3,37</b>

unidade: kg/hab/mês

Observa-se que no mês de abril a capitação é reduzida, isso justifica-se pelo facto de nesse mês não terem sido rececionados resíduos de vidro no Centro de Triagem da LIPOR, mas de acordo com compilação de dados de resíduos, realizados pela LIPOR, sabe-se que as últimas entregas na instalação da LIPOR foram no fim de março (11040 kg) e a outra no início de maio (17320 kg). Averigua-se então que em abril houve recolha de vidro, mas como a caixa de deposição não estava totalmente cheia, foi apenas rececionada em Maio e o que em casos práticos não conta como entrada em abril.

Antes da implementação do PaP, fez-se uma monitorização dos quantitativos de resíduos recolhidos na zona piloto. Esse estudo, realizado durante uma semana, registou os quantitativos de 400 kg de papel/cartão recolhidos, 220 kg de embalagens e 1220 de vidro, o que se traduz uma capitação de 0,011 kg/hab/dia de papel, 0,006 kg/hab/dia de embalagens e 0,032 kg/hab/dia de vidro. Da mesma forma, sabe-se que se recolheu, em média, 9000 kg por dia de indiferenciados, o que corresponde a uma capitação de 1,667 kg/hab/dia.

A Tabela 4.6 ajuda a compreender como a implementação do sistema porta-a-porta aumentou a recolha seletiva multimaterial nesta zona piloto, averiguando-se que em todos os meses a capitação diária do sistema de recolha PaP é superior à capitação por ecopontos. E que em consequência do incremento da recolha seletiva, existe uma redução da capitação de indiferenciados.

**Tabela 4.6 - Capitações diárias do sistema de recolha PaP.**

<b>Fluxo \ meses</b>	<b>Agosto</b>	<b>Set.</b>	<b>Out.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dez.</b>	<b>Jan.</b>	<b>Fev.</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>
Papel/Cartão	0,021	0,044	0,039	0,025	0,060	0,049	0,025	0,055	0,033
Embalagens	0,041	0,033	0,034	0,048	0,033	0,056	0,069	0,051	0,079
Vidro	0,055	0,052	0,076	0,056	0,051	0,083	0,099	0,066	
Indiferenciados	0,790	0,674	0,515	0,526	0,565	0,586	0,590	0,567	0,629

unidade: kg/hab/dia

Mais que estudar os valores registados nesta zona piloto é importante perceber o que este sistema afeta nos valores globais do município e qual o contributo para se atingir as metas. Para tal faz-se uma análise dos quantitativos de recolha e dos valores das metas do PERSU 2020 dos anos de 2017 e 2018 para que seja possível estabelecer comparações.

Em 2017 foram recolhidas 17459 toneladas de resíduos urbanos em todo o município. Em 2018, houve um aumento de 1,5 % de resíduos urbanos recolhidos, contabilizando uma recolha de 17716 t. Tendo aumentado em 1,0 % a recolha de resíduos indiferenciados e em 8,3 % a recolha de multimaterial 3F.

Analisando os meses em que o sistema porta-a-porta está implementado, de agosto a dezembro (Tabela 4.7), verifica-se uma oscilação na produção de resíduos municipais, contanto com uma diminuição de 0,1 % no total de resíduos urbanos recolhidos, havendo uma diminuição de 1,2 % de indiferenciados e um aumento de 10,7 % de multimaterial 3F. Observa-se também que a redução da quantidade de resíduos indiferenciados, cerca de

75 toneladas, não é proporcional ao crescimento dos quantitativos de multimaterial trifluxo, de cerca de 59 t. Este pode-se justificar com o facto de o sistema piloto de recolha porta-a-porta se localizar nas periferias do concelho e que por conhecimento se sabe que é local que recebe muitos resíduos produzidos pelas localidades vizinhas. Assim, como com a implementação deste sistema se retiraram os ecopontos da área piloto deixou-se de rececionar os resíduos vizinhos, fazendo com que haja uma redução significativa na quantidade de resíduos indiferenciados recolhidos no Município.

**Tabela 4.7** - Quantidades totais de resíduos recolhidos no ME nos anos de 2017 e 2018, entre agosto e dezembro, e variação entre os anos.

	2017	2018	Varição
<b>Indiferenciados</b>	6315200	6240660	-1,2 %
<b>3F</b>	490580	549080	+10,7 %
<b>Total</b>	7431047	7424870	-0,1 %

unidade: quilograma

Para comparação dos quantitativos faz-se uma análise de duas metas estabelecidas no PERSU 2020: preparação para reutilização e reciclagem e retomas de recolha seletiva.

A meta preparação para a reutilização e reciclagem tem uma metodologia de cálculo que engloba os materiais recicláveis que são recuperados através do TM, e, também, a fração biodegradável do RU que é passível de ser valorizada. A Equação 4.6 apresenta o cálculo.

preparação para a reciclagem (%)

$$= \frac{\text{recolha seletiva} + \text{recicláveis TM} + \text{valorização RUB} + \text{escórias metálicas de valorização energética} + \text{outros materiais recicláveis}}{73,4 \% \times \text{Produção total de RU}} \times 100 \quad (\text{Eq. 4.6})$$

A parcela da recolha seletiva engloba os quantitativos de papel/cartão, embalagens, plásticos, vidro, sucatas, tampinhas, esferovite e madeira e a parcela de valorização de RUB engloba os verdes, os verdes de cemitério e os restos de alimentos, do setor doméstico e dos grandes produtores. Para calcular a parcela de escórias metálicas provenientes da valorização energética assume-se o valor de 1,4 % do indiferenciado recolhido. Não se consideram as parcelas de recicláveis TM e outros metais recicláveis, pois o sistema LIPOR não integra TM de indiferenciados.

A fração representada pelo valor 73,4 % denomina-se de percentagem do potencial valorizável no indiferenciado e é estimada com base na caracterização dos resíduos urbanos de Portugal Continental.

Na Tabela 4.8 observa-se os valores alcançados ao longo dos anos 2017 e 2018, para fazer face à meta de preparação para reutilização e reciclagem.

**Tabela 4.8** – Meta preparação para reutilização e reciclagem no ME nos anos 2017 e 2018.

	Jan.	Fev.	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.
<b>2017</b>	21,9	18,8	19,3	18,9	22,2	20,8	20,8	19,3	20,8	20,0	24,5	18,2
<b>2018</b>	22,7	19,2	18,8	19,2	20,9	19,8	20,5	20,6	21,8	24,4	23,8	19,5

unidade: percentagem

A percentagem de preparação para a reutilização e reciclagem para o ano de 2017 foi de 20,5 % e de 20,9 % para 2018, observando-se um crescimento em 2 %. Em ambos

os anos estes valores ficaram aquém dos estipulados, no PAPERSU municipal, designadamente 25 % para 2017 e 26 % para 2018.

Analisando os meses de agosto a dezembro, observa-se aumento de 7 % comparando um ano com o outro, tendo sido nesses meses de 2017 20,6 % e 22,0 % em 2018.

Para fazer face à meta relacionada com as retomas provenientes da recolha seletiva (papel/cartão, embalagens, plásticos, vidro, sucatas, tampinhas e esferovite), calcula-se as retomas pela Equação 4.7.

$$\text{retomas de recolha seletiva} \left( \frac{\text{kg}}{\text{hab} \cdot \text{ano}} \right) = \frac{93 \% \times \text{recolha Seletiva (kg)}}{\text{população (hab)}} \quad (\text{Eq. 4.7})$$

A fração representada pelo valor 93 % diz respeito ao coeficiente de transformação dos materiais provenientes da recolha seletiva em retomas de recolha seletiva, tendo em consideração os níveis mínimos de triagem e a dimensão destes resíduos recolhidos seletivamente.

A Tabela 4.9 exhibe os valores alcançados, para face a esta meta, ao longo dos anos de 2017 e 2018, tomando em consideração 29634 e 29547 habitantes para cada ano, respetivamente. Estes valores de habitantes correspondem a 2016 e 2017, respetivamente, pois como a Base de Dados PORDATA só estima o valor de habitantes de um ano a meio do ano seguinte, as metas são sempre calculadas com o valor dos anos passados. Por exemplo, para se calcular a meta do ano de 2017 usa-se o número de habitantes do ano de 2016.

**Tabela 4.9 – Valores de retomas de recolha seletiva no ME nos anos 2017 e 2018.**

	Jan.	Fev.	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.
<b>2017</b>	38,79	31,21	34,29	29,13	41,27	34,43	39,09	42,57	42,73	32,54	43,13	30,14
<b>2018</b>	43,63	31,64	31,74	35,10	39,36	38,54	42,54	40,94	46,38	47,57	43,59	36,03

unidade: kg/hab/ano

Para os anos de 2017 e 2018, o valor das retomas obtidas foi de 36,65 e 39,81 kg/hab/ano, respetivamente, observando-se um crescimento em 8 % nesta meta. Apesar disso em ambos os anos os valores encontram-se abaixo do valor desejado, nomeadamente 40 kg/hab/ano para 2017 e 41 kg/hab/ano para 2018.

Comparando os valores de agosto a dezembro em cada ano observa-se um aumento de 11 %, tendo-se atingido, em média, em 2017, 38,22 kg/hab/ano e no ano seguinte 42,90 kg/hab/ano.

#### **4.3.2 ANÁLISE ECONÓMICA**

Uma boa análise económica consiste na comparação entre os custos da recolha seletiva através da deposição comum em ecopontos de proximidade e os custos deste sistema juntamente com os custos associados ao projeto piloto porta-a-porta. Quando se fala no custo associado à gestão de resíduos tem de ser olhar para duas vertentes: a recolha e o tratamento. É fundamental, contudo, ter em atenção que se está perante a passagem de 12 ecopontos para 1903 conjuntos de 4 contentores, o que inevitavelmente exponencia os tempos de recolha e, em consequência, um maior esforço em recursos humanos.

De modo a calcular os custos associados à recolha através de ecopontos, foram considerados os valores de agosto a dezembro do ano de 2017 e, de modo a calcular os custos da junção dos dois sistemas, considerou-se o ano de 2018 no mesmo período de tempo, para que fosse, assim, possível estabelecer comparações dos custos associados à gestão de resíduos do município. Em 2017, no período de agosto a dezembro, foram recolhidas 6315,2 t de resíduos indiferenciados e no mesmo período em 2018 foram recolhidas menos 74,5 t, contabilizando assim uma recolha de 6240,7 t, verificando-se o sucesso do sistema PaP na redução de resíduos indiferenciados recolhidos.

O custo da recolha indiferenciada é a única variável que se altera consoante as toneladas recolhidas e no referente à deposição de resíduos na LIPOR. Esta apenas diz respeito também aos resíduos indiferenciados, pois não é cobrada nenhuma verba para a deposição de material seletivo. A recolha e transporte estão concessionados à SUMA com um custo de 31,07 €/t. O custo das verbas de deposição tem aumentado ao longo dos anos, sendo em 2017 de 56,54 €/t e em 2018 de 57,39 €/t. De igual modo, o custo da deposição de resíduos na LIPOR também tem aumentado. Mas se considerarmos um valor médio de 56,965 €/t observamos uma redução superior a 4 mil euros no custo da deposição de resíduos.

Na Tabela 4.10 consegue-se comparar os custos referentes à recolha e deposição de resíduos através da deposição comum em ecopontos, ano 2017, e os custos de quando se junta um sistema de recolha porta-a-porta ao sistema de deposição em ecopontos, ano 2018.

**Tabela 4.10** - Análise dos custos de recolha e deposição de resíduos indiferenciados no período de agosto a dezembro nos anos de 2017 e 2018.

	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>Variação</b>
<b>Resíduos indiferenciados recolhidos (kg)</b>	6315200	6240660	- 74540
<b>Custo da recolha pela SUMA (€)</b>	196213	193897	- 2316
<b>Custo com a verba de deposição anual (€)</b>	357061	358151	+ 1090
<b>Custo médio de deposição de 56,965 €/t (€)</b>	359745	355499	- 4246

A implementação do sistema porta-a-porta resulta de um reforço de recursos humanos e maiores custos com a recolha seletiva. Todavia, em virtude do aumento das quantidades dos resíduos provenientes da recolha seletiva, consegue-se uma redução na quantidade de resíduos indiferenciados, e assim uma redução dos custos de recolha e deposição dessa fração.





## 5 EXPANSÃO DO SISTEMA PaP E IMPLEMENTAÇÃO DO TARIFÁRIO PAYT

Neste capítulo apresenta-se a proposta de expansão do sistema PaP e da implementação do sistema tarifário PAYT. Na primeira parte, caracteriza-se as zonas passíveis para expansão, averiguando a tipologia habitacional, população e produção de resíduos urbanos. Seguida define-se as variáveis operacionais do sistema a executar, de acordo com a frequência, circuitos e meios a afetar a recolha, e os seus custos de elaboração. Faz-se ainda uma análise da possível evolução de capitações com a expansão às novas zonas PaP e os custos associados a ela. Na última parte, identificam-se os melhores métodos de implementação de um sistema tarifário PAYT no Município de Espinho, os serviços complementares e a tarifa a aplicar.

### 5.1 EXPANSÃO DO SISTEMA PaP

Analisados e verificados os resultados positivos obtidos na fase-piloto, o projeto de recolha de resíduos urbanos porta-a-porta será expandido para novas áreas do município, promovendo um maior incremento da quantidade e da qualidade da recolha seletiva multimaterial e conseqüentemente a redução da deposição de RU indiferenciados em aterro.

#### 5.1.1 DESCRIÇÃO DAS NOVAS ZONAS

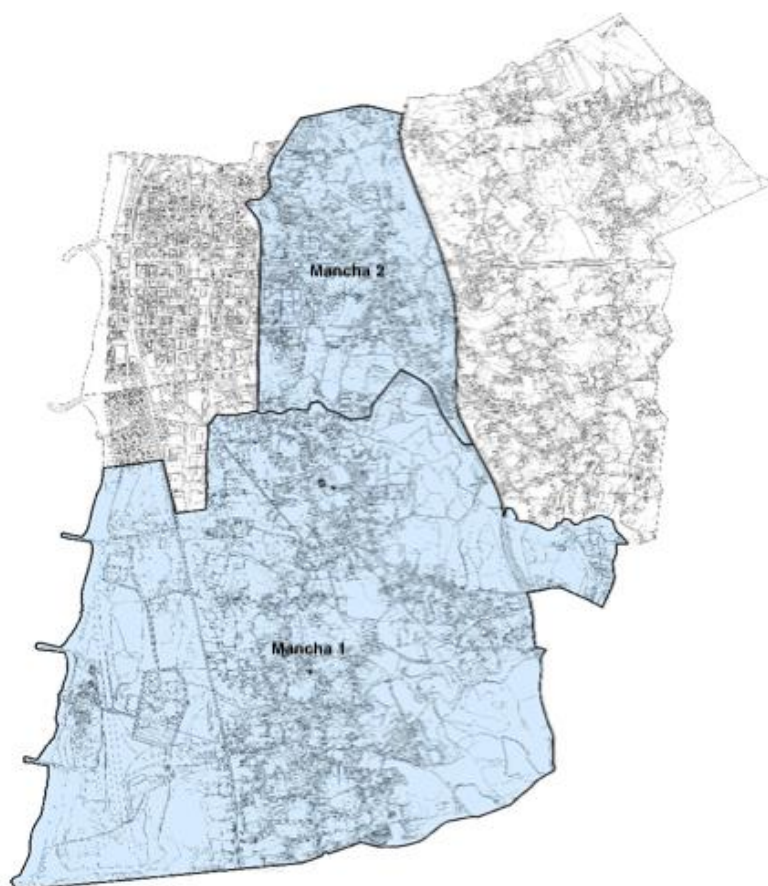
Esta segunda fase do projeto de sistema de recolha porta-a-porta de resíduos urbanos no Município de Espinho tem como intuito abranger três freguesias do concelho: Anta e Guetim, Silvalde e Paramos. Deixando de fora deste sistema apenas a freguesia de Espinho e umas reduzidas partes da freguesia de Silvalde e de Anta e Guetim.

A expansão ocorrerá por duas manchas. A mancha 1 que cobre as freguesias de Silvalde e Paramos e a mancha 2 que é o alargamento à restante União de freguesias de Anta e Guetim.

A Tabela 5.1 apresenta as características e a Figura 5.1 a localização das zonas definidas para a expansão do sistema PaP.

**Tabela 5.1** - Caracterização das zonas de expansão do sistema PaP.

Zona	Área (km <sup>2</sup> )	Residentes	Alojamentos	
			Nº	Tipologia Predominante
Mancha 1	10,3	6713	3326	Moradias
Mancha 2	2,6	7128	2925	Habitações em altura



**Figura 5.1** - Localização das zonas de expansão do sistema porta-a-porta, Mancha 1 e Mancha 2, no ME.

Na globalidade, esta expansão cobre uma área de aproximadamente 12,9 km<sup>2</sup>, com cerca de 6251 alojamentos, pretendendo atingir cerca de 13841 habitantes. Assim, este sistema cobrirá 90 % do concelho e cerca de 65 % da população.

Nestas novas zonas de estudo estima-se uma produção anual de cerca de 7610 toneladas de resíduos indiferenciados. Com a implementação do sistema, e considerando-se 30 % de separação de material, espera-se reduzir essa produção para 5327 t e uma recuperação de 2283 t de material de recolha seletiva (DSBA, 2019).

Com esta expansão, como se verifica na Figura 5.2, a acessibilidade ao serviço de recolha seletiva fica na maioria coberta, pois na zona que este projeto não abrange (cidade) o índice apresenta bons valores e os locais em que este índice é limitado passam a estar cobertos com o sistema PaP.



**Figura 5.2** - Localização de ecopontos na cidade (raio de influência de 100 m).

### **5.1.2 SISTEMA A IMPLEMENTAR**

O projeto piloto, decorrente em parte da União de Freguesias de Anta e Guetim, permitiu a tomada de conhecimento para alguns fatores a considerar tendo em vista a fase de expansão. Em função dessas situações, o sistema de contentorização e a frequência de recolha dos resíduos da área piloto é suficiente para a quantidade de resíduos que os utilizadores produzem. Assim sendo, o esquema assentará igualmente na recolha através dos contentores de 40 L e de tampas coloridas para a deposição seletiva do papel/cartão, embalagens, vidro e resíduos indiferenciados, e de um saco para a deposição dos verdes, mantendo-se a mesma frequência de recolha, mas em dias diferentes. A recolha será efetuada, também, em dias fixos e com recurso a três assistentes operacionais.

A determinação de circuitos pressupõe a definição de um início e de um fim para o mesmo, sendo que o percurso efetuado deve percorrer todos os pontos de recolha pretendidos, na menor distância possível. O ponto de partida e chegada das viaturas será nos armazéns municipais e, à semelhança da zona piloto, a descarga dos resíduos seletivos será no ecocentro de Anta e os resíduos indiferenciados serão transportados diretamente para a LIPOR II. Para a determinação do circuito de recolha porta-a-porta é fundamental conhecer o número e localização dos edifícios existentes, uma vez que estes correspondem aos pontos de recolha. Deste modo, pela análise prevê-se a criação de dois circuitos, com a abrangência geográfica idêntica para todos os fluxos.

Uma vez que será necessário aumentar o número de circuitos, torna-se necessário que o Município adquira mais uma viatura de 10 m<sup>3</sup> de capacidade, com uma superestrutura de recolha de resíduos, como a que existe para a recolha na zona piloto.

### **5.1.3 CARATERIZAÇÃO ECONÓMICA**

Os custos económico-financeiros referentes a este novo sistema incluem as mesmas parcelas que foram consideradas na fase-piloto: serviço subcontratado à SUMA - referente aos indiferenciados e ao multimaterial trifluxo - e custos da CME - relativos à recolha e transporte de verdes e transporte dos seletivos do ecocentro à LIPOR. Mais uma vez o custo dos contentores distribuídos está a cargo do sistema LIPOR, ao abrigo do programa PO SEUR.

Como não foram definidos os circuitos para a nova expansão, por não constituir um objetivo específico deste relatório de estágio, é difícil estimar a duração e distância dos mesmos, impossibilitando as estimativas de custos de responsabilidade municipal, tanto os referentes ao serviço subcontratado, como os custos do serviço realizado pelo mesmo.

## **5.2 EVOLUÇÃO DAS CAPITAÇÕES E CUSTOS ASSOCIADOS**

Tendo por base a população servida pelos dois tipos de serviços possíveis no município – recolha porta-a-porta e recolha por deposição comum em ecopontos – e as respetivas capitações de cada fluxo para cada sistema foi realizado um estudo de modo a prever-se os custos de recolha em diferentes situações. Desta forma, para se calcular os custos de recolha e transporte recorreu-se à análise de três pontos:

- 1- Custos de multimaterial trifluxo;
- 2- Custos de verdes, e;
- 3- Custo de indiferenciados.

Para cada análise foram apresentados dois cenários, tendo sempre em atenção a forma de deposição e considerando em todas as hipóteses o valor total de 29547<sup>5</sup> habitantes em todo o município.

Para o cenário A considera-se a situação atual em que 18 % da população está servida com a recolha porta-a-porta e os restantes 82 % servida com a recolha por deposição comum em ecopontos. Para uma situação futura cria-se um cenário fundamentado pela expansão do sistema porta-a-porta e assim 65 % da população fica servida por esse sistema e os restantes 35 % pela recolha por deposição em ecopontos. O cenário B pretende descrever o sistema PaP alargado às manchas 1 e 2 do município (Figura 5.1). Neste cenário B mantém-se as capitações do cenário A e altera-se apenas a percentagem de população servida pelos diferentes sistemas.

### **Custos de multimaterial trifluxo**

Como apresenta a Tabela 5.2, para a análise dos custos de multimaterial trifluxo considerou-se os valores da situação atual, em que a captura pelo sistema de recolha

---

<sup>5</sup> Valor do ano de 2017, mas como já referido anteriormente respeita o método realizado pela LIPOR de considerar sempre o número de habitantes do ano anterior para cálculo das metas.

porta-a-porta é de 53,6 kg/hab/ano e a de recolha seletiva por deposição comum em ecopontos é de 38,9 kg/hab/ano.

**Tabela 5.2 - Capturas propostas para multimaterial trifluxo.**

Cenário	População servida pelo PaP	Captura pelo PaP (kg/hab/ano)	População servida por ecopontos	Captura por ecopontos (kg/hab/ano)
A	18 %	53,6	82 %	38,9
B	65 %	53,6	35 %	38,9

Antes de se realizar o estudo dos custos, é fundamental saber em que patamar o município fica em relação à meta “*retomas de recolha seletiva*” nos diferentes cenários. Para o cálculo da mesma recorre-se à Equação 5.1.

$$M = (C_{pp} \times \%P_{pp} + C_{ec} \times \%P_{ec}) \times 0,93 \quad (\text{Eq. 5.1})$$

Onde C corresponde às captações, %P a percentagem de população e os subscritos pp e ec ao sistema porta-a-porta e deposição comum em ecopontos, respetivamente.

Tomando todas as considerações anteriores e sabendo que a meta municipal proposta até 2020 é de 45,0 kg/hab/ano, obtém-se, através da equação anterior, um valor de 38,7 kg/hab/ano para o cenário A e de 45,1 kg/hab/ano para o cenário B, constatando, então, que a meta proposta será alcançada no cenário futuro.

De seguida passa-se para a análise dos custos. Os custos relativos à recolha de multimaterial trifluxo pelo sistema porta-a-porta estão dependentes do valor do subcontrato à SUMA. Sabe-se que, para aproximadamente 2000, edifícios o custo é de 10441 €/mês, independentemente da quantidade, com a expansão contabiliza-se, aproximadamente, 8000 edifícios. Considera-se então que o valor de recolha quadruplica, considerando que a densidade populacional da malha urbana é semelhante. Na prática, este valor pode ser reduzido, através de negociações, mas para estes cálculos considera-se a existência de proporção direta. Os custos de transporte (armazém – ecocentro – Centro de Triagem da LIPOR – armazém), em euros por ano, é dado pela Equação 4.1. Assumindo que só é necessária uma viatura para este transporte, visto que a viagem que realiza é de 2h (e 72 km), torna possível a realização da mesma três vezes por dia, ou 60 vezes por mês. Sabendo que a viatura já se encontra paga e amortizada, considera-se esta parcela nula.

O custo do combustível e o dos encargos salariais calculam-se tendo por base a Equação 4.2 e a Equação 4.3, respetivamente. O número de viagens (V), em viagens por ano, é dado por

$$V = P_m \cdot C \cdot \%P \cdot \frac{1}{\text{vol}/\text{viat}} \cdot \left[ \sum_{i=1}^{i=3} \left( y_i \cdot \frac{1}{\rho_i} \right) \right] \quad (\text{Eq. 5.2})$$

Em que  $P_m$  representa a população total municipal, em habitantes, C a captura seletiva pelos diferentes sistemas, em kg/hab/ano, %P a percentagem da população servida pelo sistema,  $y_i$  a fração mássica do fluxo i,  $\rho_i$  a densidade mássica do fluxo i, em kg/m<sup>3</sup>, e a razão vol/viat é o volume que a viatura transporta em cada viagem, que é 20 m<sup>3</sup>/viagem independentemente do fluxo seletivo. Na Tabela 5.3 apresentam-se as frações e as densidades mássicas para cada fluxo.

**Tabela 5.3 - Características do trífuxo.**

Fluxo	$y_i$	$\rho_i$ (kg/m <sup>3</sup> )
Papel/Cartão	25 %	160,05 (compactada)
Embalagens	32 %	125,35 (compactada)
Vidro	43 %	546,50 (casco)

A Tabela 5.4 expõe todas as parcelas necessárias para o cálculo dos custos pelo sistema PaP e os custos finais.

**Tabela 5.4 - Custo de multimaterial 3F pelo sistema PaP.**

Cenário	Recolha (€/mês)	Transporte			Total (€/ano)	
		V (viagens/ano)	$C_c$ (€/viagem)	$C_T$ (€/viagem)		
A	10 441	71	58,36 <sup>1</sup>	20,88 <sup>1</sup>	5 607	130 899
B	41 764	252			19 978	521 146

<sup>1</sup>Ver subcapítulo 4.2.3

Para a análise dos custos dos resíduos multimaterial 3F por deposição comum em ecopontos é necessário o cálculo dos custos de recolha e transporte, visto que para este caso ambos são responsabilidade do município.

A recolha de ecopontos é feita atualmente 4 vezes por semana para os fluxos de papel/cartão e embalagens (duas na cidade e duas nas freguesias) e quinzenalmente para o vidro. Assim, sabe-se que para o Cenário A, a recolha de multimaterial 3F é 4,5 vezes por semana e para o cenário B essa recolha reduzirá para metade, pois a recolha nas freguesias não será necessária visto ter o sistema porta-a-porta implementado e a recolha de vidro pode passar para uma frequência mensal.

Sabe-se que em média o município recolhe os resíduos de 40 ecopontos em 4,5 horas e sabendo que existem 89 ecopontos triplos no cenário A e 37 no cenário B, é possível calcular que, para o cenário, A são necessárias 30,0 horas de recolha (equação 5.3) e, no cenário B, 12,5 horas (equação 5.4).

$$t_{r,A} = \frac{89 \times 3 \text{ ecopontos}}{40 \text{ ecopontos/dia}} \times 4,5 \text{ horas/dia} = 30,0 \text{ horas} \quad (\text{Eq. 5.3})$$

$$t_{r,B} = \frac{37 \times 3 \text{ ecopontos}}{40 \text{ ecopontos/dia}} \times 4,5 \text{ horas/dia} = 12,5 \text{ horas} \quad (\text{Eq. 5.4})$$

Conhecendo a localização dos ecopontos, através do programa *Google Earth Pro*, foi possível descobrir a distância necessária a percorrer para a recolha de todos os pontos. Para tal, foram criados três circuitos (Figura 5.3):

- Circuito azul: que representa a recolha nas freguesias de Silvalde e Paramos, contando com uma distância de 18,4 km;
- Circuito cor-de-rosa: para as recolhas na parte da freguesia de Anta e Guetim, que ainda não tem o sistema implementado. Este circuito tem uma distância de 9,7 km, e;
- Circuito verde: que retrata a recolha na cidade percorrendo um total de 13,1 km.

Assim, no cenário A, para se recolherem os resíduos depositados em todos ecopontos, é necessário percorrer uma distância total de 41,2 km e para o cenário B, que abrange apenas a recolha dos ecopontos na cidade, é preciso percorrer uma distância de 13,1 km.



**Figura 5.3** - Análise das distâncias percorridas para recolha de resíduos depositados em ecoponto.

Ora, sabendo as características dos percursos dos diferentes cenários é possível calcular os custos de recolha de resíduos multimaterial 3F por ecopontos (Tabela 5.5).

**Tabela 5.5** - Custo de recolha de resíduos multimaterial 3F por ecopontos.

Cenário	V (viagens/ano)	C <sub>c</sub> (€/viagem)	C <sub>T</sub> (€/viagem)	Total (€/ano)
A	234	33,40	313,59	81 195
B	117	10,62	130,37	16 496

Para o cálculo do custo de transporte aplica-se o mesmo método usado anteriormente (Eq. 4.1), o que possibilita a construção da Tabela 5.6 para apresentação desses custos.

**Tabela 5.6** - Custo de transporte de resíduos multimaterial 3F por ecopontos.

Cenário	V (viagens/ano)	C <sub>c</sub> (€/viagem)	C <sub>T</sub> (€/viagem)	Total (€/ano)
A	229	58,36 <sup>1</sup>	20,88 <sup>1</sup>	18 304
B	98			7 761

<sup>1</sup>Ver subcapítulo 4.2.3

Após o cálculo de todas as variáveis necessárias, pode-se então saber o custo total dos resíduos multimaterial trifluxo (Tabela 5.7).

**Tabela 5.7 - Custo total dos resíduos multimaterial trifluxo.**

Cenário	Total (€/ano)
A	230 278
B	545 402

### Custos de resíduos verdes

A recolha dos verdes é feita pelo sistema PaP ou através da deposição em ecopontos para os verdes de cemitério. O Município dispõe também do ecocentro para deposição de verdes e, ainda, em situações excepcionais, pode ser solicitada a recolha por parte do Município (nesta análise esta não vai ser considerada, pois quando solicitada, esta integra-se no circuito de monstros).

Para este fluxo considera-se apenas alteração na percentagem de população servida pelo sistema porta-a-porta, pois a deposição nos ecopontos e no ecocentro aplica-se à totalidade da população. Pelo sistema de recolha PaP corrobora-se uma capitação de 43,0 kg/hab/ano, para a deposição de verdes de cemitério em ecopontos delineia-se uma capitação de 7,3 kg/hab/ano e a deposição no ecocentro de 8,5 kg/hab/ano (Tabela 5.8).

**Tabela 5.8 - Capturas propostas para resíduos verdes.**

Cenário	População servida pelo PaP	Captura pelo PaP [kg/hab/ano]	Captura nos cemitérios [kg/hab/ano]	Captura no ecocentro [kg/hab/ano]
A	18 %	43,0	7,3	8,5
B	65 %	43,0		

Os custos relativos à recolha de verdes pelo sistema porta-a-porta ( $C_{\text{verdes,pp}}$ ) estão a cargo do município. Sabe-se que, no cenário A, a recolha é feita uma vez por semana, ou seja, 52 vezes por ano. Para o cenário B, como diz respeito à expansão, de forma a facilitar os cálculos, apesar de não ser a realidade, considera-se que os novos circuitos terão a mesma distância e duração que os circuitos do cenário A, assim a única afetação será no número de recolhas por ano, que duplicará e será 104 recolhas por ano.

Para esta análise não se considera, os custos de viaturas, tanto para os custos de recolha ( $C_r$ ) como para os de transporte ( $C_T$ ), visto que as recolhas serão efetuadas em dias diferentes da semana e será suficiente uma só viatura, que já está paga e amortizada. Assim, para ambos os casos as variáveis a serem calculadas são o custo de combustível e os encargos salariais. O custo dos verdes do porta-a-porta calcula-se pela equação Eq. 5.5.

$$C_{\text{verdes,pp}} = C_r + C_{Tt} = (C_{C1} + C_{T1} + C_{C2} + C_{T2}) \times V + (C_{C,Tp} + C_{T,Tp}) \times V \quad (\text{Eq. 5.5})$$

Para o cálculo dos custos de recolha é preciso ter em atenção a existência de dois circuitos, em que o circuito 1 tem uma distância de 31 km e uma duração de 7 h e o circuito 2 percorre 27 km em 6,5 h. O custo da recolha é apresentado na Tabela 5.9.



**Tabela 5.9 - Custo da recolha dos resíduos verdes pelo sistema PaP.**

Cenário	V (viagens/ano)	C <sub>C1</sub> (€/viagem)	C <sub>T1</sub> (€/viagem)	C <sub>C2</sub> (€/viagem)	C <sub>T2</sub> (€/viagem)	Total - C <sub>r</sub> (€/ano)
A	52	5,70 <sup>1</sup>	109,62 <sup>1</sup>	4,96 <sup>1</sup>	101,79 <sup>1</sup>	11 547
B	104					23 095

<sup>1</sup>Ver subcapítulo 4.2.3

Para o cálculo do transporte aplica-se o mesmo método que para o cálculo de custos de transporte de resíduos multimaterial triflúxo. A Tabela 5.10 apresenta esses custos, sabendo que a densidade dos resíduos verdes é de 294,2 kg/m<sup>3</sup> (casco).

**Tabela 5.10 - Custo do transporte dos resíduos verdes pelo sistema PaP.**

Cenário	V (viagens/ano)	C <sub>C</sub> (€/viagem)	C <sub>T</sub> (€/viagem)	Total - C <sub>Tt</sub> (€/ano)
A	39	31,41 <sup>1</sup>	20,88 <sup>1</sup>	2 064
B	141			7 353

<sup>1</sup>Ver subcapítulo 4.2.3

A tabela abaixo é construída pela soma dos custos totais da recolha e do transporte.

**Tabela 5.11 - Custo de verdes pelo sistema PaP.**

Cenário	Total (€/ano)
A	13 611
B	30 448

A recolha e transporte de verdes de cemitério manter-se-á constante, ou seja, não diminuirá as quantidades independentemente do cenário. Desta feita, sabendo que a recolha é feita todas as quartas-feiras, ou seja, 52 circuitos por ano, por três assistentes operacionais, e que este percorre 21 km em 2,35 h, pela Equação 5.2, estes resíduos são enviados para o Centro de Triagem da LIPOR 37 vezes ao ano ( $n_v$ ), os custos dessa recolha e transporte são de 4716 €/ano €/ano (Tabela 5.12).

**Tabela 5.12 - Custo de verdes de cemitério.**

Recolha			Total (€/ano)	Transporte			Total (€/ano)
V (viagens/ano)	C <sub>c</sub> (€/viagem)	C <sub>T</sub> (€/viagem)		V (viagens/ano)	C <sub>c</sub> (€/viagem)	C <sub>T</sub> (€/viagem)	
52	17,02	36,80	2 799	37	31,41 <sup>1</sup>	20,88 <sup>1</sup>	1 917

<sup>1</sup>Ver subcapítulo 4.2.3

Os resíduos verdes do ecocentro só têm associado os custos de transporte, pois a recolha não está à responsabilidade do município, mas sim do munícipe que os vai lá depositar. Sabendo, através da Equação 5.2, que a frequência de viagens é de 43 viagens/ano, torna-se possível calcular os custos referentes ao combustível e trabalhadores (Tabela 5.13).

**Tabela 5.13 - Custo de verdes do ecocentro.**

V (viagens/ano)	C <sub>c</sub> (€/viagem)	C <sub>T</sub> (€/viagem)	Total (€/ano)
43	31,41 <sup>1</sup>	20,88 <sup>1</sup>	2 232

<sup>1</sup>Ver subcapítulo 4.2.3

Após a análise dos três métodos de deposição passíveis para os resíduos verdes, é possível criar a Tabela 5.14 com os custos totais correspondentes aos resíduos verdes.

**Tabela 5.14 - Custo total dos resíduos verdes.**

Cenário	Total (€/ano)
A	20 559
B	35 163

### Custo de indiferenciados

De forma a analisar os custos respeitantes aos resíduos indiferenciados ponderou-se para ambos os cenários uma captura através do sistema porta-a-porta de 219,3 kg/hab/ano e de 490,5 kg/hab/ano através da deposição comum em ecopontos. Para a análise destes é importante ter conhecimento das quantidades, em toneladas, que são recolhidas, pois as componentes de custos são calculadas de acordo com estes quantitativos (Tabela 5.15).

**Tabela 5.15 - Capturas propostas para os RI e consequentes quantidades.**

Cenário	População servida pelo PaP	Captura pelo PaP [kg/hab/ano]	Quantidade de resíduos pelo PaP [t/ano]	População servida por ecopontos	Captura por ecopontos [kg/hab/ano]	Quantidade de resíduos por ecopontos [t/ano]
<b>A</b>	18 %	219,3	1184	82 %	490,5	11845
<b>B</b>	65 %	219,3	4220	35 %	490,5	5055

A recolha e encaminhamento dos resíduos indiferenciados está à responsabilidade da SUMA. Os custos relativos à recolha são de 29,15 €/t, de 1,92 €/t para o transporte e de 57,39 €/t para deposição de resíduos na LIPOR. Com efeito, tendo em atenção as quantidades recolhidas, em toneladas por ano, para cada cenário é possível construir a Tabela 5.16 e a Tabela 5.17, que representam os custos pelo sistema PaP e por deposição comum em ecopontos, respetivamente.

**Tabela 5.16 - Custo de resíduos indiferenciados pelo sistema PaP.**

Cenário	Recolha (€/ano)	Transporte (€/ano)	Deposição (€/ano)	Total (€/ano)
<b>A</b>	34 520	2 274	67 962	104 756
<b>B</b>	123 000	8 102	242 160	373 262

**Tabela 5.17 - Custo de resíduos indiferenciados por ecopontos.**

Cenário	Recolha (€/ano)	Transporte (€/ano)	Deposição (€/ano)	Total (€/ano)
<b>A</b>	345 269	22 742	679 760	1 047 771
<b>B</b>	147 362	9 706	290 123	447 191

Foi elaborada a Tabela 5.18 que apresenta o custo total dos resíduos indiferenciados.

**Tabela 5.18 - Custo total dos resíduos indiferenciados.**

Cenário	Total (€/ano)
<b>A</b>	1 152 527
<b>B</b>	820 453

Em suma, os custos totais referentes aos resíduos indiferenciados, multimaterial trifluxe e verdes são apresentados na Tabela 5.19, podendo-se observar que, com a expansão do sistema porta-a-porta, obtém-se uma redução de 0,2 % dos custos totais. Através da mesma foi possível construir a Figura 5.4, onde se averigua que apesar deste modelo de gestão acarretar mais encargos económicos ao nível da recolha e transporte dos resíduos seletivos, ocasiona uma redução dos custos totais de gestão e uma melhoria do desempenho ambiental do município, garantido o cumprimento das metas de gestão de resíduos urbanos preconizadas até 2020.

**Tabela 5.19 - Custos estimados para cada cenário.**

Cenário	Recolha 3F (€/ano)	Recolha Verdes (€/ano)	Recolha indiferenciada (€/ano)	Total (€/ano)
<b>A</b>	230 278	20 559	1 152 527	1 403 364
<b>B</b>	545 402	35 163	820 453	1 401 018

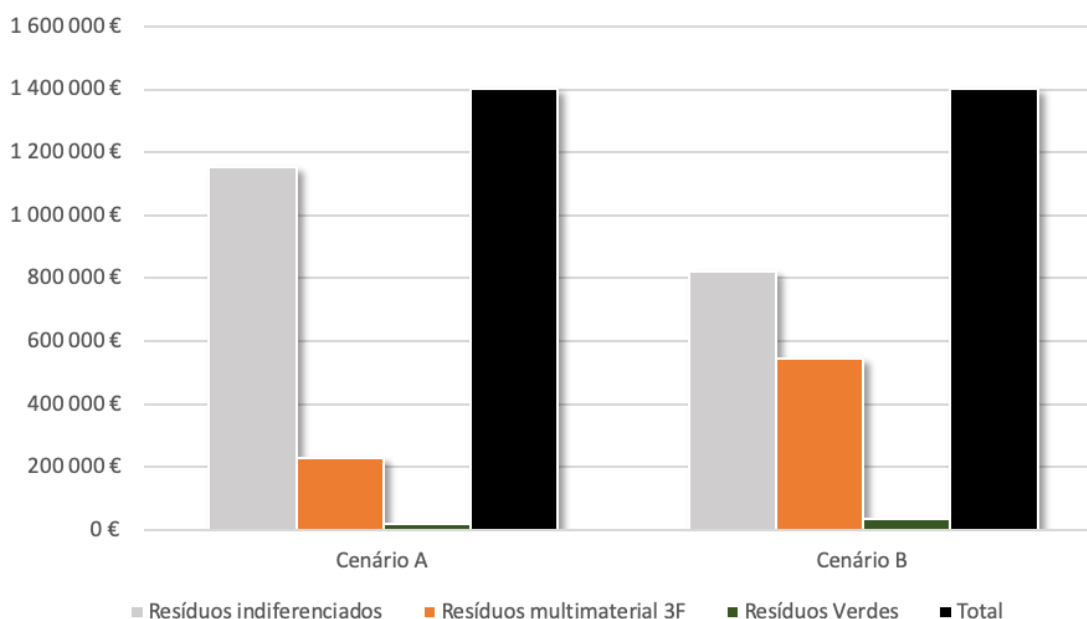


Figura 5.4 - Custos dos diferentes fluxos para cada cenário.

### 5.3 DESCRIÇÃO DO SISTEMA PAYT A IMPLEMENTAR

Como já referido, o sistema PAYT é um instrumento económico que incentiva a redução da produção de resíduos e o aumento dos resíduos seletivos. Este instrumento ajuda a distinguir quem contribui nestes dois pontos e quem não o faz, sendo que aqueles que contribuem veem o seu esforço compensado pagando menos.

A escolha do tipo de sistema PAYT deve ter em conta o tipo de edifícios existentes, o tipo de recolha e o investimento que se pretende realizar. O primeiro passo na implementação do PAYT numa área de estudo é identificar a solução que melhor se adequa, de forma a não alterar drasticamente o sistema existente.

O sistema a adotar tem que ser um sistema simples, ou seja, que não altere drasticamente o comportamento dos utilizadores, para que seja verdadeiramente implementado, e eficaz do ponto de vista operacional. Deve ainda representar a penalização dos utilizadores pela produção de resíduos e pelo não encaminhamento dos mesmos para reciclagem. Para que as barreiras deste sistema, como a deposição ilegal, sejam ultrapassadas, é essencial a sensibilização da população e adequada explicação do procedimento de contabilização dos resíduos.

#### 5.3.1 ESTRUTURA DO SISTEMA PAYT A IMPLEMENTAR

A primeira resolução a ser tomada visa analisar e avaliar qual a forma de identificação do produtor e de como se quantificarão os RU produzidos, no sentido de chegar à hipótese que se demostre mais viável. Desse modo dividiu-se o estudo em duas situações consideradas primordiais:

- Zonas onde existe o sistema de recolha porta-a-porta, e;
- Zona onde não está implementado o PaP, ou seja, na cidade.

### Zonas porta-a-porta

Nas zonas onde o sistema porta-a-porta está implementado, a decisão do sistema PAYT a implementar torna-se mais fácil, uma vez que surge no seio de um sistema de gestão já maduro, não provocando grandes alterações no quotidiano atual da população. Desse modo, o sistema PAYT a implementar será interlaçado com o sistema porta-a-porta, isto porque não altera o sistema de recolha e a deposição já existente. Na globalidade, nestas zonas, o número de utilizadores ronda os 19,2 mil habitantes e 8040 edifícios.

Atendendo à prévia distribuição de contentores residenciais individuais equipados com um *chip* para monitorização das recolhas, associando o produtor ao respetivo equipamento de deposição, e a existência do leitor do *chip* nas viaturas, a proposta incide numa identificação baseada na medição do volume de resíduos produzidos, assumindo que é igual ao volume do contentor disponível.

Nesta situação, os produtores serão cobrados pelo número de vezes que colocarão o seu contentor para recolha. Por isso, é conveniente que os utilizadores coloquem o seu contentor para recolha na capacidade máxima, pois só neste caso volume pelo qual os cidadãos terão de pagar será o efetivamente gerado por eles. O acesso aos dados sobre o número de vezes que os contentores são colocados à porta pelos utilizados é possível através da plataforma DataCenter LIPOR (Anexo D).

A solução proposta terá de ser acompanhada de duas medidas extremamente importantes: (i) tem de existir garantia que todos os residentes desta zona estão inseridos no sistema de recolha PaP e que não existem contentores na rua, possibilitando a deposição em anonimato. Na zona piloto do PaP já não existem contentores na rua, mas ainda existem fogos sem contentor; (ii) existir a possibilidade de utilizadores com grande produção aderirem a um segundo contentor para colocação dos dois no mesmo dia, pretendendo evitar situações como as que se observam na figura seguinte de forma a que o volume recolhido não seja superior ao disponível, que é efetivamente cobrado.



Figura 5.5 - Situações em que os contentores de 40 L não são suficientes.

### Zona da Cidade

Na cidade de Espinho, o número de utilizadores ronda os 10,3 mil habitantes e 7730 edifícios.

Nesta zona, sendo maioritariamente constituída por habitações plurifamiliares, o espaço surge como a principal limitação e a grande dificuldade da extensão do sistema definido anteriormente, PaP. Como no presente relatório de estágio não se estuda a

expansão do PaP para esta zona, faz-se uma proposta do melhor sistema tarifário PAYT a implementar com base na situação atual.

A forma mais eficaz de atuar será através da disposição de contentores cujo acesso se faça por cartão magnético. Este funcionará como chave de acesso identificando o produtor e registando o número de vezes que este acede ao recipiente de deposição, o qual possui uma porta basculante que permite apenas a introdução de um determinado volume de resíduos. Este volume não deve ser muito elevado, para que os residentes não tenham de armazenar durante muito tempo os resíduos em sua casa, até poderem perfazer o volume pelo qual irão ser cobrados. Para que o sistema tenha suficiente homogeneidade, este volume não deve exceder os 40 L, de forma a que a cobrança seja uniforme entre todos os municípios independentemente da forma de deposição, se através dos contentores do PaP, se através dos contentores coletivos.

A Figura 5.6 apresenta contentores com essas características, bem como o detalhe da abertura de acesso e da chave eletrónica para identificação do utilizador e abertura.



**Figura 5.6** - Exemplos de contentores equipados com mecanismos de controlo de acesso (Fonte: ERSAR, 2018).

Esta solução apresenta a desvantagem de dificultar a fiscalização da colocação do tipo de resíduos e do utilizador que não separa corretamente.

### **5.3.2 SERVIÇOS COMPLEMENTARES**

Com vista ao sucesso da implementação do sistema PAYT e de forma a fazer face às possíveis dificuldades, propõe-se a existência de serviços complementares descritos de seguida.

#### **Sensibilização da população-alvo**

Antes e durante a implementação do sistema PAYT até à completa estabilização, é essencial existir uma forte sensibilização da população que irá ser abrangida por este tipo de tarifário. Assim, devem ser feitas ações de sensibilização no terreno transmitindo toda a informação sobre o projeto e prestando os esclarecimentos necessários.

Recomenda-se a realização de sessões de esclarecimento sobre o projeto e o seu funcionamento e a criação de um número telefónico - linha PAYT - para esclarecimento da população, bem como de um *website* onde conste informação apropriada e haja resposta às questões mais frequentes. Toda a informação prestada deve conter os conceitos essenciais do sistema PAYT, como os objetivos, o tipo de serviço que os utilizadores dispõem, a forma de faturação dos resíduos produzidos e o respetivo pagamento. Deve-se ainda mostrar que os custos associados ao sistema atual, ou seja, indexado à conta da água, são diferentes dos custos que irão existir com a implementação de uma tarifa PAYT, e que este sistema será mais justo. Os cidadãos devem ainda ser informados sobre as penalizações decorrentes de comportamentos incorretos.

### **Reforço da fiscalização e definição de penalizações**

Para que não haja fugas ao sistema por parte dos utilizadores devem ser implementadas medidas de fiscalização e penalização, que devem constar no Regulamento Municipal de Resíduos Urbanos.

As coimas devem depender do tipo de ilegalidade, isto é, deposição ilegal, queima de resíduos, colocação incorreta de resíduos indiferenciados em contentores destinados a resíduos recicláveis, entre outras.

Para que o sistema seja credível é importante a presença frequente de fiscais junto dos locais de deposição de resíduos para que os comportamentos incorretos sejam identificados e punidos de imediato, desmotivando as pessoas da deposição incorreta. Outra forma, que não se faz no terreno, é avaliar a informação que integra a base de dados, detetando produtores que diminuíram em grande escala a produção de resíduos e perceber onde estão atualmente a colocá-los, alertando-os para a punição.

### **População de carácter especial**

Há situações sociais que devem ser consideradas. No caso de alguns grupos sociais que tenham maiores dificuldades económicas, deve-se aplicar uma tarifa reduzida ou isentá-las da componente fixa, embora mantendo-se a cobrança da tarifa variável como incentivo à redução da produção de resíduos indiferenciados e aumento da separação dos resíduos recicláveis. Essas pessoas podem solicitar desconto na tarifa, mediante comprovação da sua situação que deve ser analisada caso a caso.

Nestes grupos de carácter especial incluem-se idosos, famílias numerosas ou com baixos rendimentos, e cidadãos com incapacidades motoras.

### **5.3.3 CÁLCULO DA TARIFA**

O cálculo da nova tarifa será realizado de acordo com Canterbury, 1994 e Canterbury & Gordon, 1999, que descrevem a metodologia para o cálculo baseada em seis etapas:

1. Estimativa da quantidade de resíduos urbanos produzidos;
2. Estabelecer os serviços do sistema PAYT a implementar;
3. Estimativa dos custos do novo sistema de gestão de RU;
4. Determinação das receitas provenientes do tarifário PAYT e da cobertura dos custos pretendida;
5. Cálculo dos preços do sistema PAYT, e;
6. Avaliação e ajuste do sistema PAYT preliminar.

### Estimativa da quantidade de resíduos urbanos produzidos

Na primeira etapa deverão ser estimadas as quantidades anuais de RU que se esperam no ano base, ou seja, antes da implementação do sistema PAYT, bem como as quantidades previstas para o ano de implementação do sistema (Canterbury, 1994; Canterbury & Gordon, 1999). De acordo com Skumatz, 2002, estima-se que com a implementação do sistema PAYT se diminua ou se encaminha para valorização cerca de 15 % dos resíduos indiferenciados.

Através das quantidades produzidas nos últimos 2 anos, período de 2017 e 2018, é possível verificar que a geração de resíduos mensal oscila em torno de um valor médio, que é tendencialmente crescente, como se observa na Figura 5.7 e na Figura 5.8. Como tal, considerou-se para o ano de 2019 um aumento, relativamente ao ano de 2018, igual ao ocorrido na quantidade de resíduos recolhidos, entre 2017 e 2018, quer indiferenciados (1263 t/mês), quer seletivos (109 t/mês). Meramente com caráter ilustrativo, considerou-se que, em 2019, a oscilação mensal das recolhas é igual à média das oscilações de 2017 e 2018.

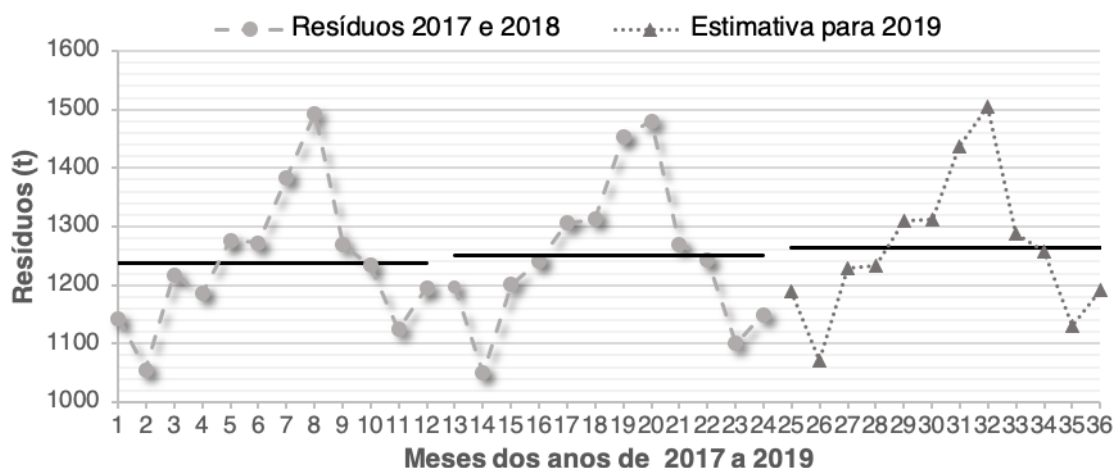


Figura 5.7 - Estimativa de produção de resíduos indiferenciados para o ano de 2019.

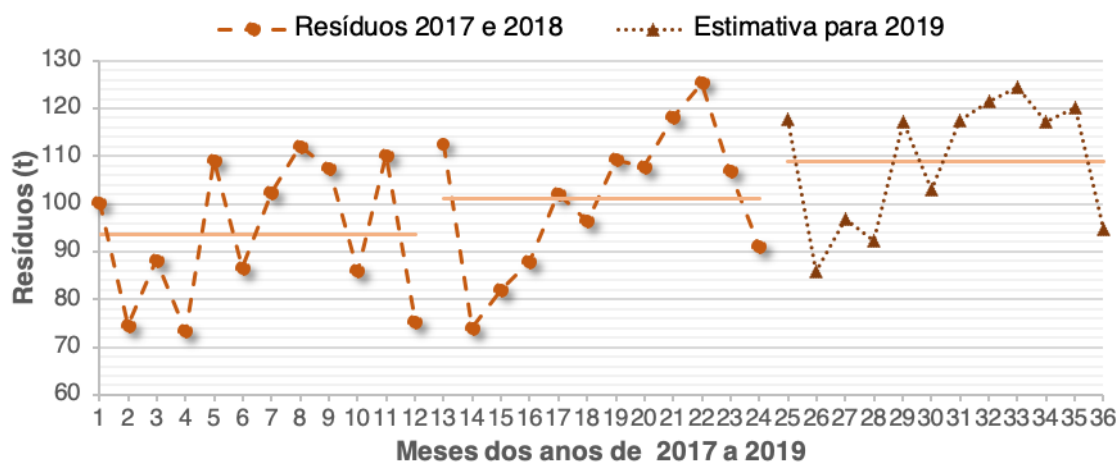


Figura 5.8 - Estimativa de produção de resíduos seletivos para o ano de 2019.

Prevê-se um total de RU indiferenciados, em 2019, de 15155 t. Tendo em conta a redução da quantidade de resíduos prevista com a implementação do sistema PAY, para

o primeiro ano, assumiu-se 13 %, estimando-se uma produção de resíduos indiferenciados, em 2019, apresentada na Tabela 5.20.

**Tabela 5.20** - Projeção da quantidade de resíduos indiferenciados no Município de Espinho.

Projeção para o ano 2019	Implementação do PAYT em 2019
15 155 t	13 158 t

Do mesmo supõe-se uma média mensal de 109 t, correspondendo a 1308 t no ano de 2019. Estima-se, de acordo com Canterbury & Gordon (1999) que com a implementação do sistema PAYT a recolha seletiva tenha um aumento previsto de 40 %, apresentando esse valor na Tabela 5.21.

**Tabela 5.21** - Projeção da quantidade de resíduos seletivos no Município de Espinho.

Projeção para o ano 2019	Implementação do PAYT em 2019
1 308	1 848

### **Estabelecer os serviços do sistema PAYT a implementar**

Nesta etapa devem ser definidos quais os serviços a fornecer aos municípios, tais como a tipologia de contentores, as opções de serviço (frequência de recolha, sistemas individuais ou coletivos, que materiais devem ser recolhidos e de que forma) e os serviços complementares (Canterbury, 1994; Canterbury & Gordon, 1999). Esta já se encontra descrita nos subcapítulos anteriores, subcapítulo 5.3.1 e 5.3.2.

### **Estimativa dos custos do novo sistema de gestão de RU**

Tendo em contas as duas etapas anteriores, nesta devem ser estimados os custos diretos e indiretos associados ao novo tarifário. Os custos de investimento, inerentes ao arranque do sistema, podem ser incluídos no tarifário PAYT, ou serem subsidiados por uma outra fonte de forma a baixar o tarifário (Canterbury, 1994; Canterbury & Gordon, 1999).

Para esta análise não se incluem os custos de investimento do sistema, uma vez que estes não se encontram à responsabilidade do Município, mas sim da LIPOR, bem como os custos de exploração como comunicações e publicidade. Como o horizonte temporal de previsão é de somente um ano, não se aplicam os custos indiretos (água, seguros, eletricidade, etc.), uma vez que não se esperam grandes alterações. Quando se considerar esses custos a tarifa pode ser calculada recorrendo a um simulador PAYT, em formato *excel*, fornecido pela ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos.

Assim sendo, nesta análise apenas foram identificados os custos referentes à gestão de resíduos, abrangendo os aspetos relacionados com a recolha e transporte, e deposição para resíduos indiferenciados, e os custos associados à fiscalização com 4 trabalhadores agregados à implementação do sistema PAYT.

Sabendo que a gestão de resíduos indiferenciados se encontra à responsabilidade da SUMA, considerou-se o custo relativo à recolha de 29,15 €/t, de 1,92 €/t para o transporte e de 58,25 €/t para deposição de resíduos na LIPOR, valor referente ao ano de 2019. Dessa forma, foi possível construir a Tabela 5.22, que constou que esta gestão tem um custo total anual de 1175273 €.



**Tabela 5.22** - Valor dos custos referentes à gestão de resíduos indiferenciados.

Quantidade de resíduos	Custo de recolha	Custo de transporte	Custo de deposição	Valor total
13 158 t	29,15 €/t	1,92 €/t	58,25 €/t	1 175 273 €

Para a análise dos custos de multimaterial trifluxe é necessário o cálculo referente à recolha porta-a-porta e recolha em deposição comum de ecopontos. Teve-se como base orientadora os cálculos anteriormente apresentados no subcapítulo 5.2 para o cenário B, em que se considera 65 % da população servida com o sistema de recolha porta-a-porta e 35 % servida com a deposição comum de ecopontos.

Para o sistema porta-a-porta sabe-se que a recolha tem um custo mensal de 41764 €. O custo de transporte é dado pela Equação 4.1. Sabe-se que o valor do combustível e dos trabalhadores é de 58,36 €/viagem e 20,88 €/viagem, respetivamente, e que para este cálculo a única variável é o número de viagens por ano, calculada pela equação seguinte.

$$V = Q \cdot \%P \cdot \frac{1}{\text{vol}/\text{viat}} \cdot \left[ \sum_{i=1}^{i=3} \left( y_i \cdot \frac{1}{\rho_i} \right) \right] \quad (\text{Eq. 5.6})$$

Em que Q representa a quantidade total de resíduos seletivos - 1848 t, em kg/ano; %P a percentagem da população servida pelo sistema, 65 % neste caso;  $y_i$  a fração mássica do fluxo;  $\rho_i$  a densidade mássica do fluxo, em kg/m<sup>3</sup>; e a razão vol/viat é o volume que a viatura transporte em cada viagem, que é 20 m<sup>3</sup> independentemente do fluxo seletivo. As frações e densidades mássicas são as apresentadas na Tabela 5.3. Assim, obtém-se 294 de viagens por ano.

A Tabela 5.23 expõe as parcelas necessárias para o cálculo dos custos associados aos resíduos seletivos através do sistema PaP.

**Tabela 5.23** - Custo referente aos resíduos seletivos através do sistema PaP.

Recolha (€/mês)	Transporte			Total (€/ano)
	V (viagens/ano)	C <sub>c</sub> (€/viagem)	C <sub>T</sub> (€/viagem)	
41 764	294	58,36 <sup>1</sup>	20,88 <sup>1</sup>	23 311

<sup>1</sup>Ver subcapítulo 4.2.3

Para a deposição comum em ecopontos considera-se o mesmo custo da recolha de 16511 €/ano, uma vez que não se altera o sistema. Para o cálculo do transporte mantém-se o mesmo método anterior, variando apenas o valor de %P para 35 %. Desse modo, alcança-se 158 viagens por ano. Apresenta-se na Tabela 5.24 as componentes deste sistema de deposição

**Tabela 5.24** - Custo referente aos resíduos seletivos através da deposição comum em ecopontos.

Recolha (€/ano)	Transporte			Total (€/ano)
	V (viagens/ano)	C <sub>c</sub> (€/viagem)	C <sub>T</sub> (€/viagem)	
16 496 <sup>1</sup>	158	58,36 <sup>1</sup>	20,88 <sup>1</sup>	28 982

<sup>1</sup>Ver subcapítulo 4.2.3

Conclui-se então que o custo referente à gestão de resíduos seletivos arca um custo anual de 553 496 € (Tabela 5.25).

**Tabela 5.25** - Valor dos custos referentes à gestão de resíduos seletivos.

Quantidade de resíduos	Custo do sistema PaP	Custo do sistema de deposição em ecopontos	Valor total
1 848	524 479 €	28 982 €	553 461 €

O serviço complementar de fiscalização tem um custo operacional, ou seja, um custo associado a recursos humanos. Considera-se que para este serviço sejam necessários 4 trabalhadores e que a fiscalização ocorre uma vez por semana, num período laboral inteiro. Desse modo, considerando que os fiscais recebem 5,22 €/h, é possível, através da equação abaixo, calcular o custo de fiscalização.

$$F = 4 \times 5,22 \text{ €/h} \times \frac{7 \text{ h}}{\text{dia}} \times \frac{1 \text{ dia}}{\text{semana}} \times \frac{52 \text{ semanas}}{\text{ano}} = 7 600 \text{ €/ano} \quad (\text{Eq. 5.7})$$

Verifica-se que a implementação deste novo sistema de gestão de RU com a aplicação da tarifa PAYT, terá um custo anual de 1736334 €.

### **Determinação das receitas provenientes do tarifário PAYT e da cobertura dos custos pretendida**

Baseada nos custos de gestão do sistema e nos objetivos dos custos que se pretende, nesta fase devem ser calculadas as receitas que se estima ser necessário gerar (Canterbury, 1994; Canterbury & Gordon, 1999).

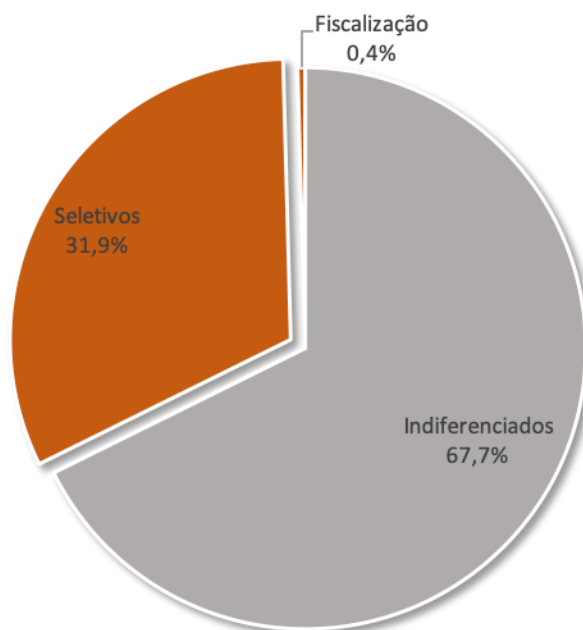
De forma a que não haja um aumento considerável na tarifa de RU indexada à fatura da água, pretende-se que o município continue a subsidiar o sistema de gestão de RU, o novo sistema tarifário terá de cobrir 85 % dos custos existentes. Assim, será necessário gerar uma receita anual de 1475884 €, o que corresponde a 122990 €/mês, provenientes da tarifa a aplicar, pelo que o cálculo dos preços da referida tarifa será efetuado com base nesse valor.

### **Cálculo dos preços do sistema PAYT**

Após a seleção da taxa de cobertura dos custos e com base na estimativa da quantidade de resíduos esperados após a implementação do PAYT, bem como dos custos do sistema, pode-se determinar uma tarifa provisória. Esta tarifa será meramente uma estimativa inicial, e que será melhorada na continuidade do sistema, tendo-se como perspetiva a sua estabilização e controlo efetivo (Canterbury, 1994; Canterbury & Gordon, 1999).

Tendo em conta as etapas anteriores e os vários sistemas de preços existentes, considera-se que, para a situação em estudo, deverá ser adotada uma tarifa dupla. Essa tarifa será formada por uma componente com taxa fixa e por uma segunda componente com taxa variável. A tarifa fixa cobrirá os custos referentes à gestão de resíduos seletivos e à fiscalização, enquanto que os custos referentes à gestão de resíduos indiferenciados serão cobertos pela taxa variável.

A tarifa variável deverá ter um peso maior que a componente fixa, de forma a garantir um maior incentivo à redução da produção de resíduos. Na Figura 5.9 é possível comprovar esse facto, constatando que a componente variável equivale a 67,7 % dos custos totais do sistema, enquanto que à componente fixa está atribuído os restantes 32,3 %.



**Figura 5.9** – Influência de cada variável no custo total do sistema PAYT.

Como se pretende que a tarifa fixa não aumente com o sucesso do sistema, uma vez que seria controverso para a população ver a taxa fixa subir com o bom desempenho da parte deles, a tarifa fixa representará, numa primeira fase, 40 % dos custos totais necessários gerar para cobrir as despesas do novo sistema de gestão e a tarifa variável representará os restantes 60 %.

Para o cálculo do valor da componente fixa, considera-se o número de clientes e através o sistema de equações apresentado abaixo com base na Recomendação ERSAR n.º 02/2010 (ERSAR, 2010) obtém-se um valor fixo mensal que deverá ser cobrado a cada cliente.

$$\begin{cases} C_f = n_D \cdot T_f^D + n_{ND} \cdot T_f^{ND} & \text{(Eq. 5.8)} \\ T_f^{ND} = T_f^D \cdot Kt_f^{ND} & \text{(Eq. 5.9)} \end{cases}$$

Onde  $C_f$  representa os custos fixos,  $n_D$  o número de utilizadores domésticos e  $n_{ND}$  o número de utilizadores não domésticos, que no Município de Espinho são 13100 e 1565, respetivamente,  $T_f^D$  é o valor da tarifa fixa de gestão de resíduos para utilizadores domésticos num intervalo entre € 1,00 e €4,00/ 30 dias,  $T_f^{ND}$  o valor da tarifa fixa de gestão de resíduos para utilizadores não domésticos e  $Kt_f^{ND}$  um coeficiente de diferenciação, definido entre um valor mínimo de 1,5 e um valor máximo de 5,0. À variável  $Kt_f^{ND}$  aplica-se um valor de 2,2845, que surge do coeficiente de 8,3200 (valor da tarifa fixa atual para utilizadores não domésticos) e 3,6420 (valor da tarifa fixa atual para utilizadores domésticos) (ver Anexo E).

A Tabela 5.26 exhibe a tarifa fixa a aplicar para cada setor de forma a se obter o valor necessário para cobrir a componente fixa.

**Tabela 5.26** - Tarifa fixa a aplicar no sistema PAYT.

Componente fixa	Tarifa fixa doméstica	Tarifa fixa não doméstica
49 196,13 €/mês	2,9503 €/30 dias	6,7398 €/30 dias

Quanto à componente variável, que será em €/L, é necessário transformar o peso dos resíduos em volume, tendo-se utilizado o valor de 180 gramas/litro para a densidade dos resíduos (Gonçalves, 2010). O cálculo do preço das tarifas do sistema PAYT apresenta-se na equação seguinte.

$$\text{Preço volúmico dos resíduos} = \frac{885\,530,28 \text{ €/ano}}{\frac{13158 \times 10^6 \text{ g/ano}}{180 \text{ g/l}}} = 0,0121 \text{ €/L} \quad (\text{Eq. 5.10})$$

Na tarifa variável os utilizadores domésticos e não domésticos serão vistos da mesma forma e terão o mesmo custo volúmico dos resíduos, uma vez que o valor da tarifa fixa já os diferencia, e consoante a capacidade do contentor será cobrada uma taxa diferente. Na Tabela 5.27 apresenta-se o preço calculado para a tarifa variável no sistema PAYT.

**Tabela 5.27** - Tarifa variável a aplicar no sistema PAYT.

Componente variável (€/mês)	Tarifa variável doméstica	Tarifa variável não doméstica			
	€/40 L	€/40 L	€/140 L	€/240 L	€/800 L
885 530,28	0,4846	0,4846	1,6960	2,9073	9,6912

Assim, com o intuito de gerar uma receita mensal de 122990 €/mês, é necessário aplicar os custos apresentados na Tabela 5.28.

**Tabela 5.28** - Preços do sistema PAYT.

Custo total do sistema	Tarifa fixa doméstica	Tarifa fixa não doméstica	Preço volúmico dos resíduos
122990 €/mês	2,9503 €/30 dias	6,7398 €/30 dias	0,0121 €/L

### Avaliação e ajuste do sistema PAYT preliminar

Nesta última fase deve-se efetuar uma comparação com a tarifa atual. Tendo em conta as tarifas calculadas no passo anterior, faz-se uma comparação entre a tarifa atual e a nova tarifa PAYT, para o caso de um cliente doméstico.

De acordo com dados fornecidos pelo Município de Espinho, considerou-se o consumo médio mensal de 10 m<sup>3</sup> de água por habitação, verificado no ano de 2018 (DSBA, 2019). Para esse consumo corresponde o pagamento de 4,2471 € de tarifa variável de RU.

Para o cálculo da tarifa variável com o novo sistema PAYT considerou-se uma população com um total de 29 281 habitantes (Tabela 3.4), cuja produção de resíduos é de 13 158 t/ano, ou seja, uma capitação de 1,23 kg/hab/dia. De acordo com os Censos 2011, o número médio de pessoas por edifício no município é de 2,6, pelo que para cada utilizador tem-se uma produção de 3,20 kg/dia. Assim, fazendo a conversão do peso para volume dos resíduos, através da densidade de 180 g/L, obtém-se que por dia cada utilizador produz 17,77 L/dia de resíduos. Dessa feita, em 30 dias mensais haverá uma produção de 533,00 L/mês, o que significa que o contentor de 40 L será recolhido cerca de 13 vezes nesse mês e a tarifa variável média será de 6,2993 €/30 dias.

A comparação referida encontra-se apresentada na Tabela 5.29.

**Tabela 5.29** - Comparação entre o valor mensal pago na tarifa atual e o valor que será pago com a nova tarifa, para um consumidor doméstico.

	<b>Tarifa Fixa (€/30 dias)</b>	<b>Tarifa Variável (€/30 dias)</b>	<b>Total (€/30 dias)</b>
<b>Sistema Atual</b>	3,6420	4,2471	7,89
<b>Sistema PAYT</b>	2,9562	6,2993	9,25

Verifica-se que o valor com a nova tarifa PAYT será 17 % mais caro que o valor pago com a atual tarifa de resíduos. Contudo, considerou-se para esta comparação o valor da tarifa variável do sistema PAYT um caso pessimista, uma vez que 35 % da população ainda é servida por contentores de proximidade, o que significa que grande parte da população pode ainda produzir muitos indiferenciados e poucos seletivos.

Analisando com a capitação média de indiferenciados de 0,61 kg/hab/ano apurada de agosto a abril através do sistema de recolha porta-a-porta no Município de Espinho, a colocação do contentor à recolha seria de 7 vezes por mês. O que traduz um custo total do sistema PAYT de 6,34 €/30 dias, o que corresponde a um valor 20 % inferior à tarifa atual.

Caso se considerassem os valores nacionais de produção diária de 1,10 kg/hab/dia de RU indiferenciados verificada em Portugal, em 2018 (APA, 2018f), a qual poderá sofrer uma redução média de 15 % com a introdução do sistema PAYT (Skumatz, 2002), resultando de um valor de 0,94 kg/hab/dia. Assim, a colocação mensal do contentor à recolha seria de cerca de 10 vezes e o custo total do sistema PAYT seria de 7,80 €/30 dias, o que corresponde a um valor 1 % inferior à tarifa atual.

Constata-se que as tarifas calculadas de aplicação ao sistema PAYT são adequadas, uma vez que se observa uma possível redução das taxas a cobrar aos clientes e um aumento da recolha seletiva, contribuindo para se atingir as metas. Verifica-se, também, que as tarifas são ajustadas visto que são da mesma ordem de grandeza dos casos de estudo da Europa (subcapítulo 2.5), principalmente o da Bélgica.



## 6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

---

Neste capítulo são expostas as principais conclusões retiradas do trabalho desenvolvido e um conjunto de sugestões para serem abordados em futuros estudos nesta área.

### 6.1 CONCLUSÕES

O Município de Espinho tem a responsabilidade de atingir um conjunto de metas relativas à gestão de resíduos urbanos fixadas no âmbito do PERSU 2020. Este trabalho procurou contribuir para que o Município possa atingir as suas metas através da expansão de um sistema de recolha seletiva porta-a-porta e pela implementação de um sistema tarifário *pay-as-you-throw*.

Tendo em conta os resultados obtidos, no período de agosto a abril, do projeto piloto de recolha seletiva porta-a-porta, averiguou-se, através de diversos indicadores, que foi bem-sucedido, apresentando um incremento das quantidades seletivas recolhidas face ao processo de deposição comum em ecopontos. No entanto, é importante ter em conta que o estudo dos quantitativos recolhidos na zona piloto através do método de deposição comum de ecopontos, foi realizado apenas com a duração de uma semana, podendo não representar a verdadeira realidade da zona.

Comparando os quantitativos de 2017 e 2018, no período de tempo em que o PaP foi implementado, de agosto a dezembro, verificou-se uma redução de 0,1 % no total dos resíduos urbanos recolhidos, sendo que houve uma redução de 75 t de resíduos indiferenciados e um aumento de 59 t de resíduos multimaterial trifluxo. Observa-se que este crescimento não é proporcional, podendo justificar-se com o facto de o sistema PaP piloto se localizar nas periferias e que por conhecimento se sabe que recebe muitos resíduos produzidos pelas localidades vizinhas, e como com a implementação deste sistema se retiraram os ecopontos da área piloto deixou de se de rececionar os resíduos vizinhos. Em consequência desta redução, o custo associado à recolha, transporte e deposição dos resíduos indiferenciados também diminuiu.

A expansão do sistema de recolha porta-a-porta é uma mais valia para o Município oferecendo uma maior acessibilidade ao serviço de recolha seletiva a todos os municípios, pois nos locais em que este índice é limitado passariam a estar cobertos com o sistema PaP, enquanto que na zona que este projeto não abrange (cidade) o índice já apresenta bons valores. Esta expansão, apesar de acarretar mais encargos económicos ao nível da recolha e transporte dos resíduos seletivos, ocasiona uma redução de 0,2 % dos custos totais de gestão e uma melhoria do desempenho ambiental do município, garantindo o cumprimento da meta municipal proposta até 2020 de 45 kg/hab/ano de retomas de recolha seletiva.

Com o projeto porta-a-porta, o Município dá os primeiros passos para a implementação do sistema PAYT, visto que os contentores distribuídos são equipados com um *chip* e a viatura de recolha tem um leitor para monitorização das recolhas, associando o produtor ao respetivo equipamento de deposição. Assim, nas zonas do PaP, os municípios serão cobrados pelo número de vezes que colocarão o seu contentor para

recolha, e na cidade, onde o porta-a-porta não está implementado sugere-se a disponibilização de contentores cujo acesso se faça por cartão magnético, que identificará o produtor e registará o número de vezes que este acede ao recipiente de deposição.

Como com a implementação deste sistema não se deseja efetuar grandes mudanças, para que seja verdadeiramente implementado e aceite pelos utilizadores. Assim, o município terá de continuar a subsidiar o sistema de gestão de RU, de forma a que não haja um aumento considerável na tarifa de RU, relativamente à indexada à fatura da água. O novo sistema PAYT terá de gerar uma receita mensal de 123 M€, através da aplicação de uma tarifa dupla, ou seja, uma tarifa formada por uma componente fixa e por uma componente variável.

A tarifa fixa cobrirá 40 % dos custos totais necessários gerar para cobrir as despesas do novo sistema, que representa na sua maioria a gestão de resíduos seletivos e do serviço complementar – fiscalização, enquanto que a tarifa variável representará os restantes 60 %, referentes à gestão de resíduos indiferenciados. A tarifa fixa doméstica e não doméstica terá um custo de 2,9503 e 6,7398 €/30 dias, respetivamente, enquanto a tarifa variável altera com a capacidade do contentor. Para os contentores do setor doméstico, 40 L, esta terá um valor de 0,4846 €/contentor, uma vez que o preço volúmico dos resíduos é de 0,0121 €/L.

A comparação entre a tarifa atual e a nova tarifa PAYT, para o caso de um cliente doméstico, permitiu concluir que, no caso do Município de Espinho, que apresenta uma capitação elevada de resíduos indiferenciados, quando comparada com a média nacional, o valor com a nova tarifa será 17 % mais caro do que o valor pago com a tarifa atual. Mas, quando essa é comparada com valores nacionais de produção de RI, averigua-se que esta tarifa é inferior em 1 % à atual. Comparando também com a capitação média de indiferenciados apurada no período em análise do sistema PaP, esta apresenta um valor 20 % inferior à tarifa atual.

A implementação destes sistemas necessita de uma maior proximidade com os habitantes abrangidos, através de campanhas de sensibilização, fazendo com que estes reconheçam os resíduos como um recurso, enviando-os para reciclar de forma a transformar materiais usados em novos produtos com vista à sua reutilização. Não esquecendo que, primeiro, se deve focar na prevenção da produção de resíduos, como imposto pela hierarquia dos resíduos.

## **6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHO FUTURO**

O estágio realizado na Divisão de Serviços Básicos e Ambiente da Câmara Municipal de Espinho, que ocorreu presencialmente do mês de novembro de 2018 até julho de 2019, permitiu o desenvolvimento a nível académico, mas também a nível pessoal e profissional, na medida em que permitiu adquirir experiência de trabalho em ambiente empresarial, através do trabalho em equipa e do contacto com colaboradores da empresa acolhedora.

Para garantir o sucesso da expansão do sistema de recolha PaP e a implementação do sistema tarifário PAYT no Município de Espinho recomendam-se os seguintes trabalhos/projetos futuros:

- Apostar na sensibilização e esclarecimento de dúvidas da população abrangida pelo sistema implementado e a dos sistemas a implementar;



- Consciencializar os munícipes que os serviços de gestão de RU prestados pela autarquia não podem ser gratuitos, mostrando que o encaminhamento correto dos resíduos e consequente redução da produção de resíduos indiferenciados, pode afetar positivamente as tarifas aplicadas;
- Delinear uma zona teste do sistema PAYT e definir os objetivos que se pretende com a introdução do mesmo;
- Inquirir os moradores dos fogos não ativos do sistema PaP com o intuito de entender o porquê de não aderirem ao sistema e os consciencializar que é uma mais valia para se melhorar os quantitativos municipais;
- Realizar a caracterização da composição física dos resíduos indiferenciados do PaP, a fim de aferir se ainda se encontram resíduos multimaterial trifluxo nos mesmos;
- Estudar a possibilidade de alargar o sistema de recolha PaP à fração biodegradável do resíduo doméstico, ou incentivar a prática da compostagem doméstica, uma vez que este projeto de recolha seletiva porta-a-porta está localizado em áreas onde predominam moradias, e que grande parte tem espaço suficiente para ter um compostor doméstico;
- Alterar o mapa de frequência de recolha de contentores porta-a-porta distribuídos aos munícipes por um calendário anual de recolha, onde se assinalaria o dia de recolha com a cor do contentor a colocar à porta. A esse calendário colocar-se-ia também o período de recolha, manhã ou tarde, visto que se sabe os fogos onde a recolha é feita pela parte da manhã (circuito 1) e os fogos onde é feita pela parte da tarde (circuito 2), e;
- Criar um sistema para que, em situações de avaria das viaturas estipuladas para o transporte dos resíduos indiferenciados provenientes do porta-a-porta, se saiba qual a viatura que a substitui e em que horário, para posteriormente facilitar a análise dos quantitativos registados pela LIPOR.

Espera-se com estas sugestões uma melhoria do modelo de gestão de resíduos urbanos do município, garantindo o cumprimento das metas estipuladas até 2020.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- APA. (2014). Agência Portuguesa do Ambiente. PERSU 2020: Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos.
- APA. (2015). Agência Portuguesa do Ambiente. Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR) para o horizonte 2014-2020, 52 (8), 44.
- APA. (2018a). Agência Portuguesa do Ambiente. Dados sobre Resíduos Urbanos. Obtido 23 de Novembro de 2018, de <https://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=933&sub3ref=936>
- APA. (2018b). Agência Portuguesa do Ambiente. Desenvolvimento Sustentável. Obtido 23 de Novembro de 2018, de <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=140>
- APA. (2018c). Agência Portuguesa do Ambiente. Gestão de Resíduos Urbanos. Obtido 23 de Novembro de 2018, de <https://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=933>
- APA. (2018d). Agência Portuguesa do Ambiente. Persu 2020+ (Documento para discussão pública), 1–148.
- APA. (2018e). Agência Portuguesa do Ambiente. Relatório Anual Resíduos Urbanos 2017.
- APA. (2018f). Relatório do Estado do Ambiente. Obtido 22 de Novembro de 2018, de <https://rea.apambiente.pt/content/produção-e-gestão-de-resíduos-urbanos>
- APA. (2018g). Agência Portuguesa do Ambiente. Sistemas de Gestão e Infraestruturas. Obtido 25 de Novembro de 2018, de <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=933&sub3ref=934>
- Batllell, M., & Hanf, K. (2008). The fairness of PAYT systems: Some guidelines for decision-makers. *Waste Management*, 28(12), 2793–2800. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.02.031>
- Benetti, J. K. (2007). *A utilização da projeção populacional na elaboração de projetos de saneamento básico: estudo de caso, Ijuí, RS*. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.
- Bilitewski, B. (2008). From traditional to modern fee systems. *Waste Management*, 28(12), 2760–2766. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.03.032>
- Campos, J. (2015). *Recolha seletiva de resíduos em ambiente urbano: Eficácia dos sistemas de recolha porta a porta em estabelecimentos comerciais*. Tese de mestrado apresentada à Universidade do Porto.
- Canterbury, J. L. (1994). Pays-as-you-throw: Lessons Learned About Unit Pricing.
- Canterbury, J. L., & Gordon, H. (1999). Rate Structure Design: Setting Rates for a Pay-As-You-Throw Program.
- CE. (2010). Comissão Europeia. Being wise with waste: the EU's approach to waste management. <https://doi.org/10.2779/93543>
- CE. (2015). Comissão Europeia. Assessment of separate collection schemes in the 28 capitals of the EU, (November).
- CE. (2018a). Comissão Europeia. Diretiva (UE) 2018/850 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de maio de 2018. *Jornal Oficial da União Europeia*, 100–108.
- CE. (2018b). Comissão Europeia. Diretiva (UE) 2018/851 do Parlamento Europeu e do

- Conselho de 30 de maio de 2018. *Jornal Oficial da União Europeia*, 109–140.
- CE. (2018c). Comissão Europeia. Diretiva (UE) 2018/852 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de maio de 2018. *Jornal Oficial da União Europeia*, 141–154.
- CE. (2019). Comissão Europeia. O reexame da aplicação da política ambiental 2019.
- CME. (2013). Câmara Municipal de Espinho. Diagnóstico Social do Concelho de Espinho.
- CME. (2014). Câmara Municipal de Espinho. Regulamento de Resíduos Sólidos do Município de Espinho.
- CME. (2015). Câmara Municipal de Espinho. Plano de Ação do PERSU do Município de Espinho.
- CME. (2018). Câmara Municipal de Espinho. EDITAL N.º 1/2018.
- CME. (2018b). Câmara Municipal de Espinho. História e Heráldica. Obtido 9 de Novembro de 2018, de <http://portal.cm-espinho.pt/pt/municipio/camara-municipal/historia-e-heraldica/>
- CME. (2018c). Câmara Municipal de Espinho. Recolha de óleos alimentares usados - Serviços Municipais de Recolha - Ambiente e Espaços Verdes - Municípios - VIVER - Câmara Municipal de Espinho. Obtido 3 de Dezembro de 2018, de <http://www.espinho.pt/pt/viver/municipes/ambiente-e-espacos-verdes/servicos-municipais-de-recolha/recolha-de-oleos-alimentares-usados/>
- CME. (2018d). Câmara Municipal de Espinho. Recolha de resíduos de grandes dimensões - Serviços Municipais de Recolha - Ambiente e Espaços Verdes - Municípios - VIVER - Câmara Municipal de Espinho. Obtido 3 de Dezembro de 2018, de <http://www.espinho.pt/pt/viver/municipes/ambiente-e-espacos-verdes/servicos-municipais-de-recolha/recolha-de-residuos-de-grandes-dimensoes/>
- CME. (2018e). Câmara Municipal de Espinho. Recolha de roupas usadas - Serviços Municipais de Recolha - Ambiente e Espaços Verdes - Municípios - VIVER - Câmara Municipal de Espinho. Obtido 3 de Dezembro de 2018, de <http://www.espinho.pt/pt/viver/municipes/ambiente-e-espacos-verdes/servicos-municipais-de-recolha/recolha-de-roupas-usadas/>
- Colvero, D. A. (2018). *Estudo das oportunidades de valorização de resíduos urbanos para o Estado de Goiás (Brasil)*. Tese de doutoramento apresentada à Universidade de Aveiro.
- DSBA. (2019). Dados fornecidos pela Câmara Municipal de Espinho: Divisão de Serviços Básicos e Ambiente.
- EcoWurf. (2018). EcoWurf. Obtido 30 de Novembro de 2018, de <https://www.ecowurf.be/>
- ERSAR. Recomendação ERSAR n.º 02/2010 (2010).
- ERSAR. (2018). *Implementação de sistemas pay-as-you-throw (PAYT)*.
- ERSAR, & LNEC. (2019). Sistema de avaliação da qualidade dos serviços de águas e resíduos prestados aos utilizadores – 3.ª geração do sistema de avaliação, 353.
- EUROSTAT. (2018). Municipal waste by waste management operations. Obtido 23 de Novembro de 2018, de [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK\\_DS-150766\\_QID\\_-11D60F9D\\_UID\\_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;GEO,L,Y,0;WST\\_OPER,L,Z,0;UNIT,L,Z,1;INDICATORS,C,Z,2;&zSelection=DS-150766INDICATORS,OBS\\_FLAG;DS-150766WST\\_OPER,GEN;DS-150766UNIT,KG\\_HAB](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK_DS-150766_QID_-11D60F9D_UID_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;GEO,L,Y,0;WST_OPER,L,Z,0;UNIT,L,Z,1;INDICATORS,C,Z,2;&zSelection=DS-150766INDICATORS,OBS_FLAG;DS-150766WST_OPER,GEN;DS-150766UNIT,KG_HAB)

- EUROSTAT. (2019). Municipal waste statistics. Obtido 23 de Novembro de 2019, de [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal\\_waste\\_statistics?fbclid=IwAR2BeRWJkn6bYRRkMms19Iy\\_M0NKyeXvPVeHpegWL-uyvHmX--QOIUlv\\_Iw](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal_waste_statistics?fbclid=IwAR2BeRWJkn6bYRRkMms19Iy_M0NKyeXvPVeHpegWL-uyvHmX--QOIUlv_Iw)
- Gazillion. (2014). Freguesias do Concelho de Espinho. Obtido 23 de Novembro de 2018, de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Espinho\\_freguesias\\_2013.svg#/media/File:Espinho\\_freguesias\\_2013.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Espinho_freguesias_2013.svg#/media/File:Espinho_freguesias_2013.svg)
- Gomes A., Matos M., Carvalho, I. (2008) Separated collection of biodegradable fraction of MSW: economic assessment. *Waste Management*, 28, 1711-1719.
- Gonçalves, B. J. C. (2010). *Aplicação do Sistema Pay-As-You-Throw no Município de Lagoa – Conceção e Implementação*. Tese de mestrado apresentada à Universidade do Algarve.
- INE. (2012). Instituto Nacional de Estatística. *Censos 2011 Resultados Definitivos - Região Norte*.
- INE. (2013). Instituto Nacional de Estatística. Portal do INE. Obtido 23 de Novembro de 2018, de [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_indicadores&indOcorrCod=0007444&contexto=bd&selTab=tab2&xlang=pt](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0007444&contexto=bd&selTab=tab2&xlang=pt)
- Lavita, M. T. (2008). *Circuitos de recolha seletiva multi-material porta-a-porta*. Tese de mestrado apresentada ao Instituto Superior Técnico.
- LIPOR. (2000). A caracterização dos resíduos sólidos.
- LIPOR. Plano Estratégico da LIPOR 2015-2020 (2015).
- LIPOR. (2016). Relatório de Análise Estatística.
- LIPOR. (2017). Relatório de Análise Estatística.
- LIPOR. (2018a). Historial - Lipor. Obtido 27 de Novembro de 2018, de <https://lipor.pt/pt/a-lipor/quem-somos/historial/>
- LIPOR. (2018b). Observatório de Resíduos LIPOR. Obtido 2 de Dezembro de 2018, de <http://portal.lipor.pt:7777/pls/apex/f?p=2020:41:0>
- LIPOR. (2019). Sistema LIPOR bem posicionado para o cumprimento das Metas do PERSU 2020 - Lipor. Obtido 2 de Dezembro de 2019, de <https://www.lipor.pt/pt/noticias/sistema-lipor-bem-posicionado-para-o-cumprimento-das-metas-do-persu-2020/>
- MAOT. (2009). Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Portaria nº 851/2009 de 7 de agosto. *Diário da República nº 152, 1ª Série de 7 de agosto de 2009*, 5143–5146.
- MAOT. (2011). Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Decreto-Lei n.º 73/2011 de 17 de junho.
- MAOTDR. (2006). Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional. Decreto-Lei n.º 178/2006 de 5 de setembro, 6526–6545.
- Naturlink. (2018a). LIPOR (450x466). Obtido 25 de Novembro de 2018, de [http://naturlink.pt/ResourcesUser/Poluição e Residuos/terraaterraFigura1.jpg](http://naturlink.pt/ResourcesUser/Poluição%20e%20Residuos/terraaterraFigura1.jpg)
- Naturlink. (2018b). Sistemas de gestão de resíduos. Obtido 25 de Novembro de 2018, de <http://naturlink.pt/ResourcesUser/Poluição> e

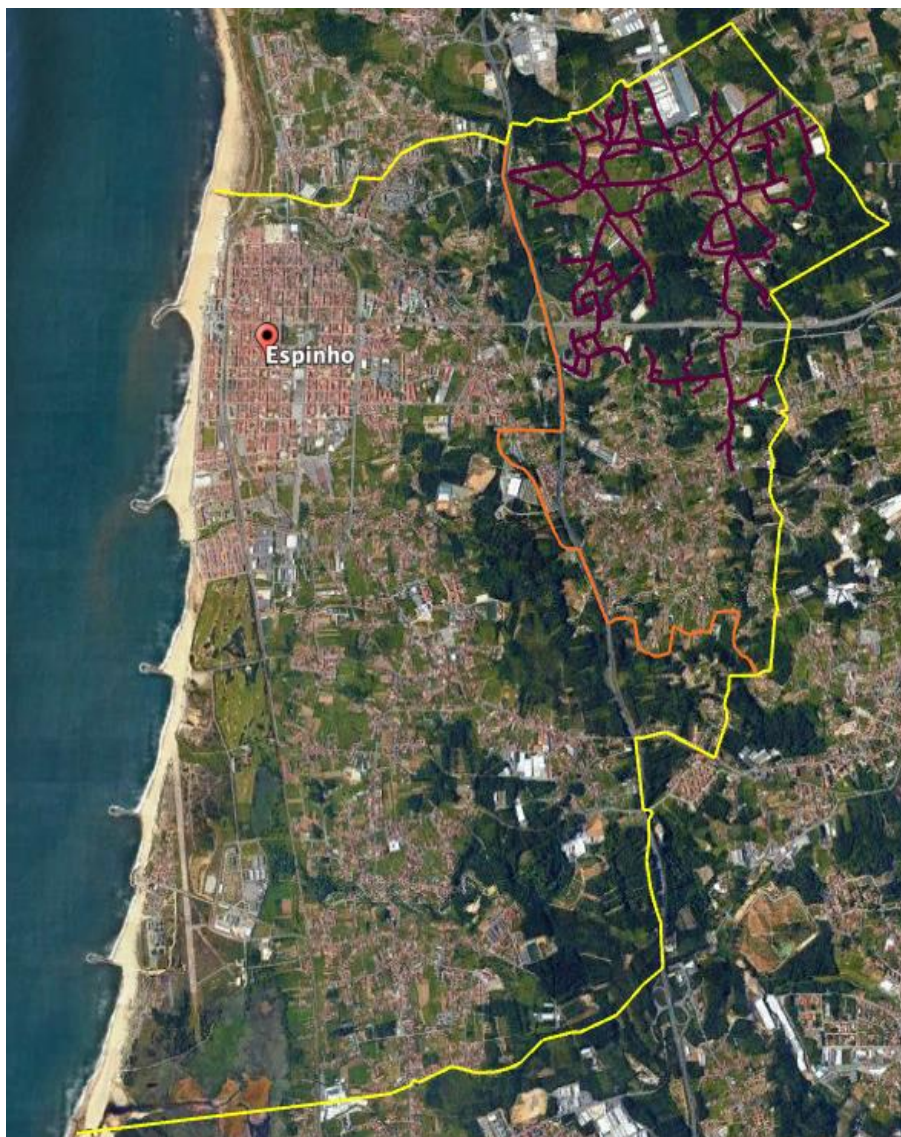
Residuos/sistemas\_gestão\_resíduos4.jpg

- Pardilhó, S. (2016). *Conceção de um Sistema de Recolha Seletiva Porta a Porta no Município de Espinho*. Tese de mestrado apresentada à Universidade do Porto.
- PCM. (2018). Presidência do Conselho de Ministros. Resolução do Conselho de Ministros n.º 141/2018 A. *Diário da Republica*, 5089–5093.
- Pires, J. S. (2013). Implementação do princípio do poluidor-pagador no setor dos resíduos. *ERSAR*.
- PORDATA. (2015). População empregada segundo os Censos: total e por sector de actividade económica (%). Obtido 23 de Novembro de 2018, de [https://www.pordata.pt/Municipios/População+empregada+segundo+os+Censos+total+e+por+sector+de+actividade+económica+\(percentagem\)-728](https://www.pordata.pt/Municipios/População+empregada+segundo+os+Censos+total+e+por+sector+de+actividade+económica+(percentagem)-728)
- PORDATA. (2018). PORDATA - População Residente - Média anual. Obtido 11 de Dezembro de 2018, de <https://www.pordata.pt/DB/Municipios/Ambiente+de+Consulta/Tabela>
- Portal do Cidadão. (2018). Câmara Municipal de Espinho. Obtido 9 de Novembro de 2018, de <https://www.portaldocidadao.pt/pt/web/camara-municipal-de-espinho/camara-municipal-de-espinho>
- Santos, P. (2005). *A aplicação de tarifários progressivos*. Tese de mestrado apresentada à Universidade Nova de Lisboa.
- Skumatz, L. A. (2002). Variable-Rate or "Pay-as-you-throw" Waste Management: Answers to Frequently Asked Questions. *City*, (July).
- Sousa, E. R. de. (2001). *Sistemas de abastecimento de água*. Instituto Superior Técnico.
- Sousa, T. (2016). *Gestão de Resíduos no Município de Espinho*. Tese de mestrado apresentada à Universidade de Aveiro.
- Tchobanoglous, G., Vigil, S., & Theisen, H. (1993). *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*.
- Williams, P. T. (2005). *Waste Treatment and Disposal*. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.1.78>

## Anexo A – Circuitos de recolha porta-a-porta

Para a concretização total da recolha porta-a-porta é necessário recorrer a 2 circuitos. A extensão geográfica dos circuitos é idêntica para os 4 fluxos, ainda que os trajetos finais dos circuitos de recolha de resíduos indiferenciados difiram dos da recolha dos recicláveis, dado os pontos de descarga das viaturas não serem os mesmos.

Através do programa *Google Earth Pro* foi possível delinear os dois circuitos de recolha porta-a-porta, como representam as Figuras A.1 e A.2.



**Figura A.1** - Circuito nº1, localizado na parte Norte da zona PaP e realizado no período da manhã.

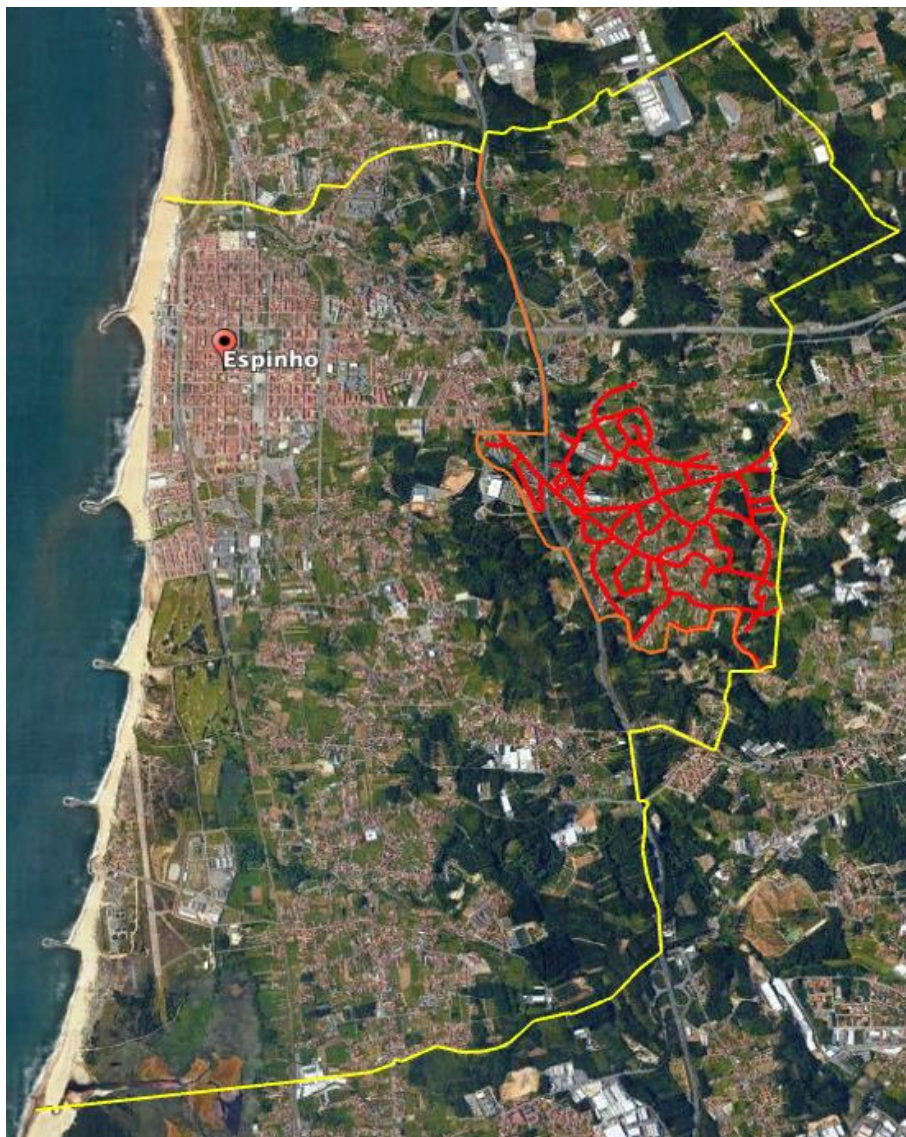


Figura A.2 - Circuito nº2, localizado na parte Sul da zona PaP e realizado no período da tarde.



## Anexo B – Distância desde Espinho até à LIPOR

Recorrendo à ferramenta *Google Maps*, indicando o ponto inicial como os Armazéns da Câmara Municipal de Espinho (Rua das Fábricas Sol 125-1, Espinho), com paragem no Ecocentro de Anta (Rua do Pinhal, 4500-125 Espinho) para carregamento dos resíduos seletivos, com destino ao Centro de Triagem da LIPOR (R. Morena 805, Baguim do Monte) e retorno aos armazéns, obteve-se uma distância Espinho-LIPOR de 71,6 km a ser percorrida em 1h03 min pela A20, em situação de a viatura ser uma carro, cuja velocidade máxima é de 120 km/h (Figura B.1). Como em média o camião de recolha não atinge essa velocidade é necessário considerar mais tempo para a viagem e posteriormente adicionar tempo para a descarga dos resíduos na LIPOR. Assim, considera-se uma distância de 72 km e uma deslocação e deposição de tempo médio de 2h.

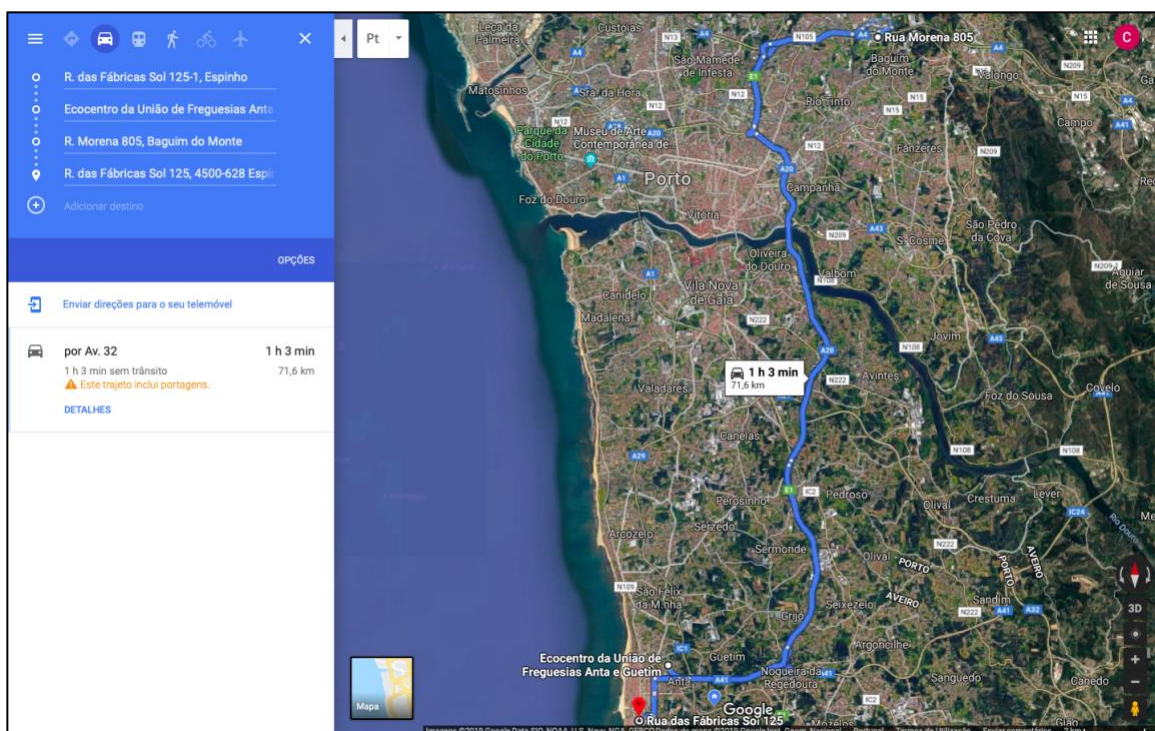


Figura B.1 - Distância Espinho-LIPOR, determinada a partir da ferramenta *Google Maps*.



## Anexo C – Custos

Para o cálculo do custo horário dos assistentes operacionais foi necessária a recolha de diversos dados na Divisão de Gestão de Recursos Humanos da Câmara Municipal de Espinho, os quais se apresentam seguidamente:

- Ordenado mensal: 690,97 €;
- Subsídio de refeição: 4,77 €/dia útil;
- Contribuições: 23,75 % dos 14 meses, e;
- Seguro de acidente de trabalho: 1,47 % dos 14 meses.

Com base nestes dados calcularam-se os seguintes pontos: encargo anual que um assistente operacional representa para a entidade camarária e o custo horário de um assistente operacional.

Para o cálculo do encargo anual parte-se do ordenado mensal e multiplica-se o valor por 14 meses, para se considerar os 12 meses de trabalho e cada um dos subsídios: de férias e de Natal. No caso do subsídio de refeição multiplica-se por uma média de 20 dias úteis e por 11 meses (não se contabiliza o mês de férias). A contribuição a pagar à Caixa Geral de Aposentações ou à Segurança Social corresponde a 23,75 % dos 14 meses que o assistente operacional recebe, e o seguro de acidentes de trabalho corresponde a 1,47 %, também, desses 14 meses. Assim, o encargo total que a entidade tem por cada assistente operacional é apresentado na equação abaixo.

$$\begin{aligned} \text{Encargo total} &= 690,97 \times 14 + 4,77 \times 20 \times 11 + (23,75 \% + 1,47 \%) \times 14 \times 690,97 \\ &= 13162,66 \text{ €/ano} \end{aligned}$$

Após o cálculo do encargo anual, é possível calcular o custo horário de um assistente operacional considerando 30 dias de pagamento e 7 horas diárias de trabalho (Equação C.1).

$$C_{RH} = 13162,66 \text{ €/ano} \times \frac{1 \text{ ano}}{12 \text{ meses}} \times \frac{1 \text{ mês}}{30 \text{ dias}} \times \frac{1 \text{ dia}}{7 \text{ horas}} = 5,22 \text{ €/horas} \quad (\text{Eq. C.1})$$

Para o cálculo do custo específico da viatura tem-se em consideração o custo do seguro, da inspeção e da manutenção.

O valor do seguro e da inspeção obteve-se pela revisão de literatura do Anexo 5 de um projeto de investigação, da Universidade de Aveiro, intitulado de “Custos e Benefícios, à escala local, de uma Ocupação Dispersa”. Através deste, considerou-se o custo do seguro anual de 900 € e o de inspeção de 40 € (Gomes, Matos, & Carvalho, 2008).

O valor da manutenção é uma estimativa dos custos que o município teve durante o ano de 2018 para a viatura utilizada para o transporte dos resíduos multimaterial triflúxo. Conhece-se os custos apresentados na Tabela C.1, que contabilizam um total de 8820 €, mas a este valor acresce, em alguns anos, a substituição de peças, como por exemplo embraiagem, bombas de água, colunas de direção, entre outros. Desse modo, julgou-se um valor anual de 10000 € de manutenção.

**Tabela C.1** - Custos de manutenção referentes à viatura de transporte de resíduos (Fonte: DSBA, 2019).

<b>Manutenção</b>	<b>Custo (€)</b>
Filtros	420
Óleo	800
Óleo hidráulico	350
Travões e acessórios diversos	370
Pneus	4980
Manutenção da grua	1200
Outras reparações	700
<b>Total</b>	<b>8820</b>

## Anexo D – Plataforma DataCenter LIPOR

A LIPOR – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto está a desenvolver uma plataforma de acesso restrito, com o intuito de permitir aos municípios fazer a gestão do cliente e pontos de recolha e rastrear todos os processos de recolha. Esta plataforma, posteriormente, ajudará no apoio à tomada de decisões administrativos, a obter informação operacional em tempo real e a calcular indicadores, como os da ERSAR.

Seguidamente, apresentam-se várias capturas de ecrã feitas à plataforma, tiradas no dia 04 de junho de 2019.

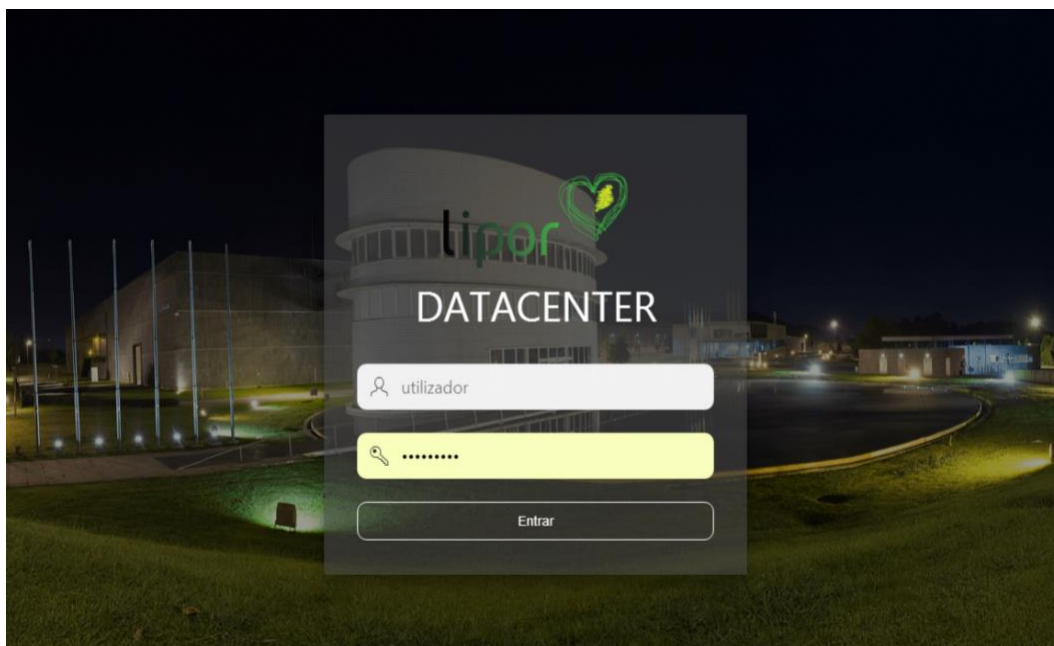


Figura D.1 - Acesso à plataforma eletrónica.

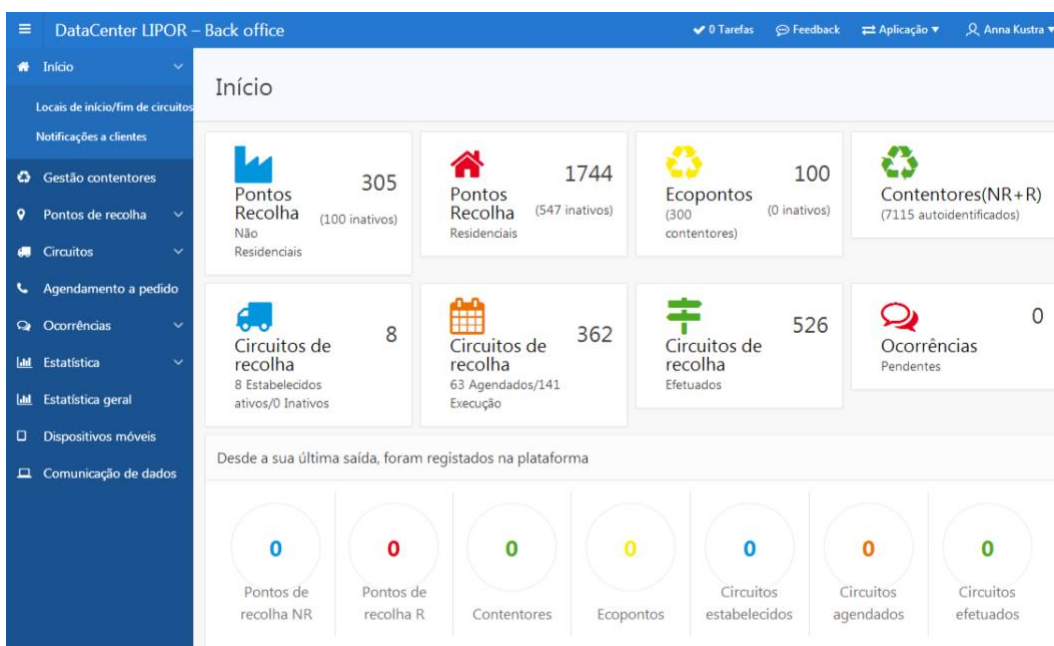


Figura D.2 - Página de início da plataforma.

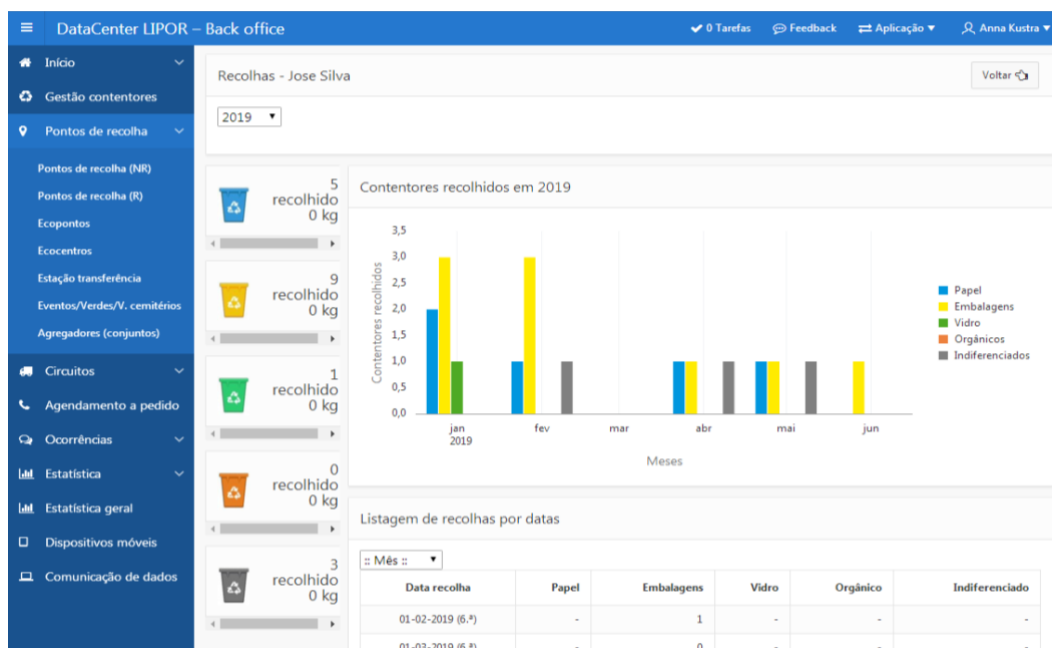


Figura D.3 - Informação da quantidade de vezes que um utilizador coloca o contentor à recolha.

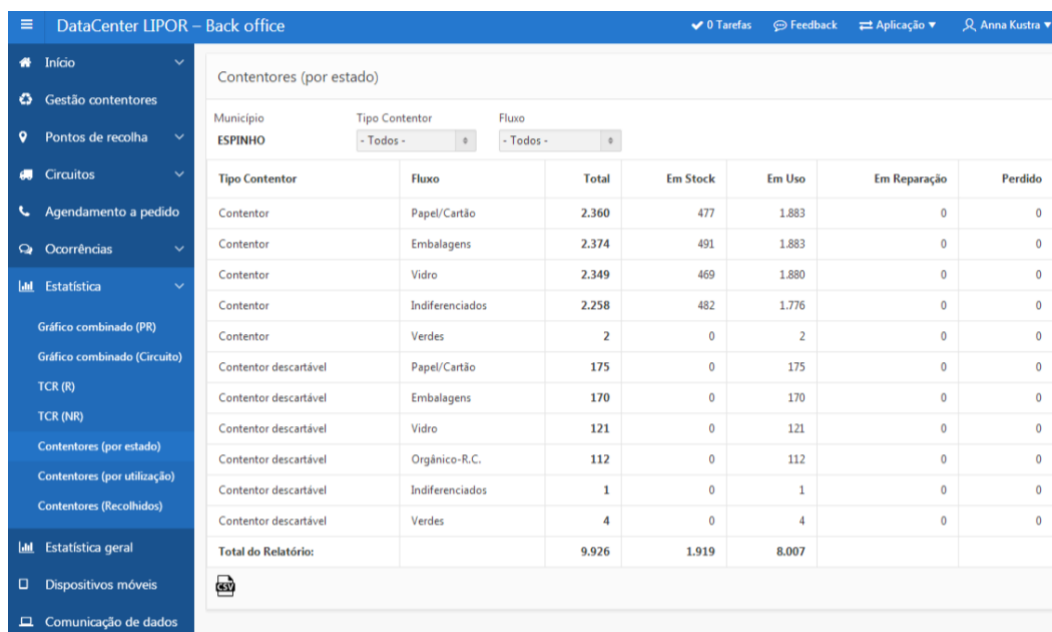


Figura D.4 - Informação sobre os contentores por estado.

DataCenter LIPOR – Back office 0 Tarefas Feedback Aplicação Anna Kustra

Última atualização de dados: 04-06-2019 09:21

### Contentores (por utilização)

Município	Tipo Contentor	Fluxo	Em uso	Em stock	Entregue hoje	Entregue este mês	Entregue este ano	Colocado à recolha (mês)	Colocado à recolha (trimestre)	Colocado à recolha (ano)	Colocado à recolha (sempre)
ESPINHO	Contentor	Papel/Cartão	1883	477	0	0	72	0	1188	1339	1359
ESPINHO	Contentor	Embalagens	1883	491	0	0	83	0	1333	1437	1468
ESPINHO	Contentor	Vidro	1880	469	0	0	64	0	0	608	609
ESPINHO	Contentor	Indiferenciados	1776	482	0	0	123	0	1224	1396	1396
ESPINHO	Contentor	Verdes	2	0	0	0	1	0	0	0	0
ESPINHO	Contentor	<b>Total</b>	<b>7424</b>	<b>1919</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>343</b>	<b>0</b>	<b>3745</b>	<b>4780</b>	<b>4832</b>
ESPINHO	Contentor descartável	Papel/Cartão	175	0	0	0	0	0	11	111	174
ESPINHO	Contentor descartável	Embalagens	170	0	0	0	0	0	8	108	168
ESPINHO	Contentor descartável	Vidro	121	0	0	0	0	0	4	71	99
ESPINHO	Contentor descartável	Orgânico-R.C.	112	0	0	0	0	0	0	0	93
ESPINHO	Contentor descartável	Indiferenciados	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ESPINHO	Contentor descartável	Verdes	4	0	0	0	0	0	0	0	0
ESPINHO	Contentor descartável	<b>Total</b>	<b>583</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>290</b>	<b>534</b>

Figura D.5 - Informação sobre os contentores por utilização.

DataCenter LIPOR – Back office 0 Tarefas Feedback Aplicação Anna Kustra

### Contentores recolhidos - 2019

MUNICÍPIO	PAP-NR		PAP-R		PAP-NR		PAP-R		PAP-NR		PAP-R	
	Fluxo	Fluxo	Fluxo	Fluxo	Fluxo	Fluxo	Fluxo	Fluxo	Fluxo	Fluxo	Fluxo	
ESPINHO	13254	7476	6642	14714	3567	587	0	0	432	10703		

### Contentores recolhidos - 2018

MUNICÍPIO	PAP-NR		PAP-R		PAP-NR		PAP-R		PAP-NR		PAP-R	
	Fluxo	Fluxo	Fluxo	Fluxo	Fluxo	Fluxo	Fluxo	Fluxo	Fluxo	Fluxo	Fluxo	
ESPINHO	13755	2045	7588	3709	5591	0	993	0	0	0	0	

Figura D.6 - Informação sobre os contentores recolhidos.





## Anexo E – Edital municipal sobre as tarifas

O Edital nº 1/2018 (CME, 2018a) publicado pela Câmara Municipal de Espinho serve para dar a conhecer as tarifas a cobrar pelo Município respeitantes ao Abastecimento de Água, Drenagem de Águas Residuais – Saneamento e Remoção e Tratamento de Resíduos Urbanos (Figura E.1).



PG03-00-IMP-17 | 02

**EDITAL**

2018EXP.LEQ.3

### **REMOÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

<b>Utilizadores do Tipo</b>	<b>Tarifa Variável</b> (valor € / 30 dias)
<b>Doméstico</b>	40% do valor apurado relativo à tarifa variável de abastecimento de água
<b>Não Doméstico, Instituições Sem Fins Lucrativos e Autarquias</b>	35% do valor apurado relativo à tarifa variável de abastecimento de água

<b>TARIFA DE DISPONIBILIDADE E UTILIZAÇÃO DO SISTEMA</b> (€/ 30DIAS)	
<b>Utilizadores do tipo Doméstico</b>	3,6420€
<b>Utilizadores do tipo Não Doméstico, Instituições Sem Fins Lucrativos e Autarquias</b>	8,3200€
<b>Utilizadores do Tarifário Social</b>	Isento
<b>Utentes sem abastecimento de água</b>	6,8500€

**Figura E.1** – Tarifas aplicadas pelo ME referentes à remoção e tratamento de RU.